XXXIX CONFERENZA ITALIANA DI SCIENZE REGIONALI

Competenze e figure professionali di fronte alla quarta rivoluzione industriale

Natalia Faraoni[[1]](#footnote-2), Tommaso Ferraresi[[2]](#footnote-3), Donatella Marinari[[3]](#footnote-4), Nicola Sciclone[[4]](#footnote-5)

Abstract

The aim of paper is to explore the impact of the adoption of the latest waves of technological artefacts (i.e. the massive adoption of AI, robots and machine learning) upon employment dynamics, addressing how the tasks performed by workers might be affected. Many authors discuss about the future of jobs (WEF 2016) and the changing nature of innovation and work (Brynjolfsson and McAfee 2014; Ford 2015). Frey and Osborne (2017) suggest that around 47% of total US employment is potentially automatable over the next decades. Arntz et al. (2016)⁠ estimate the share of jobs at risk of automation for 21 OECD countries, with different results. We suggest a different perspective, to wonder not how many and what kind of jobs could disappear, but (1) what are the potential benefits of the adoption of ICT on employment, (2) if (Italian) labour markets are ready to this and (3) under what conditions. In order to achieve our goals, we implement two complementary approaches. First, we give a picture about knowledge, skills and tasks currently required to pursuit of each profession in Italy and US based, respectively on INAPP and O\*NET datastes. In order to analyse the databases we distinct two different variables: (a) the degree of automation/substitution; (b) the degree of digitalization. Second, we apply a dictionary about skills and abilities related to Industry 4.0 based on text mining techniques (Fareri et al. 2017). More precisely, we do implement a principal component analysis in order to pin down different patterns of the impact of the Fourth Industrial Revolution on professions in Italy.

**1. Premessa**

Nell’ambito dell’ampia discussione sulla quarta rivoluzione industriale, caratterizzata 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, è cresciuto l’interesse di studiosi, decisori pubblici e addetti ai lavori per gli effetti delle trasformazioni in corso sul mercato del lavoro. Quale potrà essere l’impatto delle tecnologie digitali sull’occupazione? Quali professioni sono a più alto rischio di sostituzione e quali invece emergeranno tra le più richieste? Come si modificano le competenze all’interno dei singoli profili professionali e in che modo le istituzioni formative a vari livelli sono in grado di rispondere a tali cambiamenti? Si tratta di domande a cui non è facile rispondere, sia perché esse chiamano in causa la capacità di prevedere traiettorie di sviluppo non ancora definite, sia perché a ben vedere confondono aspetti diversi a cui sembra opportuno provare a rispondere separatamente.

L’obiettivo di questo lavoro è offrire un contributo nell’identificazione di un modello di analisi delle competenze e delle professioni maggiormente coinvolte dalle trasformazioni riconducibili al dibattito sulla quarta rivoluzione industriale, per poter leggere le caratteristiche dei profili professionali prevalenti in Italia e in Toscana. La ragione di fondo di tale interesse è la convinzione che conoscenze, competenze e abilità delle persone siano al centro dei attuali cambiamenti socioeconomici. Per accogliere e indirizzare tali trasformazioni è necessario puntare sul lavoro qualificato ed espandere il più possibile le possibilità di formazione delle persone.

A questo fine è opportuno in primo luogo, nel dibattito che ormai ricade sotto l’epiteto di Industria 4.0, isolare alcuni aspetti che richiamano filoni di ricerca di più lungo periodo per identificare poche linee di analisi di breve e medio periodo utili per indagare il sistema delle competenze regionali.

Il lavoro si compone quindi di 4 parti. La prima, introduttiva, fa il punto sul dibattito intorno al tema Industria 4.0, al solo fine di far emergere le questioni più rilevanti per il nostro ragionamento. La seconda presenta il modello di analisi fondato sulla specificazione di due concetti chiave: quello di “aderenza” delle competenze al paradigma Industria 4.0 e quello di automazione e routinarietà delle mansioni ascrivibili a una determinata professione. La terza parte prende in esame due banchedati, una sul caso italiano – ISFOL - e l’altra sugli Stati Uniti -O\*NET – che raccolgono le professioni al massimo grado di disaggregazione secondo le classificazioni ISCO e SOC ed elencano l’insieme delle conoscenze, competenze, abilità ecc. riferibili a ciascuna professione associando un punteggio di importanza e di complessità.

La quarta parte propone, a partire dai limiti rilevati dall’analisi compiuta sulle banche dati ISFOL e O\*NET, l’elaborazione di un vocabolario di competenze e abilità emergente da un’analisi delle principali fonti bibliografiche in lingua inglese relative ai temi di Industria 4.0 e abbozza alcune possibili prospettive di utilizzo.

**2. Il lavoro nell’era 4.0: una riflessione sulla letteratura**

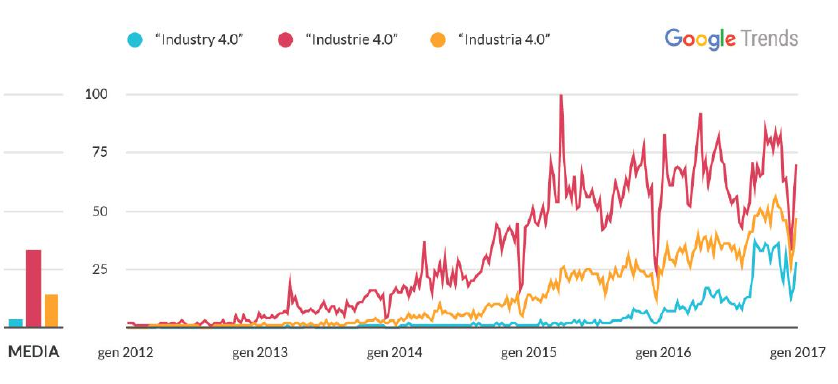
Nel 2016 Klaus Schwab, fondatore e direttore esecutivo del World Economic Forum,tematizza la quarta rivoluzione industriale, definendone caratteristiche, opportunità e rischi (Schwab 2016), in anni in cui non si contano le pubblicazioni sulle trasformazioni sociali portate da “la seconda era delle macchine” (Brynjolfsson e McAfee 2014) e da “l’ascesa dei robot” (Ford 2015). L’epiteto di Industria 4.0, corrispettivo italiano del tedesco Industrie 4.0 ha una genesi diversa, ascrivibile al nuovo corso della politica industriale tedesca, sancita dal report diffuso nel 2013 alla fiera di Hannover (Roland Berger 2014), che identificava gli investimenti necessari per traghettare la Germania manifatturiera verso la nuova era, mediante il traino di aziende tedesche leader nella fornitura di tecnologie (come Siemens, Bosch e Festo) e servizi ICT (come SAP e ESG).

Il modello tedesco di politica industriale è stato fonte di ispirazione per altri Paesi europei, tra cui l’Italia, che ha risposto nel 2016 con un piano nazionale Industria 4.0 (il cosiddetto Piano Calenda), volto a incentivare gli investimenti in macchinari e tecnologia, per favorire l’ammodernamento del sistema manifatturiero. È proprio a seguito degli interventi lanciati da alcuni tra i principali governi mondiali che il paradigma Industria 4.0 si afferma, mentre il processo di digitalizzazione dei sistemi produttivi è già in atto, mosso dalle strategie differenziate delle singole aziende e delle catene del valore in cui esse sono inserite, ma segnato anche dalla pervasività con cui le tecnologie stanno entrando nella vita quotidiana degli individui e delle comunità.

Se la rapida diffusione dell’utilizzo del termine Industria 4.0 (fig.1) suscita da più parti una comprensibile diffidenza, essa è il pretesto per portare all’attenzione alcune tendenze di lungo periodo: dal lato della domanda, il cambiamento nell’organizzazione dei sistemi di produzione e distribuzione dei beni e dei servizi a seguito della possibilità, a costi tendenzialmente sempre più accessibili, di interconnettere dispositivi e sistemi e raccogliere in tempo reale grandi moli di informazioni; dal lato dell’offerta, la nuova centralità, nell’ambito di questi sistemi complessi, del ruolo del “fattore umano” e delle conoscenze e competenze necessarie a svolgere le diverse mansioni. Questi processi di trasformazione sono fortemente interrelati ed è impossibile comprendere il loro andamento se non tenendo insieme l’analisi del sistema produttivo con quella del mercato del lavoro.

**FIGURA 1**

**Grafico dell’andamento delle ricerche effettuate on-line di “Industria 4.0”da Google trends**



*Fonte*: Fantoni *et al.* 2017, p.7

La crescente attenzione intorno alla nuova ondata di cambiamento tecnologico, che ha trovato una sintesi nel nome evocativo di Industria 4.0, ha inoltre coinciso in Italia con una politica industriale di investimenti che non si vedeva da decenni. I dati relativi agli “investimenti fissi lordi in impianti, macchinari e armamenti” a livello nazionale mostrano un aumento a partire dal quarto trimestre 2016, che si ripresenta nel 2017 (ISTAT 2017). E anche la risposta delle imprese medio-grandi toscane al nuovo corso di politica industriale sembra essere stato molto positiva, almeno da quanto emerge dai primi risultati di un’indagine condotta da IRPET[[5]](#footnote-6).

È infatti necessario ricordare che i buoni propositi della campagna Industria 4.0 sopraggiungono in un contesto nazionale di stagnazione ormai ultradecennale. La crisi finanziaria ha colpito quando la produttività del nostro sistema economico languiva da tempo, sia per la scarsa efficienza del settore pubblico e dei servizi *non tradable*, sia per i ritardi accumulati dall’industria manifatturiera. A incoraggiare gli investimenti non è servito il percorso a ostacoli di riforme che si sono succedute a partire dai primi anni Novanta, inserendo a più riprese elementi di flessibilizzazione nel mercato del lavoro e intervenendo sul sistema di welfare con una logica di fondo rivolta per lo più a tagliare orizzontalmente risorse pubbliche. Si è così accentuata la spaccatura tra le vecchie generazioni, tendenzialmente protette dal sistema di welfare novecentesco e le nuove, sempre più in difficoltà nel mercato del lavoro contemporaneo. La politica del rigore ha inoltre significato la riduzione di investimenti pubblici in campi strategici per rispondere ai cambiamenti innescati dal processo di digitalizzazione, quali la ricerca, l’istruzione e la formazione professionale, penalizzando invece di incentivarli comportamenti imprenditoriali rivolti a investire in capitale umano.

