IRPET Istituto Regionale Programmazione Economica della Toscana

I fabbisogni di competenze 4.0 del sistema produttivo toscano

Firenze, luglio 2017

RICONOSCIMENTI

Il rapporto è stato scritto da Natalia Faraoni come primo risultato di una più ampia ricerca sulla Formazione 4.0, coordinata da Nicola Sciclone nell'ambito delle attività comuni di IRPET con Regione Toscana-Area Formazione, orientamento lavoro, il cui gruppo di lavoro include Tommaso Ferraresi e Silvia Duranti. I focus group e le interviste, i cui risultati sono presentati nella seconda parte del rapporto, sono state organizzate e condotte dal Consorzio QUINN. Editing a cura di Chiara Coccheri.

Regione Toscana

1. Premessa

Negli ultimi anni ha preso corpo la discussione sugli effetti della quarta rivoluzione industriale[1], intesa come quel processo di trasformazione innescato da un nuovo livello di pervasività delle tecnologie ICT, oggi in grado di interconnettere le macchine, gli oggetti e i sistemi, producendo e utilizzando dati e informazioni (Schwab 2016), con una portata tale da coinvolgere molte delle sfere del vivere sociale. Per certi versi, il paradigma Industria 4.0 si afferma quando alcuni tra i principali governi mondiali lanciano politiche volte a incentivare il processo di digitalizzazione del sistema economico già in atto, per accrescerne la produttività e ridurne i costi.

In Europa, la Germania è considerata la pioniera di questi piani industriali, definendo un'ampia e composita strategia nazionale principalmente rivolta all'automazione della manifattura (di grandi dimensioni, in cui un ruolo forte giocano le case automobilistiche e le loro filiere) grazie anche al coinvolgimento di aziende tedesche leader nella fornitura di tecnologie (come Siemens, Bosch e Festo) e servizi ICT (come SAP e ESG). Il sistema si avvale infine dei principali centri di ricerca nazionali, della collaborazione di associazioni sindacali e di categoria e si appoggia su un sistema formativo improntato sull'integrazione tra scuole tecniche e professionali e lavoro in azienda. Una delle ricadute di questa capacità di fare sistema è senz'altro quella di presentarsi sul mercato della fornitura di tecnologie per Industria 4.0 da una posizione di forza.

Un contesto ben diverso da quello italiano, caratterizzato invece da una prevalenza di micro e piccole imprese, bassa spesa in ricerca e sviluppo, un modello di relazioni industriali con debole grado di istituzionalizzazione, un sistema scolastico generalista. D'altro canto l'Italia mantiene una significativa specializzazione manifatturiera e non poche realtà italiane sono inserite nelle catene globali del valore. Il piano nazionale Industria 4.0 (piano Calenda) è stato presentato nel settembre 2016[2], basato sue due direttrici chiave: investimenti innovativi (nelle tecnologie abilitanti) e competenze.

Proprio quest'ultimo aspetto si collega a una delle principali linee di interesse del dibattito sul paradigma Industria 4.0, ossia l'impatto delle trasformazioni in atto sull'occupazione e quindi sui fabbisogni professionali e formativi. Il processo di automazione sostituirà il lavoro oppure si manterrà un certo grado di complementarietà tra i compiti assolti dalle macchine e quelli riservati alla sfera umana? Le diseguaglianze, in crescita negli ultimi decenni anche in virtù della polarizzazione del mercato del lavoro, saranno esasperate dal nuovo salto tecnologico? I sistemi formativi saranno in grado di rispondere alla richiesta di nuove competenze?

Il tema del rapporto tra progresso tecnico e occupazione non è nuovo (Calvino e Virgillito 2017; Vivarelli 2007), come storicamente ricorrente è del resto la paura dell'automazione[3]. Anche le precedenti rivoluzioni industriali hanno portato con sé la distruzione di alcune occupazioni, senza per questo condurre alla distruzione del lavoro (Autor 2015). E se alcune recenti evidenze mostrano come il cambiamento tecnologico a partire dalla fine degli anni settanta, con l'introduzione dei computer e delle tecnologie ICT, sia alla base della caduta dell'occupazione e dei salari in numerose economie avanzate ed emergenti (Acemoglu e Restrepo 2017; IMF 2017; Karabarbounis e Neiman 2014), con interessanti distinzioni allorché

[1] In questo lavoro i concetti di "Industria 4.0", "Fabbrica intelligente", "digitalizzazione" e "automazione" dell'economia sono utilizzati per descrivere il processo di trasformazione dell'economia in atto identificato anche come quarta rivoluzione industriale.

[2] http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/Industria_40%20_conferenza_21_9

[3] Si veda l'interessante ricostruzione in Mokyr *et al.* 2015.

si considerino diversi tipi di innovazione (Piva e Vivarelli 2017), i più recenti lavori circa il rischio di automazione delle professioni che guardano ai cambiamenti tecnologici futuri hanno portato a una grande variabilità di risultati, a seconda degli approcci utilizzati (Arntz *et al.* 2016; Frey e Osborne 2017).

In particolare, Frey e Osborne (2017) stimano il rischio di automazione connesso a ciascuna professione partendo dalla banca dati O*NET, con l'ausilio di un giudizio di esperti "tecnologi" che valutano le professioni in base al loro "grado di automatizzabilità" e avvalendosi di metodi legati all'analisi discriminante. Dalle loro stime, il 47% delle professioni negli Stati Uniti risultano automatizzabili.

Arntz *et al.* (2016), utilizzando i micro-dati derivanti dall'indagine PIAAC dell'OECD, tengono conto nelle loro stime dell'elevato grado di differenziazione di mansioni che è proprio di ciascuna professione. Sono infatti le mansioni e non le professioni a essere automatizzate. Dalle loro stime, il rischio di automazione riguarda il 9% delle occupazioni negli Stati Uniti. Inoltre, le previsioni sono estese alla totalità dei paesi OECD con risultati che variano dal 6% di Corea del Sud ed Estonia al 12% di Germania e Austria; l'Italia si attesterebbe intorno al 10%.

Ma ben più grave appare la situazione del nostro paese in tema di diffusione delle competenze digitali. Secondo un altro studio OECD (2016), infatti, l'Italia condivide con Spagna e Polonia la più alta percentuale di individui con nessuna esperienza nell'uso del computer e anche tra i lavoratori la quota di coloro che utilizzano quotidianamente la tecnologie ICT rimane tra le più basse. Le imprese italiane che richiedono elevate competenze in questi domini sono ancora poche, cosicché il rischio sembra più quello di rimanere esclusi dai processi di automazione e avanzamento produttivo, piuttosto che vederci "sostituire" dai robot.

In questo primo rapporto ci proponiamo, alla luce di un'analisi della letteratura e della documentazione relativa al tema del lavoro e delle competenze nel paradigma Industria 4.0, di applicare alcuni tra gli approcci utilizzati al caso toscano, cercando di rilevarne i punti di forza e le debolezze. Nella seconda parte sintetizziamo invece i principali risultati emersi dallo svolgimento di 4 focus group e 12 interviste con imprese toscane e alcuni operatori qualificati del mondo della formazione, al fine di raccogliere una prima ondata di informazioni orientative relative al tema delle competenze e delle figure professionali 4.0[4].

2.
Competenze e fabbisogni professionali 4.0

L'analisi delle competenze e dei fabbisogni professionali attraverso la lente del paradigma Industria 4.0 rimane ancora piuttosto arretrata su base locale. Il ruolo di traino di quelle imprese che hanno abbracciato il nuovo modello produttivo è rilevante e determina una differenziazione territoriale oltre che settoriale. Fondamentale diviene quindi conoscere il posizionamento del sistema produttivo rispetto all'utilizzo delle tecnologie abilitanti per ricavare da tale quadro i fabbisogni attuali e futuri di competenze e figure professionali.

