

6 Industria 4.0 nella filiera automotive italiana

Anna Cabigiosu

(NOIS / CAMI - Dipartimento di Management, Università Ca' Foscari Venezia, Italia)

Sommario 6.1 Industria 4.0 nella filiera automotive. – 6.2 Diffusione dell'Industria 4.0 nella filiera automotive. – 6.3 Industria 4.0 e produttività. – 6.4 Motivazioni. – 6.5 Importanza degli incentivi. – 6.6 Le competenze. – 6.7 Considerazioni conclusive.

6.1 Industria 4.0 nella filiera automotive

L'implementazione delle tecnologie della Quarta rivoluzione industriale mira a creare fabbriche intelligenti, dove vengono impiegate diverse tecnologie emergenti. L'Industria 4.0 riguarda l'elaborazione e lo scambio di dati, l'automazione e l'implementazione di numerose tecnologie. Queste tecnologie includono principalmente la produzione additiva, IoT, cloud computing, big data, e robot (Culot et al. 2020; Varela et al. 2018). L'implementazione di queste tecnologie aiuta a realizzare sistemi cyber-fisici di interfaccia tra uomini e macchine, che porta a sistemi di produzione sostenibili dal punto di vista ambientale, economico e sociale (Karadayi-Usta 2019; Manesh et al. 2020).

Negli ultimi anni, le nuove tecnologie dell'Industria 4.0 hanno permesso alle imprese della filiera automotive di essere più flessibili, efficienti, reattive. L'industria automobilistica può beneficiare dell'adozione di queste tecnologie in molti modi: dalla creazione di valore per i clienti, alla riduzione dei costi e all'attenuazione dei rischi (Bhatia, Kumar 2020).

L'Industria 4.0 dà agli OEM e ai fornitori la capacità e l'agilità necessarie per aumentare la flessibilità dei processi produttivi e ridurre il time to market, ottimizzare l'uso e la manutenzione dei macchinari tramite una costante raccolta di dati, migliorare la gestione della filiera e la tracciabilità delle componenti e, in generale, per accrescere anche la sostenibilità ambientale della filiera (Dalenogare 2018; Frank, Dalenogare, Ayala 2019).

La Quarta rivoluzione industriale rappresenta una sfida cruciale anche per la competitività delle imprese appartenenti alla filiera automotive italiana. Per questo motivo l'Osservatorio ha introdotto a partire dall'edizione del 2018 una sezione dedicata a comprendere se le imprese dell'auto stanno investendo nelle nuove tecnologie, in quali aree funzionali, chi sono queste imprese e per quali motivi stanno investendo, se hanno dei piani strategici ben delineati, se hanno beneficiato degli incentivi statali

previsti per l'Industria 4.0 e quali sono le difficoltà che hanno incontrato nell'adottare queste tecnologie.

Nel 2020, le imprese della filiera automotive intervistate che dichiarano all'Osservatorio di aver avviato delle iniziative all'interno del paradigma Industria 4.0 sono il 53,8% e le due motivazioni principali dichiarate sono l'esigenza di rimanere competitivi rispetto alla concorrenza e l'orientamento all'innovazione dell'impresa. Nel 2020 le tecnologie più diffuse lungo la filiera sono le tecnologie di raccolta e analisi dei dati (63,5%), macchine con controlli programmabili (44,8%), robot (38,9%), tecnologie di interfaccia uomo macchina (36,5%), impianti automatizzati non programmabili (33,2%), tecnologie per la simulazione e visualizzazione dei processi produttivi (28,8%), machine vision (24,9%), tracking (23,4%), robot collaborativi (15,3%).

Questi investimenti hanno prodotto benefici in molte aree per una percentuale rilevante delle imprese intervistate. I benefici percepiti almeno dalla metà delle imprese intervistate sono: la capacità di documentare, analizzare ed eliminare problemi (79,7%), la capacità di produzione (70,1%), la sicurezza sul lavoro (65,8%), la conformità di prodotto (62,8%), la riduzione del costo pieno industriale unitario (60,3%), la riduzione dei costi di manodopera diretta (59,8%), il passaggio rapido da un processo all'altro (55,4%), la creazione di nuovi prodotti o servizi (51,8%) (Cabigiosu 2020).

Per quanto però stia diventando strategicamente rilevante adottare le nuove tecnologie 4.0, ci sono diverse sfide che i dirigenti devono affrontare. Questi processi di cambiamento e di 'rivoluzione' tecnologica possono essere efficaci ed efficienti solo se l'intera organizzazione è allineata e supporta la nuova strategia digitale. L'introduzione di tecnologie da sola non è sufficiente per raggiungere i benefici sopra citati se non c'è una strategia adeguata che ne supporta la selezione, introduzione ed utilizzo (Cabigiosu, Zirpoli 2018).