Cercando di tenere presente un quadro più ampio di quello sollecitato dal discorso pubblico su Industria 4.0, è comunque legittimo interrogarsi sugli effetti che la quarta rivoluzione industriale avrà e sta già avendo sul mondo del lavoro in Italia e in Toscana.

***2.1 Le principali prospettive di ricerca***

Le più citate analisi relative al futuro del lavoro a seguito dell’avvento della nuova era digitale si interrogano principalmente sul suo impatto sull’occupazione, rispondendo a una paura affatto nuova, come quella della tecnologia[[6]](#footnote-7).

Nel dettaglio, Frey e Osborne (2017) stimano il rischio di automazione connesso a ciascuna professione partendo dalla bancadati statunitense O\*NET[[7]](#footnote-8), con l’ausilio di un giudizio di esperti “tecnologi” che valutano un sottoinsieme di professioni in base al loro “livello di automatizzabilità”, avvalendosi di metodi legati all’analisi discriminante per estendere l’analisi a tutti i profili. Dalle loro stime, il 47% delle professioni negli Stati Uniti risultano a rischio di sostituzione. Il gruppo di lavoro The European House – Ambrosetti (2017) propone un’analisi dello scenario attuale e dell’impatto futuro dell’automazione nel mercato del lavoro italiano: a partire dall’articolo di Frey e Osborne, viene identificata una percentuale di rischio di sostituzione per 129 categorie professionali, affermando che il 14,9% del totale degli occupati, pari a 3,2 milioni di persone, potrebbe perdere il posto di lavoro nell’orizzonte temporale di riferimento, e propone alcune stime di impatto di tale calo occupazionale sui consumi delle famiglie, sul PIL e sul gettito fiscale[[8]](#footnote-9).

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 “soltanto” il 9% delle occupazioni negli Stati Uniti. 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%. La variabilità di queste prime stime è segno dell’elevato grado di incertezza che ruota attorno a questo tema.

Per il caso italiano, un altro studio interessante è l’analisi compiuta dall’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”»[[9]](#footnote-10).

Indipendentemente dal calcolo delle professioni a rischio, infatti, la situazione del nostro paese appare arretrata anche solo in tema di diffusione delle competenze digitali tra la popolazione adulta. Secondo uno 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 le 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.

Per questo è necessario monitorare l’avanzamento degli investimenti in tecnologie del nostro sistema produttivo, anche tenendo conto delle specificità settoriali e territoriali. Per la Toscana occorre colmare un vuoto di analisi dei processi di trasformazione intercorsi negli anni post-crisi nelle imprese medio-grandi e piccole, nazionali e multinazionali. Le possibilità offerte dalle nuove tecnologie travalicano i confini dell’industria manifatturiera e possono stimolare la crescita di quelle imprese che saranno in grado di immaginare una trasformazione sistemica del proprio business[[10]](#footnote-11) (Fantoni *et al.* 2017). Questo aspetto risulta intimamente legato ai fabbisogni professionali che tali trasformazioni innescheranno dal punto di vista delle imprese coinvolte, facendo pressione sulla capacità delle istituzioni formative di rispondere alle nuove sfide.

Ritornando alla questione dell’impatto della quarta rivoluzione industriale sul lavoro e cercando di fare il punto sulle ricerche che si sono moltiplicate nell’ultimo periodo, la gran parte di esse sembra orientata a stabilire il rischio di automazione delle professioni e quindi di sostituzione dell’uomo da parte della macchina. I principali limiti di queste analisi sono, in sintesi, quello di restituire una grande variabilità di risultati, spesso determinati dal tipo di approccio utilizzato, sia negli studi di *foresight* che in quelli retrospettivi[[11]](#footnote-12); quello di offrire un quadro al più nazionale ma non adattato ai diversi contesti territoriali; quello di basarsi su una visione statica delle mansioni descritte per le singole professioni, soprattutto a causa della scarsa disponibilità di banche dati dinamiche sulle conoscenze, le competenze e le abilità dei lavoratori, difficilmente superabile, soprattutto per il caso italiano. Il rischio è inoltre di semplificare troppo i risultati delle analisi, elencando le professioni del futuro, oppure esaltando il ruolo delle *soft skills* (problem solving, *teamworking*, intelligenza sociale), o ancora affermando che i professionisti con diploma di Belle Arti o diploma di Conservatorio saranno quelli meno sostituibili in futuro per la rilevanza assunta dalle capacità creative nel determinare la minore automatizzabilità. A quali implicazioni di policy possono portare queste affermazioni?

Trattandosi di un processo in corso, aperto, che vede il contesto nazionale e regionale non uniformemente collocato, lo sforzo deve essere quello, in primo luogo, di sviluppare un modello di analisi dei fabbisogni professionali[[12]](#footnote-13) in grado di (1) classificare conoscenze, competenze, abilità e attività svolte, per poter comprendere come esse caratterizzano le diverse figure professionali all’interno di un contesto lavorativo; (2) comprendere come sono cambiate nel corso del tempo; (3) attribuire alla figure professionali un peso in termini di unità di lavoro e persone coinvolte, valutando anche i contratti e i salari percepiti.

L’approccio più convincente per svolgere questo tipo di analisi sembra quello proposto da David H. Autor e colleghi, in tempi in cui ancora non si parlava di quarta rivoluzione industriale, e poi successivamente ripreso dagli stessi autori (Autor *et al.* 2003, Levy e Murnane 2004, Autor e Price 2013, Autor 2013, Autor 2015) oltre che da Frey e Osborne.

Laddove le analisi convenzionali utilizzavano il titolo di studio degli occupati come approssimazione del contenuto di competenze in una determinata occupazione, viene proposta una distinzione tra *skills* e *tasks*, questi ultimi intesi come unità di lavoro in cui è scomponibile una determinata attività volta a produrre un output. Le competenze sono incorporate nei lavoratori e servono per svolgere determinati *tasks*. L’utilizzo di una combinazione di *skills* necessaria per eseguire un *task* è decisa dall’organizzazione del lavoro e può variare. Per di più un *task* può per sua natura essere svolto da una persona (in loco o lontano dal luogo di produzione), da una macchina o dall’interazione uomo-macchina. È chiaro come tale distinzione permetta di specificare l’impatto dell’introduzione di tecnologie sulla divisione del lavoro, intervenendo sulla domanda di competenze e sulle scelte localizzative delle imprese[[13]](#footnote-14). In particolare gli autori classificano i *tasks* in routinari e non routinari, manuali o cognitivi (fig.2), riuscendo ad articolare gli effetti del processo di computerizzazione dell’economia. La routinarietà è una dimensione trasversale rispetto a quella manuale-cognitiva ed è utilizzata per determinare il grado di sostituibilità e complementarietà dell’uomo con la macchina.

**FIGURA 2**

**Classificazione dei tasks (compiti) svolti da un lavoratore.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | *Routinario* | *Non routinario* |
| *Manuale* | Routinario – manuale. Es. condurre un macchinario tradizionale. | Non routinario-manuale: produrre un pezzo unico artigianale; accudire una persona. |
| *Cognitivo* | Routinario – cognitivo: Es. tenere la contabilità; inserire dati. | Non routinario – cognitivo. Es. coordinare il personale; prendere decisioni sulla base di informazioni scarse; utilizzare sapere esperto . |

*Fonte:* Elaborazione Irpet da Autor *et al*. 2003 e Autor e Price 2013

Levy e Murnane, in un lavoro del 2004, specificano meglio il significato di questa variabile stressando il concetto di codificabilità: più un’attività è traducibile in operazioni semplici e ripetitive, logicamente ordinate in modo da garantire la qualità dell’output, più essa può essere svolta dal computer o esternalizzata in luoghi dove il costo del lavoro e della produzione sono inferiori. Ciò dipende naturalmente da un calcolo anche economico: considerando la disponibilità di una tecnologia e il costo di produzione di un determinato bene non è detto che l’impresa scelga di investire in nuovi macchinari, soprattutto se il fattore lavoro è disponibile a basso costo. Gordon (2016) in effetti ben argomenta come l’aumento della pressione salariale negli Stati Uniti in seguito al *New Deal* abbia costituito un incentivo determinante per le imprese nella sostituzione di lavoro con capitale nell’epoca d’oro del capitalismo.

Autor e colleghi classificano i *tasks* basandosi sulle diverse versioni del “Dictionary of Occupational Titles” e associano a essi il numero di occupati dai censimenti americani, a seguito di un complesso lavoro di riclassificazione e raccordo tra attività e professioni. Il risultato è l’identificazione di alcuni trend storici (dagli anni sessanta fino al 2010), che, con cautela, possiamo ritenere validi per tutti i paesi occidentali (Autor e Price 2013): il declino senza sosta delle attività routinarie sia manuali che cognitive; la lieve ripresa a partire dagli anni 2000, dopo un forte decremento, delle attività manuali non routinarie; la sostanziale tenuta, dopo l’impennata degli anni novanta, delle attività non routinarie di tipo sia cognitivo che interpersonale, ma senza particolari sviluppi nel periodo a noi più vicino.

Da un altro punto di vista, le attività che risultano non facilmente sostituibili si riferiscono alla componente tacita e non esplicitabile della conoscenza, partendo dal presupposto che “conosciamo molto più di ciò che riusciamo a dire” (Polanyi 1966, p.4), perché l’individuo che detiene certi saperi non è pienamente cosciente di possederli, ma li utilizza nello svolgimento di determinate attività. Il trasferimento di questo tipo di conoscenza avviene grazie a interazione e fiducia, garantita da una prossimità relazionale. Il concetto di conoscenza tacita è stato ampiamente utilizzato anche nella letteratura italiana sull’innovazione dei sistemi di piccola impresa e sui distretti industriali, in cui uno dei principali vantaggi competitivi è rappresentato proprio dalla diffusione di conoscenze esperte implicite, maturate nell’ambito di un processo di produzione-conversione-circolazione, il cui contenuto viene socializzato grazie alla prossimità fisica legata alla dimensione comunitaria (Becattini e Rullani 1993).