La questione delle competenze può essere considerata da punti di vista differenti che non necessariamente si escludono a vicenda. È opportuno infatti (1) identificare le figure professionali già presenti nei repertori e nelle classificazioni ufficiali più in linea con il paradigma Industria 4.0; (2) identificare le figure professionali più sostituibili e quindi ipoteticamente più fragili di fronte ai processi di automazione; (3) identificare le competenze tecnologiche e digitali e il peso che queste hanno (e potranno avere) nelle figure professionali

[4] I focus group e le interviste sono stati organizzati e condotti dal Consorzio QUINN.

richieste dal nostro sistema produttivo; (4) valutare le competenze in base al loro grado di routinarietà e quindi di codificabilità, che quanto più risulta elevato quanto più può essere sostituito da processi automatici; (5) identificare nuove figure professionali non presenti nei repertori e nelle classificazioni ufficiali che emergono a seguito dei processi di digitalizzazione; (6) identificare quelle competenze traversali e relazionali, non specificatamente tecniche, che sono esaltate dall'espansione delle competenze digitali (*soft skills*).

Dal punto di vista teorico, pare più corretto appoggiarsi su una rigorosa classificazione delle competenze digitali e delle *soft skills* che esse si tirano dietro, identificando successivamente un raccordo con le figure professionali, siano esse riconoscibili di per sé come 4.0.

Tale classificazione delle competenze con relativo raccordo alla figure può essere poi applicata per analizzare (a) gli attuali avviamenti, cessazioni e saldi nel mercato del lavoro, attraverso i dati contenuti nelle Comunicazioni obbligatorie; (b) la domanda di competenze digitali e nuove figure professionali delle imprese, attraverso l'analisi delle *job vacancy* pubblicate sul web; (c) l'offerta di competenze digitali a opera di scuole, università e agenzie formative; (d) la stima di scenari alternativi sullo sviluppo della domanda di competenze digitali e figure professionali.

In sintesi, il punto non è meramente quello di calcolare la percentuale di professioni a rischio di scomparsa, perché siamo di fronte a processi in corso, frammentati, il cui esito dipende dagli attori coinvolti e dalla cornice istituzionale. Occorre piuttosto lavorare sull'operazionalizzazione dei concetti di competenze 4.0 e *soft skills* per leggere il presente, elaborare scenari delle tendenze future e in generale favorire una consapevolezza del processo di digitalizzazione nel sistema economico, nel mercato del lavoro e nelle istituzioni formative. Inoltre, è necessario considerare la dinamicità del contesto di analisi. In ragione anche delle politiche di incentivazione nazionali e regionali volte a stimolare gli investimenti relativi al paradigma Industria 4.0, il quadro relativo alla penetrazione delle tecnologie abilitanti è destinato a mutare nel breve periodo, influenzando anche la domanda di competenze da parte degli attori economici. Sarà quindi necessario monitorare il grado di avanzamento del sistema produttivo regionale, aggiornando via via gli esercizi di *foresight*, cui andranno affiancate nel tempo le necessarie indagini campionarie, con una particolare attenzione verso i) quelle imprese che faranno i maggiori sforzi in termini di investimento; ii) quei soggetti capaci più degli altri di attivare il maggior numero di occupati (high-growth, gazzelle, dinamiche ecc.).

3.
Il caso toscano

Oltre agli studi internazionali già citati, per il caso italiano un punto di riferimento per questo tipo di analisi è l'Osservatorio delle competenze digitali, a cui collaborano l'Agenzia per l'Italia Digitale e il MIUR, che propone una doppia lettura, su base nazionale, guardando sia al settore ICT sia ai non professionisti dell'ICT, con la convinzione che «un'evoluzione delle "competenze digitali per tutti i lavoratori" genera un miglioramento del dialogo tra specialisti ICT e altri interlocutori aziendali, un arricchimento del rapporto, condivisione di conoscenze e saperi, consapevolezza sulle potenzialità dell'innovazione"»[5].

Nel 2015, Assolombarda Confindustria Milano Monza e Brianza in collaborazione con l'Università di Milano Bicocca-Crisp [6], hanno proposto una selezione di professioni 4.0 a partire

[5] Osservatorio delle competenze digitali 2015, http://www.assinform.it/Pubblicazioni/Osservatorio-Delle-Competenze-Digitali.kl.

[6] http://www.assolombarda.it/centro-studi/competenze-4.0-rev

da un'analisi della classificazione CP ISTAT 2011[7], identificando 65 figure riconducibili a tre filoni, inerenti (1) il trattamento e l'analisi delle informazioni (big data, business intelligence); (2) la progettazione di applicazioni associate ai nuovi media e ai social network; (3) l'automazione dei processi produttivi e logistici. Questa selezione è stata dagli autori utilizzata per identificare le posizioni lavorative più affini al paradigma Industria 4.0, utilizzando il database delle Comunicazioni Obbligatorie dell'Osservatorio del Mercato del Lavoro della Regione Lombardia.

3.1 L'analisi della domanda

In questa analisi preliminare, riprendiamo alcuni degli strumenti sopra descritti per testarli sul caso toscano. In particolare, proponiamo un'analisi di avviamenti, cessazioni, saldi e persone avviate per le figure 4.0, così come individuate nel lavoro di Assolombarda sopra citato.

Considereremo gli anni dal 2012 al 2016 per ovviare al cambiamento della classificazione CP ISTAT entrato in vigore alla fine del 2011, per cui non è disponibile un raccordo preciso con la classificazione precedente.

Nel complesso le 65 figure professionali 4.0 presentano in Toscana saldi positivi tra avviamenti e cessazioni, fatta eccezione per il 2012 e il 2014, e corrispondono a una media annuale di circa 20mila avviamenti e di quasi 16mila persone a cui è stato attivato almeno un contratto di lavoro.

Il peso degli avviamenti delle figure 4.0 su quelli totali è il 2,8%, mentre le persone arrivano al 3,1%.

Tabella 1
LE PROFESSIONI 4.0 NELLE C.O. DELLA TOSCANA. 2012-2016
Valori assoluti e % sugli avviamenti di tutte le figure professionali

	Persone		Avviamenti		Cessazioni		Saldi
	v.a.	%	v.a.	%	v.a.	%	v.a.
2012	18.603	3,6	22.407	3,2	24.525	3,5	- 2.118
2013	14.102	2,9	18.449	2,7	18.347	2,7	102
2014	14.880	2,9	19.207	2,7	19.573	2,7	- 366
2015	17.272	3,2	22.295	2,9	20.341	2,7	1.954
2016	14.343	2,9	18.423	2,6	17.150	2,5	1.273
TOTALE	79.200	3,1	100.781	2,8	99.936	2,8	845
MEDIA	15.840	3,1	20.156	2,8	19.987	2,8	169

Fonte: elaborazioni IRPET su SIL Regione Toscana

Risalendo nei *digit* le 65 figure 4.0 appartengono a 3 gruppi: "professioni intellettuali, scientifiche e a elevata specializzazione", "professioni tecniche" e "conduttori di impianti, operai di macchinari fissi e mobili", che rispecchiano il livello di studio e la qualifica. Mantenendo questa suddivisione, si nota che la maggior parte dei movimenti contrattuali avviene tra le professioni tecniche, seguite dai conduttori di impianti, mentre più esiguo appare il peso delle professioni alte (Graf. 2). Queste ultime mostrano però saldi sempre positivi nel periodo 2012-2016, a differenza delle altre due categorie che vedono un andamento positivo degli avviamenti rispetto alle cessazioni soltanto negli ultimi due anni (Tab. 3).

