

# Factory of the future.

## Tecnologia, competenze e fattore umano nella fabbrica digitale.

### QUADRO DI RIFERIMENTO

È opinione di molti osservatori che il mondo della produzione si trovi alla soglia di un cambiamento profondo che può assumere i caratteri di una nuova (la quarta) rivoluzione industriale, dopo l'invenzione della macchina a vapore, il motore a scoppio e l'informatica. Il cambiamento in atto è entrato negli ultimi mesi di prepotenza anche nell'agenda politica e nel dibattito pubblico che ha luogo sulla stampa generalista. In termini estremamente semplificati, il cambiamento che abbiamo di fronte prevede l'integrazione profonda delle tecnologie digitali nei processi industriali manifatturieri, modificando in profondità prodotti e metodologie produttivi. Luogo di elezione del nuovo mondo industriale è indifferentemente indicato come "fabbrica innovativa", "fabbrica intelligente", "smart industry", "advanced manufacturing", "industria 4.0" alla base del quale si rintraccia una rottura tecnologica caratterizzata dalla fusione tra mondo reale degli impianti industriali e mondo virtuale IOT (Internet of Things) e tratteggia i contorni di un sistema *misto* cyber-fisico, dove trova posto una complessa rete di macchinari, beni fisici, oggetti virtuali, strutture di calcolo e di memorizzazione, device di comunicazione (video, sonora, olfattiva), contenitori di energia che interagiscono tra loro e con gli operatori economici.

Tuttavia le cose non sono così semplici e le formule non sono sempre intercambiabili.

**Industria 4.0** è un'iniziativa strategica del mondo industriale tedesco (associazioni di categoria e alcune grandi imprese multinazionali, sindacati, università) fortemente sostenuta sul piano finanziario dal governo federale; riflette obiettivi e indirizzi della grande industria della Germania senza celarne la valenza geopolitica. È infatti anche un programma di rafforzamento delle filiere guidate dalle maggiori industrie rivolto all'intera supply chain e di consolidamento egemonico del pensiero manageriale tedesco. Tema che riguarda direttamente l'industria italiana, particolarmente del Nord, dove più elevata è la concentrazione di imprese partecipate da gruppi tedeschi e dove più intensa è la penetrazione di concetti organizzativi sviluppati dai *think tank* impegnati a ridisegnare i processi produttivi per sé e per i propri fornitori: Porsche Consulting, per fare un esempio, in nove anni ha ristrutturato i processi di duecento aziende italiane, tra le quali compaiono non soltanto aziende fornitrici e partecipate come Lamborghini, ma anche imprese di altri settori come Illy, Mondadori, Trussardi. La rapidità con cui il termine si è affermato riflette la forza dell'industria tedesca e delle sue istituzioni nella promozione di una *high-tech strategy* condivisa.

Industria 4.0 è anche, però, una strategia "europea", non solo in virtù della convergenza di più programmi nazionali (pure con diverse specificità), che trova espressione nella dichiarata volontà di riportare la produzione manifatturiera, ovvero localizzare i nuovi investimenti industriali, sul territorio europeo. Primo e immediato sottotesto è infatti la dichiarata volontà di invertire il flusso degli investimenti indu-

striali, che per venti anni e più aveva intrapreso la direzione dai paesi sviluppati ai cosiddetti BRICS. Che l'obiettivo del *reshoring* sia qualcosa più di desiderio lo testimoniano anche gli impegni intrapresi dalla Commissione Europea nel documento *Un'industria europea più forte per la crescita e la ripresa economica* (2012), in cui si esplicita l'obiettivo di «passare, entro il 2020, dall'attuale 15,6% di PIL legato al manifatturiero al 20%», e la cospicua allocazione di fondi comunitari destinati alla ricerca nel settore industriale. Consapevoli del carattere euristico di tali definizioni, nel presente rapporto i diversi contributi faranno riferimento in modo personale e differenziato alle nozioni di industria 4.0 oppure alla più generica immagine della “fabbrica intelligente”, che incorpora una molteplicità di soluzioni e sottrae l'analisi all'impegnativo obiettivo di descrivere una “quarta rivoluzione industriale”.

Il modello tedesco non è l'unico approccio all'implementazione del paradigma delle fabbriche intelligenti europee, anche se si può considerare il più strutturato e preso a riferimento dal continente, in ragione del notevole anticipo con cui le autorità pubbliche si sono mosse e della forte sinergia avviata con i leader industriali privati. Le risorse finanziarie messe a disposizione, anche grazie all'assenza di vincoli di bilancio, completano il quadro di una supremazia di cui occorre tenere conto.

**Industrial Internet** è il modello di riferimento negli Stati Uniti. Fondamentalmente, l'approccio americano privilegia le tecnologie IOT rispetto alle altre tecnologie presenti nel paradigma europeo ed è promosso dall'Industrial Internet Consortium (IIC), nato nel 2014 su iniziativa di Intel, Cisco Systems, IBM, General Electric e AT&T per favorire lo sviluppo di applicazioni, di architetture di riferimento, di best practice e di standard tecnologici che facilitino la diffusione di IOT con riferimento all'interoperabilità tra gli oggetti connessi in rete attraverso uno standard architetturale aperto. Alla base del modello statunitense si enfatizza l'utilizzo di sensoristica, dei rapporti machine-to-machine, l'analisi di big data, l'uso del cloud nonché la creazione di piattaforme per l'interazione degli oggetti e di standard che garantiscano l'interoperabilità tra oggetti di diversi produttori.

