

## Esperienze di evoluzione ad industria 4.0

Con l'avvento della cosiddetta quarta rivoluzione industriale, grazie alla diffusione di nuove tecnologie (digitali e non), il comparto industriale sta vivendo una profonda trasformazione dei meccanismi attraverso cui ha storicamente prodotto valore, innovazione e benessere. La quarta rivoluzione industriale, resa possibile dalla disponibilità di sensori e di connessioni a basso costo, si associa a un impiego sempre più pervasivo di dati e informazioni, di tecnologie computazionali e di analisi dei dati, di nuovi materiali, macchine, componenti e sistemi automatizzati, digitalizzati e connessi. Con la trasformazione in chiave 4.0 è possibile gestire vere e proprie reti che incorporano, integrano e mettono in comunicazione macchinari, impianti e strutture produttive, sistemi di logistica e magazzinaggio, canali di distribuzione. Uno dei vantaggi più evidenti della quarta rivoluzione industriale è una maggiore sicurezza attraverso una migliore interazione e agilità di interfaccia uomo-macchina che rende possibile una significativa riduzione di errori e infortuni, un miglioramento della sicurezza e dell'ergonomia del luogo di lavoro. Sistemi di produzione che supportano e assistono gli operatori nello svolgimento delle loro mansioni portano a una riduzione dello stress lavoro-correlato e al superamento di alcuni limiti in termini di disponibilità di personale già adeguatamente formato, di invecchiamento della forza lavoro, di integrazione di lavoratori con disabilità, ecc.

In quest'ottica, con il Piano Nazionale Industria 4.0, il Governo ha elaborato una normativa specifica che intende sostenere il processo di trasformazione delle imprese italiane che vogliono cogliere le opportunità legate alla quarta rivoluzione industriale. Possono beneficiare di facilitazioni specifiche i dispositivi per l'interazione uomo macchina finalizzati al miglioramento dell'ergonomia e i dispositivi per l'interazione uomo macchina finalizzati al miglioramento della sicurezza del posto di lavoro.

Nell'articolo vengono presentati alcuni dei vantaggi per sicurezza e salute sul lavoro e le relative possibilità per beneficiare di facilitazioni economiche, vengono inoltre fatti brevi esempi di progetti in corso di attuazione.

**Parole Chiave:** industria 4.0.

**Evolution experiences in industry 4.0.** With the beginning of the so called fourth industrial revolution and thanks to the diffusion of new technologies (digital and non-digital), industry is experiencing a deep transformation of those mechanisms through which value, innovation and wealth were historically created. The fourth industrial revolution, which was made possible by the availability of low cost sensors and connections, goes together with a more and more pervading employment of data and information, computational science and data analysis, new materials, machines, automated digitalized and connected systems and components. The 4.0 transformation allows to manage real networks which include, integrate and put in communication manufacturing machines, plants and structures, logistics and storage, distribution channels. One of the most undeniable advantages of the fourth industrial revolution is the higher safety level reached through a better man-machine interaction and interfacing. Thus, allowing a meaningful reduction in errors and accidents as well as an improvement of safety and ergonomics in the working place. The employment of production systems, which support and assist workers with their tasks, reduces work related stress and helps the overcome of some limits related to trained human resources availability, work force ageing, integration of workers with disability and such.

From this perspective, the government developed the 4.0 Industrial National Plan which includes specific regulations to support the transformation process of the Italian industries who wish to embrace the opportunities offered by the fourth industrial revolution. These industries can benefit of specific supports, such as man-machine interaction systems to improve both ergonomics and work safety.

The article shows some of the advantages in terms of work health and safety and the relevant opportunities to benefit of economical supports; it also includes some examples of ongoing projects.