Nel linguaggio di Levy e Murnane, che si fermano a una prospettiva di tipo individuale, i *tasks* non codificabili presuppongono il riconoscimento di modelli complessi, il coordinamento di pensiero-azione (sia a livello visivo, che fisico-motorio), la risoluzione di problemi che necessitano di un sapere esperto e specialistico, i compiti relativi a processi di comunicazione complessa fatta di spiegazioni, negoziazioni, persuasione, interazione umana (Levy e Murnane 2004). In questo senso “routinario” diviene sinonimo di “codificabile” e quindi “automatizzabile”.

Questo passaggio logico si avvicina al tentativo di Frey e Osborne (2017) di identificare i cosiddetti *engineering bottlenecks*, per aggiornare l’approccio di Autor e colleghi alla luce degli avanzamenti tecnologici propri della quarta rivoluzione industriale. Se, in effetti, siamo di fronte a una “nuova era delle macchine”, come alcuni autori sostengono (Brynjolfsson e McAfee 2014, Skidelsky 2013, Freeman 2015), essa si sostanzia nel perfezionamento di strumenti che permettono di sostituire attività in passato non codificabili, grazie per esempio al *Machine Learning* e alla *Mobile Robotics*, ampliando la gamma dei *tasks* sostituibili. Le attività ancora difficilmente eseguibili da parte delle macchine fanno riferimento, secondo Frey e Osborne, all’area della percezione e della manipolazione, all’intelligenza creativa e all’intelligenza sociale, quindi in realtà non molto diverse dalla definizione di attività non routinarie/non codificabile adottata da Autor e colleghi.

Nella letteratura di riferimento l’elemento più citato è la stima di Frey e Osborne della “probabilità di computerizzazione” (l’ormai noto 47%) delle professioni statunitensi a rischio di sostituzione. Interessanti ai nostri fini sono soprattutto le limitazioni del loro approccio, identificate dagli stessi autori, che vale la pena ricordare. In primo luogo, come già ricordato, l’adozione delle tecnologie e la loro pervasività dipende da un calcolo economico dell’impresa, relativo al rapporto tra costo del lavoro e costo dell’investimento in capitale fisso e non solo dalla loro disponibilità, seppur a minor prezzo rispetto al passato. In secondo luogo, un ruolo fondamentale sarà rivestito dalla politica e dalle politiche che potranno incentivare o rallentare l’adozione delle tecnologie. Rimane inoltre difficile cogliere le differenze interne alle professioni e come verranno impiegate le risorse liberate da compiti svolti dalle macchine. Per esempio, lo studio di The European House – Ambrosetti (2017) stima che per ogni nuovo posto in tecnologia, scienze della vita e ricerca scientifica saranno generati - tra diretti, indiretti e indotti - 2,1 nuovi posti di lavoro. Infine, se le capacità delle macchine sono progressive, possiamo attenderci un ulteriore ampliamento degli ambiti di azione in cui i robot potranno sostituire l’uomo[[14]](#footnote-15), superando così anche i colli di bottiglia identificati da Frey e Osborne.

In definitiva quindi, per valutare il rischio di sostituibilità delle attività del lavoratore con la macchina rimane valido il tentativo di rilevare il grado di automazione/automatizzabilità, che in parte coincide con l’esistenza di *tasks* ripetitivi e codificabili, in parte acquista nuovo significato alla luce delle tecnologie caratteristiche del paradigma Industria 4.0 e del processo di digitalizzazione. In questo senso diventa irrinunciabile passare per le competenze, intese in senso ampio (*skills* e *abilities*) che permettono alla figura professionale in oggetto di svolgere i propri compiti e raggiungere determinati obiettivi.

**3. Il lavoro di fronte alla sfida della quarta rivoluzione industriale: una proposta di analisi[[15]](#footnote-16)**

Alla luce della sintetica ricostruzione della letteratura sopra effettuata, proponiamo un modello di analisi incentrato su due dimensioni: (a) grado di automazione/sostituzione delle attività e (b) aderenza al paradigma Industria 4.0 delle competenze.

La prima dimensione riprende l’approccio per *tasks* teorizzato da Autor e colleghi e aiuta a classificare le attività svolte nelle singole professioni per livello di automazione e importanza dei compiti ripetitivi, come approssimazione di quei compiti più facilmente sostituibili. Si tratta quindi di un doppio aspetto: da una parte quanto un’attività è svolta automaticamente e quindi presumibilmente con l’aiuto di macchine, e dall’altra quanto essa è caratterizzata da compiti ripetitivi e quindi potenzialmente sostituibili[[16]](#footnote-17).

La seconda dimensione riguarda invece il livello di aderenza al paradigma di Industria 4.0, che, in un primo momento può essere tradotto come pervasività nell’utilizzo di conoscenze e competenze digitali, ma successivamente sarà meglio articolato mediante un’analisi *ad hoc* compiuta grazie al contributo del consorzio universitario Quinn e dal Dipartimento di Ingegneria civile e Industriale (DICI) dell’Università di Pisa[[17]](#footnote-18).

L’incrocio (fig. 3) di queste due dimensioni analitiche permette, in primo luogo, di prendere in considerazione oltre al concetto di sostituibilità/automazione, anche quello di complementarietà rispetto all’utilizzo di tecnologie 4.0. Per esempio, nel gruppo 2 dovrebbero collocarsi quelle figure professionali caratterizzate da competenze e mansioni tipiche del paradigma 4.0, ma con compiti non automatizzabili e quindi strategiche nel processo di digitalizzazione. Il gruppo 3 esplicita invece tutte quelle professioni ritenute sostituibili dalle analisi incentrate sull’impatto dell’avvento della nuova era delle macchine. In seconda battuta, così procedendo, si evidenzia l’esistenza di professioni lontane dal paradigma di Industria 4.0, che possono però essere caratterizzate da gradi differenti di routinarietà/codificabilità, anche indipendenti dal processo di digitalizzazione.

**FIGURA 3**

**Distribuzione teorica delle figure professionali a seconda del loro grado di automazione/sostituibilità e di aderenza al paradigma Industria 4.0**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Livello di automazione/sostituibilità** | GRUPPO 4  Alta automazione e bassa aderenza al paradigma Industria 4.0 | GRUPPO 3  Alta automazione e alta aderenza al paradigma Industria 4.0 |
| GRUPPO 1  Bassa automazione e bassa aderenza al paradigma Industria 4.0 | GRUPPO 2  Bassa automazione e alta aderenza al paradigma Industria 4.0 |
|  | **Aderenza al paradigma Industria 4.0** | |

A partire da questo modello, una volta classificate le professioni in base alla loro aderenza al paradigma Industria 4.0 e al loro livello di automazione sarà possibile contestualizzare il loro peso nel mercato del lavoro italiano e regionale, utilizzando i microdati delle Forze di Lavoro Istat e quelli delle Comunicazioni Obbligatorie del Sistema Informativo di Regione Toscana.

Come procedere nell’identificazione dei valori dei due indici per ogni professione?

Le principali ricerche internazionali citate utilizzano il database O\*NET, la fonte ufficiale di informazioni statunitense sulle professioni. O\*NET, aggiornato a più riprese nel corso degli anni grazie all’aiuto di esperti di vario tipo e di interviste ai lavoratori, fornisce una vasta quantità di informazioni sulle conoscenze, le competenze, le attività svolte mediamente in ciascuna delle 974 occupazioni. Tali informazioni sono articolate in un set di variabili misurabili chiamate “descrittori”, suddivise in sei domini riguardanti il lavoro e il lavoratore. L’elemento interessante del database, oltre al suo costante aggiornamento, è il collegamento con i dati sull’occupazione e sui salari[[18]](#footnote-19).

Per l’Italia il principale punto di riferimento nell’analisi delle professioni è il “Sistema informativo sulle professioni”, progetto ideato da Isfol e Istat, per valorizzare il patrimonio di dati statistici e/o amministrativi riguardanti le professioni che diversi soggetti, in prevalenza istituzioni pubbliche, producono con finalità di vario genere.

Esso raccoglie informazioni qualitative e dati statistici sulle 800 unità professionali classificate secondo l’International Standard Classification of Occupations (ISCO), corrispondente al codice professionale 2011 dell’ISTAT (CP2011). Più precisamente, per singola professione al massimo livello di disaggregazione (5 digit), il sistema fornisce circa 450 punteggi di importanza e complessità relativi a conoscenze, competenze, abilità, valori, attività, stili e condizioni di lavoro. Questa articolazione corrisponde perfettamente a quella utilizzata da O\*NET, permettendo quindi una comparazione tra le variabili disponibili. I dati italiani sono stati raccolti mediante un’indagine nazionale sulle professioni la cui prima edizione si è conclusa a fine 2007, mentre la seconda a fine 2012[[19]](#footnote-20). Se le singole informazioni disponibili sulle professioni sono quindi comparabili, rispetto a O\*NET il sistema informativo ISFOL-ISTAT risulta statico, fotografando la condizione italiana aggiornata al 2012. Rimane comunque una base dati ricchissima, grazie alla quale è possibile operazionalizzare il grado di automazione/sostituibilità e l’aderenza al paradigma Industria 4.0.

***3.1 Automazione/sostituibilità e aderenza al paradigma 4.0: una fotografia delle professioni in Italia e negli Stati Uniti***

Per provare a classificare le professioni secondo il loro grado di automazione/sostituibilità, da una parte, e di aderenza al paradigma Industria 4.0 dall’altra, si procederà con la creazione di due indici sintetici a partire da una serie di variabili in grado di richiamare i due concetti.

Per quanto riguarda l’indice relativo all’aderenza al paradigma Industria 4.0, ovviamente è assente ogni riferimento esplicito nelle informazioni fornite da ISFOL-ISTAT e O\*NET, per cui, in questa prima fase, sarà approssimato al concetto di conoscenze/competenze digitali facendo riferimento alle seguenti variabili e verrà denominato indice di competenze digitali:

* B9 "Informatica ed Elettronica"/ "Computer and Elettronics"
* B31 "Telecomunicazioni"/ "Telecommunication"
* C22 "Programmare" /"Programming"
* G19 "Lavorare con il computer" / "Interacting with Computers".