[7] http://cp2011.istat.it/

Grafico 2
LE FIGURE PROFESSIONALI 4.0 PER GRANDI GRUPPI. MEDIA 2012-2016 DI PERSONE, AVVIAMENTI, CESSAZIONI

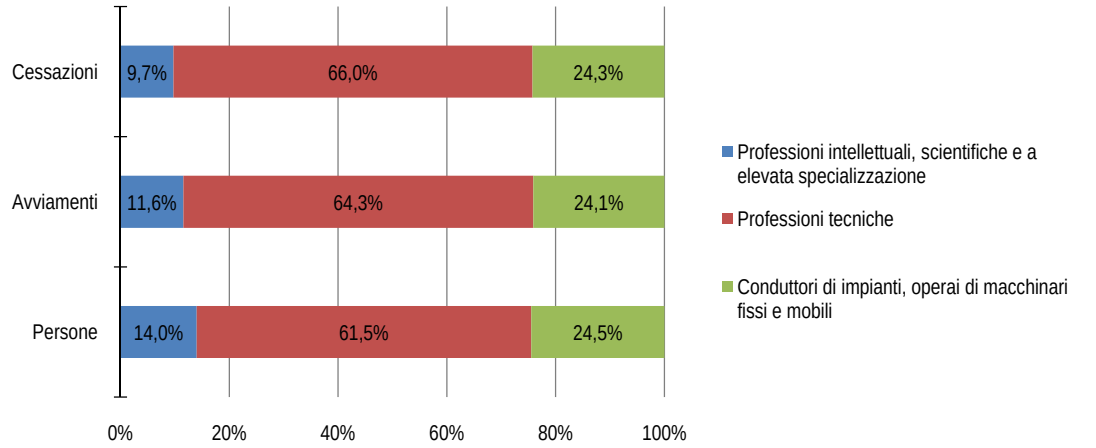


Tabella 3
LE FIGURE PROFESSIONALI 4.0 PER GRANDI GRUPPI. PERSONE, AVVIAMENTI, CESSAZIONI E SALDI PER ANNO. 2012-2016

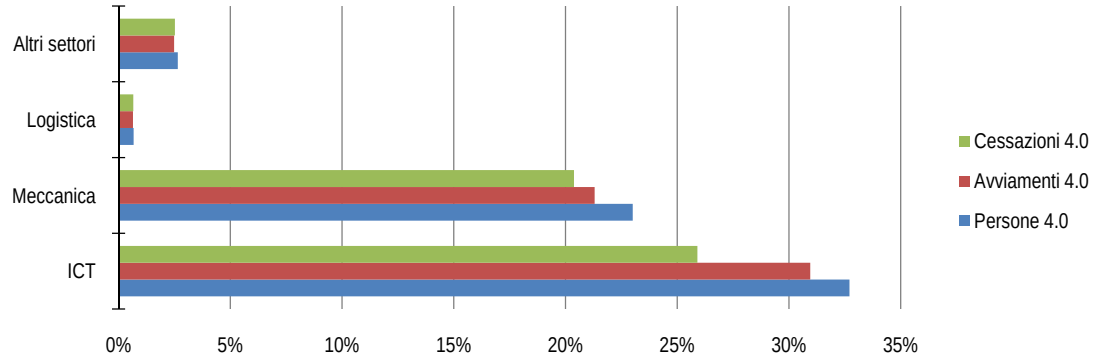
	Anno	Persone	Avviamenti	Cessazioni	Saldo
Professioni intellettuali, scientifiche e a elevata specializzazione	2012	2.291	2.409	1.969	440
	2013	2.215	2.342	1.931	411
	2014	2.260	2.399	2.029	370
	2015	2.366	2.489	2.202	287
	2016	1.957	2.017	1.603	414
	MEDIA	2.218	2.331	1.947	
Professioni tecniche	2012	12.156	15.191	17.439	-2.248
	2013	8.478	11.535	11.633	- 98
	2014	8.992	12.200	12.341	- 141
	2015	10.501	14.233	13.328	905
	2016	8.601	11.680	11.225	455
	MEDIA	9.746	12.968	13.193	
Conduttori di impianti, operai di macchinari fissi e mobili	2012	4.156	4.807	5.117	- 310
	2013	3.409	4.572	4.783	- 211
	2014	3.628	4.608	5.203	-595
	2015	4.405	5.573	4.811	762
	2016	3.785	4.726	4.322	404
	MEDIA	3.877	4.857	4.847	

Fonte: elaborazioni IRPET su SIL Regione Toscana

È logico attenderci una concentrazione delle professioni 4.0 nei settori più affini alle tecnologie abilitanti sopra ricordate. In effetti, le imprese dell'ICT e della meccanica risultano quelle in cui le figure 4.0 sono più concentrate rispetto agli altri tipi di avviamenti (Graf. 4). In media, negli anni considerati troviamo più del 30% di avviamenti e persone ascrivibili per qualifica al paradigma industria 4.0 nell'ICT e più del 20% nella meccanica. Inoltre, nell'ICT si osserva nel corso degli anni un aumento crescente del peso delle figure 4.0 che tra le persone avviate passano dal 30,1% del 2012 al 36,1% del 2016.

Tra i settori cosiddetti abilitanti, quello meno avanzato in termini di figure assorbite dal 2012 è la logistica, dove le professioni 4.0 non raggiungono l'1% rispetto a tutti gli avviamenti, sia considerando i contratti che le persone. Eppure la logistica attiva una quantità di contratti superiori a quelli dell'ICT e della meccanica -in media tra il 2012 e il 2016 6mila500 avviamenti- segno che i profili professionali più richiesti dal settore non rientrano nelle figure 4.0.

Grafico 4
LE PROFESSIONI 4.0 NEI "SETTORI ABILITANTI". MEDIA 2012-2016
% sul totale delle professioni

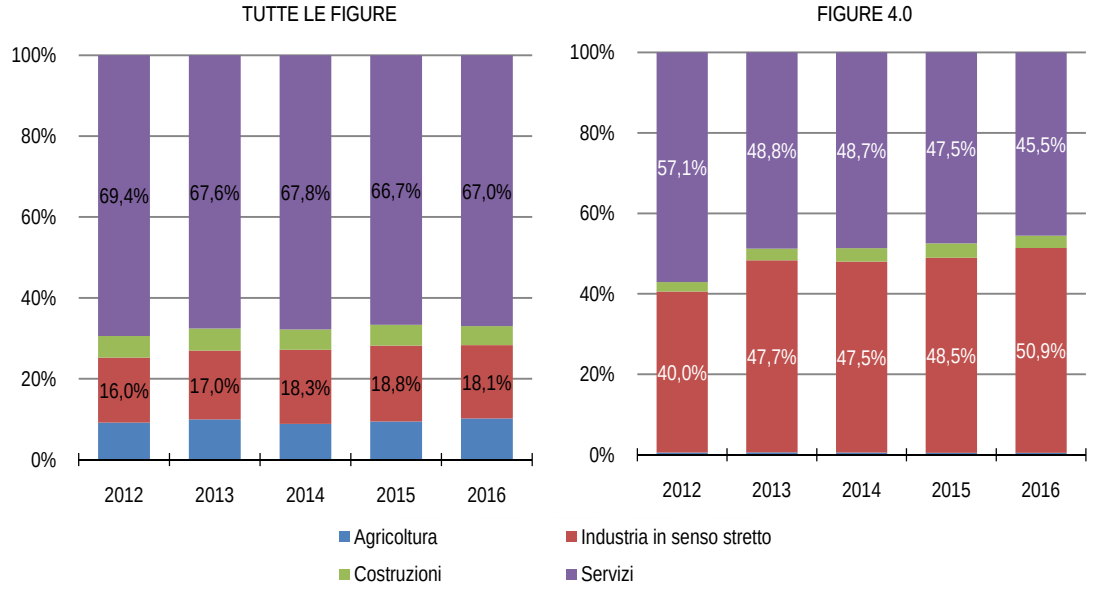


Fonte: elaborazioni IRPET su SIL Regione Toscana

Non si deve dimenticare, comunque, che i settori ICT, meccanica e logistica, per quanto svolgano un ruolo importante nella spinta al cambiamento, perché diretti produttori/fornitori delle tecnologie caratteristiche del paradigma 4.0, rappresentano una quota di avviamenti totali ciascuno intorno all'1%.