Questo processo richiede inoltre lavoratori qualificati. Le imprese devono avere le persone giuste per selezionare, utilizzare, gestire e ottimizzare le tecnologie scelte. La Commissione Europea ha nel tempo sottolineato come queste tecnologie sono ad alta intensità di conoscenza, associate a elevati investimenti in R&S e a cicli di innovazione rapidi. Per questa transizione non bastano consistenti investimenti in tecnologie ma servono posti di lavoro altamente qualificati. Daniele Marini (2018), in una ricerca sul settore metalmeccanico, rileva che già oggi il 19,6% dei lavoratori del settore metalmeccanico dispone di competenze in ambito 4.0. Queste competenze sono una combinazione di problem solving e autonomia decisionale, impegno cognitivo, utilizzo delle nuove tecnologie e capacità di lavoro in team.

Per questa ragione l'edizione 2021 dell'Osservatorio torna a monitorare la diffusione di queste tecnologie, le motivazioni sottostanti alla loro adozione, la rilevanza o meno degli incentivi statali per poi fare uno specifico approfondimento sulle competenze e figure professionali percepite come maggiormente rilevanti per sostenere i processi di adozione di queste tecnologie.

6.2 Diffusione dell'Industria 4.0 nella filiera automotive

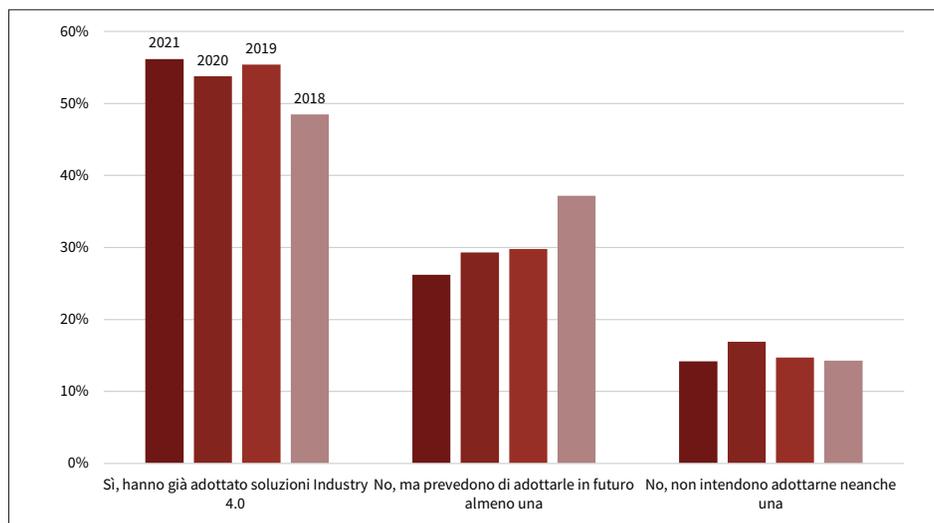
Per comprendere il fenomeno 4.0 nella filiera automotive, l'Osservatorio ha posto un primo quesito mirato a comprendere se le imprese hanno già fatto degli investimenti classificati in ambito 4.0, se intendono investire in futuro introducendo almeno un'innovazione 4.0 oppure se non intendono effettuare investimenti in questo ambito (tab. 6.1).

Tabella 6.1 La rilevanza dell'innovazione 4.0 nel settore dell'auto

	Imprese 2020	% sulle rispondenti 2021	% sulle rispondenti 2020	% sulle rispondenti 2019	% sulle rispondenti 2018
Sì, hanno già adottato soluzioni Industry 4.0	268	56,2%	53,8%	55,4%	48,5%
No, ma prevedono di adottarle in futuro almeno una	125	26,2%	29,3%	29,8%	37,2%
No, non intendono adottarne neanche una	68	14,2%	16,9%	14,7%	14,3%
Mancata risposta	16	3,4%		9,8%	5,6%
Totale rispondenti	477			496	441

Fonte: Indagine Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2021

Figura 6.1 Investimenti in Industria 4.0 nella filiera dal 2018 al 2021



Fonte: Indagine Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2021

Si tratta di un quesito posto dall'Osservatorio a partire dal 2018 e per il quale è possibile fare una comparazione con i dati raccolti negli anni precedenti.

La figura 6.1 propone una lettura di sintesi di questo trend.