**Keywords:** industry 4.0.

Francesco Mosca\*  
Maurizio Teppati Losè\*\*

\* AMMA, Aziende Meccaniche  
Meccatroniche Associate

\*\* AMMA, Aziende Meccaniche  
Meccatroniche Associate,  
CSAO – Centro Sicurezza Applicata  
all'Organizzazione

### 1. Introduzione

#### 1.1 La quarta rivoluzione industriale

L'Italia è un grande Paese industriale, il secondo in Europa per valore aggiunto manifatturiero e uno tra i principali al mondo. Le imprese industriali italiane rappresentano il motore del cambiamento e dello sviluppo economico, con la loro capacità di produrre innovazione, di stimolare il nostro export, di alimentare l'indotto e le attività dei servizi, contribuire alla creazione di occupazione e ricchezza, alla stabilità economico-finanziaria e alla coesione sociale.

Con l'avvento della cosiddetta quarta rivoluzione industriale, grazie alla diffusione di nuove tecnologie (digitali e non), il comparto industriale sta vivendo una profonda trasformazione dei meccanismi attraverso cui ha storicamente prodotto valore, innovazione e benessere.

Le rivoluzioni industriali hanno sempre comportato effetti evolutivi talora persino dirompenti sulla produttività. Schematizzando si può affermare che con la prima rivoluzione la tecnologia ha moltiplicato la forza: la produzione si sgancia dalla forza fisica, umana o animale. Con la seconda, la tecnologia moltiplica la scala: l'energia elettrica allarga le dimensioni dei mercati e mette a disposizione un'energia che può essere facil-

**Expériences d'évolution vers l'industrie 4.0.** Avec l'avènement de ce que l'on appelle la quatrième révolution industrielle, grâce à la diffusion des nouvelles technologies (numériques ou non), le secteur industriel est en train de vivre une transformation profonde des mécanismes par lesquels il a traditionnellement apporté de valeur, de l'innovation et de la prospérité. La quatrième révolution industrielle, rendue possible par la disponibilité de capteurs et de connexions bon marché, est associée à une utilisation de plus en plus envahissante de données et d'informations, de technologies informatiques et d'analyse des données, de nouveaux matériaux, de machines, de composants et de systèmes automatisés, numérisés et connectés. Avec la transformation en 4.0, il est possible de gérer des véritables réseaux qui incorporent, intègrent et mettent en communication machines, installations et structures de production, des systèmes logistiques et de stockage, des canaux de diffusion. L'un des avantages les plus évidents de la quatrième révolution industrielle est donné par une plus grande sécurité à travers une meilleure interaction et agilité d'interface homme-machine, qui permet une réduction significative des erreurs et des accidents, l'amélioration de la sécurité et de l'ergonomie du poste de travail. Les systèmes de production qui soutiennent et aident les opérateurs dans l'exercice de leurs obligations entraînent une réduction du stress au travail et le dépassement de certaines limites en termes de disponibilité du personnel déjà bien formé, de vieillissement de la main-d'œuvre, d'insertion des travailleurs handicapés, etc.

Dans cette perspective, avec le Plan National pour l'Industrie 4.0, le Gouvernement a développé une réglementation spécifique qui vise à soutenir le processus de transformation des entreprises italiennes qui veulent saisir les opportunités liées à la quatrième révolution industrielle. Les dispositifs d'interaction homme-machine visant à améliorer l'ergonomie, et les dispositifs d'interaction homme-machine visant à améliorer la sécurité sur le lieu de travail, peuvent bénéficier de facilitations spécifiques.

L'article présente certains bénéfices pour la sécurité et la santé au travail et les opportunités de tirer parti des avantages économiques; l'on trouvera également des brefs exemples de projets en cours de réalisation.

**Mots clés:** industrie 4.0.

mente trasportata. La terza rivoluzione industriale si è avuta grazie a tecnologie che moltiplicano la velocità: le informazioni possono essere processate e gestite in modo più rapido. Ogni rivoluzione ha generato conseguenti cambiamenti organizzativi che, a loro volta, hanno determinato guadagni di efficienza e di ricchezza.

La quarta rivoluzione industriale, resa possibile dalla disponibilità di sensori e di connessioni a basso costo, si associa a un impiego sempre più pervasivo di dati e informazioni, di tecnologie computazionali e di analisi dei dati, di nuovi materiali, macchine, componenti e sistemi automatizzati, digitalizzati e connessi (internet of things and machines).