Un altro importante attore del sistema è la Smart Manufacturing Leadership Coalition che annovera fra i soci General Motors, General Electrics, Rockwell Automation, le università UCLA e West Virginia, e lavora al concetto del cloud manufacturing, ovvero una piattaforma ad architettura aperta basata sul cloud e utilizzata nei processi industriali per la modellazione avanzata, la simulazione, la progettazione, l'analisi dei dati provenienti da sensori impiegati nelle linee produttive. L'obiettivo è fornire alle imprese nuovi strumenti per ridurre il *lead time* e *time to market*, e rispondere così in modo più rapido alle richieste del mercato. Entrambi gli organismi, insomma, sono partecipati da grandi player di mercato senza il coinvolgimento delle amministrazioni pubbliche, e si sviluppano con investimenti del venture capital aziendale.

Il carattere comune dei modelli, europeo e americano, è individuabile nel fatto che entrambi puntano all'integrazione tra machine, oggetti e persone (con queste ultime nella veste di lavoratori e di consumatori) nel nuovo concetto di sistema cyber-fisico che pervade la fabbrica, la supply chain e l'intera società. tuttavia le differenze sono sostanziali: mentre l'Europa si propone di ottimizzare soprattutto il settore manifatturiero, nel caso statunitense gli obiettivi di ricerca puntano a migliorare anche (e soprattutto) le attività dei servizi ovvero il sistema economico nel suo complesso. Il modello europeo preferisce individuare

uno standard comune a cui tutte le imprese possano fare riferimento per lo sviluppo delle tecnologie adeguate, mentre il modello americano definisce piattaforme che consentiranno l'interconnessione degli oggetti in modo aperto e adattabile.

### **Gli argomenti tecnologici.**

Qualche che sia il *frame* concettuale ipotizzato, la chiave di volta dei nuovi processi produttivi è ancora una volta l'ICT, al centro della modificazione dei processi di lavoro fin dagli anni '80 e '90 in tutti i settori economici. Diversa però è la finalità: se nell'industria di oggi l'impiego delle ICT è incardinato sull'innovazione tecnologica per integrare verticalmente i processi, nella fabbrica (e nella società) intelligente si assiste piuttosto a un'integrazione orizzontale fra unità flessibili, interconnesse, comunicanti: l'ICT ottimizza, trasforma i processi, elimina gli sprechi, IOT cambia i paradigmi e mette in connessione ecosistemi diversi. IOT è una matrice, una rete di neuroni; nel caso dell'ICT è un segmento, una linea che ottimizza un percorso pieno di curve.

Alla radice del cambiamento digitale sono alcune tecnologie abilitanti che hanno pervaso il mondo della produzione e il mondo sociale con esiti tuttora inimmaginabili. La rottura e la possibile affermazione di un nuovo paradigma di produzione sarebbe trainata, dunque, dall'emergere di una generazione di tecnologie *dirompenti* in grado di abilitare l'affermarsi di nuovi *business model* e forme del produrre.

**Internet of Things (IOT).** Questa definizione di successo include l'insieme di componenti e dispositivi tecnologici (sensori, GPS e altri) incorporabili in oggetti fisici e macchinari, che assicurano l'interfaccia tra mondo fisico e digitale e consentono di comunicare attraverso Internet con altri oggetti, di scambiare informazioni e modificare il comportamento in base agli input ricevuti, memorizzare istruzioni e dunque apprendere dall'interazione digitale. Lo sviluppo della IOT, o dei sistemi Machine-to-Machine (M2M) o ancora dell'Industrial Internet, ha ovvie conseguenze manufacturing: nella fabbrica digitale aumenta la connessione e l'interdipendenza non solo tra i lavoratori e tra questi e la rete, ma anche tra le macchine, in altre parole tra i mezzi di produzione. È soprattutto in questa accezione, che ha immediate ricadute sul lavoro di fabbrica, che si intende la smart factory. Gli effetti previsti e in parte già osservabili sono sulla carta dirompenti: livelli di flessibilità prima inimmaginabili, elevata personalizzazione dei prodotti, dialogo in tempo reale (o comunque ridotto) tra mercato, progettazione, fornitori e produzione, con ricadute importanti sulle caratteristiche degli impianti, dei volumi produttivi e della gamma dei prodotti. Altrettanto interessante per gli effetti sui modelli di business delle imprese è la diffusione di prodotti e oggetti *smart* sui mercati: le applicazioni sono potenzialmente sconfinite, poiché ogni oggetto o prodotto fisico, in teoria, potrebbe essere dotato di terminali in grado di trasferire informazioni e ricevere istruzioni, anche a distanza. La diffusione della IOT, dunque, potrebbe favorire modifiche profonde nei business e nelle strategie di estrazione del valore. Sul versante che qui interessa maggiormente, la traiettoria evolutiva indicata risiede nel rafforzamento della tendenza alla "servitizzazione" della manifattura, ossia ad una superiore integrazione tra prodotto e servizio, che favorirebbe (grazie al monitoraggio post-vendita delle performance e delle modalità di utilizzo) l'implementazione di formule imprenditoriali radicalmente modificate.