Delle 477 imprese che hanno risposto al quesito, la tabella 6.1 mostra che il 56,2% delle imprese dichiara di avere già introdotto una qualche innovazione riconducibile all'Industry 4.0, percentuale in leggero aumento rispetto all'anno precedente. Il 14,2% dichiara di non voler fare investimenti mentre il 26,2% li farà in futuro.

La lettura dei dati rilevati a partire dal 2018 (fig. 6.1) conferma anche quest'anno una sostanziale stabilità rispetto agli investimenti in Industria 4.0 nel settore: crescono poco le imprese che investono e decrescono quelle intenzionate a farlo.

È inoltre interessante notare come negli anni sia rimasta sostanzialmente invariata anche la percentuale delle imprese che non ha introdotto le nuove tecnologie.

Come nel 2020, la stagnazione degli investimenti legati alla Quarta rivoluzione industriale può essere correlata al perdurare della pandemia di COVID-19 e alla conseguente contrazione che ha investito il settore. Non crescono le imprese che investono e quelle interessate a farlo faticano a procedere in questa direzione.

6.3 Industria 4.0 e produttività

Poiché gli investimenti in Industria 4.0 sono entrati nelle imprese della filiera da alcuni anni, è possibile cominciare a fare delle considerazioni anche sull'efficacia di questi investimenti in termini di performance. Abbiamo quindi comparato le statistiche descrittive delle imprese che hanno fatto investimenti in Industria 4.0 da oltre tre anni (denominate in tabella 6.2 come «Imprese Industry 4.0 da oltre tre anni») con quelle delle imprese che hanno investito da meno di tre anni oppure non hanno investito.

In particolare, data la natura degli investimenti rilevati nella precedente edizione dell'Osservatorio (prevalentemente tecnologie di raccolta e analisi dei dati, macchine con controlli programmabili, robot e altre tecnologie incentrate sui processi produttivi) abbiamo considerato la variazione della produttività, misurata come fatturato per addetto (Cohen et al. 2021; Fragapane et al. 2020). In particolare, abbiamo considerato le variazioni di produttività dal 2018 al 2019 e dal 2019 al 2020. Questi intervalli temporali consentono di ipotizzare delle correlazioni tra l'introduzione di tecnologie 4.0 prima del 2018 e le variazioni di produttività osservate.

I risultati mostrano una crescita media della produttività superiore per le imprese che hanno introdotto innovazioni in ambito 4.0 rispetto alle imprese che hanno investito recentemente o non hanno investito. Risultati

comparabili sono stati ottenuti anche per l'aumento della produttività di tutte le imprese che hanno dichiarato investimenti in Industria 4.0, da più o meno di tre anni, per il biennio 2020/19.

Scorporando i dati per le sole imprese che hanno investito da meno di tre anni non si rilevano variazioni di produttività superiori alle imprese che non hanno fatto investimenti.

Tuttavia i T-test di significatività sulla differenza tra i valori medi dei due gruppi rappresentati in tabella 6.2 suggeriscono ancora prudenza nella lettura dei dati, con risultati più robusti per la variazione di produttività tra il 2020 e il 2019. Sono inoltre ancora poche le imprese che hanno investito da oltre tre anni per le quali sono disponibili dati sulle performance economico-finanziarie.

Questi risultati suggeriscono inoltre che l'orizzonte temporale necessario a queste tecnologie per dispiegare i risultati attesi è di medio/lungo termine. Ancora una volta, la pandemia potrebbe aver rallentato anche questi processi.

Tabella 6.2 Crescita della produttività delle imprese che hanno fatto investimenti in Industria 4.0 da oltre tre anni

Variazione produttività 2019-18	Osservazioni	Media	Deviazione standard	Minimo	Massimo
Imprese Industry 4.0 da oltre tre anni	63	10,60%	58,30%	-91,1%	277,60%
Altre imprese	115	6,48%	67,70%	-84,6%	601%
Variazione produttività 2020-19	Osservazioni	Media	Deviazione standard	Minimo	Massimo
Imprese Industry 4.0 da oltre tre anni	84	13,3%	141%	-91,7%	941,70%
Altre imprese	173	-5,5%	61,04%	-89,4%	723%
Variazione produttività 2020-19	Osservazioni	Media	Deviazione standard	Minimo	Massimo
Imprese Industry 4.0	148	4,0%	108,3%	-91,7%	941,70%
Altre imprese	109	-4,0%	73,4%	-65,2%	723%

Fonte: Indagine Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2021

6.4 Motivazioni

In linea con la rilevazione precedente, l'Osservatorio 2021 ha chiesto alle imprese della filiera cosa le ha spinte a intraprendere i progetti in chiave Industria 4.0.

