

## Industria 4.0 : Uomini e macchine nella fabbrica digitale

A cura di Annalisa Magone e Tatiana Mazali  
Guerini e Associati, Milano 2016

### ABSTRACT

Per molto tempo, il dibattito pubblico sull'industria 4.0 ha proposto due chiavi di lettura principali: quella tecnologica e quella relativa alle politiche industriali. Al contrario, la discussione sugli effetti sociali e organizzativi del nuovo paradigma si è sviluppata poco. Il libro esamina nello specifico questo aspetto, e riflette sul cambiamento a cui sono sottoposti i lavoratori e l'organizzazione del lavoro nella *smart factory*, partendo da una indagine empirica condotta tra il 2014 e il 2015 da un gruppo di ricerca multidisciplinare in alcune fra le maggiori fabbriche del paese. Il libro è la restituzione, in chiave anche divulgativa, degli esiti di questo viaggio di ricerca.

Il mondo delle fabbriche, in Italia come altrove, è alla soglia di una trasformazione profonda che, secondo molte voci – di tecnologici e sociologi, imprenditori e sindacalisti – non sarà una trasformazione come un'altra. È un cambio di paradigma che ha al cuore una rottura tecnologica senza precedenti: la fusione tra mondo reale degli impianti industriali e mondo virtuale di ciò che viene chiamato *Internet of Things*, un sistema integrato di dispositivi intercomunicanti e intelligenti che sa mettere in contatto, attraverso la Rete, oggetti, persone e luoghi. Secondo i teorici di questo cambiamento, in un futuro ormai prossimo la facoltà di comunicare delle macchine conferirà alla linea di produzione inedite capacità autodiagnostiche, il processo produttivo verrà simulato in ambiente virtuale per individuare e risolvere problemi prima di costruirlo fisicamente. La flessibilità dei sistemi consentirà di personalizzare i prodotti fino a tenere conto degli interessi del singolo cliente, l'addestramento del personale avverrà in ambiente virtuale prima di entrare in fabbriche che sapranno approvvigionarsi di energia in modo sobrio, senza sprechi e al minor costo possibile.

Ma prima che tecnologica, quella che ci troviamo di fronte è una rivoluzione culturale. Riguarda cioè il modo di pensare i beni industriali, il modo di lavorare dentro gli uffici e nelle officine. Riguarda il rapporto fra l'uomo e i robot, la morfologia di fabbriche sempre più flessibili, sostenibili, ergonomiche, intelligenti – in una parola *smart*. Riguarda infine il rapporto fra le imprese, poiché questa trasformazione, nata nella grande industria, sta permeando anche le aziende piccole, modifica la catena di fornitura e il tipo di competenze, progettuali e professionali sempre più necessarie per stare sul mercato.

Di fronte a uno scenario in rapida trasformazione, sospinto da politiche di ricerca europee che mettono in circolo importanti risorse finanziarie, l'interrogativo è dunque come l'industria italiana stia fronteggiando la trasformazione digitale alla luce delle sue peculiarità e della sua posizione nella divisione internazionale del lavoro. Il tutto guardato da una prospettiva particolare: non il poten-

ziale tecnologico o la tenuta dell'economia, ma il lavoro dentro le grandi fabbriche, quali trasformazioni sono già osservabili, come questi luoghi (e le loro comunità) stanno adattandosi, come giocano la carta del futuro.

Ha preso le mosse da questo quadro il viaggio di ricerca intrapreso dal gruppo di ricerca, e condotto con un approccio multidisciplinare, con gli strumenti della sociologia del lavoro e della comunicazione, le competenze delle relazioni industriali, l'expertise sui temi dell'organizzazione aziendale e dell'innovazione, il linguaggio dell'indagine giornalistica. Al fine di leggere con diverse lenti la trasformazione complessa oggetto dell'analisi.

I casi di studio analizzati, caratterizzati da varietà di mercato e di prodotto, comprendono per lo più grandi impianti: imprese della cantieristica, produttori di mezzi di trasporto complessi, veicoli industriali e motociclette, imprese meccaniche, fabbriche chimiche, componentisti d'eccellenza, servizi di logistica integrata, imprese ambientali, del terziario avanzato, centri di ricerca applicata. Sono rappresentati differenti livelli nella struttura di governo e negli assetti proprietari: vi sono teste di filiera, divisioni o singoli stabilimenti di gruppi, multinazionali e aziende italiane. I casi esaminati hanno inoltre diverse intensità di scala: pezzi unici, serie molto limitate, più ampie ma comunque non *mass production*, servizi. Si collocano infine a differenti gradi di sviluppo tecnologico.