**Manifattura additiva.** Se fino a qualche anno addietro le stampanti 3D erano confinate nei laboratori del nuovo *do it yourself* promulgato dal movimento *maker* o acclamate come veicolo di rilancio di una artigianalità digitale in grado di raccogliere l'eredità del Made in Italy, l'evoluzione delle tecniche e delle caratteristiche dei materiali di stampaggio potrebbe favorire maggiori attenzioni da parte del mondo industriale. Questa tecnologia è ancora lontana da una diffusione su larga scala all'interno delle organizzazioni manifatturiere – mentre la presenza di stampanti 3D in realtà più artigianali è in (molto) relativa crescita – ma è ritenuta in grado di produrre effetti importanti nella prototipazione, con significativi vantaggi di efficienza e risparmio di tempo; nella produzione di componenti, superando quindi il pregiudizio nei confronti di una tecnologia ritenuta finora adeguata solo per serie molto limitate; nella filiera dei ricambi, dove consentirebbe recuperi di efficienza importanti in un campo caratterizzato da estemporaneità della domanda, ampiezza della gamma e serie limitatissime. In realtà il dibattito sull'effettivo potenziale industriale della manifattura additiva, che nel 2012 “The Economist” salutò come alfiere della “terza” (!) rivoluzione industriale, è più che mai aperto. A fronte di progetti pilota quasi avveniristici, come il reparto per componenti di turbine della GE Aviation di Cameri (presente tra i casi studio), non mancano voci, anche autorevoli, che ne pongono in dubbio l'effettiva utilità.

**Realtà aumentata.** Anche in questo caso si fa riferimento a una famiglia di tecnologie più che a un singolo dispositivo. In genere, dispositivi indossabili o comunque in grado di incrementare le informazioni a disposizione dell'utente in ambienti reali, anziché in laboratori digitali, come avviene per la realtà virtuale. Anche in questo caso le applicazioni industriali sono ancora limitate o sperimentali, come il potenziale di mercato degli usi *consumer*, ma potenzialmente ampie in settori come le manutenzioni e le riparazioni guidate, i magazzini e centri logistici: celebre il caso dei magazzini Amazon, dove gli operatori sono guidati tramite dispositivi visivi e vocali alle scaffalature (fra i casi esaminati Kuene-Nagel non è lontana da simili modelli), nell'accorciamento delle distanze tra produttori e clienti.

**Cloud computing.** Costituisce già oggi uno dei campi di crescente investimento delle imprese, che consente salti di qualità nella gestione, trattamento e stoccaggio dei dati con importanti economie negli investimenti hardware e software. L'eventuale diffusione dei dispositivi digitali al mondo degli oggetti e lo spostamento delle imprese manufacturing sulle attività di servizi e *customer relationship* prevedibilmente incrementerà la domanda di gestione e trattamento delle informazioni.

Vi sono ovviamente molti altri campi di innovazione tecnologica a elevato potenziale che potrebbero trovare in futuro applicazioni industriali importanti. La grande sfida dell'automazione è nel campo della neuro-informatica e della neuro-robotica, la cui posta in palio il costante accorciamento delle distanze tra l'elaborazione informatica e i processi cognitivi umani, con il potenziamento della capacità di apprendimento delle macchine o dei sistemi informatici chiamati a prendere decisioni in tempi rapidissimi (intelligenza artificiale). La ricerca e sviluppo sui nuovi materiali, sulle nanotecnologie, sulle biotecnologie industriali, sui droni, l'ormai affermata tecnologia della realtà virtuale per le attività di prototipazione, simulazione, test in svariati campi della produzione manifatturiera sono solo alcuni esempi.

## RICERCA E RISULTATI

Il progetto di ricerca **Factory of the future. Tecnologia, competenze e fattore umano nella fabbrica digitale** ha inteso affrontare questo complesso argomento da un punto di vista specifico e diverso: il lavoro nelle fabbriche intelligenti, a partire da un viaggio durato oltre un anno in una ventina di grandi imprese italiane per valutare insieme al loro management (direttori di produzione, ricerca e sviluppo, risorse umane) lo stato dell'arte dell'industria italiana sul tema.

Proprio per questo peculiare (e finora poco indagato) punto di vista, l'oggetto dell'indagine presenta ulteriori difficoltà. Anzitutto perché è sempre più difficile identificare i confini spaziali e organizzativi delle fabbriche; il lavoro industriale sempre meno coincide con i profili operai e tecnici dei reparti manufacturing in senso stretto, mentre i confini tra settori secondario e terziario appaiono più sfumati o del tutto irrintracciabili. La creazione degli *industrial jobs*, soprattutto nelle imprese più evolute sotto il profilo dell'innovazione di prodotto e dei processi, tende a concentrarsi nelle fasi a valle e a monte del processo di produzione immediato, il quale a sua volta si integra con le funzioni di engineering, di logistica e con la supply chain.