In particolare, l'Osservatorio cerca di comprendere se ad innovare sono le imprese che perseguono l'innovazione come loro strategia di base oppure se è il mercato, nella figura dei concorrenti, clienti o fornitori a tirare gli investimenti in innovazione.

Coerentemente con quanto emerso in passato, anche nel 2021 le imprese dell'automotive investono nelle nuove tecnologie quasi esclusivamente per due motivi: per l'orientamento all'innovazione dell'impresa (50,2% delle imprese rispondenti) e per la necessità di rimanere competitive rispetto alla concorrenza (42,3% delle imprese rispondenti) (fig. 6.2).

Non sembrano invece determinanti le esigenze indotte dal cliente e la necessità di coordinamento con clienti e fornitori.

Le percentuali rappresentate in figura 6.2 considerano solo le risposte fornite dalle imprese che hanno investito in Industria 4.0, come da tabella 6.1.

6.5 Importanza degli incentivi

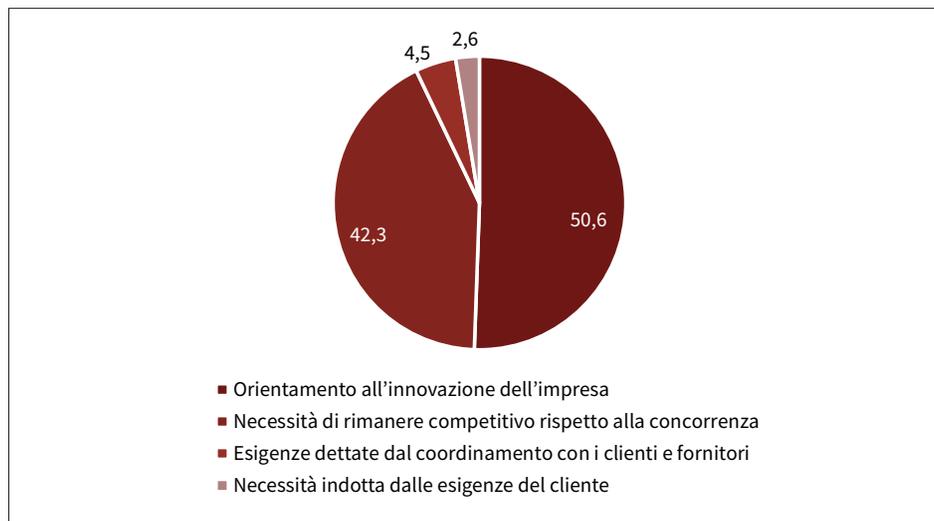
Nel 2020 il 68,6% delle imprese della filiera aveva utilizzato gli incentivi del Piano Industria 4.0 per finanziare almeno in parte questi investimenti, percentuale in forte aumento (+31,5%) rispetto al 2019.

Nel 2021, l'Osservatorio ha invece chiesto alle imprese dell'auto se le misure a sostegno delle iniziative di digitalizzazione e innovazione delle imprese (Industria 4.0, nuovo Piano Transizione 4.0), intraprese dal Governo in risposta all'emergenza COVID-19, sono state efficaci e se saranno ancora prioritarie per il prossimo anno.

Il 58,8% delle imprese rispondenti ha dichiarato che gli incentivi sono stati efficaci in passato e il 76,3% che saranno prioritari in futuro.

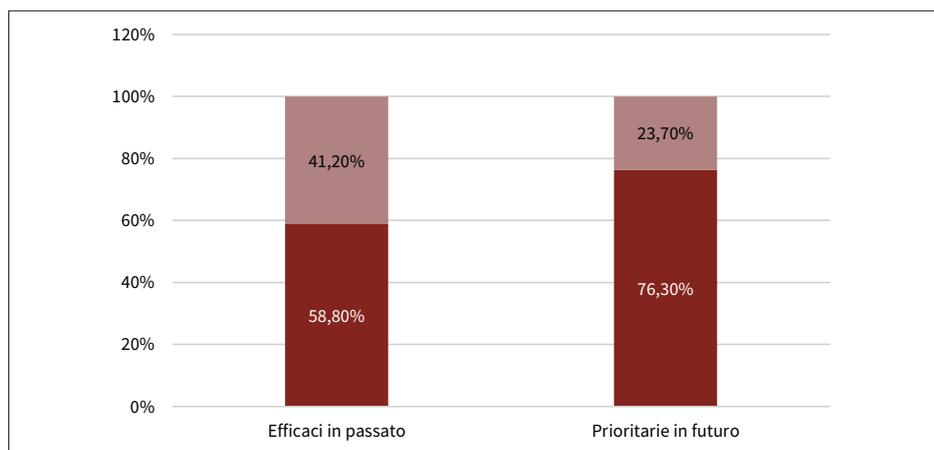
Questo dato, letto insieme al rallentamento nell'adozione delle nuove tecnologie osservato nell'ultimo biennio, suggerisce l'importanza di interventi di policy mirati a sostegno della digitalizzazione delle imprese che appartengono alla filiera e alla necessità di un suo potenziamento.