Sia ISFOL che O\*NET forniscono per ciascun indicatore due misure con un punteggio specifico per professione a 5 digit: (a) *importanza* (esemplificabile con le categorie non importante, poco importante e importante) e (b) *livello* (esemplificabile con scale che dipendono dai singoli indicatori, quindi non comparabili). Importanza e livello risultano correlate positivamente, per cui, ci baseremo sul livello di importanza.

Per calcolare l’indice relativo al grado di automazione/sostituibilità prenderemo invece a riferimento i seguenti indicatori, entrambi misurati in modo univoco da un’unica scala.

* H49 "Livello di automazione" / "Degree of Automation"
* H51 "Importanza e centralità dei compiti ripetitivi" / "Importance of repeating some Tasks".

I due indici sono stati costruiti seguendo l’esempio di Mazziotta e Pareto (2007)[[20]](#footnote-21), in modo da ottenere due variabili sintetiche, che assumono un valore per ognuna delle 796 professioni ISCO presenti nel Sistema informativo ISFOL e delle 964 professioni di O\*NET, classificate secondo lo Standard Occupational Classification (SOC), compreso tra 70 e 130.

In figura 4 sono riportati i grafici che rappresentano la distribuzione in quantili dei due indici sintetici per l’Italia e per gli Stati Uniti. Essi restituiscono un quadro differenziato dei due paesi, soprattutto per quanto riguarda la diffusione delle competenze digitali. Esse risultano infatti poco presenti tra le figure professionali italiane, poiché soltanto nell’ultima parte della distribuzione ordinata si ritrovano valori significativi dell’indice. Diversa la situazione statunitense dove tali competenze, conoscenze e attività risultano endemiche. L’andamento dell’indice di automazione, che sintetizza il peso di quelle attività ripetitive e già automatizzate, appare omogeneo per i due Paesi, anche se più pervasivo per gli Usa.

**FIGURA 4**

**Distribuzione dell’indice di competenze digitali e di automazione in Italia e negli Stati Uniti.**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**BOX 1**

**Adjusted Mazziotta Pareto Index (AMPI)**

La metodologia per la costruzione di un indice sintetico prevede le seguenti fasi:

a) definizione del fenomeno oggetto di studio

b) selezione degli indicatori elementari

c) standardizzazione degli indicatori elementari

d) ponderazione e aggregazione degli indicatori standardizzati in uno o più indici sintetici.

Per costruire gli indici sintetici di Competenze digitali e di Automazione/sostituibilità ci siamo serviti dell'*Adjusted Mazziotta Pareto Index* che utilizza il metodo delle penalità per coefficiente di variazione.

Tale metodo consente di costruire una misura sintetica degli indicatori elementari, nell’ipotesi che ciascuna componente del fenomeno oggetto di studio non sia sostituibile con le altre o lo sia solo in parte; tale approccio è detto anche non compensativo (Mazziotta e Pareto, 2007).

L'indice sintetico utilizzato è una variante del Mazziotta Pareto Index, basata su una trasformazione minimo-massimo anziché in scarti standardizzati (*z*-score).

La trasformazione minimo-massino si basa su due *goalposts*: un minimo e un massimo che rappresentano il possibile campo di variazione di ciascun indicatore per tutto il periodo considerato e tutte le unità.

**Standardizzazione**

Data la matrice originaria dei dati **X**={*xij*}, si costruisce la matrice standardizzata R={*rij*}, in cui:

dove:

*xij* è il valore dell’indicatore *j* nell’unità *i*, *Minxj*e*Maxxj* sono il minino e il massimo dei valori degli indicatori *xj*, i valori rij sono compresi nell’intervallo 70-130.

**Aggregazione**

L’indice sintetico dell’unità *i* si ottiene mediante la formula:

*AMPIi=Mri - Sricvi*

dove:

Quindi l’AMPI si compone di due parti:

- l’effetto ‘medio’ ( )

- l’effetto ‘penalità’ ( )

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Procedendo nell’analisi, (a) distribuiremo le figure professionali al massimo grado di specificazione nello spazio cartesiano, incrociando i due indici; (b) identificheremo i quattro gruppi derivanti dall’incrocio dei valori dei due indici sintetici rispetto a una soglia prestabilita, come indicato precedentemente in figura 2; (c) collegheremo alle figure professionali così classificate i valori dell’occupazione disponibili grazie alle *Forze Lavoro Istat* e alle *Labor Force Statistics* del *U.S. Bureau of Labor Statistics*, per capire quanto effettivamente pesano le professioni in termini di persone.

(a)

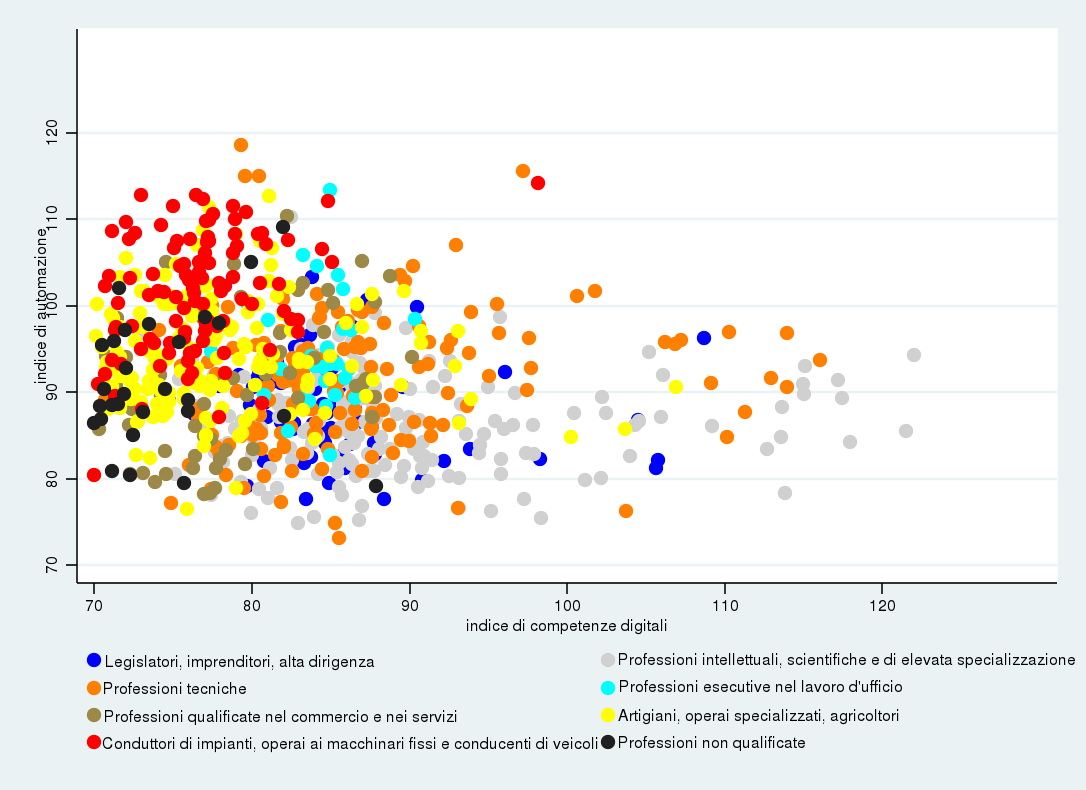
Le distribuzioni differenziate dei due indici osservate in figura 3 si riflettono nei diversi indici di correlazione tra le variabili, per l’Italia e per gli Usa. Nel nostro paese, infatti, essi correlano negativamente, indicando un rapporto inverso tra automazione/sostituibilità e presenza di competenze, conoscenze e attività digitali, mentre nel caso statunitense la correlazione appare positiva (fig. 5). Si può ipotizzare che tale andamento inverso sia il segno, nel caso statunitense, di un più precoce avvento e di una maggiore pervasività dei processi di digitalizzazione. Per l’Italia, invece, livelli diffusi di automazione/sostituibilità non sembrano dovuti alla sostituzione di certi compiti e mansioni da parte dei computer e delle nuove macchine, quanto piuttosto a un’organizzazione più arretrata del lavoro, in cui scarso è l’utilizzo di tecnologie digitali. In questo senso Industria 4.0 appare ancora un miraggio.

I grafici presentati in figura 5 mostrano la distribuzione delle professioni secondo i valori assunti dai due indici sintetici. Per semplificare la lettura, le figure professionali sono colorate in base al primo livello delle tassonomie ISCO e SOC, quello di massima sintesi, composto da 8[[21]](#footnote-22) grandi gruppi professionali per l’Italia e da 22[[22]](#footnote-23) per gli Stati Uniti[[23]](#footnote-24). In questo modo appare visibile, soprattutto per il caso italiano, come le professioni intellettuali, scientifiche e a elevata specializzazione siano anche quelle caratterizzate da una maggiore presenza di competenze digitali e un minor grado di automazione, insieme alle figure dirigenziali e imprenditoriali, che però, tendono a un profilo meno tecnologico, e a una parte di tecnici, sebbene essi posseggano in alcuni casi un profilo di mansioni più ripetitive e codificabili. I conduttori di macchine, gli operai ai macchinari fissi e i conducenti, nella fotografia delle professioni italiane poco digitalizzate, risultano però svolgere attività più automatizzate, similmente a quelle non qualificate, che in alcuni casi sono riconducibili alle professioni più relazionali[[24]](#footnote-25) e appaiono anche meno routinarie.

**FIGURA 5**

**Distribuzione delle professioni (raggruppate per classificazione a 1 digit) per indice di competenze digitali e automazione. Italia e Stati Uniti.**

**Italia**



**Stati Uniti**

****

Penalizzate da questa classificazione risultano la gran parte delle professioni esecutive nel lavoro d’ufficio, poco digitali ma piuttosto ripetitive e routinarie. Per gli Stati Uniti, si ripropone la maggior strategicità delle professioni scientifiche e di quelle manageriali, il basso profilo digitale ma la scarsa ripetitività delle professioni legate alla cura e all’interrelazione personale, il maggior rischio di sostituzione delle professioni da ufficio, più digitalizzate delle nostre ma anche altamente automatizzabili.