I mutamenti culturali e i significati del consumo hanno accresciuto la quota di valore "immateriale" incorporata nelle produzioni industriali; design e progettazione, comunicazione e "cultura", ricerca, contenuti formativi, assistenza, marketing, asset distributivi sono divenuti per parte dei prodotti industriali i principali *driver* del valore, che consentono di ottenere un premio di prezzo o moltiplicare le nicchie di mercato presidiate. Il prodotto diviene una amalgama di differenti lavori concreti, organizzati da una molteplicità di agenzie tra loro coordinate e da attività *consumer* formalmente non rientranti nella sfera dei rapporti di lavoro.

Il travaso di occupati dal secondario al terziario negli ultimi trenta-quaranta anni si è accompagnato a una modifica rilevante nella composizione della forza lavoro all'interno delle organizzazioni industriali. Ad oggi, considerando l'intero comparto manifatturiero italiano, includendo quindi la vasta popolazione di micro e piccole imprese che insieme occupano il 55% circa dell'esercito manifatturiero italiano, i dipendenti con qualifica operaia costituiscono i due terzi circa del totale, ma con profonde differenze settoriali;<sup>1</sup> il rapporto tra *blue collar* e *white collar* in molte aziende è di parità o addirittura capovolto rispetto al passato. Raramente si pone attenzione alla accresciuta presenza, in tutte le organizzazioni, di figure professionali impegnate in pratiche superflue ai fini della produzione ma necessarie al fine di implementare e gestire certificazioni, sicurezza, relazioni istituzionali, adempimenti burocratici, comunicare i concetti di sostenibilità, responsabilità sociale e altro ancora.

Una quota rilevante del lavoro generato dal divenire intelligente della produzione industriale non è direttamente organizzato dalle imprese capofila; una parte delle attività a monte e a valle, ma anche di produzione diretta, è svolta da organizzazioni terze collegate all'azienda da transazioni variamente regolate. La realizzazione di molti prodotti coinvolge un elevato numero di imprese: ad un iphone o un'automobile

---

<sup>1</sup> In alcuni ambiti (prodotti elettronici, chimica), infatti, gli operai in senso stretto sono già oggi meno della metà degli occupati, ed in altri – particolarmente in settori *capital intensive* come la produzione di macchine e di altri mezzi di trasporto – è prossimo a scendere sotto questa soglia. Al contrario, permane elevato il rapporto tra operai e colletti bianchi in settori a minore intensità di capitale (food, tessile, prodotti in metallo, mobili).

lavorano centinaia di operatori localizzati in svariati paesi del mondo; per quanto in molti casi l'immagine "orizzontale" della *rete* collida con l'accentramento delle funzioni e competenze-chiave, i livelli di autonomia cognitiva o tecnologica di tante imprese delle supply chain legittima talvolta il concetto di "impresa rete" o "reti di imprese". Da qualche anno la preferenza dei maggiori player verso il ricorso sistematico all'*outsourcing* che aveva caratterizzato i decenni precedenti è parzialmente bilanciato da un ritorno all'*insourcing*, che proprio lo sviluppo delle tecnologie intelligenti potrebbe rafforzare. Resta il fatto che una parte consistente del lavoro si svolge al di fuori delle mura dell'impresa capofila. La sola osservazione dei reparti o delle fasi del ciclo a ridosso di questi fornisce una prospettiva parziale delle trasformazioni del lavoro indotte dal farsi intelligente della produzione industriale.

Questi processi sono in larga parte già avvenuti, per quanto in modo asincronico, e non si possono dunque accogliere come peculiari del paradigma 4.0. Semmai il problema, particolarmente in paesi come l'Italia che mantengono una matrice industriale, è la compresenza di imprese ben inserite entro questi canali innovativi e altre imprigionate entro formule o *business model* semplificati. E d'altra parte imprese a forte innovazione e poco qualificate, sovente, cooperano nella medesima filiera.

Sebbene in modo non lineare, le innovazioni correlate alle soluzioni organizzative e alle tecnologie iconiche delle smart factory dovrebbero rafforzare alcune di queste tendenze, oltre ad affermarne di inedite o "rivoluzionarie". L'esito della rarefazione della componente umana nei reparti intelligenti e la sua concentrazione nelle attività a monte, che "danno intelligenza" al sistema, e a valle, dedicate al monitoraggio, al *profiling*, alla cattura e all'assistenza dei clienti-consumatori, dovrebbe trarre alimento dalla diffusione delle tecnologie abilitanti l'industria smart. In definitiva, l'osservazione dei cambiamenti del lavoro andrebbero ricercati *anche*, ma dovremmo dire *soprattutto*, al di fuori dei reparti di produzione e spesso al di fuori delle stesse imprese manufacturing.

Un tema non estraneo al dibattito sul "farsi intelligente" della fabbrica attiene al posto occupato dalla produzione industriale nei rapporti sociali complessivi, cioè al rapporto fabbrica-società. La ricercata nuova centralità della manifattura negli assetti economici, che implica innalzamento qualitativo delle produzioni, dei processi, dello stock di conoscenza, non può essere convertita in nuova centralità delle fabbriche negli assetti sociali complessivi. Le fabbriche del futuro sono descritte (o immaginate) come spazi *capital intensive* attraversati e infrastrutturati da flussi di dati e informazioni *da e per* il mercato, con volumi ridotti e più armonicamente inserite nel territorio. Non saranno, certamente, grandi bacini di forza-lavoro. La loro rilevanza risiederà nel farsi motore dei processi generativi di conoscenze, e come campo di precipitazione del sapere collettivo in cui accorciare la filiera tra scienza, ricerca applicata, progettazione, produzione, distribuzione, consumo.