Figura 6.2 Investimenti in Industria 4.0 nella filiera dal 2018 al 2021 (valori %)



Fonte: Indagine Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2021

Figura 6.3 Misure di sostegno alla filiera automotive intraprese dal Governo in risposta all'emergenza COVID-19



Fonte: Indagine Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2021

6.6 Le competenze

L'Osservatorio 2021 sulla componentistica automotive italiana 2021 ha introdotto una nuova sezione di approfondimento per comprendere quali figure professionali legate alle nuove tecnologie saranno più richieste e quali sono più difficili da reperire.

La tecnologia non basta a promuovere la performance delle imprese senza un adeguato investimento in competenze per valorizzare le nuove tecnologie all'interno di uno specifico piano strategico. Perché possa avere risultati positivi, la tecnologia va progettata congiuntamente anche agli altri due pilastri della Quarta rivoluzione industriale: l'organizzazione e il lavoro, anch'essi soggetti a profonde trasformazioni e innovazioni, necessari affinché il potenziale della tecnologia si dispieghi pienamente e nella direzione strategica delineata dalle imprese. Sono in corso profonde innovazioni nella progettazione del lavoro, verso un ampliamento delle responsabilità, della cooperazione, delle conoscenze e le competenze del lavoro per molteplici ruoli, compiti e mansioni a tutti i livelli dell'impresa.

In questa ottica abbiamo chiesto alle imprese della filiera di rispondere a questo quesito: «Ritiene che nei prossimi 5 anni, per il futuro della sua impresa, le seguenti aree di attività richiederanno nuove figure professionali e/o specifiche competenze? Indicare le figure professionali o competenze prevalenti che i cambiamenti in atto nell'industria renderanno necessarie per la sua impresa».

Per tutte le aree di attività (programmazione di macchinari a controllo numerico, sviluppo software e applicazioni, processi produttivi, automazione [PLC, Robot, Sensoristica] e sistemi meccatronici, manutenzione di robot industriali, nuovi prodotti e materiali, meccatronica e altre figure professionali) la figura professionale indicata come più richiesta è quella dei tecnici specializzati, in particolare per la programmazione e la manutenzione dei macchinari (35,4%) e più in generale per i processi produttivi (34,4%).

A seguire la figura professionale più richiesta è quella degli ingegneri/progettisti, richiesti tra il 10 e il 16% delle imprese per lo sviluppo di nuovi processi produttivi, di prodotti e materiali, per l'automazione, la meccatronica e lo sviluppo di software.

Tuttavia, è interessante notare che una percentuale rilevante di imprese, dal 20 al 30%, non ritiene necessarie nuove figure professionali, suggerendo la presenza in impresa di parte delle risorse necessarie, oppure non sa rispondere. Personale altamente qualificato per la R&S non è ritenuto rilevante, poco rilevante anche l'inserimento di manager (tab. 6.3).

La figura 6.4 aiuta a sintetizzare le informazioni raccolte distinguendo per ogni figura professionale, o competenze prevalenti, quali saranno in percentuale maggiormente necessarie e richieste. I dati mostrano che processi produttivi, automazione, programmazione e sviluppo software

saranno i profili che nei prossimi anni si renderanno necessari per una percentuale rilevante delle imprese della filiera.

L'Osservatorio ha poi chiesto alle imprese di rispondere al seguente quesito utilizzando una scala 1-5, dove 1 indica un grado di difficoltà basso e 5 indicata un grado di difficoltà elevato: «Con quale grado di difficoltà ritiene che le figure professionali relative alle seguenti aree di attività saranno reperibili sul mercato del lavoro?».

I dati sulla media e la mediana suggeriscono una difficoltà percepita di reperibilità simile e media (valori tutti prossimi al '3') rispetto a queste figure e aree di attività: programmazione di macchinari a controllo numerico, sviluppo software e applicazioni, processi produttivi, automazione (PLC, Robot, Sensoristica) e sistemi meccatronici, manutenzione di robot industriali, prodotti e materiali, meccatronica.