Se consideriamo invece le grandi aggregazioni settoriali, è l'industria in senso stretto (manifattura) ad assorbire il maggior numero di avviamenti e di persone ascrivibili al paradigma 4.0. Più precisamente, il suo ruolo negli avviamenti diventa maggioritario rispetto ai servizi nel 2013 e va crescendo fino a raggiungere il 51% nel 2016. In altre parole poco più della metà delle figure professionali 4.0 avviate nel corso del 2016 è ascrivibile al mondo manifatturiero.

Grafico 5
PESO % NEI SETTORI ECONOMICI DELLE PERSONE AVVIATE IN TUTTE LE PROFESSIONI E IN QUELLE 4.0. 2012-2016



Fonte: elaborazioni IRPET su SIL Regione Toscana

Valutando, oltre al numero di persone a cui è stato avviato un contratto, anche la qualità dei contratti avviati insieme alla loro effettiva durata, è possibile costruire un indice composito, variabile tra 0 e 100, in grado di pesare entrambi gli aspetti[8]. Le due dimensioni appena descritte sono state organizzate in quartili che, incrociati, definiscono 16 fattispecie professionali. Negli ultimi due quartili, in ordine ascendente, sono collocate le professioni che attivano più lavoratori, con maggiore stabilità in termini contrattuali e più giornate - lavoro, che chiameremo *best*. Nei primi due troviamo invece le professioni con meno occupati e più instabili, che chiameremo *worst*. In mezzo si collocano le combinazioni miste[9].

In sintesi, si possono utilizzare i dati così organizzati per identificare le professioni 4.0 maggiormente attivate dal mercato del lavoro negli ultimi anni, differenziate per numero di teste avviate, stabilità dei contratti e giorni lavorativi realmente effettuati.

La tabella 6 illustra la distribuzione delle professioni 4.0 a 5 digit. Per una lettura più agevole, le professioni sono state schiacciate, senza tenere conto dell'attività economica di riferimento. Le professioni *best* sono riportate nell'area grigia in alto a sinistra, che corrisponde agli ultimi due quartili delle relative distribuzioni. Le professioni *worst* si collocano invece nell'area gialla in basso a destra, corrispondente ai primi due quartili delle relative distribuzioni.

Nelle professioni 4.0 *best*, troviamo sia alti profili che tecnici, sia direttamente riconducibili ai settori abilitanti, in particolare all'ICT, che più legati a professioni manifatturiere. Nelle professioni 4.0 *worst*, invece, prevalgono i tecnici, sono presenti i conduttori di impianti, ma non mancano gli ingegneri. Non si nota una distinzione netta tra professioni *best* e *worst*, che probabilmente si chiarirebbe meglio guardando alla natura dei datori di lavoro e ai comportamenti di assunzioni delle imprese.

L'analisi qui presentata, basata su una identificazione delle figure 4.0 legata alla classificazione CP ISTAT 2011 e applicata ai dati 2012-2016 relativi alle comunicazioni obbligatorie (CO) della Toscana presenta una serie di limiti, dovuti sia alla definizione delle figure professionali 4.0 adottata, sia al dataset utilizzato.

Per quanto riguarda il primo aspetto, si identificano quelle qualifiche riconducibili ai filoni del trattamento e analisi dei dati, della progettazione delle applicazioni associate ai nuovi media e ai social network e delle professioni legate all'automazione dei processi produttivi e logistici. In realtà queste figure professionali sono presenti nel mercato del lavoro da tempo e non è possibile con questo tipo di analisi appurare il livello di aggiornamento delle competenze innescato da un eventuale processo di trasformazione aderente al paradigma Industria 4.0. In altre parole, sarebbe necessario affiancare alle qualifiche un insieme di competenze tecniche e di *soft skills* per provare a identificare le ricorrenze e la diffusione.

In secondo luogo, escludendo le professioni definite come "non 4.0", si elimina a priori la possibilità di rilevare la pervasività delle tecnologie abilitanti e la loro possibilità di influenzare anche quelle apparentemente meno vicine al paradigma della fabbrica intelligente. Sarebbe infatti opportuno, partendo dalle mansione e dalle competenze in senso ampio classificare le professioni secondo un "grado di routinarietà", ipotizzando che quelle meno routinarie siano anche quelle meno sostituibili dall'automazione. Il sistema produttivo toscano, storicamente, è caratterizzato dalla presenza di una manifattura tradizionale in parte fondata sul saper fare, sulla

[8] L'indicatore è il prodotto di due fattori: il primo è dato dal rapporto tra il numero di contratti a tempi indeterminato attivati sul numero di contratti totali nel periodo considerato; il secondo è la quota delle giornate lavorate osservate per ogni testa su quelle potenzialmente lavorabili nell'intervallo temporale che si estende dalla data del primo avviamento fino alla cesura del tempo di osservazione.

[9] Si applica qui la stessa tecnica adottata per rilevare le figure professionali a precedenti rapporti Irpet a cui si rimanda per un approfondimento metodologico: http://www.irpet.it/wp-content/uploads/2016/04/570_Rapporto-FP-definitivo-Duranti-10.2015.pdf ; http://www.irpet.it/archives/45568.

manualità, sulla creatività, mentre più debole appare sul versante della diffusione delle imprese squisitamente ICT. È importante quindi considerare anche questo aspetto.

Tabella 6
PROSPETTO DELLE FIGURE PROFESSIONALI 4.0 PIÙ ATTIVATE E PIÙ RICHIESTE

		Stabilità del lavoro	
		Stabili	Poco stabili
Attivazione di lavoro (persone avviate)	Medio grandi	Analisti e progettisti di software Analisti di sistema Ingegneri meccanici Ingegneri elettrotecnici e dell'automazione industriale Ingegneri elettronici Tecnici programmatori Tecnici meccanici Tecnici elettronici Disegnatori tecnici Tecnici della produzione manifatturiera Responsabili di magazzino e della distribuzione interna Operatori di macchinari per la produzione di farmaci Operatori di impianti di recupero e riciclaggio dei rifiuti Addetti a macchinari per la stampa dei tessuti	Analisti e progettisti di applicazioni web Tecnici esperti in applicazioni Tecnici della conduzione e del controllo di catene di montaggio automatiche Tecnici della preparazione alimentare Tecnici della produzione alimentare Tecnici della produzione di servizi Tecnici dell'organizzazione e della gestione dei fattori produttivi Tecnici della vendita e della distribuzione Spedizionieri e tecnici dell'organizzazione commerciale Insegnanti nella formazione professionale Operatori di macchinari e di impianti per la chimica di base e la chimica fine Operatori di macchinari per la produzione di prodotti derivati dalla chimica (farmaci esclusi) Operatori di catene di montaggio automatizzate Conduttori di macchine utensili automatiche e semiautomatiche industriali Conduttori di macchinari per la fabbricazione di altri articoli in gomma Conduttori di macchinari per la fabbricazione di articoli in plastica e assimilati Assemblatori e cablatori di apparecchiature elettriche Assemblatori e cablatori di apparecchiature elettroniche e di telecomunicazioni
	Medio piccole	Specialisti in reti e comunicazioni informatiche Amministratori di sistemi Specialisti in sicurezza informatica Ingegneri progettisti di calcolatori e loro periferiche Ingegneri chimici e petroliferi Ingegneri dei materiali Ingegneri industriali e gestionali Tecnici web Tecnici gestori di reti e di sistemi telematici Tecnici per le telecomunicazioni Elettrotecnici Disegnatori tessili Tecnici della conduzione e del controllo di impianti di produzione dei metalli Tecnici della conduzione e del controllo di impianti di produzione della carta Tecnici dell'esercizio di reti idriche e di altri fluidi Conduttori di macchine per la trafila di metalli Conduttori di macchine per l'estrusione e la profilatura di metalli Operatori di impianti per la depurazione, la potabilizzazione e la distribuzione delle acque	Analisti e progettisti di basi dati Ingegneri in telecomunicazioni Ingegneri biomedici e bioingegneri Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche industriali e dell'informazione Tecnici gestori di basi di dati Tecnici del risparmio energetico e delle energie rinnovabili Tecnici della conduzione e del controllo di impianti chimici Tecnici della conduzione e del controllo di impianti di trattamento delle acque Tecnici della produzione di energia termica ed elettrica Tecnici della sicurezza degli impianti Tecnici del controllo ambientale Tecnici della raccolta e trattamento dei rifiuti e della bonifica ambientale Tecnici dell'acquisizione delle informazioni Conduttori di impianti per la lavorazione del vetro Conduttori di impianti per la fabbricazione in serie di pannelli in legno