L'espressione smart factory suggerisce il riferimento sia all'intelligenza, un tempo ritenuta prerogativa del lavoro umano e oggi sempre più incorporata nelle macchine, sia alla fabbrica, dopo decenni che sembravano averla fatta scomparire dentro la rete globale confinata nel grigio '900. Se dalla fine degli anni '70 la fabbrica sembrava essersi dematerializzata, oggi torna nella sua concretezza, fisica o digitale che sia. Da qui l'attenzione dedicata al suo design e a quello di macchine e robot, perché la fabbrica diviene luogo da esibire, la sua forma estetica elemento di competizione, per progettargli si mobilitano le archistar. È di un

certo interesse rilevare come “rivoluzione” e “fabbrica” ritornino nell’era digitale e nel pieno della crisi globale. Dispersa ogni traccia del suo essere minaccia politica, il termine “rivoluzione” diviene un imperativo da contrapporre all’evoluzione. Così il termine fabbrica, nel suo farsi smart, aspira ad archiviare definitivamente il giudizio di valore che la accompagnava, e che connotava un posto degradante e alienante, sinonimo di cattiva qualità della vita. Nelle fabbriche digitali le tute blu non sono più macchiate di olio e grasso, viene loro richiesto un certo grado di preparazione e formazione, hanno a che fare con informazioni pulite e non macchine sporche. Quanto questa immagine sia reale o idealizzata, quanto sia pacifico che nella fabbrica intelligente scompaia l’alienazione 2.0, sono gli interrogativi che hanno mosso la ricerca.

In ritardo sull’agenda europea, il discorso sulla fabbrica del futuro entra nel dibattito italiano, interessando anche la stampa generalista. Meno discusso è il tema del lavoro dentro la nuova fabbrica, in tutte le sue declinazioni legate all’inquadramento contrattuale, alle necessità formative, alle relazioni industriali, alle conseguenze sociali. Nei documenti delle società di consulenza globale come nelle poche ricerche sul campo, quando si affronta il capitolo del lavoro nella *smart factory* ricorrono con frequenza termini come flessibilità, passione, immaginazione, partecipazione, responsabilità, motivazione, integrazione, team.

Tutti sembrano indicare allo stesso tempo discontinuità e continuità con il passato.

Le discontinuità riguardano la forma e organizzazione di fabbrica a lungo egemone, il taylor-fordismo – che probabilmente continua a plasmare l’immaginario, visto lo sforzo per rimarcare la diversità.

Le continuità rappresentano un terreno più articolato e fanno apparire, almeno al livello generale, la *smart factory* come sviluppo e affinamento del postfordismo. Se si vuole, un “postfordismo “aumentato”.

- Gli autori e i manager insistono sui vantaggi logistici della manifattura intelligente, che consente di ridurre i rischi del *just in time* in cui è fondamentale la sincronizzazione, poiché ritardi in punti specifici rendono vulnerabile l’intera catena; ebbene la *supply chain* intelligente consente l’ulteriore riduzione delle scorte, quindi la compressione del magazzino.
- Altro tema è l’orientamento al cliente, ossia il capovolgimento del flusso informativo che alimenta la produzione ed ha il suo punto di origine nell’ordine.
- La flessibilità dei volumi e del mix produttivo, realizzando con gli stessi impianti una gamma di prodotti più ampia in serie più contenute, costituiva il principio fondativo dell’organizzazione del lavoro di tipo “sistemico” che informava la svolta dell’automazione flessibile. Ma le possibilità tecniche abilitate dalle nuove tecnologie consentono di attuare tale principio con una spesa minore e tempi accelerati.
- L’enfasi sul lavoro di gruppo è al centro di tutte le sperimentazioni introdotte per superare i limiti del taylor-fordismo. La multifunzionalità dell’operaio, nella nuova fabbrica, è una vicenda anch’essa lunga che muove dagli esperimenti di *job design* degli anni ’70 e ’80 basati sui concetti di *rotation, enrichment, enlargement*.

In breve, i concetti-chiave comunicati dalle riflessioni sul lavoro nelle fabbriche del futuro rilanciano principi che avevano trovato sistematizzazione prima che la crisi imponesse la necessità di un *recentrage* sulle fabbriche, ridisegnate a partire dalle possibilità offerte dalla nuova generazione di tecnologie digitali.

Con ciò non si intende sminuirne la novità. Se dai livelli alti (l'organizzazione complessiva) passiamo a quelli intermedi e medio-bassi (la realizzazione del processo lavorativo), i cambiamenti assumono sostanza perché hanno a che fare con l'elaborazione, il trattamento e la circolazione di conoscenze e informazioni, con le macchine e con le persone. Qui si collocano i dispositivi che cambieranno il modo di lavorare e di concepire la produzione: dalle stampanti 3D allo IOT, dalla nuova generazione di *machine learning* alla robotica. Tutte le innovazioni organizzative, tecnologiche, culturali, incubate e sviluppate dal mondo industriale dagli anni '80 ai giorni nostri hanno perseguito il sostanziale obiettivo di tenere insieme industrialità e personalizzazione, serialità e unicità. Il nucleo della *smart factory* è qui: la possibilità tecnica di ottenere elevati livelli di efficienza nell'utilizzo di impianti flessibili e multifunzionali, di monitorare i mercati e dialogare con i clienti a costi limitati. Insomma, l'integrazione tra imprese e consumatori, tra *fabbrica* e *società*.