(b)

È possibile raggruppare i profili professionali in base al livello di automazione/sostituibilità e importanza delle competenze digitali, in modo da evidenziare con più precisione la distribuzione delle diverse figure. Si propongono qui due soglie, una meno restrittiva rappresentata dalla media aritmetica dei valori degli indici[[25]](#footnote-26), che riporta la distinzione tra gruppi relativa all’effettiva distribuzione dei valori in Italia e negli Usa, una più stringente che invece considera come valore discriminante il livello di importanza attribuito in sede di questionario agli indicatori[[26]](#footnote-27). Nella figura 6 sono riportati i risultati della classificazione e la distribuzione percentuale delle figure professionali per l’Italia e per gli Stati Uniti, riportando nelle tabelle il massimo livello di aggregazione per facilitarne la lettura.

Si osservi, prima di tutto, la distribuzione dei due indici sintetici rispetto al livello generale di importanza. Questo criterio aggrega le figure professionali ponendo come limite la soglia più discriminante, in cui il valore attribuito agli indicatori relativi all’utilizzo di competenze digitali e all’automazione e routinarietà delle attività svolte sia considerato dagli intervistati “importante”, “molto importante”, “di assoluta importanza”, al di là della distribuzione effettiva dei valori degli indici. In tal caso, le professioni con valori importanti o più risultano in numero limitato, soprattutto nel caso dell’indice di competenze digitali. Ciò vale in particolar modo per l’Italia, in cui le professioni appartenenti al gruppo 3 (alto livello di automatizzabilità e alto livello di competenze digitali) risultano soltanto 2[[27]](#footnote-28), mentre quelle del gruppo 2 (basso livello di automazione/sostituibilità e alto indice di competenza digitali) 43[[28]](#footnote-29). Anche per gli Stati Uniti la soglia dell’importanza appare discriminante, sebbene in misura minore rispetto al nostro Paese. Il gruppo più popolato di figure professionali risulta il numero 1 (basso livello di automazione/sostituibilità e basso indice di competenze digitali), a testimoniare che rispetto a tutte le caratterizzazioni disponibili per descrivere una professione, quelle fortemente improntate alle competenze digitali, così come, del resto, quelle davvero automatizzate sono poco numerose.

**FIGURA 6**

**Identificazione dei gruppi (Media e Importanza) e distribuzione percentuale delle figure professionali al livello massimo di aggregazione (ISCO; SOC; solo media aritmetica). Italia e Stati Uniti.**

**ITALIA**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **livello di automazione/sostituibilità** | **alto** | *gruppo 4*  -media: 239 (30%)  -importanza: 134 (16,8%) | *gruppo 3*  -media: 127 (16%)  -importanza: 2 (0,3%) |
| **basso** | *gruppo 1*  -media: 205 (25,8%)  -importanza: 617 (77,5%) | *gruppo 2*  -media: 225 (28,2%)  -importanza: 43 (5,4%) |
|  |  | **basso** | **alto** |
|  |  | **livello di competenze digitali** | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **livello di automazione/sostituibilità** | **alto** | *gruppo 4*  -media: 170 (17,6%)  -importanza: 293 (30,4%) | *gruppo 3*  -media: 298(30,9%)  -importanza: 66 (6,8%) |
| **basso** | *gruppo 1*  -media: 267 (27,7%)  -importanza: 534 (55,4%%) | *gruppo 2*  -media: 229 (23,8%)  -importanza: 71 (7,4%) |
|  |  | **basso** | **alto** |
|  |  | **livello di competenze digitali** | |

**USA**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Gruppo 1** | **Gruppo 2** | **Gruppo 3** | **Gruppo 4** |
| Legislatori, imprenditori, alta dirigenza | **28,4%** | **46,3%** | 17,9% | 7,5% |
| Professioni intellettuali, scientifiche e di elevata specializzazione | 18,9% | **67,4%** | 11,4% | 2,3% |
| Professioni tecniche | 23,8% | **30,0%** | **32,5%** | 13,8% |
| Professioni esecutive nel lavoro di ufficio | 3,3% | **33,3**% | **50,0%** | 13,3% |
| Professioni qualificate nelle attività commerciali e nei servizi | **54,0%** | 9,5% | 14,3% | 22,2% |
| Artigiani, operai specializzati, agricoltori | **31,8%** | 8,2% | 7,1% | **52,9%** |
| Conduttori di impianti, operai ai macchinari fissi e conducenti di veicoli | 6,8% | 0,0% | 4,9% | **88,3%** |
| Professioni non qualificate | **57,1%** | 3,6% | 0,0% | **39,3%** |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Gruppo 1** | **Gruppo 2** | **Gruppo 3** | **Gruppo 4** |
| Management Occupations | 12,5% | **35,7%** | **44,6%** | 7,1% |
| Business and Financial Operations Occupations | 4,1% | 20,4% | **69,4%** | 6,1% |
| Computer and Mathematical Occupations | 0,0% | 21,9% | **78,1%** | 0,0% |
| Architecture and Engineering Occupations | 0,0% | **47,8%** | **50,7%** | 1,4% |
| Life, Physical, and Social Science Occupations | 10,0% | **61,7%** | 25,0% | 3,3% |
| Community and Social Service Occupations | **35,7%** | **35,7%** | 28,6% | 0,0% |
| Legal Occupations | 12,5% | 25,0% | **37,5%** | 25,0% |
| Education, Training, and Library Occupations | 30,0% | **61,7%** | 6,7% | 1,7% |
| Arts, Design, Entertainment, Sports, and Media Occupations | 32,6% | **34,9%** | 32,6% | 0,0% |
| Healthcare Practitioners and Technical Occupations | 23,3% | **27,9%** | **29,1%** | 19,8% |
| Healthcare Support Occupations | **50,0%** | 0,0% | 22,2% | 27,8% |
| Protective Service Occupations | 20,7% | 27,6% | **44,8%** | 6,9% |
| Food Preparation and Serving Related Occupations | **76,5%** | 0,0% | 0,0% | 23,5% |
| Building and Grounds Cleaning and Maintenance Occupations | **62,5%** | 0,0% | 12,5% | 25,0% |
| Personal Care and Service Occupations | **59,4%** | 6,3% | 3,1% | 31,3% |
| Sales and RelatedOccupations | 25,0% | 25,0% | **37,5%** | 12,5% |
| Office and Administrative Support Occupations | 1,6% | 1,6% | **74,6%** | 22,2% |
| Farming, Fishing, and Forestry Occupations | **64,7%** | 5,9% | 5,9% | 23,5% |
| Construction and ExtractionOccupations | **73,8%** | 3,3% | 0,0% | 23,0% |
| Installation, Maintenance, and Repair Occupations | 42,6% | 33,3% | 16,7% | 7,4% |
| Production Occupations | 28,8% | 0,0% | 14,4% | **56,8%** |
| Transportation and Material Moving Occupations | **45,3%** | 1,9% | 24,5% | **28,3%** |

*Fonte*: elaborazioni IRPET su dati ISFOL-ISTAT e O\*NET

Di qui in avanti, tenendo l’aspetto relativo al livello di importanza come dato di sfondo, ci limiteremo a utilizzare come soglia la media aritmetica, che dà conto della reale distribuzione degli indici sintetici nelle figure professionali dei due contesti.

In Italia, si identificano così insiemi abbastanza omogenei nei gruppi 1, 2 e 4 (rispettivamente: basso livello di automazione/sostituibilità e competenze digitali; basso livello di automazione/sostituibilità e alto indice di competenza digitali; basso livello di competenze digitali e alto indice di automazione/sostituibilità).

Il gruppo 3, caratterizzato da un grado di automazione/sostituibilità e di utilizzo di competenze digitali superiori alla media risulta per l’Italia il meno nutrito. In ogni caso, l’Italia si distingue dagli Stati Uniti per la più scarsa diffusione delle competenze digitali nei profili professionali così come descritti dall’indagine Isfol-Istat.

Classificando per grandi gruppi, esce inoltre confermato il quadro già osservato nella figura 5. Nel gruppo 1 (basso livello di competenze digitali e di automazione/sostituibilità) troviamo soprattutto le professioni non qualificate e le professioni qualificate nelle attività commerciali e nei servizi, una quota meno elevata di imprenditori e dirigenti e artigiani, operai specializzati e agricoltori. Il gruppo 2 (alto livello di competenze digitali e basso livello di automazione/sostituibilità) si caratterizza per la presenza delle figure dal profilo più elevato, in particolare imprenditori e dirigenti, professioni intellettuali, scientifiche e di elevata specializzazione e professioni tecniche, che ritroviamo però anche nel gruppo 3 (alto livello di competenze digitali e di automazione/sostituibilità) insieme alle professioni esecutive nel lavoro di ufficio che vi si concentrano per il 50%. Infine, il gruppo 4 (basso livello di competenze digitali e alto livello di automazione/sostituibilità) vede la netta prevalenza di conduttori di impianti, operai ai macchinari fissi e conducenti di veicoli, ma anche la presenza di artigiani, operai specializzati, agricoltori, e professioni non qualificate. I grandi gruppi professionali rendono in qualche modo conto della distribuzione degli indici, ma alcuni di essi risultano più trasversali, imponendo un’analisi più dettagliata[[29]](#footnote-30).

(c)

Fin qui i gruppi professionali sono stati analizzati secondo la loro composizione in conoscenze, competenze, attività, ecc., indipendentemente dal loro peso effettivo tra gli occupati. Proviamo adesso a collegare le figure alle principali basedati delle Forze lavoro italiane, toscane e statunitensi. In questo caso i dati sono disponibili a un livello più aggregato di figure professionali, in entrambi i paesi, per cui è stato necessario ricalcolare gli indici sintetici[[30]](#footnote-31).

È possibile confrontare i valori dell’occupazione (per Italia, Toscana e Stati Uniti) con la distribuzione delle professioni nei quattro gruppi identificati. Anche in questo caso utilizziamo come soglia la media aritmetica degli indici (fig.7).

Italia e Toscana presentano un profilo sostanzialmente sovrapponibile: il gruppo più numeroso, che raccoglie quasi la metà degli occupati è quello delle figure professionali caratterizzate da basso livello di automazione/sostituibilità e scarsa importanza delle competenze digitali. Il gruppo teoricamente più strategico, ossia quello ad alta digitalizzazione ma bassa routinarietà, è popolato da circa il 25% degli occupati, mentre il più esile rimane il gruppo 3 (ad alta automazione/sostituibilità e alte competenze digitali).