La quarta rivoluzione non investe solo il processo produttivo, la sua efficienza e produttività ma anche, grazie all'accresciuta capacità di interconnettere e far cooperare tutte le risorse produttive (asset fisici e persone, sia all'inter-

no che all'esterno della fabbrica), e allo sfruttamento di un nuovo fattore produttivo ovvero i dati e le informazioni, sta trasformando il funzionamento di intere catene del valore, consentendo una crescente integrazione dell'impresa con le reti di fornitura e

sub fornitura a monte e i clienti, intermedi e finali, a valle, abilitan-

do infine una rivisitazione anche profonda dei modelli di business e degli approcci al mercato.

Le nuove tecnologie sono già in larga parte disponibili e presenti nelle imprese, ma attualmente la loro applicazione è ancora limitata e sporadica, essendo concentrata prevalentemente sul controllo di processo industriale destinato alla produzione massiva dei componenti (macchine a controllo numerico), integrato con la robotica solo in determinati ambienti, con applicazioni limitate alla ripetizione della stessa azione o mansione e al controllo in remoto dell'efficienza operativa dei macchinari.

Con la trasformazione in chiave 4.0 è invece possibile gestire vere e proprie reti che incorporano, integrano e mettono in comunicazione macchinari, impianti e strutture produttive, sistemi di logistica e magazzino, canali di distribuzione.

Attraverso la trasformazione digitale e con il ricorso a sistemi di produzione cyber-fisici, i siti produttivi sono in grado di reagire più rapidamente, quasi in tempo reale, alle variazioni della domanda, delle specifiche di prodotto, dei flussi di approvvigionamento delle materie prime ottimizzando i processi di trasformazione, riducendo gli errori e i difetti, migliorando il

## Piano nazionale Industria 4.0 2017-2020

Direttrici strategiche di intervento



Fig. 1. Piano nazionale Industria 4.0 2017-2020. Italian National Plan Industry 4.0 2017-2020.



time to market e assicurando flessibilità, velocità e precisione.

Le ricadute in termini di recupero di produttività possono essere significative restituendo nuova competitività a settori produttivi e nicchie manifatturiere che diversamente avrebbero serie difficoltà nel competere con sistemi a basso costo del lavoro, consentendo persino fenomeni di re-shoring di produzioni un tempo delocalizzate.

Come detto, l'ambito di Industria 4.0 travalica la singola impresa così come travalica il singolo macchinario. L'innovazione 4.0 non sta nell'introdurre un macchinario all'avanguardia dal punto di vista tecnologico, ma nel sapere combinare diverse tecnologie e in tal modo integrare il sistema di fabbrica e le filiere produttive in modo da renderle un sistema integrato, connesso in cui macchine, persone e sistemi informativi collaborano fra loro per realizzare prodotti più intelligenti, servizi più intelligenti e ambienti di lavoro più intelligenti.

## 2. I vantaggi della quarta rivoluzione industriale

L'adozione delle tecnologie digitali tipiche della quarta rivoluzione industriale consente alle catene del valore di cogliere una serie di vantaggi che garantiscono un aumento di produttività e competitività delle imprese.

Alcuni dei vantaggi più evidenti della quarta rivoluzione industriale possono sintetizzarsi in una maggiore:

- Sicurezza attraverso una migliore interazione e agilità di interfaccia uomo-macchina che rende possibile una significativa riduzione di errori e infortuni, un miglioramento della sicurezza e dell'ergonomia del luogo di lavoro. Sistemi di produzione che supportano e assistono gli ope-

### Industria 4.0: Le tecnologie abilitanti

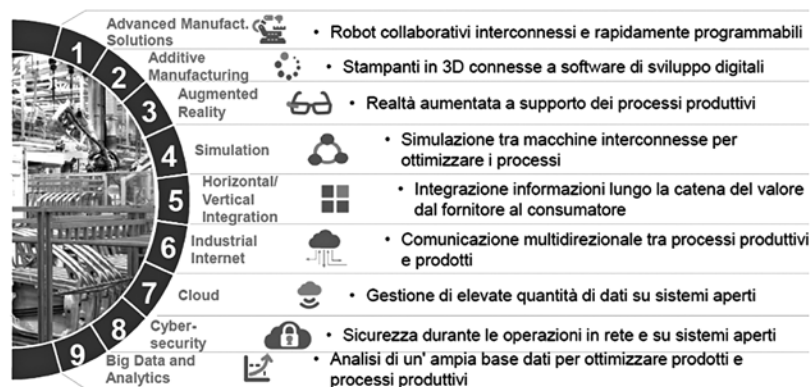


Fig. 2. Industria 4.0: le tecnologie abilitanti.  
Industry 4.0: enabling technologies.