Stabiliti alcuni possibili caratteri delle fabbriche del futuro, iniziano i problemi.

Le previsioni e le visioni sopra richiamate devono atterrare nell'estrema varietà delle formule imprenditoriali e dei mercati, oltre che nelle interdipendenze di cui si compone il capitalismo contemporaneo. Come gli stessi fornitori di servizi avanzati di IT avvertono, sulla *smart factory* in Europa siamo ancora in fase di ricerca; USA e Canada sono più avanti, ma complessivamente parliamo di qualcosa che non sarà domani. I processi sono gradualmente e incrementali, si impara dagli errori e dalle informazioni raccolte. Le piattaforme tecnologiche esistono, ma occorre affrontare il nodo del *change management*: insomma, è possibile che lo sviluppo delle soluzioni favorisca l'emergere di principi organizzativi, che oggi i manager non colgono perché hanno lo sguardo rivolto al passato.

Le tecnologie non hanno mai creato, da sole, i mercati. L'espansione fordista non fu trainata dalla catena di montaggio più che dall'innalzamento dei salari, dalle politiche di welfare, dall'ancoraggio della moneta e dalla limitazione della rendita. L'industria 4.0 ha una retorica, una tecnologia e un modello di consumo (la personalizzazione di massa), ad oggi non ha un modello sociale e istituzionale. Resta da affrontare il quesito per eccellenza: Le fabbriche saranno talmente intelligenti da mangiarsi il lavoro?

In verità, al ritorno della fabbrica nella sua versione *smart*, non sembra corrispondere nella letteratura sul tema un altrettanto vigoroso interesse verso il soggetto che riempie la fabbrica: i lavoratori. Ciò non toglie che si tratta di capire cosa possono significare per il lavoro le trasformazioni in corso, in un dibattito che si polarizza tra *catastrofisti* e *innovatori*. Negli anni scorsi, molti analisti hanno sostenuto che la digitalizzazione avrebbe inciso prevalentemente sulle occupazioni di medio e medio-basso livello, con una certa quota di routine e serialità, mentre le occupazioni di alto livello e quelle basate su componenti umane non replicabili sarebbero ancora poco sostituibili: le prime perché richiedono capacità di elaborazione fuori dalla portata delle macchine; le seconde perché esigono un tasso di flessibilità e manualità che necessita dell'agente umano o lo rende preferibile perché meno costoso.

Lo scenario però è in evoluzione; l'abbassamento dei costi e l'innalzamento delle performance della tecnologia permette una progressiva sostituzione di una parte non marginale delle occupazioni anche di livello superiore. Dopo aver favorito la razionalizzazione nel lavoro impiegatizio, il digitale starebbe "risa-



lendo le gerarchie” aggredendo professionalità finora ritenute non automatizzabili, mentre resterebbero al di fuori del “potere delle macchine” (per ora) le professioni che richiedono skill emozionali, affettivi, relazionali, creativi e le funzioni intellettuali relative a processi diagnostici e schemi di *problem solving* difficilmente replicabili.

Catastrofisti e innovatori condividono uno stesso presupposto: l’assunzione di una svolta decisiva del digitale per il futuro dell’occupazione. All’interno di questo stesso campo, si dividono sulle conclusioni: per gli innovatori, *disruption* e *knowledge jobs* saranno la locomotiva che guiderà la complessiva espansione del lavoro; per i catastrofisti, quella locomotiva rischia di far deragliare ampi strati del mercato del lavoro che non riusciranno a collocarsi sulle punte alte.

### **Due figure paradigmatiche.**

**Il blue collar aumentato.** Tema centrale delle fabbriche che introducono dispositivi intelligenti è la gestione della variabilità del ciclo e delle sequenze, dal momento che la personalizzazione implica variabilità, ma anche incertezza. La discontinuità del flusso, secondo il punto di vista dei manager, presuppone tre requisiti: livello di conoscenze di base degli operatori più alto; partecipazione attiva e vigile; versatilità.

Sono concetti che mettono in gioco le trasformazioni qualitative dei *blue collar* (più che quelle quantitative) e spingono a domandarsi se l’operaio nella fabbrica digitale sia ridotto a una “funzione contemplativa e di sorveglianza” che tiene d’occhio il funzionamento degli impianti senza avere conoscenza di ciò che accade. O se invece ci troviamo di fronte a un ribaltamento di prospettiva, se cioè agli operai si chieda una partecipazione consapevole al processo produttivo del quale devono almeno conoscere la logica di fondo. Da una parte, la predisposizione degli impianti, il design delle postazioni, degli spazi, dei movimenti nelle nuove fabbriche prevedono il coinvolgimento degli operai, perché la loro esperienza diretta, la conoscenza dei problemi operativi e dei colli di bottiglia costituisce un sapere da codificare e incorporare nella progettazione e riproduzione dei processi. Dall’altra, l’interazione tra informazioni operative e produzione costituisce una delle condizioni necessarie per mettere a sistema processi, macchine e persone come richiesto dalla produzione *smart*.