**FIGURA 7**

**Distribuzione delle professioni e degli occupati, degli nei quattro gruppi relativi al livello di automazione/sostituibilità e competenze digitali (media). Italia (occupati: media 2014-2016, Forze Lavoro Istat) , Toscana (occupati media 2014-2016, Forze Lavoro Istat; avviamenti: SIL 2012-2016), Usa (occupati e salari 2015, Labor Force Statistics*)*.**

Circa il 20% dell’occupazione è infine composta da figure professionali caratterizzate da mansioni ripetitive e automatizzabili in cui la digitalizzazione rimane bassa.

Il profilo dell’occupazione risulta invece diverso per gli Stati Uniti, dove è proprio il gruppo 3 il più numeroso: circa il 35,2% delle persone è infatti occupata in attività sostituibili e automatizzate dove sono diffuse le competenze digitali. Si conferma quindi la loro maggiore pervasività, ma per un impiego prevalente in compiti routinari. Con gli occupati afferenti al primo gruppo (bassa automazione/sostituibilità – basse competenze digitali) si raggiunge circa il 70% del totale statunitense.

Soffermiamoci sul gruppo 2, quello teoricamente più strategico per il futuro perché caratterizzato da figure professionali con elevate competenze digitali, ma mansioni poco automatizzate e routinarie. Nella tabella 8 sono riportate le prime 10 figure in termini di occupati facenti parte del gruppo 2, per Italia, Toscana e Stati Uniti.

**TABELLA 8**

**Le prima 10 figure professionali in termini di occupati appartenenti al gruppo 2. Italia, Toscana e Stati Uniti**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Italia** | | |
| **Professione 4 digit** | **media**  **occupati**  **2014-16** | **%**  **sul totale**  **degli occupati** |
| Addetti agli affari generali | 638.869 | 11,6% |
| Contabili e professioni assimilate | 430.840 | 7,8% |
| Addetti a funzioni di segreteria | 375.038 | 6,8% |
| Professori di scuola secondaria superiore | 255.901 | 4,6% |
| Addetti alla contabilità | 227.953 | 4,1% |
| Procuratori legali ed avvocati | 197.739 | 3,6% |
| Specialisti in contabilità e problemi finanziari | 182.086 | 3,3% |
| Tecnici della vendita e della distribuzione | 143.386 | 2,6% |
| Analisti e progettisti di software | 129.102 | 2,3% |
| Architetti, pianificatori, paesaggisti e specialisti del recupero e della conservazione del territorio | 125.800 | 2,3% |
| ***Peso % delle prime 10 figure professionali sul totale degli occupati*** |  | ***49,02%*** |
| **Toscana** | | |
| **Professione 4 digit** | **media**  **occupati**  **2014-16** | **%**  **sul totale**  **degli occupati** |
| Addetti agli affari generali | 40.329 | 10,9% |
| Contabili e professioni assimilate | 28.871 | 7,8% |
| Addetti a funzioni di segreteria | 25.102 | 6,8% |
| Addetti alla contabilità | 23.432 | 6,3% |
| Professori di scuola secondaria superiore | 15.769 | 4,2% |
| Procuratori legali ed avvocati | 11.061 | 3,0% |
| Specialisti in contabilità e problemi finanziari | 10.472 | 2,8% |
| Sarti e tagliatori artigianali, modellisti e cappellai | 9.209 | 2,5% |
| Architetti, pianificatori, paesaggisti e specialisti del recupero e della conservazione del territorio | 7.774 | 2,1% |
| Addetti alla gestione del personale | 7.724 | 2,1% |
| ***Peso % delle prime 10 figure professionali sul totale degli occupati*** |  | ***48,4%*** |
| **Stati Uniti** | | |
| **professione SOC** | **occupati**  **2015** | **% sul totale**  **degli occupati** |
| Elementary School Teachers, Except Special Education | 1.381.430 | 7,9% |
| Secondary School Teachers, Except Special and Career/Technical Education | 962.820 | 5,5% |
| Automotive Service Technicians and Mechanics | 638.080 | 3,6% |
| Middle School Teachers, Except Special and Career/Technical Education | 632.760 | 3,6% |
| Management Analysts | 614.110 | 3,5% |
| Lawyers | 609.930 | 3,5% |
| First-Line Supervisors of Construction Trades and Extraction Workers | 517.560 | 2,9% |
| Managers, All Other | 376.440 | 2,1% |
| Sales Managers | 364.750 | 2,1% |
| Sales Representatives, Wholesale and Manufacturing, Technical and Scientific Products | 334.010 | 1,9% |
| ***Peso % delle prime 10 figure professionali sul totale degli occupati*** | | ***36,6%*** |

*Fonte*: Elaborazioni IRPET su dati ISTAT-Forze lavoro, ISFOL e O\*NET

La differenza tra Stati Uniti e Italia/Toscana è profonda. Mentre infatti per gli Usa troviamo figure che ci potremmo attendere, dagli insegnanti ai manager, ai tecnici automotive, ecc. tra le professioni con più competenze digitali, ma meno sostituibili nostrane ai primi posti troviamo contabili e addetti a funzioni di segreteria, che invece vengono considerate per lo più automatizzabili nella letteratura internazionale di riferimento. Forse diverso è il ruolo degli addetti agli affari generali, definiti come coloro che “attivano, eseguono e supportano singoli aspetti delle procedure di pianificazione, progettazione, amministrazione e gestione di un’impresa o di un’organizzazione svolgendo compiti di carattere non direttivo”[[31]](#footnote-32), il tipo di figura più numerosa in termini di occupati che da sola pesa l’11,6% in Italia e il 10,9% in Toscana. In effetti la descrizione dipinge un profilo di assistenza avanzata alle decisioni in vari ambiti, che rimane però una funzione non direttiva. Assai meno numerosi, seppure presenti, sono gli artigiani, i liberi professionisti, i docenti, più coerenti con il profilo immaginato. Infine, nessuna figura con tipico profilo digitale o strategico-dirigenziale emerge decisiva dal punto di vista del numero degli occupati, soprattutto in Toscana, dove bisogna scorrere al 20esimo posto per trovare gli “analisti e progettisti di software”, mentre i manager sono in fondo alla lista o, più spesso nei gruppi 1 e 3.

Per la Toscana è possibile calcolare gli avviamenti degli ultimi anni (2012-2016) suddividendoli nei 4 gruppi (fig. 9). Al primo, quello più numeroso anche in termini di occupati, si attribuisce quasi il 60% dei contratti avviati, seguito a distanza (23,4%) dal quarto gruppo, quello con basso livello di competenze digitali e alto livello di automazione, quindi del lavoro meno qualificato.

**FIGURA 9**

**Totale avviamenti suddivisi per gruppi. Toscana. 2012-2016**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **avviamenti 2012-2016** | |
|  | **v.a.** | **%** |
| 1. basso livello di competenze digitali e di automazione | 2.078.880 | 58,4% |
| 2. alto livello di competenze digitali e basso livello di automazione | 487.970 | 13,7% |
| 3. alto livello di competenze digitali e di automazione | 160.699 | 4,5% |
| 4. basso livello di competenze digitali e alto livello di automazione | 833.011 | 23,4% |

*Fonte*: elaborazioni IRPET dati ISFOL e SIL

Come accennato, O\*NET fornisce anche i salari medi annui per ciascuna figura professionale. Il grafico radar mostra il confronto tra salari e occupati appartenenti a ciascuno dei 4 gruppi identificati (fig.10). Emerge come le professioni che mostrano il premio retributivo più alto, rispetto al numero totale di occupati siano quelle ricadenti nel gruppo 2, a basso livello di automazione/sostituibilità e alto livello di competenze digitali. In generale, la presenza di competenze e conoscenze relative a questo ultimo ambito premia anche, in termini di salario, le figure professionali del gruppo 3, in cui però le attività appaiono più routinarie.

**FIGURA 10**

**Percentuale di occupati e salari medi annui per gruppo**

*Fonte*: Elaborazioni IRPET su dati O\*NET

Da questa prima analisi esplorativa si possono sintetizzare alcune osservazioni. In primo luogo, la diversa distribuzione dei due indici sintetici tra le figure professionali e tra Italia (Toscana) e Stati Uniti, rende plausibile tenere distinte la dimensione legata alle attività, che possono risultare più o meno ripetitive, routinarie e automatizzate e quella invece relativa alle conoscenze e competenze riconducibili alle tecnologie digitali.

Come mostrato, i due indici hanno andamenti opposti in Italia e negli Stati Uniti, conseguenza sopratutto del diverso livello di avanzamento delle due economie rispetto alla frontiera tecnologica. Infatti essi risultano inversamente correlati nel nostro paese, probabile segno di un livello di codificabilità delle mansioni e di effettiva automazione ancora poco legato alle tecnologie digitali. Negli Usa, il processo di digitalizzazione appare più avanzato e si muove nella stessa direzione del livello di automazione. A titolo esemplificativo potremmo immaginarci un magazziniere italiano tipico come un lavoratore che muove merci guidando un muletto, mentre negli Stati Uniti il suo corrispettivo sta seduto a un computer o si muove con un tablet dando input a macchine movimentatrici.

La peculiarità italiana, però, sembra anche la prevalenza di attività poco codificate e poco routinarie sebbene non caratterizzate dall’utilizzo di conoscenze/competenze digitali: esse rappresentano il 41% dell’occupazione, che raggiunge il 44% in Toscana. Le figure teoricamente più strategiche in un futuro 4.0 (alta digitalizzazione, ma bassa codificabilità) occupano nel nostro Paese circa il 25% del totale, un livello doppio rispetto agli Stati Uniti, effetto però del peso elevato dei contabili e delle figure amministrative e di segreteria, che per esempio negli Usa appartengono al gruppo 3 (alta digitalizzazione e alta automazione).

Per queste ragioni, le ipotesi sul rischio di sostituzione uomo-macchina elaborate da più parti sul caso italiano a partire da una proiezione dei dati statunitensi non convincono fino in fondo, considerata la differenza nella distribuzione di conoscenze/competenze e attività tra le figure professionali dei due paesi. Va accentuata invece la peculiarità del percorso italiano, la necessità di trovare una nostra via al 4.0.