Per quanto riguarda il secondo problema, legato alle banche dati che ci permettono di monitorare il mercato del lavoro, quella delle Comunicazioni obbligatorie ha il limite di cogliere i movimenti legati ad avviamenti e cessazioni - ossia i flussi - e non lo stock, oltre a rilevare soltanto il lavoro dipendente, lasciando fuori il mondo dei liberi professionisti. Del resto, il database ISTAT sulle forze di lavoro ha un carattere campionario e i microdati presentano una classificazione dei codici professionali che arriva soltanto a 3 digit, rendendo impossibile differenziare tanto da cogliere le diverse figure. Le Comunicazioni obbligatorie colgono inoltre, attraverso gli avviamenti, soltanto l'incontro tra domanda e offerta andato a buon fine ma non l'effettiva richiesta della imprese, che

spesso può risultare insoddisfatta. Un'analisi dei portali di incontro domanda/offerta e delle posizioni lavorative aperte dalle imprese toscane, potrebbe offrire un quadro più completo, includendo anche le nuove figure professionali non classificate, sia sul lato dei lavoratori disponibili che su quello dei desiderata delle aziende.

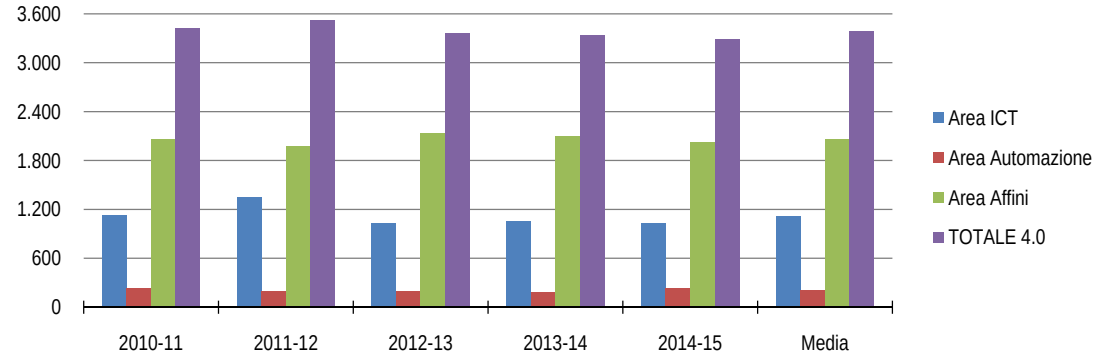
3.2 L'analisi dell'offerta

Un altro aspetto che è possibile considerare nella rilevazione delle competenze 4.0 riguarda il lato dell'offerta, ossia la capacità dei sistemi formativi di preparare persone all'altezza delle sfide legate al paradigma della fabbrica intelligente, sia nel caso delle scuole che in quello delle università.

Applichiamo al caso toscano la classificazione proposta e utilizzata dall'Osservatorio sulle competenze digitali a livello nazionale, per identificare i laureati e i diplomati più vicini alle professioni ICT e digitali[10]. In particolare, le classi di laurea vengono suddivise in tre raggruppamenti: (1) area ICT, (2) area Industriale/Automatica, (3) area Affini. Nella prima sono raccolti i corsi di studio relativi alle conoscenze in ambito ICT come informatica, ingegneria informatica, elettronica, telecomunicazioni e bioingegneria. Nella seconda area troviamo i corsi più vicini al mondo manifatturiero associabile al paradigma Industria 4.0: meccatronica, ingegneria dell'automazione, ingegneria elettrica ed energetica. Infine il gruppo degli "affini" riguarda sia matematica, fisica e statistica, che ingegneria gestionale ed economia aziendale.

In questa prima fase ci siamo limitati a conteggiare i laureati operando questa suddivisione a partire dalle classi di laurea e utilizzando i dati presenti nell'anagrafe MIUR, disponibili per il periodo 2010-2015. In questo arco di tempo (5 anni accademici) in Toscana si sono laureati in media all'anno circa 18mila studenti, per un volume totale di 91.436, che corrispondono al 6,2% di tutti i laureati italiani. Le figure 4.0 pesano a livello regionale mediamente il 18,6 % e risultano in crescita rispetto al 2010-11, quando rappresentavano il 18,1%, raggiungendo la percentuale massima nell'anno accademico 2013-14 (19%).

Grafico 7
LAUREATI VICINI ALLE PROFESSIONI ICT E DIGITALI. TOSCANA. 2010-2015



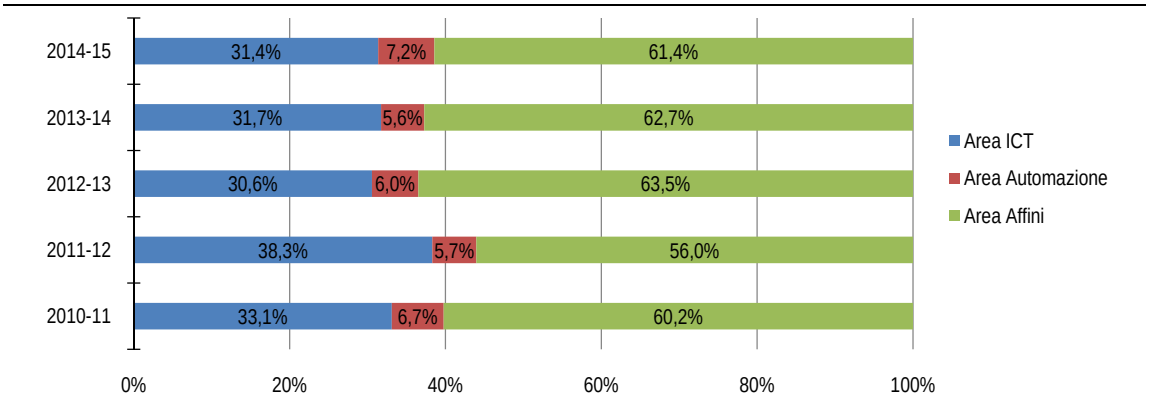
Fonte: elaborazioni IRPET su dati Anagrafe MIUR

Osservando la composizione interna ai laureati 4.0, essi risultano più numerosi nel gruppo dei corsi relativi alle materie "affini", in particolare per il peso dovuto a economia aziendale.

[10] Osservatorio delle competenze digitali 2015, http://www.assinform.it/Pubblicazioni/Osservatorio-Delle-Competenze-Digitali.kl.

Meno rilevante in termini comparativi il settore dell'automazione, più vicino ai temi di industria 4.0. L'area ICT costituisce circa il 30% dei laureati 4.0 e il 6% di quelli totali. In questo campo prevalgono gli ingegneri dell'informazione, che includono sia materie prettamente informatiche che legate alle telecomunicazioni. L'andamento nel corso degli anni non mostra trend di cambiamento rilevanti. Nel confronto tra 2010-11 e 2014-15 si nota però un lieve aumento del peso relativo dei laureati nell'area industriale/automatica.