Il nuovo *blue collar* deve insomma essere polivalente, cooperante e comunicativo, perciò il racconto della nuova operaietà mette al centro della fabbrica intelligente un *blue collar* “aumentato”, digitalizzato, che sempre più (specialmente nei siti produttivi dei player globali) dovrà possedere una conoscenza dell’inglese di base, con un livello d’istruzione “normale” secondaria superiore – soglia ritenuta indispensabile in molti settori e impianti, intelligenti o meno. Nel contempo, sarebbe anche un *blue collar* “diminuito” di conoscenze specifiche e abilità tecniche.

**L’ingegnere di nuova concezione.** Seconda questione importante è l’integrazione tra produzione e funzioni che “danno intelligenza” alle macchine, l’ingegneria dei processi e il settaggio, l’applicazione delle informazioni che istruiscono il ciclo. La complessità dei cicli produttivi e le capacità comunicative delle macchine rafforzano il ruolo delle funzioni che danno intelligenza al capitale tecnologico; le macchine intelligenti rimangono *fredde*, devono essere istruite e dotate di capacità *calde*.

Danno intelligenza alla macchina i software, gli algoritmi e i *device*, ma anche le attività di sviluppo ingegneristico e di progettazione alta che conferiscono memoria, interfacce e interazione con l'umano e le altre macchine. Tutti gli studi enfatizzano l'importanza delle attività ingegneristiche e progettuali di livello superiore e i cambiamenti più accelerati investono soprattutto costoro: ingegneri che, rispetto al passato, operano in forte integrazione con i responsabili di funzioni a valle (tecnologi, manutenzione) lavorando direttamente in reparto come nei laboratori di realtà virtuale. Le attività di ingegnerizzazione in genere si strutturano in base a processi di *collaborative engineering* con l'obiettivo di ottimizzare i tempi della progettazione grazie agli scambi informativi tra esperti di diverse discipline.

L'ingegnere di nuova concezione non è meno interessato dei *blue collar* dai processi di innovazione tecnologica. L'automazione del lavoro intellettuale è da tempo il campo d'azione di un ampio repertorio di tecnologie digitali e tecniche organizzative che stanno producendo un mutamento profondo degli skill, delle modalità di coordinamento e del modo stesso di concepire le attività di progettazione e sviluppo. In primo luogo per il massiccio ingresso del *computer-aided engineering* che consente output più rapidi attraverso la rottura delle fasi sequenziali che li strutturavano in passato, e fa evolvere i profili ingegneristici in figure *multitasking* dove si accorpano professionalità prima separate – tipicamente il progettista e il disegnatore. Per queste ragioni si registra presso diversi management un orientamento a ringiovanire la compagine dei progettisti, cercando figure meno “conservative” e più aperte al cambiamento.

Ovviamente nelle fabbriche del futuro, come in quelle del presente, i profili indicati, scelti paradigmaticamente, idealtipi e non professioni, non esauriscono gli organigrammi. Vi sono per esempio coloro che saranno impiegati nell'espansione delle attività di monitoraggio, gestione, analisi, trattamento dati generati dalla produzione e dagli oggetti *smart*. Di essi è difficile ad oggi prefigurare caratteristiche tecniche e professionali, ma l'esperienza delle imprese il cui business si fonda sulla gestione di big data le lascia intuire. Altro grande assente nella letteratura sulla fabbrica intelligente è la riflessione su tempi di lavoro e salari. Qui si tratta di approfondire la realtà della nuova fase industriale assumendone la complessità. Quanto l'alienazione sia un ricordo del passato o torni invece con nuove vesti, quanto l'occupazione sia gratificante (per senso e salario), quale sia l'effettiva corrispondenza con le aspettative e le competenze dei lavoratori.

Il controllo e la regolazione della forza-lavoro non dipendono mai solo da variabili tecnologiche. Le ristrutturazioni tecnologiche, nel '900, sono sempre state seguite da una nuova dislocazione della forza-lavoro nella divisione tecnica e sociale emergente: l'occupazione veniva distrutta in una fase del ciclo, altra ne veniva creata a monte o a valle. È improbabile che tale movimento circolare possa riprodursi, il grado di sviluppo tecnologico raggiunto contiene effettivamente la possibilità di contrarre il tempo di lavoro necessario e gonfiare l'area degli eccedenti.

In sé, il numero degli occupati industriali rischia tuttavia di costituire un indicatore di scarso significato. Un ragione fra tutte: i reparti di trasformazione tendono alla rarefazione della presenza umana, ma il numero degli occupati industriali è anzitutto un concetto statistico. Quanto terziario è fatto di prestazioni a monte o a valle del *manufacturing*? Cosa porta un'industria che combina beni e servizi al punto da rendere definitivamente irrintracciabile il confine tra i due campi?