Tabella 6.3 Figure professionali o competenze prevalenti che i cambiamenti in atto nell'industria renderanno necessarie per la sua impresa

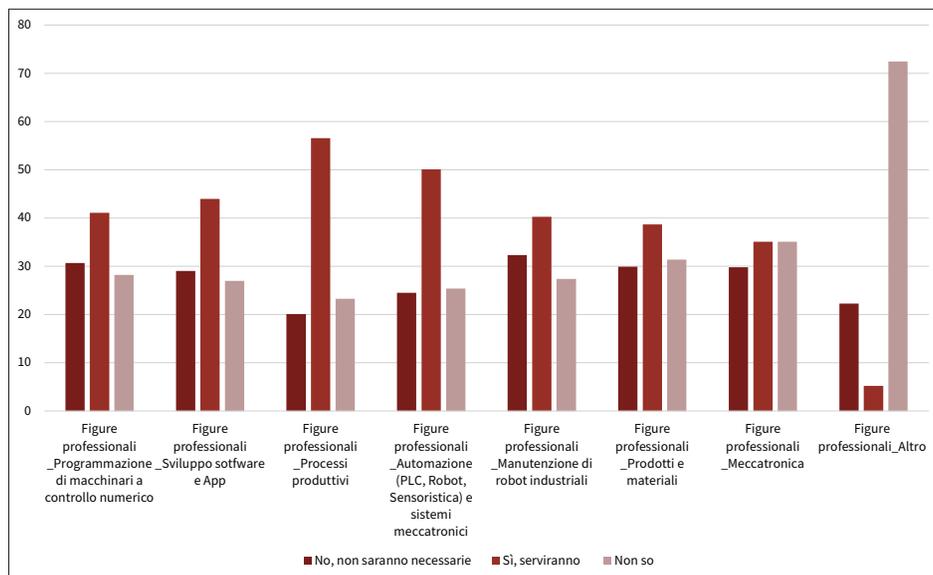
	Figure professionali _Programmazione di macchinari a controllo numerico	% risp.	Figure professionali _Sviluppo software e App	% risp.	Figure professionali _Processi produttivi	% risp.
No, non saranno necessarie	136	30,7	126	29,0	87	20,1
Sì, serviranno tecnici specializzati	157	35,4	88	20,3	149	34,4
Sì, serviranno Ingegneri/Progettisti	18	4,1	57	13,1	60	13,9
Sì, servirà personale altamente qualificato per la R&S	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Sì, serviranno manager	2	0,5	7	1,6	17	3,9
Sì, serviranno alcune figure professionali (es. consulenti)	5	1,1	39	9,0	19	4,4
Non so	125	28,2	117	27,0	101	23,3
Mancata risposta	17		16		18	
Totale	460		450		451	
	Figure professionali _Automazione (PLC, Robot, Sensoristica) e sistemi mecatronici	% risp.	Figure professionali _Manutenzione di robot industriali	% risp.	Figure professionali _Prodotti e materiali	% risp.
No, non saranno necessarie	107	24,5	143	32,4	123	29,9
Sì, serviranno tecnici specializzati	132	30,2	144	32,6	86	20,9
Sì, serviranno Ingegneri/Progettisti	70	16,0	22	5,0	56	13,6
Sì, servirà personale altamente qualificato per la R&S	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2021, 199-214

Si, serviranno manager	4	0,9	1	0,2	4	1,0
Si, serviranno alcune figure professionali (es. consulenti)	13	3,0	11	2,5	13	3,2
Non so	111	25,4	121	27,4	129	31,4
Mancata risposta	17		18		17	
Totale	454		460		428	
	Figure professionali _Meccatronica	% resp.	Figure professionali_ Altro	% resp.		
No, non saranno necessarie	130	29,8	102	22,3		
Si, serviranno tecnici specializzati	76	17,4	10	2,2		
Si, serviranno Ingegneri/Progettisti	65	14,9	6	1,3		
Si, servirà personale altamente qualificato per la R&S	0	0,0	0	0,0		
Si, serviranno manager	4	0,9	3	0,7		
Si, serviranno alcune figure professionali (es. consulenti)	8	1,8	5	1,1		
Non so	153	35,1	332	72,5		
Mancata risposta	17		17			
Totale	453		475			

Fonte: Indagine Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2021

Figura 6.4 Percentuale delle figure professionali, e relative competenze, richieste o meno nei prossimi anni dalle imprese della filiera



Fonte: Indagine Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2021

Tabella 6.4 Grado di difficoltà nel reperire sul mercato del lavoro le figure professionali relative alle seguenti aree di attività necessarie per la sua impresa