ratori nello svolgimento delle loro mansioni portano a una riduzione dello stress lavoro-correlato e al superamento di alcuni limiti in termini di disponibilità di personale già adeguatamente formato, di invecchiamento della forza lavoro, di integrazione di lavoratori con disabilità, ecc.

In quest'ottica, con il Piano Nazionale Industria 4.0, il Governo ha elaborato una normativa specifica che intende sostenere il processo di trasformazione delle imprese italiane che vogliono cogliere le opportunità legate alla quarta rivoluzione industriale. Il Piano ha il suo presupposto nell'analisi della struttura dell'economia italiana.

Il Piano si compone di due direttrici chiave e altrettante direttrici di accompagnamento.

La prima direttrice chiave (Investimenti Innovativi) si pone l'obiettivo di incentivare e sostenere:

- gli investimenti privati all'interno delle imprese (attraverso la misura del super ammortamento);
- gli investimenti a maggior contenuto trasformativo utilizzando le tecnologie digitali e l'utilizzo di una serie di beni strumentali in chiave 4.0 (attraverso la misura dell'iper ammortamento);
- la spesa delle nostre imprese in R&S;

- la finanza d'impresa a supporto degli investimenti del Piano Industria 4.0.

Di seguito vengono illustrate alcune delle modalità di fruizione del beneficio e i relativi chiarimenti collegati alla natura tecnica delle caratteristiche elencate negli allegati A e B della legge di bilancio 2017.

La lista dei beni che possono beneficiare di facilitazioni specifiche (iper ammortamento) è descritta nell'allegato A della legge 11 dicembre 2016, n. 232 (legge di bilancio 2017) e si articola su 3 linee di azione:

1. beni strumentali il cui funzionamento è controllato da sistemi computerizzati o gestito tramite opportuni sensori e azionamenti;
2. sistemi per l'assicurazione della qualità e della sostenibilità;
3. dispositivi per l'interazione uomo macchina e per il miglioramento dell'ergonomia e della sicurezza del posto di lavoro in logica «4.0».

Al fine dell'applicazione delle facilitazioni, i beni devono obbligatoriamente possedere le seguenti caratteristiche:

- interfaccia tra uomo e macchina semplici e intuitive;
- la caratteristica dell'interfaccia tra uomo e macchina semplici

e intuitive specifica che la macchina/impianto deve essere dotata di una sistema hardware, a bordo macchina o in remoto (ad esempio attraverso dispositivi mobile, ecc.), di interfaccia con l'operatore per il monitoraggio e/o il controllo della macchina stessa.

Per semplici e intuitive si intende che le interfacce devono garantire la lettura anche in una delle seguenti condizioni:

- con indosso i dispositivi di protezione individuale di cui deve essere dotato l'operatore;
- consentire la lettura senza errori nelle condizioni di situazione ambientale del reparto produttivo (illuminazione, posizionamento delle interfacce sulle macchine, presenza di agenti che possono sporcare o guastare i sistemi di interazione, ecc.)
- rispondenza ai più recenti parametri di sicurezza, salute e igiene del lavoro.
- La caratteristica «risponden-

za ai più recenti parametri di sicurezza, salute e igiene del lavoro» specifica che: la macchina / impianto deve rispondere ai requisiti previsti dalle norme in vigore

In sintesi i vantaggi della quarta rivoluzione industriale risultano essere una maggiore Sicurezza riconcollegabile a:

- una migliore interazione e agilità di interfaccia uomo macchina che rende possibile:
  - una significativa riduzione di errori e infortuni
  - un miglioramento della sicurezza e dell'ergonomia del luogo di lavoro
- sistemi di produzione che supportano e assistono gli operatori nello svolgimento delle loro mansioni e che portano:
  - a una riduzione dello stress lavoro-correlato
  - al superamento di alcuni limiti in termini:
    - di disponibilità di personale già adeguatamente formato
    - di invecchiamento della forza lavoro

- di integrazione di lavoratori con disabilità, ecc.