Tracce delle soluzioni tecnologiche e organizzative ricorrenti nella letteratura sulle *smart factory* si trovano soltanto in alcune delle imprese esaminate, o in qualche reparto, anche se l'orientamento verso innovazioni tecnologiche basate sulla digitalizzazione appare diffuso e trasversale. Avendo l'obiettivo di focalizzare la lente su un processo, la presenza di situazioni eterogenee ha permesso di comprendere le sfasature temporali e le differenti intensità con cui procede. Il campione scelto, insomma, non ha una pretesa di esaustività nella rappresentazione del *manufacturing* italiano; permette però, data la varietà di situazioni esaminate, di valutare come il paradigma della *smart factory* penetri nelle nuove strutture industriali. E se, e quanto, tale paradigma possa costituire una tendenza di sviluppo per il *manufacturing* italiano nel suo complesso.

Da ultimo, la ricerca condotta si focalizza sulle persone, gli operai, i tecnici e le gerarchie organizzative; si occupa di industria 4.0 ma anche e soprattutto di lavoratori e persone 4.0.

## SUMMARY – SINGOLI CAPITOLI

**Il viaggio.** Il capitolo introduttivo, che restituisce con il linguaggio dell'indagine giornalistica l'osservazione etnografica e le interviste condotte dai ricercatori visitando i reparti e parlando con il management delle imprese del campione. Una selezione delle realtà studiate sono descritte nei loro caratteri peculiari e sintetizzate attraverso metafore dal carattere evocativo: *la fabbrica officina* (Comau a Grugliasco), *La fabbrica dell'archistar* (Pirelli a Settimo Torinese), *la fabbrica che si fa bella* (Avio Aero a Rivalta), *la fabbrica autonoma* (Avio Aero a Cameri), *la fabbrica elastica* (Alstom di Savigliano), *la fabbrica dei palazzi galleggianti* (Fincantieri a Monfalcone), *la fabbrica orografica*

(Ansaldo a Genova), *la fabbrica tempestiva* (Kuehne+Nagel per Iveco a Torino), *la fabbrica boutique* (Ferrari a Maranello), *la fabbrica che sa di nuovo* (Maserati a Grugliasco), *la fabbrica degli appassionati* (Ducati a Borgo Panigale), *la fabbrica trasparente* (Trm a Torino), *la fabbrica microscopio* (Centro Sviluppo Materiali a Roma), *la fabbrica larga* (Solway a Spinetta Marengo), *la fabbrica sottovuoto* (STMicroelectronics ad Agrate).

**Uomini e tecnologie.** Il capitolo introduce i caratteri generali del *framework* Industria 4.0, conducendo un'analisi sintetica di diversi modelli di politiche nazionali. Vengono messi a confronto alcuni programmi paradigmatici nati per la diffusione del paradigma delle *smart factories*: lo statunitense *Industrial Internet*, il tedesco *Industrie 4.0*, il francese *Industrie du Futur*, *l'High Value Manufacturing* nel Regno Unito e il cluster *Fabbrica Intelligente* in Italia. Fra i programmi citati, una forte differenza di approccio distingue il modello statunitense da quello europeo: l'analisi si concentra non soltanto sulle differenze, ma anche su alcuni caratteri comuni dei due modelli.

Il capitolo si occupa inoltre dei principali aspetti tecnologici implicati nel paradigma – le cosiddette tecnologie abilitanti – come *Internet of Things*, *big data*, *additive manufacturing*, *realtà virtuale* e *realtà aumentata*, *robot di nuova generazione*, *digital manufacturing*. La fabbrica del futuro unisce l'automazione a un modello che fa propri i tratti caratteristici della cultura del digitale: sistemi *knowledge-based*, uso pervasivo di sensoristica, flessibilità e adattabilità dei processi, passaggio dalla specializzazione (verticale) al processo (orizzontale). Sullo sfondo il problema delle competenze digitali – dunque delle disuguaglianze – che determinano le condizioni per stare dentro le trasformazioni in atto.