L'adozione delle nuove soluzioni digitali non ha raggiunto livelli di diffusione di massa né di stabilizzazione. È questa la ragione principale per cui, chi visita oggi le fabbriche in Italia rintraccia solo in pochi casi i procedimenti o i concetti associati alla *smart factory*: sono situazioni tecnologicamente evolute, in settori ad alta intensità di capitale o di ricerca e sviluppo. In altre situazioni, più vicine alla fisionomia modale dell'industria italiana, se ne intravedono alcuni aspetti o anche nessuno, pur trovandoci in aziende competitive. L'eterogeneità non dipende solo dal rango del gruppo e dalle capacità del management, in assenza di un disegno strategico nazionale prende forma un repertorio di eccellenze più che di un movimento "di sistema".

Eppure, non soltanto i *global player* ma anche imprese del capitalismo "minore" sono state protagoniste di transizioni riuscite, incrementando gli investimenti in innovazione tecnologica, di prodotto, degli assetti che più in generale definiscono il *business model*. La crisi per molti ha rappresentato un passaggio di rinnovamento, sia pure nel quadro di un calo dimensionale della manifattura italiana. Il fatto che in queste ristrutturazioni si veda poca "industria 4.0" significa poco, perché la fabbrica intelligente è una linea di trasformazione che – nel quadro di concetti e piattaforme comuni – ha punti origine e assi di sviluppo eterogenei.

La fabbrica intelligente, anche se pone al centro il più emblematico dei luoghi associati al secolo scorso, è un programma di "industrializzazione sociale", una fabbrica radicata nel territorio come spazio di relazioni, di cooperazione, di consumo. Si mimetizza nella città, punta ad abbattere i confini con l'ambiente sociale sfruttando le connessioni tra interno ed esterno, tra conoscenza collettiva e valorizzazione. È un programma che richiede di orientare, in base alle proprie esigenze, le istituzioni della riproduzione, le regole che strutturano i mercati del lavoro, le relazioni industriali, i flussi finanziari e logistici, la sostituzione degli attuali modelli di consumo a favore di modelli nuovi. Le tecnologie digitali favoriscono il rinnovamento del capitalismo industriale, consentendo la creazione di beni e servizi di tipo nuovo che oggi probabilmente possiamo solo prefigurare. Come sempre, prevedere gli sviluppi organizzativi all'alba di un nuovo ciclo espone ai rischi del diffusionismo e del riduzionismo, inducendo a clamorosi abbagli. Molto meglio seguire le tendenze, osservandole dove si presentano ad uno stadio più avanzato, evitando nel contempo di immaginare che l'intero sistema le segua e riproduca.

•••

Il resoconto delle visite concesse e delle interviste realizzate al management aziendale (responsabili produzione, engineering, innovazione, risorse umane, relazioni industriali) ha sollecitato i quattro contributi autoriali che compongono il rapporto, curati da *Salvatore Cominu* (ricercatore sui temi del lavoro e dello sviluppo economico) e *Gigi Roggero* (sociologo del lavoro), *Giampaolo Vitali* (economista industriale), *Tatiana Mazali* (sociologo dei media), *Antonio Sansone* (dirigente sindacale). A questi si aggiunge un quinto capitolo curato da *Annalisa Magone*, di natura narrativa e finalizzato a restituire l'atmosfera del viaggio e dei colloqui realizzati. I contributi, pur riferendosi a una matrice interpretativa comune, mantengono la propria individualità che si manifesta anche in divergenze di opinione. È del resto noto che la

trasformazione industriale di cui siamo testimoni sta producendo i primi effetti e animando accese discussioni su esiti che ad oggi restano ignoti, se non controversi.

Questa ricerca non sarebbe stata possibile senza la disponibilità dei molti dirigenti che ci hanno accolto, spiegato, accompagnato in visita agli impianti, e ai quali va il nostro sincero ringraziamento: *Claudia Baradi, Claudio Merlo, Carlo Pellegrini* (Alstom Transport) | *Alessandro De Gioia, Gianpaolo De Poli, Antonio Padovani, Davide Schinetti* (Avio Aero) | *Renato Marabini, Alberto Signori* (Brembo) | *Tullio Tollio* (Cluster Fabbrica intelligente) | *Arturo Baroncelli* (Comau) | *Franco Gallo* (Consulman) | *Mario Morgese, Pietro Palma* (Ducati) | *Manuele Mattucci* (EFFRA) | *Luigi Galante* (FCA) | *Nevio di Giusto* (Centro Ricerche Fiat), *Edoardo Rabino* (FCA) | *Guido Giletta* (Giletta) | *Paolo Baracchi, Claudio Boschetti, Barbara Eleota, Luca Pipino* (Kuehne-Nagel) | *Fiamma Ferrero, Damien Heiss* (Inwibe) | *Antonio Pingiori, Gianandrea Pischedda* (Rina, Fincantieri) | *Paolo Bessone* (Solvay) | *Antonio Paella* (ST Microelectronics) | *Giusi Di Bartolo, Bruno Torresin* (TRM)

Dato per scontato il carattere esplorativo del rapporto, questa ricerca non ambisce a chiudere la riflessione, quanto a squadernare un repertorio di argomenti utili per il proseguimento della ricerca sulla fabbrica e sul lavoro “4.0”.

La ricerca è stata sostenuta da



**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 e 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 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 della 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](http://www.torinonordovest.it), [info@torinonordovest.it](mailto:info@torinonordovest.it)