Naturalmente, ciò che i dati ci dicono sul caso italiano riguarda il contenuto delle professioni così come rilevato diversi anni fa. Il livello di sostituibilità/automazione riassunto dal nostro indice sintetico ci informa su quanto le attività siano svolte da macchine e su quanto risultino centrali i compiti ripetitivi e quindi potenzialmente sostituibili.

Niente possiamo dire sull’impatto futuro dei processi di digitalizzazione, se non che lo spazio per la loro diffusione appare assai ampio nel nostro paese, seppure l’Italia e la Toscana mantengano uno zoccolo duro di attività al momento poco automatizzate e poco ripetitive meno diffuse negli Stati Uniti. Ciò può essere dovuto alla più forte presenza di professioni legate a turismo e cultura, ai servizi alla persona, all’artigianato, o anche, del resto, a un’organizzazione del lavoro arretrata, da decenni condizionata dall’ossessione della massima flessibilità al minor costo, su cui si potrebbe in modo lungimirante intervenire in futuro, ripensando le mansioni svolte e valorizzando il ruolo delle persone e delle loro competenze.

**4. Per un vocabolario delle “competenze 4.0”**

Uno dei principali limiti di questa analisi, nell’economia del ragionamento sui possibili effetti del paradigma Industria 4.0 su figure professionali e competenze, è l’approssimazione del concetto alla presenza di conoscenze/skill/attività digitali. C’è ampio accordo, infatti, intorno all’idea che nel dispiegarsi della quarta rivoluzione industriale saranno più importanti oltre alle conoscenze e competenze direttamente collegate all’utilizzo di tecnologie digitali, anche quelle complementari, inerenti la capacità di lavorare in gruppo, risolvere problemi complessi, pensare con flessibilità: le cosiddette *soft skills* tanto decantate quanto impalpabili (World Economic Forum 2016; OECD 2016).

Da un altro punto di vista, ancora molto lavoro deve essere condotto sulla classificazione delle competenze e sul loro collegamento con le professioni, nonché soprattutto in Europa, sulla rilevazione costante e coerente di dati per figura professionale, come occupati e salari[[32]](#footnote-33).

In questo paragrafo vengono sinteticamente presentate alcune elaborazioni a partire dai primi risultati dell’analisi compiuta dal Consorzio QUINN e dal Dipartimento di Ingegneria civile e industriale dell’Università di Pisa (DICI) con il supporto di IRPET, sulle competenze coerenti con il paradigma Industria 4.0, nel tentativo di identificare quelle più correlate ai processi tipici della quarta rivoluzione industriale. Tale fine è stato perseguito mediante una ricerca semantica compiuta sulla principale letteratura scientifica internazionale in lingua inglese, disponibile sulla piattaforma Scopus, la più grande banca dati di abstract e citazioni di letteratura *peer review* e fonti web di qualità (letteratura scientifica, tecnica, medica, scienze sociali, arte e letteratura umanistica) creata da Elsevier nel 2004 e aggiornata quotidianamente.

L’obiettivo dell’analisi è ambizioso e numerose sono state le criticità incontrate[[33]](#footnote-34). Anche alla luce della letteratura internazionale, due almeno sono i pregi di questo approccio: partire dalle competenze, anziché dalle figure professionali e tentare di superare il ricorso a batterie di interviste a esperti e testimoni privilegiati[[34]](#footnote-35), spesso indispensabili quando si esaminano fenomeni di recente affermazione come è il caso di Industria 4.0, ma molto costose e condizionate dal tipo e dal numero di persone sentite. È d’altronde innegabile che il fenomeno che ricade sotto l’epiteto di Industria 4.0 sia esploso nell’ultimo periodo[[35]](#footnote-36) e che quindi avrà ricadute non trascurabili nei prossimi anni.

Un altro aspetto problematico ha riguardato la definizione del perimetro delle competenze da ricercare. Anche in questo caso le fonti più attendibili, per i motivi già esposti, ci sono sembrate i database O\*NET e ISFOL-ISTAT, che corrispondono univocamente in termini di classificazione e definizione di conoscenze, competenze, attitudini, attività ecc. e forniscono un collegamento tra queste e le figure professionali.

**TABELLA 10**

**Competenz/*skills* e attitudini/*abilities* 4.0 con più occorrenze (>50) come emerse dall’analisi QUINN-DICI**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Etichetta ISFOL** | **Definizione ISFOL** | **categoria** | **sottocategoria** | **Definizione O\*NET** | **occorrenze SCOPUS** |
| C22a | Programmare | skills | Skills funzionali di tipo tecnico | *Programming* | 231 |
| C10a | Monitorare | skills | Skills di base sulla gestione e controllo dei processi | *Monitoring* | 220 |
| C31a | Prendere decisioni | skills | Skills funzionali per l'analisi dei sistemi | *DecisionMaking* | 220 |
| C25a | Controllo delle attrezzature | skills | Skills funzionali di tipo tecnico | *Operation and control* | 190 |
| C5a | Matematica | skills | Skills di base su contenuti e linguaggi | *Mathematics* | 167 |
| C17a | Risolvere problemi complessi | skills | Skills funzionali per il problem solving | *ComplexProblem solving* | 141 |
| C23a | Controllo di qualità | skills | Skills funzionali di tipo tecnico | *Quality Control Analysis* | 123 |
| C15a | Istruire | skills | Skills funzionali di tipo sociale | *Instructing* | 82 |
| C29a | Analizzare sistemi | skills | Skills funzionali per l'analisi dei sistemi | *System Analysis* | 65 |
|  |  |  |  |  |  |
| D19a | Visualizzazione | attitudini | Orientamento nello spazio | *Visualization* | 593 |
| D14a | Memorizzare | attitudini | Memorizzare | *Memorization* | 366 |
| D51a | Riconoscimento della voce | attitudini | Percezione uditiva | *Speech recognition* | 82 |
| D29a | Reattività | attitudini | Riflessi | *Reaction time* | 79 |
| D6a | Originalità | attitudini | Ragionamento e ideazione | *Originality* | 63 |

In questa fase abbiamo scelto di concentrarci su *skills* e *abilities* in lingua inglese così come definite in O\*NET, per limitare il campo e permettere di espandere la ricerca correlata al paradigma Industria 4.0. Esso è stato infatti affiancato (accanto al lemma inglese corrispondente “Industry 4.0”) da quattro parole semanticamente prossime come “Second Machine Age”, “Fourth Industrial Revolution”, “Digital Age”, “Digital Economy”[[36]](#footnote-37) e da cinque termini legati alle principali tecnologie[[37]](#footnote-38) quali “Cloud Computing”, “Automation”, “Internet of Things”, Cyber-Physical Systems”, “Big Data”. Inoltre la scelta di limitare l’analisi a *skills[[38]](#footnote-39)* e *abilities[[39]](#footnote-40)*, cioè a un sottoinsieme del database O\*NET, è apparsa opportuna nell’ottica di una prima analisi esplorativa e, dal punto di vista del suo utilizzo, per mantenere gradi di libertà e verificare la robustezza dell’elenco rispetto alle correlazioni con altri aspetti delle figure professionali come conoscenze, attività ecc.

Nella tabella 11 sono elencate le competenze/*skills* e la attitudini/*abilities* (d’ora in avanti definite come 4.0) che hanno riportato un numero di occorrenze superiore a 50. Si contano così 9 *skills* (su 35) e 5 *abilities* (su 52) tra quelle messe a disposizione dalla classificazione O\*NET/ISFOL. In sintesi, la ricerca semantica ha portato all’attenzione circa il 26% delle competenze/attitudini analizzate.

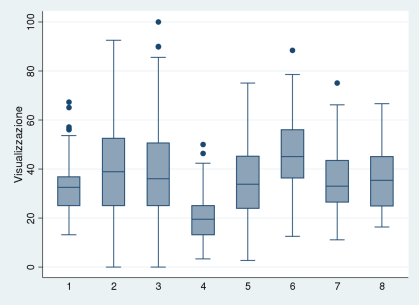
Tra le *skills* ai primi posti troviamo competenze tipiche dell’era digitale, come “Programmare”, ma anche “Matematica” oppure riferite al rapporto con le macchine e i sistemi organizzativi, come “Monitorare”, “Controllo delle attrezzature” e “Controllo di qualità”. “Prendere decisioni”, “Risolvere problemi complessi”, “Istruire” e “Analizzare sistemi” riguardano invece la sfera più ampia delle competenze soft, che prevedono una responsabilità nell’organizzazione, capacità di visione e di coordinamento. Tra le attitudini dalla formulazione più ambigua dal punto di vista semantico spiccano “Visualizzazione”, definita genericamente come “l’abilità a immaginare come sembrerà qualcosa dopo averla spostata o quando le sue parti verranno spostate o riorganizzate”, e “Memorizzazione”. Esse risultano ambigue a causa della difficoltà di attribuzione a una macchina o a un essere umano e, proprio a causa di questa ambiguità, sono molto presenti in letteratura a proposito di sistemi di analisi dei dati, di analisi delle immagini e in tutti i settori dove è necessario immagazzinare immagini, testi, dati, ecc. In ottica 4.0 entrambe le attitudini, quando riferite all’essere umano, sono spesso correlate alla grande mole di dati resa disponibile dalle tecnologie digitali e quindi descrivono abilità legate alla capacità di organizzarli, leggerli (analizzarli ed interpretarli) e comunicarli.

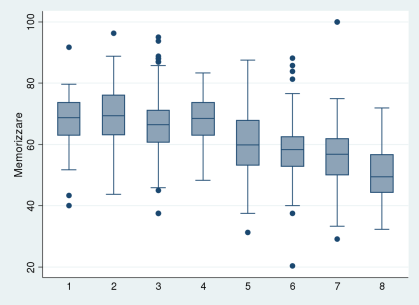
Le ultime attitudini riportate in tabella, con occorrenze superiori a 50 ma nettamente inferiori alle prime della lista, sono riferite a capacità psicomotorie e sensoriali delle macchine nel caso di “Riconoscimento della voce” e “Reattività”, richiamando capacità umane sempre più sostituibili dalle nuove macchine robotiche, mentre “Originalità” evoca una caratteristica più immateriale e meno codificabile.