	Programmazione di macchinari a controllo numerico	Sviluppo software e App	Processi produttivi	Automazione (PLC, Robot, Sensoristica) e sistemi meccatronici	Manutenzione di robot industriali	Prodotti e materiali	Meccatronica	Altro
Media	2,91	2,79	3,11	3,16	3,00	2,88	2,99	1,45
Deviazione standard	1,22	1,17	0,98	1,11	1,15	1,11	1,22	1,02
Mediana	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	1,00
Minimo	1,00	1,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Massimo	5,00	5,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Fonte: Indagine Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2021

6.7 Considerazioni conclusive

La lettura dei dati raccolti sugli investimenti in Industria 4.0 durante le ondate di pandemia del 2020 e 2021 raccontano una filiera che procede lentamente verso la digitalizzazione e lo fa attraverso le imprese che ritengono strategica l'innovazione. La lettura combinata di questi dati, e il trend osservato dal 2018, suggeriscono che la filiera auto potrebbe essere caratterizzata per circa la metà da imprese innovative che hanno investito nelle nuove tecnologie, e probabilmente continueranno a farlo, e da un'altra metà di imprese che non lo ha fatto, pur avendo dichiarato in buona parte di essere intenzionate a farlo per tutto l'ultimo triennio. Il rischio è osservare un *digital divide* di filiera caratterizzato da una forbice sempre più marcata.

Queste imprese hanno beneficiato in passato degli incentivi del Governo e li ritengono strategici per il futuro, così come sarà determinante la disponibilità sul mercato del lavoro di tecnici specializzati e ingegneri/progettisti. Tuttavia, l'efficacia dichiarata rispetto al passato, e le attese per il futuro, suggeriscono che le imprese della filiera hanno aspettative importanti rispetto al ruolo che le policy possono avere nel trainare gli investimenti.

L'Osservatorio 2021 si è in particolar modo soffermato sulle figure professionali e competenze prevalenti che saranno richieste dalla Quarta rivoluzione industriale. In questo contesto, in molti temono un redesign del lavoro dominato dalle macchine e di tipo tayloristico, con lavori iperspecializzati, depauperati e guidati dalle macchine. In molti casi, lo scenario che invece si sta concretizzando è ben diverso e sono le macchine ad essere strumenti nelle mani di personale altamente qualificato con elevate competenze tecniche, specifiche conoscenze e precise responsabilità.

I nuovi lavori nella fabbrica della Quarta rivoluzione industriale richiedono sia specifiche competenze sulle tecnologie (*cloud computing*, software e integrazione di sistema, sensori e attuatori, tools di modellazione, e molto altro), sia tecnici e professionisti con la capacità di gestire e integrare nel tempo tecnologia e lavoro, che insieme formano sistemi sociotecnici a elevata complessità e in costante evoluzione.

L'Impresa 4.0 richiederà la capacità selezionare, utilizzare, integrare tra loro, curare nel tempo un mix di tecnologie ma anche la capacità di guidare dei gruppi di lavoro, indirizzarli verso percorsi di miglioramento e di formazione continua. Se parte delle attività di pura manipolazione svolte dagli operai sarà sostituita dalle tecnologie, rimarranno necessarie e saranno potenziate figure di tecnici specializzati con un livello di formazione molto più elevato in molte aree.

La sfida della Quarta rivoluzione industriale sarà quindi sviluppare un modello alternativo a quello taylorista-fordista basato sull'impiego di operai despecializzati, facilmente sostituibili e chiamati ad accompagnare

il lavoro delle macchine. Il nuovo modello proposto dalla Quarta rivoluzione industriale, e che emerge anche in questo studio, è caratterizzato da molteplici figure di tecnici ed ingegneri specializzati che progettano, guidano, controllano e programmano il lavoro svolto dalle macchine grazie a specifiche competenze, esperienza e connesse responsabilità (Rullani, Rullani 2018).

Infine, la lettura dei dati riportati nelle pagine di questo capitolo dà delle indicazioni di policy coerenti con le traiettorie di sviluppo e investimento dei piani passati, a sostegno sia della digitalizzazione delle imprese italiane sia dello sviluppo delle necessarie conoscenze e competenze, sostenendo e consolidando una strategia di digitalizzazione a due vie, realizzata attraverso tecnologia e formazione.

In media la metà delle imprese intervistate dichiara che avrà bisogno di nuove e specifiche figure professionali e di competenze legate alla Quarta rivoluzione industriale, prevalentemente ingegneri e tecnici, che sono considerati come reperibili sul mercato con un livello medio di difficoltà. Ancora una volta questi risultati sull'importanza di nuove figure e competenze, e su una certa difficoltà di reperimento sul mercato, confermano l'importanza del doppio binario di investimenti: tecnologia a risorse umane.