**Il lavoro 4.0.** Il capitolo analizza gli impatti sul lavoro del modello Industria 4.0, partendo da quelli rintracciati dalla ricerca empirica, collocandoli entro gli scenari che la letteratura di riferimento ha costruito nel tempo della relazione tra innovazione tecnologica e occupazione. Il mix professionale e la composizione delle figure del lavoro all'interno delle imprese osservate propone due figure emblematiche, definite “blue collar aumentato” e “ingegnere di nuova concezione”.

Chi lavora nella *smart manufacturing* è chiamato ad essere polivalente, cooperante e comunicativo. Ci troviamo di fronte a un lavoratore più istruito, digitalizzato (nel senso che adopera un *media device*), che comunica in reparto, lavorando gomito a gomito con *team leader*, ingegneri, tecnologi, logistici, manutentori. È un “blue collar aumentato” ovvero dotato di apparati di elaborazione digitale, spesso in mobilità, per il monitoraggio di un processo che restituisce in tempo reale i dati relativi al ciclo. Si dedica al controllo di più fasi, più macchinari, frazioni ampie del processo, ma in determinate circostanze è anche possibile che sia un lavoratore “diminuito”, di conoscenze specifiche e abilità tecniche: la polivalenza presuppone il governo del processo, non necessariamente la conoscenza profonda della funzione o della macchina.

Cambiamenti accelerati investono anche le figure dedicate allo sviluppo e alla progettazione dei processi: rispetto al passato, gli ingegneri operano secondo logiche di forte integrazione con i re-

Torino Nord Ovest srl impresa sociale

via Valfrè 16, 10121 Torino

www.torinonordovest.it, info@torinonordovest.it

sponsabili di funzioni a valle (tecnologi, manutenzione), lavorano in reparto come nei laboratori di realtà virtuale. Strutturano le attività in base a processi di *collaborative engineering* per ottimizzare i tempi grazie alla cooperazione e agli scambi informativi tra esperti di diverse discipline, rompere le rigidità sequenziali. I profili ingegneristici evolvono in figure *multitasking* che accorpano e integrano professionalità in passato separate: è l'“ingegnere di nuova concezione”.

I tratti generali di queste figure idealtipiche vengono incardinati nei casi studio della ricerca, nei modelli di lavoro osservati nelle diverse fabbriche, nelle nuove gerarchie organizzative basate sul “potere” generato dalla conoscenza ovvero sul grado di autonomia e sul tipo di sapere richiesto dalla maggiore integrazione tra ricerca, *engineering* e *manufacturing* nelle *smart factories*.

**La persona 4.0.** Il capitolo analizza gli elementi di continuità tra la cultura digitale e le fabbriche intelligenti, i cambiamenti sociali al di fuori delle fabbriche e il modello dell'Industria 4.0. Smartphone, tablet, portabilità, sistemi di comunicazione sempre connessi a Internet ci hanno abituato a una mediazione digitale “naturale” nelle relazioni e azioni quotidiane; tale relazione inizia a riversarsi in modo analogo nelle pratiche lavorative. Nell'Industria 4.0 risultano centrali i *media* digitali, ambienti di comunicazione interpersonale e di condivisione delle informazioni, oltre che strumenti funzionali allo svolgimento di task. Centralità dei *media* di comunicazione significa diverso bilanciamento tra automatismo e autonomia, tra macchine e persone, nei processi produttivi. Al lavoratore viene richiesta in primo luogo familiarità con gli strumenti di comunicazione che assicurano la velocità dell'apprendimento: i media digitali parlano una lingua universale, fatta di simboli standardizzati e globali; le interfacce interattive sono sempre più naturali, adattive e *responsive* per cui mettono in moto una relazione uomo-macchina semplificata.

Il capitolo affronta il tema della cultura digitale e delle competenze necessarie per stare dentro il cambiamento con gli strumenti analitici della sociologia dei processi culturali e comunicativi, affiancando alle argomentazioni teoriche la descrizione di alcune implementazioni concrete osservate empiricamente nelle catene di produzione. Il filo rosso tra industria 4.0 e cultura digitale passa per la centralità dell'utente-consumatore-lavoratore: da un lato la tendenza *user-centric* e la figura del *prosumer* dei media digitali; dall'altro la produzione *consumer-centric* del paradigma 4.0 e i modelli partecipativi, che hanno origine nel toyotismo ma restano centrali nell'orizzonte delle *smart factories*. Il capitolo conduce una riflessione conclusiva sul coinvolgimento dei lavoratori, la loro partecipazione al cambiamento e le forme della rappresentanza sindacale.