Grafico 8
LAUREATI VICINI ALLE PROFESSIONI ICT E DIGITALI DISTINTI PER AREA DI STUDIO. TOSCANA. 2010-2015



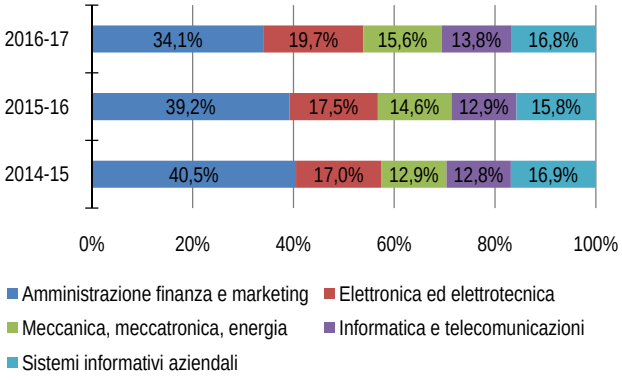
Fonte: elaborazioni IRPET su dati Anagrafe MIUR

Provando ad applicare una classificazione simile dei corsi alle scuole secondarie[11], per le quali disponiamo per la Toscana del numero di iscritti all'ultimo anno, è possibile stimare il numero dei diplomati 4.0. Essi rappresentano nell'anno accademico 2016-17 il 14,1% dei diplomati totali e afferiscono ai seguenti indirizzi: "Informatica e telecomunicazioni", "Meccanica, meccatronica, energia", "Elettronica e elettrotecnica", "Amministrazione e marketing". Il loro peso durante gli ultimi tre anni scolastici è diminuito, ma guardando alla composizione interna si nota come tale calo sia principalmente dovuto a un minor numero di iscritti all'indirizzo "Amministrazione e marketing", che è anche quello più tradizionale, sebbene ancillare rispetto alle materie prettamente industriali e digitali. Cresce invece il peso degli altri indirizzi e in particolare quello di elettronica ed elettrotecnica, che passa dal 17% del 2014-15 al 19,7% del 2016-17.

[11] Osservatorio delle competenze digitali 2015, http://www.assinform.it/Pubblicazioni/Osservatorio-Delle-Competenze-Digitali.kl.

Figura 9
STIMA DEI DIPLOMATI 4.0 E COMPOSIZIONE INTERNA. TOSCANA. 2014-2017

	2014-15	2015-16	2016-17
Stima diplomati 4.0	3.858	3845	3.528
Stima diplomati totali	24.382	25.917	25.081
% su totale diplomati	15,8	14,8	14,1



Fonte: elaborazioni IRPET su dati Regione Toscana

In questo paragrafo abbiamo tentato di offrire, mediante un'applicazione primitiva e preliminare, una prima immagine dell'offerta di competenze 4.0. Essa non include, però, nell'analisi degli alti livelli di studio la distinzione tra lauree triennali e magistrali, i dottorati e i master, gli ITS, per loro natura più indirizzati verso le richieste delle aziende e presenti in Toscana anche nei settori specificatamente 4.0[12]. Non sono state considerate le conoscenze e le competenze potenzialmente apprese nei diversi corsi di laurea, che possono essere stabilite guardando ai crediti formativi acquisiti nel percorso di studio.

Per quanto riguarda invece i diplomati potrebbe essere interessante distinguere la collocazione territoriale dei diversi istituti e il rapporto con le filiere produttive di riferimento, nonché trattare le immatricolazioni dei diplomanti che scelgono corsi di laurea coerenti con il paradigma 4.0.

Infine, sarebbe opportuno mettere in relazione analisi della domanda e dell'offerta di competenze 4.0 per definire il grado di allineamento quantitativo e qualitativo delle professionalità richieste dal sistema produttivo rispetto a quelle presenti nelle imprese e che si propongono sul mercato del lavoro.

4. Risultati interviste e focus group

Nel mese di maggio sono state condotte interviste a 12 imprese nei settori abilitanti[13] (ICT, logistica, meccanica) e 4 focus group rispettivamente per (1) chimica e farmaceutica, (2) moda, (3) marmo, carta e nautica, (4) turismo e cultura. Si tratta di alcuni tra i soggetti più attivi e sensibili ai temi di INDUSTRIA 4.0 operanti in Toscana, con una visione anche del proprio indotto e dei mercati di riferimento. L'analisi parte dal tentativo di identificare il

[12] Gli ITS oggi attivi in Toscana sono 7: Fondazione ITS Energia e Ambientenergia; ITS Prime – Istituto Tecnico Superiore per la Manutenzione industriale; Fondazione ITS M.I.T.A. (Made in Italy Tuscany Academy); Istituto tecnico Superiore E.A.T. – Eccellenza Agroalimentare Toscana; Fondazione Istituto Tecnico Superiore per la Mobilità sostenibile ISYL Italian Super Yacht Life; Fondazione Istituto Tecnico Superiore Turismo Arte e Beni culturali TAB; VITA – Istituto Tecnico Superiore per le nuove tecnologie della vita.

[13] Per settori abilitanti intendiamo quelli naturalmente preposti alla diffusione delle tecnologie digitali, con compiti spesso di formazione nei confronti dei propri clienti, intesi come altre imprese.

comportamento attuale e futuro delle imprese rispetto all'adozione delle principali tecnologie digitali[14], così come tracciate dal Piano Nazionale Industria 4.0 (detto anche piano Calenda), per andare poi a indagare meglio l'impatto sulle competenze e sulle figure professionali.

Il numero esiguo di interlocutori impedisce di inferire una qualsiasi rappresentatività statistica e di entrare nello specifico dei singoli settori, ma le informazioni raccolte permettono di elaborare alcune considerazioni in tema di competenze digitali e figure professionali 4.0, che guideranno l'analisi successiva, di seguito riportate in forma sintetica.

✓ **Ogni settore e ogni filiera si caratterizza per esigenze specifiche**

È opportuno operare una prima distinzione tra mondo della manifattura e mondo dei servizi (nel nostro caso turismo[15] e cultura): mentre il primo è più interessato a migliorare e innovare i processi produttivi (soprattutto Advanced manufacturing solutions, Additive manufacturing, Horizontal / Vertical Integration, Industrial Internet/IoT), il secondo appare maggiormente orientato alle strategie di gestione delle informazioni e di interazione con il cliente finale. Si evidenziano poi ambiti più trasversali quali Cloud, Cyber security e Big Data and Analytics[16].

All'interno della manifattura è inoltre evidente la differente rilevanza delle tecnologie abilitanti dovuta al posizionamento più a monte o più a valle nella filiera produttiva di riferimento e delle caratteristiche specifiche del processo produttivo.

La considerazione a parte di ICT, logistica e meccanica è risultata una scelta metodologica appropriata, che tiene conto del ruolo di traino che le imprese di questi settori possono giocare nella diffusione -effettiva ma anche sul piano culturale- delle tecnologie digitali. La loro presenza sul territorio è fondamentale per fornire servizi avanzati e supportare le attività che caratterizzano l'economia regionale. In ogni caso le imprese impegnate in investimenti legati al paradigma Industria 4.0 si rivolgeranno comunque a questi settori in cui dominano alcune importanti multinazionali. Avere soggetti con queste competenze sul territorio regionale sarebbe importante soprattutto per le piccole imprese, che hanno esigenze più limitate e specifiche e minori possibilità finanziarie. In particolare l'ICT richiederebbe un'attenzione specifica perché qui si concentreranno le richieste di figure professionali nuove incentrate sulle competenze digitali e si apriranno spazi in termini di nuova imprenditorialità.

✓ **I fabbisogni professionali "4.0" rappresentano solo una porzione dei più generali fabbisogni professionali**

Un'ulteriore opportuna precisazione riguarda la distinzione tra fabbisogni professionali e specifica declinazione "4.0". Questa prospettiva è valida perché il sistema produttivo toscano in misura consistente non è ancora interessato da processi di digitalizzazione: non li conosce, non è in grado di supportarne i costi o non ne vede la convenienza economica. Solo una minima quota di imprese esprime infatti fabbisogni formativi coerenti con l'acquisizione spinta di competenze digitali[17].