- dispositivi per l'interazione uomo macchina e per il miglioramento dell'ergonomia e della sicurezza del posto di lavoro in logica «4.0».

Sono agevolabili:

- i dispositivi per l'interazione uomo macchina finalizzati al miglioramento dell'ergonomia
- i dispositivi per l'interazione uomo macchina finalizzati al miglioramento della sicurezza del posto di lavoro

Elenchiamo di seguito alcuni dei beni strumentali oggetto delle facilitazioni (iper ammortamento):

- banchi e postazioni di lavoro dotati di soluzioni ergonomiche in grado di adattarli in maniera automatizzata alle caratteristiche fisiche degli operatori (ad esempio caratteristiche biometriche, età, presenza di disabilità)
- postazioni di lavoro ergonomiche integrate in cui l'operatore ha a disposizione moduli di trasporto intelligenti (per l'approvvigionamento delle merci)
- terminali touch screen (con guida intuitiva delle attività per l'utente)
- illuminazione antiabbagliante e personalizzabile della postazione (per un'illuminazione ottimale della postazione di lavoro)
- elementi con braccio a snodo (per l'ottimizzazione ergonomica dello spazio di prelievo)
- tavolo di lavoro regolabile elettricamente in altezza (per un rapido adattamento a diverse condizioni fisiche e lavorative dell'operatore)
- sistemi per il sollevamento/traslazione di parti pesanti o oggetti esposti ad alte temperature in grado di agevolare in maniera intelligente/robotizzata/interattiva il compito dell'operatore
- dispositivi wearable, apparecchiature di comunicazione tra operatore/operatori e sistema



Fig. 3. Ergonomia.  
Ergonomics.

produttivo, dispositivi di realtà aumentata e virtual reality; un esempio è costituito da dispositivi intelligenti in grado di fornire istruzioni sul lavoro e di visualizzare in real time i dati sul funzionamento delle macchine e sulle attività che gli operatori dovranno svolgere

- interfacce uomo-macchina (HMI) intelligenti che supportano l'operatore in termini di sicurezza ed efficienza delle operazioni di lavorazione, manutenzione, logistica

### 3. IoT Internet of Things

L'obiettivo dell'"internet delle cose" è far sì che il mondo elettronico tracci una mappa di quello reale, dando un'identità elettronica alle cose e ai luoghi dell'ambiente fisico.

L'Internet delle cose è una possibile evoluzione dell'uso della Rete.

Tutti gli oggetti possono acquisire un ruolo attivo grazie al collegamento alla Rete. In letteratura sono riportati diversi esempi di applicazione delle tecnologie IoT

alla prevenzione dei rischi in ambienti confinati, al monitoraggio ambientale dei gas pericolosi nelle miniere o al monitoraggio di gas infiammabili in ambienti a rischio incendio.

Nel nostro Paese sono attivi diversi progetti di ricerca basati sull'integrazione di moderne tecnologie nelle correnti procedure di sicurezza aziendale.

#### 3.1. Esempio IoT

Gruppo di lavoro UNI, afferente alla Commissione Sicurezza ed affidato alla Sottocommissione dispositivi di protezione individuale, con il compito di seguire il progetto UNI/CT 042/SC 02/GL 08 «Tecnologie IoT nell'impiego dei DPI – Indicazioni per l'integrazione di sistemi elettronici di monitoraggio per la gestione dei DPI»

Il gruppo ha come obiettivo: definire specifiche per lo scambio di informazioni e per la "comunicazione tra le cose", in modo da superare un'eterogeneità di prodotti e tecnologie da cui possono derivare problemi di interazione e difficoltà di connessione

Primo compito del gruppo è la redazione di un report tecnico che illustri la tecnologia e dia indicazioni sulle procedure di costruzione, certificazione e scelta dei DPI integrati con tag.