I dati raccolti sulle nuove tecnologie permettono inoltre di vedere i primi ritorni positivi di questi investimenti, nonostante la pandemia, perché mostrano come le imprese che hanno investito nelle nuove tecnologie da almeno un triennio hanno livelli di produttività per addetto superiori.

Nei prossimi anni i dati raccolti, e l'affievolirsi della pandemia e dei suoi effetti, permetteranno inoltre di valutare l'impatto degli investimenti in Industria 4.0 su un numero maggiore di imprese e rispetto ad altre variabili di performance.

Sarà inoltre possibile comprendere meglio il profilo delle imprese più performanti e quali sono i singoli investimenti in tecnologie, e quali mix, a portare i benefici maggiori alle imprese della filiera.

Bibliografia

- Bhatia, M.S.; Kumar, S. (2020). «Critical Success Factors of Industry 4.0 in Automotive Manufacturing Industry». *IEEE Transactions on Engineering Management*. Early Access. <https://doi.org/10.1109/TEM.2020.3017004>.
- Cabigiosu, A. (2020). «Industria 4.0: diffusione, tecnologie e performance nel settore auto». Moretti, A.; Zirpoli, F. (a cura di), *Osservatorio sulla componentistica automotive italiana 2020*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari, 149-64. <http://doi.org/10.30687/978-88-6969-482-0/006>.

- Cabigiosu, A.; Zirpoli, F. (2018). «Digitalization in the Italian Auto Industry». *Symphonya. Emerging Issues in Management*, 2, 158-69. <http://dx.doi.org/10.4468/2018.2.12cabigiosu.zirpoli>.
- Cohen, Y.; Shoval, S.; Faccio, M.; Minto, R. (2021). «Deploying Cobots in Collaborative Systems: Major Considerations and Productivity Analysis». *International Journal of Production Research*, 1-17. <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2020.1870758>.
- Culot, G.; Nassimbeni, G.; Orzes, G.; Sartor, M. (2020). «Behind the Definition of Industry 4.0: Analysis and Open Questions». *International Journal of Production Economics*, 226, 107617. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107617>.
- Dalenogare, L.S.; Benitez, G.B.; Ayala, N.F.; Frank, A.G. (2018). «The Expected Contribution of Industry 4.0 Technologies for Industrial Performance». *International Journal of Production Economics*, 204(C), 383-94. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.019>.
- Fragapane, G.; Ivanov, D.; Peron, M.; Sgarbossa, F.; Strandhagen, J.O. (2020). «Increasing Flexibility and Productivity in Industry 4.0 Production Networks with Autonomous Mobile Robots and Smart Intralogistics». *Annals of Operations Research*, 1-19. <http://dx.doi.org/10.1007/s10479-020-03526-7>.
- Frank, A.G.; Dalenogare, L.S.; Ayala, N.F. (2019). «Industry 4.0 Technologies: Implementation Patterns in Manufacturing Companies». *International Journal of Production Economics*, 210, 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>.
- Karadayi-Usta, S. (2019). «An Interpretive Structural Analysis for Industry 4.0 Adoption Challenges». *IEEE Transactions on Engineering Management*, 67(3), 973-8. <https://doi.org/10.1109/TEM.2018.2890443>.
- Manesh, M.F.; Pellegrini, M.M.; Marzi, G.; Dabic, M. (2020). «Knowledge Management in the Fourth Industrial Revolution: Mapping the Literature and Scoping Future Avenues». *IEEE Transactions on Engineering Management*, 68(1), 289-300. <https://doi.org/10.1109/TEM.2019.2963489>.
- Marini, D. (2018). *Fuori classe. Dal movimento operaio ai lavoratori imprenditivi della Quarta rivoluzione industriale*. Bologna: il Mulino.
- Rullani, F.; Rullani, E. (2018). *Dentro la rivoluzione digitale: per una nuova cultura dell'impresa e del management*. Torino: Giappichelli.
- Varela, M.L.R.; Putnik, G.D.; Manupati, V.K.; Rajyalakshmi, G.; Trojanowska, J.; Machado, J. (2018). «Collaborative Manufacturing Based on Cloud, and on Other I4.0 Oriented Principles and Technologies: A Systematic Literature Review and Reflections». *Management and Production Engineering Review*, 9(3), 90-9. <http://dx.doi.org/10.24425/119538>.