Non si deve quindi dimenticare che la gran parte della domanda di fabbisogni rimarrà in linea con i risultati della precedente ricerca Irpet[18]. Servirà piuttosto un impegno dell'istituzione per conferire maggiore flessibilità agli strumenti normativi, così da permettere l'inserimento di

[14] Advanced Manufacturing Solution; Additive Manufacturing; Augmented Reality; Simulation; Horizontal e Vertical Integration; Industrial Internet; Cloud; Cyber-Security ; Big Data Analytics.

[15] Sul versante dell'agriturismo si ritrova l'ambito della produzione agricola, che in termini di utilizzo delle tecnologie abilitanti ha aspetti in comune con la manifattura.

[16] Il riferimento è alle 9 tecnologie abilitanti utilizzate nel piano Calenda.

[17] Irpet e QUINN 2017, "Il posizionamento tecnologico delle supply chian toscane sul tema fabbrica 4.0".

[18] Si veda l'Atlante dei fabbisogni professionali e le relative ricerche IRPET http://www.irpet.it/atlante-fabbisogni-professionali.

moduli ad hoc in grado di innestare nuove competenze digitali nelle figure professionali tradizionali.

In effetti, la pervasività delle competenze digitali è destinata a crescere, anche se a livelli diversi di complessità. Quelli più elevati riguardano l'implementazione e la gestione integrata delle tecnologie, che necessita di un ripensamento più generale dei modelli di business. Chi invece dovrà materialmente soltanto utilizzare interfaccia tecnologiche con compiti precisi e standardizzati, necessiterà di una formazione specifica ma meno complessa, soprattutto per le nuove generazioni di lavoratori. Anche le figure professionali più tradizionali avranno bisogno di aggiornamenti relativi alle competenze digitali.

✓ **Competenze digitali: una questione generazionale**

Dai colloqui con le imprese più dinamiche emerge la consapevolezza della sfida a cui sarà sottoposto il sistema regionale e nazionale, non solo economico, nei prossimi anni. Le aziende il cui personale ha un'età media elevata saranno più in difficoltà di quelle più giovani, naturalmente meglio predisposte all'utilizzo delle tecnologie digitali. La formazione degli occupati è identificata come uno strumento chiave per mantenere le imprese competitive, ma si esprime preoccupazione rispetto alla capacità delle vecchie generazioni di apprendere l'utilizzo delle nuove tecnologie. Il ricambio dei dipendenti è inoltre ostacolato dalle politiche del personale di molte imprese, che non prevedono nuove assunzioni per allargare l'organico. In questo senso provvedimenti che favoriscano il passaggio generazionale aiuterebbero l'acquisizione di competenze più in linea con i futuri fabbisogni professionali.

Le nuove imprese nascono invece con un vantaggio competitivo rispetto alla pervasività e all'utilizzo delle tecnologie abilitanti, specialmente nel settore ICT.

✓ **Competenze digitali: una questione culturale**

È alto il rischio di ridurre il processo di digitalizzazione e automazione a una mera adozione di tecnologie informatiche senza cogliere le opportunità di innovazione, aumento della competitività e creazione di lavoro che esso può creare.

Dal punto di vista degli attori produttivi, soltanto le imprese inserite in un ambiente cosciente delle potenzialità della digitalizzazione in termini di trasformazione organizzativa del mondo della produzione e del lavoro, potranno raccogliere la sfida rappresentata da Industria 4.0. Ciò significa mettere in grado le imprese di identificare il proprio specifico percorso verso questo cambiamento adeguandolo al proprio business in un'ottica di *smart specialization*. Per questo, le istituzioni, la PA, la scuola e l'università devono esse stesse farsi promotrici di una cultura digitale.

✓ **Competenze digitali e figure professionali 4.0**

Entrando nel merito, è importante distinguere tra competenze digitali e figure professionali in linea con la quarta rivoluzione industriale. Come è noto esiste un dibattito sull'impatto di questo processo sulla riduzione dell'occupazione, che potrebbe coincidere con il superamento di numerose figure professionali. Altri autori sostengono, invece, che più che di scomparsa di professioni è opportuno parlare di cambiamento dei profili, su cui si innesteranno nuove competenze e nuove modalità di lavoro. Le istituzioni politiche sono in ogni caso chiamate a indirizzare i processi in corso. Il processo di automazione delle funzioni coinvolgerà in particolare quelle più routinarie e codificabili esaltando il ruolo delle cosiddette *soft skills* (si veda sotto).

✓ **Formazione per occupati**

Come accennato, le figure professionali nuove si conteranno in numero probabilmente limitato e si concentreranno nei settori abilitanti, più esposti al cambiamento tecnologico. La diffusione delle competenze digitali diverrà comunque più pervasiva e andrà a permeare anche figure tradizionali. Le imprese saranno quindi chiamate non solo ad assumere nuove figure ma anche e soprattutto ad aggiornare il profilo professionale di quelle già presenti, con significativi investimenti nella formazione agli occupati.

Per le imprese che hanno avviato o avvieranno anche grazie a bandi regionali investimenti coerenti con il profilo INDUSTRIA 4.0 sarebbe opportuno prevedere incentivi alla formazione adeguata del personale dipendente. Per le aziende che non prevedono nuove assunzioni, la formazione degli occupati diventa fondamentale per implementare le trasformazioni potenzialmente innescate dall'introduzione delle tecnologie digitali.

✓ **Formazione per manager e imprenditori**

Considerando il profilo medio delle imprese toscane, un ruolo cruciale può essere rivestito dalla presenza di manager e imprenditori sensibili alle trasformazioni in atto e coscienti delle potenzialità delle tecnologie digitali per i propri business. Prevedere un'animazione dei territori e una formazione per questi soggetti risulta fondamentale soprattutto per aprire le imprese più piccole al cambiamento ed evitare il rischio di inutili investimenti in hardware e software evoluti non in grado di produrre miglioramenti.

✓ **Le *soft skills***

Un tema chiave del paradigma Industria 4.0 riguarda le cosiddette *soft skills*. Tutte le imprese sentite sono concordi nel rilevarne l'importanza crescente, ma il livello di specificazione e le strategie da adottare per favorire l'assorbimento di queste competenze risultano vaghi. Si parla in generale di *problem solving*, creatività e curiosità, capacità di lavorare in gruppo, capacità di lavorare per obiettivi, disponibilità al cambiamento, ecc. La scuola e l'Università sembrano le istituzioni preposte a formare queste competenze nelle nuove generazioni, anche modificando le tecniche e gli stili di insegnamento. In questo senso, scuole e università dovrebbero essere considerate soggetti attivi nel processo di digitalizzazione e messe in condizione di aggiornare e rinnovare le proprie strutture, oltre che i propri metodi di passaggio delle competenze e delle competenze.

✓ **L'interlocuzione con l'attore pubblico**

C'è apprezzamento per il piano industriale Calenda e per l'attenzione della Regione Toscana sul tema Industria 4.0. Quello che si ricerca è un impegno del pubblico volto a semplificare le procedure e permettere ai sistemi produttivi territorialmente più strutturati di definire i propri percorsi verso il paradigma Industria 4.0, soprattutto in sede di formazione conferendo maggiore flessibilità alle figure professionali da formare: non tanto nuove "figure 4.0", quanto competenze digitali per aggiornare figure professionali già presenti e già richieste dalle diverse attività produttive.

✓ **Dimensioni utili a definire le competenze e le figure professionali 4.0**

- *Grado di adozione dei paradigmi di industria 4.0.* È utile distinguere tra *adopter*, *follower* e *the others.* Poiché i primi due gruppi rappresentano la minoranza delle imprese toscane diviene fondamentale un'azione di divulgazione, valutazione e contestualizzazione del paradigma Industria 4.0 tra i manager e gli imprenditori che operano in Toscana.