In Italia sono stati condotti con successo esempi di applicazione delle tecnologie IoT finalizzate:

- ad un'attività continua di vigilanza sul comportamento dei lavoratori riguardo l'uso corretto dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)
- a supportare il datore di lavoro nella scelta dei DPI e i lavoratori nell'uso degli stessi

Diverse Aziende hanno adottato sistemi tecnologici di supporto e controllo integrando nel DPI un tag che, collegato ad una centrale e agli smartphone in dotazione all'azienda, invia segnali consentendo di monitorare costantemente, dall'avvio fino alla conclusione, l'uso corretto dei DPI nelle diverse fasi lavorative

### 4. "Realtà aumentata"

(arricchimento della percezione sensoriale umana mediante informazioni, in genere manipolate e convogliate elettronicamente, che non sarebbero percepibili con i cinque sensi)

#### 4.1. Esempio Realtà aumentata

INAIL e il progetto Sistemi Intelligenti per la Sicurezza degli Operatori della Macchina – SISOM.

SISOM è un progetto co-finanziato da INAIL (BRIC Bando di Ricerca in Collaborazione) che ne ha la responsabilità scientifica.

Obiettivo del progetto: introdurre metodi innovativi per migliorare la sicurezza degli impianti industriali: SISOM propone una soluzione basata sull'uso combina-

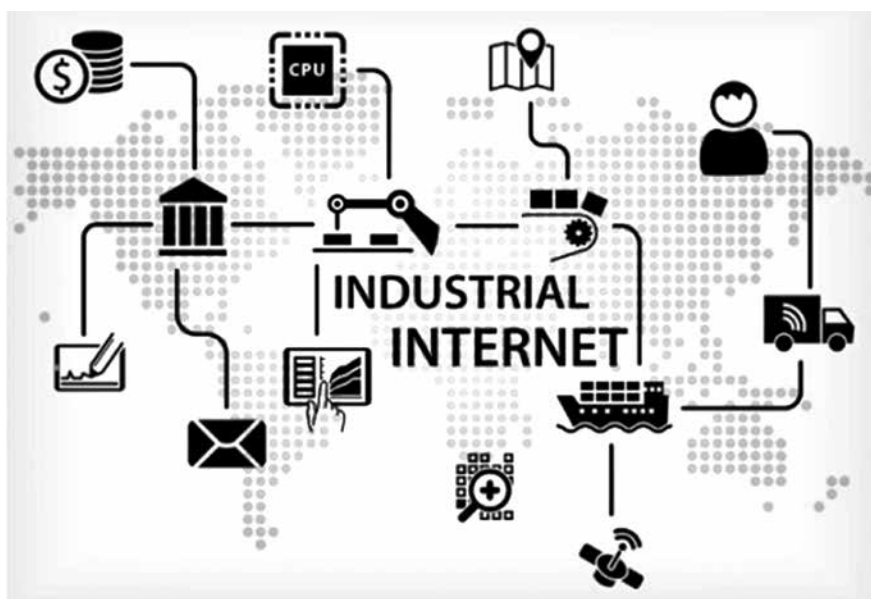


Fig. 4. Internet delle cose per l'industria.  
*Industrial Internet of Things.*



Fig. 5. Realtà Aumentata.  
*Augmented reality.*

to della Realtà Aumentata e l'Assistente Personale.

SISOM combina le tecnologie mobile con ambienti virtuali interattivi 3D, nell'Augmented Reality sono disponibili informazioni e multimedia.

Il contenuto della Realtà Au-

mentata può essere installato su dispositivi mobili quali tablet, smartphone, Smart Glass and Helmet.

L'Assistente Personale è in grado di comprendere e rispondere a domande dell'utilizzatore.

SISOM può essere utilizzato per

supportare la sicurezza degli operatori ma anche per l'addestramento in impianti industriali.

Ulteriori applicazioni SISOM riguardano la manutenzione, i livelli di monitoraggio della produttività e l'organizzazione della produzione.