**Interpretazioni e aperture.** La ricerca non si proponeva tanto di fornire una descrizione analitica o predittiva del lavoro nelle fabbriche del futuro, quanto di puntare una luce su alcune fabbriche interessate dalla trasformazione intelligente, portando in primo piano tendenze documentabili e fatti contro-intuitivi. Il capitolo conclusivo delinea alcune domande di ampio respiro che la ricerca consegna al confronto pubblico, unitamente ad alcune questioni di fondo da cui tali domande nascono.

**Torino Nord Ovest srl impresa sociale**

via Valfrè 16, 10121 Torino

www.torinonordovest.it, info@torinonordovest.it

Termini come “rivoluzione” e “fabbrica” ritornano nell’era digitale, e nella crisi globale, con una connotazione positiva. Dispersa ogni traccia minacciosa, il termine rivoluzione diviene un imperativo da contrapporre a evoluzione, nel senso che la svolta digitale della manifattura deve alimentare il cambiamento continuo. Al tempo stesso, il termine fabbrica archivia il giudizio di valore che lo indicava come un posto degradante e alienante, sinonimo di cattiva qualità della vita. Quanto questa immagine è reale e quanto è idealizzata? È del tutto pacifico che nella fabbrica intelligente scompaia l’alienazione?

La fabbrica intelligente appare un programma di “industrializzazione sociale”, una fabbrica radicata nel territorio come spazio di relazioni, di cooperazione, di consumo. Le nuove tecnologie digitali favoriscono il rinnovamento del capitalismo industriale, consentendo lo sviluppo e la creazione di beni e servizi di tipo nuovo che oggi probabilmente possiamo solo prefigurare? Oppure spingono verso una società post-capitalista che solo la limitazione intenzionale del loro potenziale cooperativo impedirebbe, ma non a lungo, di portare alla luce?

La frontiera tecnologica, secondo la stessa letteratura sull’industria 4.0, si sposta sempre più nell’assorbimento di funzioni intelligenti, comunicative e di rete diffuse ben oltre i confini delle imprese, verso una sorta di esternalizzazione della produzione dentro lo spazio sociale nel suo complesso. Le nuove tecnologie digitali riescono ad estrarre valore da ciò che era riservato agli spazi del privato, della socialità, del gioco o del *loisir*: incorporandosi nelle forme di vita, le macchine digitali le trasformano in piattaforme permanenti dell’innovazione. In questa prospettiva il lavoro industriale è destinato a cambiare radicalmente i propri connotati.

## GRUPPO DI RICERCA

Il libro è il frutto del lavoro congiunto di cinque autori: Salvatore Cominu, ricercatore sui temi del lavoro e dello sviluppo; Annalisa Magone, giornalista; Tatiana Mazali, sociologa dei processi culturali e comunicativi, ricercatrice al Politecnico di Torino; Giampaolo Vitali, economista industriale, ricercatore del Cnr; Antonio Sansone, dirigente sindacale della Fim Cisl.

## ACKNOWLEDGEMENT

Il libro è basato su una ricerca realizzata da Torino Nord Ovest, commissionata da Ial Nazionale, Fim Cisl Piemonte, Istituto Superiore Mario Boella.

La ricerca deve molto alla disponibilità dei tanti responsabili di produzione, engineering, innovazione, risorse umane, relazioni industriali che hanno accolto, spiegato, accompagnato in visita agli impianti il gruppo di ricerca: *Raffaella Alberi, Claudia Badali, Manuela Bozzolan, Luca Merlo, Carlo Pellegrini* (Alstom) – *Mauro Brega, Alessandro De Gioia, Gian Paolo De Poli, Michele Laterza, Antonio Padovani, Davide Schinetti* (Avio Aero) – *Renato Marabini, Alberto Signori* (Brembo) – *Cesare Murgia, Antonio Lucci, Dario Venditti* (Centro Sviluppo Materiali) – *Tullio Tolio* (Cluster Fab-