- *Tipo di settore.* È utile distinguere tra settori abilitanti (ICT, logistica e meccanica), più naturalmente permeabili alle competenze digitali e gli altri. In particolare i sistemi e le funzioni ICT[19], che abilitano le capacità di condivisione, comunicazione e collaborazione sono quelle intorno alle quali nasceranno anche nuove figure professionali. Per i settori manifatturieri più tradizionali del Made in Italy la diffusione del paradigma Industria 4.0 passa dalla capacità di contestualizzare l'utilizzo delle tecnologie, legandolo alle esigenze specifiche delle imprese. Alcune traiettorie suggerite riguardano l'integrazione della *supply chain*, la logistica e il *retail*. Nei settori non industriali come il turismo e la cultura la diffusione delle tecnologie digitali avrà caratteristiche proprie, più incentrate sulla raccolta e analisi delle informazioni e l'organizzazione dell'offerta di servizi locali.
- *Posizione nella filiera.* È utile distinguere tra tipo di attività svolta dall'impresa all'interno della filiera (progettazione e R&S; produzione – committente o fornitore; after-sales; marketing; logistica…), che può fornire indicazioni sull'interesse per specifiche tecnologie abilitanti e non per altre.
- *Competenze interne o esterne all'impresa*. Per acquisire nuove competenze l'impresa può scegliere strade diverse: (1) assumere nuovo personale; (2) formare personale interno; (3) ricercare competenze sul mercato sottoforma di consulenze e contoterzi, senza la volontà di internalizzarle.
- *Dimensioni dell'impresa e presenza di sistemi produttivi territorializzati*. La piccola dimensione in termini di addetti penalizza la scelta di internalizzazione certe competenze. Laddove i sistemi produttivi siano concentrati in uno stesso territorio è possibile o da parte di soggetti intermediari o stimolando l'imprenditorialità creare figure di libero professionista o *start-up* in grado di rispondere alle esigenze di più imprese. Un respiro medio-lungo dei nuovi investimenti potrà favorire la programmazione di nuove assunzioni.
-

✓ **Figure professionali con competenze 4.0: una tassonomia**

In tabella sono elencate figure professionali con competenze 4.0 -presenti e non presenti nella classificazione ISTAT- individuate a seguito di un'analisi testuale su pubblicazioni riguardanti Industria 4.0[20]. Per ogni profilo è specificata la possibilità di impiego nei diversi processi aziendali e la presenza delle figure nelle pubblicazioni più note sull'argomanto, nazionali e internazionali.

[19] Framework E-CF (norma UNI EN 16234-1): 40 competenze per l'ICT. Framework europeo condiviso per i professinsti ICT di tutti i settori industriali, http://www.ecompetences.eu/it/ .

[20] L'analisi è stata svolta dal consorzio QUINN ed è presentata nel rapporto IRPET e QUINN 2017, "Il posizionamento tecnologico delle supply chian toscane sul tema fabbrica 4.0"

Tabella 10
FIGURE PROFESSIONALI CON COMPETENZE 4.0

	Figure professionali con competenze 4.0	Processi aziendali				Focus su contesto italiano				Focus su contesto globale			
		Progettazione	Produzione/Erogazione	Management e Supporto	Marketing e Vendite	Assolombarda e Università di Milano Bicocca - Crisp, 2016	Unioncamere, 2016	Aica, Assinform e Assintel, 2016	RISE - Università di Brescia, 2017	Boston Consulting Group, 2015	World Economic Forum, WEF, 2016	ILO, 2013	Harvard Business Review, 2015
Profili professionali presenti nella classificazione ISTAT	Analisti e progettisti software	✓	✓			●	●	●			●	●	●
	Ingegneri meccanici	✓	✓			●	●			●	●	●	●
	Ingegnere progettista	✓									●		
	Disegnatori tecnici	✓				●	●				●		
	Ingegneri energetici	✓	✓				●				●		
	Responsabile di base dati	✓		✓		●		●					
	Analista di sistema	✓		✓		●		●					
	Analista di business	✓		✓	✓			●	●		●		●
	Tecnici esperti in applicazioni		✓	✓		●	●	●		●	●		
	Tecnici per le telecomunicazioni		✓	✓		●		●			●	●	
	Tecnici della produzione		✓			●					●		
	Conduttori di macchine e operatori di impianti industriali		✓			●							
	Operatori di catene di montaggio automatizzate		✓			●				●	●		
	Tecnici dell'organizzazione e della gestione dei fattori produttivi		✓	✓		●					●		
	Tecnici della vendita e della distribuzione			✓	✓	●	●		●		●		●
Profili professionali emergenti non classificati da ISTAT	Progettisti di software cognitivi	✓								●	●	●	●
	Enterprise (ICT) architect	✓		✓		●		●		●			
	System (ICT) Architect	✓		✓		●		●		●			
	Data scientist	✓		✓	✓				●	●	●		●
	Addetti alla realtà aumentata	✓	✓	✓						●			●
	Connectivity and cyber security expert	✓	✓	✓		●		●	●				●
	Mobile developer	✓	✓	✓				●		●			
	Tecnici addetti alla stampa 3D	✓	✓			●							
	Piloti di droni		✓			●							
	System (ICT) Administrator			✓		●		●					
	HSE specialist			✓		●						●	
	Regulatory affairs specialist			✓							●		
	Social media specialist/marketing				✓			●	●		●		●
	Social network analyst				✓				●		●		●
	Web marketing specialist				✓				●		●		

Fonte: IRPET e QUINN 2017, "Il posizionamento tecnologico delle supply chian toscane sul tema fabbrica 4.0".

Riferimenti bibliografici

Arntz M., Gregory T. e Zierahn U. (2016), *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*

Autor D. H. (2015), "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 29, n. 3, pp. 3-30, doi:10.1257/jep.29.3.3

Blinder A. S. (2009), "How Many US Jobs Might be Offshorable?", *World Economics*, vol. 1, n. 2, pp. 41-78

Blinder A. S. e Krueger A. B. (2013), "Alternative Measures of Offshorability: A Survey Approach", *Journal of Labor Economics*, vol. 31, n. S1, pp. 97-128

Brynjolfsson E. e McAfee A. (2014), *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*, WW Norton & Company

Calvino F. e Virgillito M. E. (2017), "The Innovation-Employment Nexus: A Critical Survey of Theory and Empirics", *Journal of Economic Surveys*, n/a--n/a

Ford M. (2015), *Rise of the Robots: Technology and the Threat of a Jobless Future*, Basic Books

Freeman R. B. (2015), *Who owns the robots rules the world*, IZA World of Labor

Frey C. B. e Osborne M. A. (2017), "The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?", *Technological Forecasting and Social Change*, n. 114, pp. 254-280, doi:10.1016/j.techfore.2016.08.019

Gordon R. J. (2016), *The Rise and Fall of American Growth: The US Standard of Living since the Civil War*, Princeton University Press

IMF (2017), *World Economic Outlook*, International Monetary Fund

Kaplan J. (2015), *Humans need not apply: A guide to wealth and work in the age of artificial intelligence*, Yale University Press

Karabarbounis L. e Neiman B. (2014), "The global decline of the labor share", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 129, n. 1, pp. 61-103

Mokyr J., Vickers C. e Ziebarth N. L. (2015), "The History of Technological Anxiety and the Future of Economic Growth: Is This Time Different?", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 29, n. 3, pp. 31-50, doi:10.1257/jep.29.3.31

OECD (2016), *New Skills for the Digital Economy. Measuring the Demand and Supply of ICT Skills at Work*

Piva M. e Vivarelli M. (2017), *Technological Change and Employment: Were Ricardo and Marx Right?*

Skidelsky R. (2013), *The rise of the robots*, Project Syndicate, 19 february, http://www. project-syndicate. org/commentary/the-future-of-work-in-a-world-of-automation-by-robert-skidelsky

Schwab K. (2016), *La quarta rivoluzione industriale*, FrancoAngeli, Milano

Vivarelli M. (2007), *Innovation and Employment: A Survey*, Milano