**Torino Nord Ovest srl impresa sociale**

via Valfrè 16, 10121 Torino

www.torinonordovest.it, info@torinonordovest.it

brica Intelligente) – *Arturo Baroncelli* (Comau) – *Franco Gallo* (Consulman) – *Mario Morgese, Pietro Palma, Carlo Serpentino* (Ducati Motor) – *Manuele Mattucci* (Effra) – *Luigi Galante, Nevio Di Giusto, Edoardo Rabino, Alberto Filippini* (FCA) – *Guido Giletta* (Giletta) – *Paolo Baracchi, Claudio Boschetti, Barbara Eleota, Luca Pipino* (Kuehne+Nagel) – *Fiamma Ferrero, Damien Heiss* (Inwibe) – *Frediano Checchinato, Paolo Mulassano, Maurizio Spirito* (Istituto Superiore Mario Boella) – *Valerio De Martino, Roberto Luciano Forresu, Stefano Gadda* (Pirelli) – *Marco Cusinato, Roberta Giani, Elena Privitera* (Santer Reply) – *Claudia Filippone, Antonio Pingiori, Gianandrea Pischedda* (Rina, Fincantieri) – *Paolo Bessone* (Solvay) – *Marzio Brambilla, Sergio Mariani, Pietro Paella* (STMicroelectronics) – *Giusi Di Bartolo, Bruno Torresin* (Trm).

Un ringraziamento va inoltre a tutti coloro che hanno contribuito al lavoro con letture e discussioni critiche, in particolare: Pier Paolo Baretta, Pierre-Louis Bertina, Patrizio Bianchi, Mario Calderini, Giorgio Caprioli, Roberto Castellini, Sergio Chiamparino, Alberto Cipriani, Michele Colasanto, Giovanni Colombo, Tom Dealessandri, Roberta De Bonis Patrignani, Tommaso De Luca, Nicoletta Gay, Giorgio Graziani, Salvatore Manfredi, Daniele Marini, Antonio Maria Martín López, Massimo Mascini, Paola Mussinato, Giorgio Nannetti, Alberto Papuzzi, Gigi Roggero, Alessandro Scotti, Luigi Serio, Saverio Sinigaglia, Patrizia Toia, Graziano Treré, Antonio Zorzi.

**Torino Nord Ovest srl impresa sociale** è un centro che svolge attività di studio, consulenza, valutazione e proposta nel campo della ricerca socioeconomica. Luogo di elaborazione di saperi applicabili e circolazione di idee, si propone di accrescere l'informazione qualificata sui principali temi dell'agenda pubblica e favorire lo scambio fra settore pubblico e privato, guardando a progetti di frontiera e ancorandoli a una produzione originale di dati, analisi, visioni.

Il centro fotografa e approfondisce una pluralità di aspetti e settori, dal mondo delle imprese al mercato del lavoro, dalle nuove professioni al welfare, dalle rappresentanze alla cultura, dalla smart e social economy alla nuova manifattura. Il suo sguardo è attento al nordovest italiano, dove operano alcune fra le realtà più produttive e forse innovatrici del paese, e da qui si allarga verso altri territori nazionali ed europei, nel solco delle collaborazioni stimulate dai programmi di ricerca e innovazione comunitari. Due punti fermi caratterizzano l'attività di analisi e progetto: lo sviluppo come chiave interpretativa delle trasformazioni urbane e l'indagine dei fenomeni sociali ed economici nella loro reciproca interazione. Quattro i filoni di lavoro: la ricerca, gli atelier di co-design dove si sviluppa analisi organizzativa e si ragiona di innovazione nelle politiche pubbliche, la responsabilità sociale per imprese e istituzioni, la divulgazione per mezzo di attività convegnistiche e editoriali per sostenere il dibattito pubblico sui principali temi dello sviluppo e dell'innovazione.

**Torino Nord Ovest** è nato nel 2010 dall'idea di costruire un centro di ricerca non accademico, versatile, retto da uno staff di progettisti e capace di coagulare una vasta rosa di specialisti d'ambito, da comporre e ricomporre in squadre orientate a progetti definiti. Con il tempo è divenuto un luogo in cui prendo corpo la capacità di fare rete, dal fund raising per i progetti alla disseminazione dei risultati.

www.torinonordovest.it