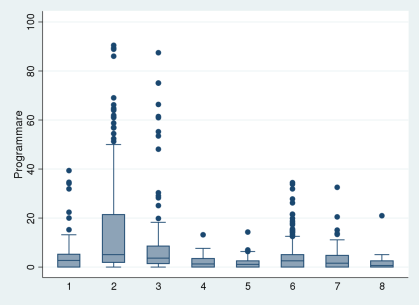
Come prima esplorazione, i boxplot[[40]](#footnote-41) in figura 11 mostrano l’andamento di ciascuna delle competenze/attitudini 4.0 negli 8 grandi gruppi professionali ISCO. Gli aspetti che più saltano all’occhio possono essere così riassunti. Emerge la rarità della competenza relativa alla programmazione che ottiene valori più alti nel gruppo delle professioni intellettuali e scientifiche e dei tecnici, ma con molti outlier rispetto alla distribuzione, mentre più presente appare quella matematica.

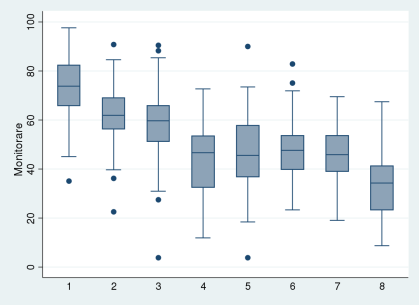
**FIGURA 11**

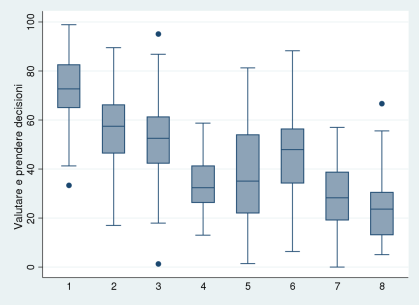
**Boxplot delle competenze/attitudini 4.0 per grande gruppo professionale (vedi nota 13)**

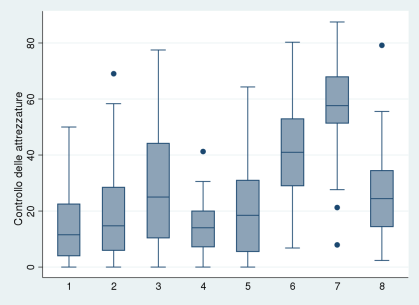


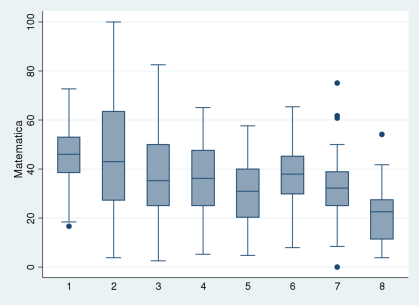


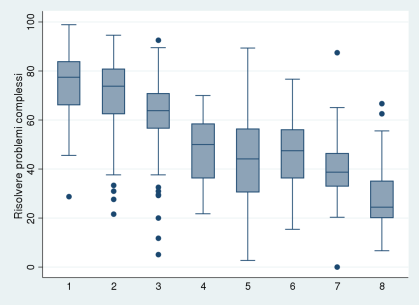


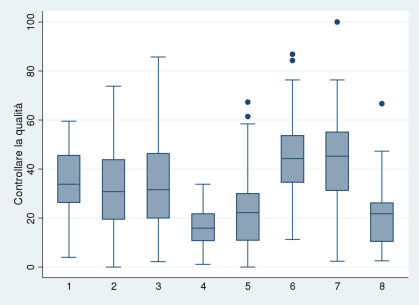


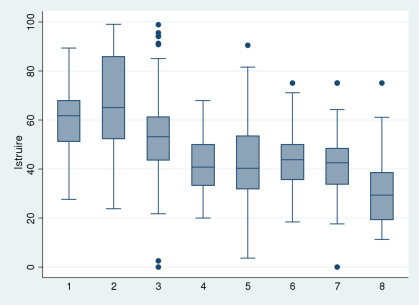


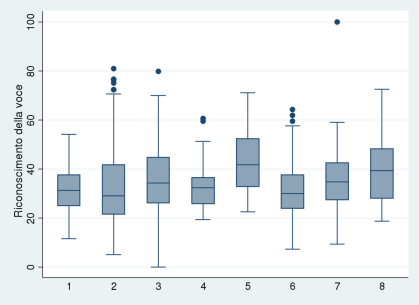


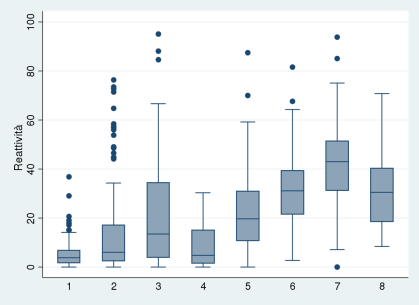


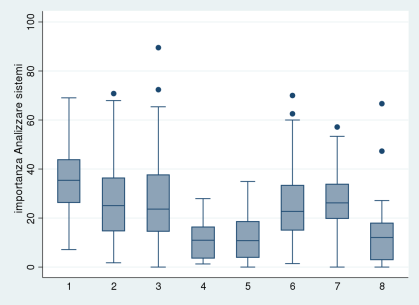


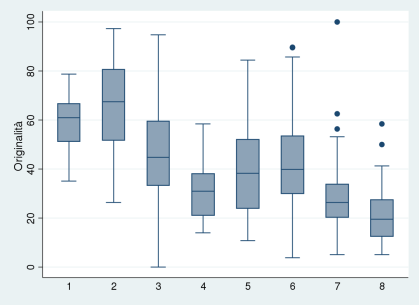












LEGENDA

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Legislatori, imprenditori, alta dirigenza |
| 2 | Professioni intellettuali, scientifiche e di elevata specializzazione |
| 3 | Professioni tecniche |
| 4 | Professioni esecutive nel lavoro di ufficio |
| 5 | Professioni qualificate nelle attività commerciali e nei servizi |
| 6 | Artigiani, operai specializzati, agricoltori |
| 7 | Conduttori di impianti, operai ai macchinari fissi e conducenti di veicoli |
| 8 | Professioni non qualificate |

Sono presenti, in generale molti valori anomali, segno di una differenziazione che risulta interna ai grandi gruppi professionali.

Alcune *skills*/*abilities* sono una caratteristica specifica di pochi gruppi professionali: è il caso di “prendere decisioni” e “risolvere problemi”, “monitorare” e “istruire” che assumono valori più alti e concentrati tra imprenditori e dirigenti e professioni intellettuali, scientifiche e ad alta specializzazione, con qualche scivolamento verso le figure tecniche. Il “controllo delle attrezzature” è più tipico invece dei conduttori di impianti e addetti alle macchine fisse, ma anche degli artigiani e degli operai specializzati, accompagnato dalla *skill* “controllo di qualità”, competenze necessarie quando ci si occupa di strumentazioni. L’originalità sembra un aspetto più specifico dei primi tre gruppi professionali ma risulta presente in tutti, con outlier anche tra le professioni non qualificate. In estrema sintesi, la distribuzione delle competenze *soft* è in quasi tutti gli aspetti crescente rispetto alla qualifica professionale.

Più che una chiara suddivisione e distribuzione delle competenze e delle abilità, in rapporto alle mansioni svolte, sembra configurarsi un intreccio complesso e di difficile interpretazione, di cui i grandi gruppi professionali da una parte e quelli precedentemente identificati per grado di automazione e competenze digitali, non rendono a pieno le potenzialità del paradigma 4.0.

Possiamo però interpretare tale complessità come base di uno spazio multidimensionale nel quale la combinazione di competenze e attitudini di diversa natura dà vita a più meta-competenze 4.0, ciascuna con un diverso rapporto con il rischio di automazione e con un diverso grado di complementarietà rispetto al bandolo di tecnologie, processi e forme organizzative, destinato a intricarsi ulteriormente con la diffusione della quarta rivoluzione industriale[[41]](#footnote-42).

***4.1 Come si combinano tra loro le competenze 4.0: un’applicazione basata sull’analisi delle componenti principali***

Per tentare di identificare le meta-competenze 4.0 generate dalla loro possibile combinazione a partire dai profili professionali italiani, uno strumento utile è offerto dall’analisi delle componenti principali. Si tratta in effetti di una tecnica per la riduzione della complessità che, pur spesso problematica proprio nella fase di interpretazione dei risultati, nel nostro caso può avvalersi del percorso di analisi fin qui presentato. E d’altra parte, tale tecnica ha l’innegabile vantaggio di permettere il “montaggio” di più indici, pur sotto l’ipotesi se vogliamo restrittiva della loro reciproca ortogonalità, partendo dallo stesso insieme di variabili.

A questo fine stimiamo le componenti principali a partire dalle competenze/abilità 4.0 individuate dal gruppo di lavoro QUINN-DICI (con oltre 50 occorrenze) con l’idea di identificare i principali driver del cambiamento in corso. Rispetto ai risultati di quel lavoro escludiamo “reattività” e “riconoscimento della voce” per la minor consistenza dei risultati prodotti sulle attitudini di carattere fisico[[42]](#footnote-43) (tab.10).

I risultati sono riportati nelle tabelle 12. Il primo elemento di interesse è costituito dalla porzione di variabilità dei dati “spiegata” da ciascuna componente. Da questo punto di vista, la prima cattura il 40% della varianza, che raggiunge il 75% considerando le prime quattro.

**TABELLA 12**

**Analisi delle componenti principali. Autovalori e varianza spiegata.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Componente** | **Autovalore** | **% varianza**  **spiegata** | **% cum. var.**  **spiegata** |
| Componente 1 | 4,66 | 0,39 | 0,39 |
| Componente 2 | 2,28 | 0,19 | 0,58 |
| Componente 3 | 1,12 | 0,09 | 0,67 |
| Componente 4 | 0,90 | 0,07 | 0,75 |
| Componente 5 | 0,70 | 0,06 | 0,81 |
| Componente 6 | 0,57 | 0,05 | 0,85 |
| Componente 7 | 0,49 | 0,04 | 0,89 |
| Componente 8 | 0,42 | 0,04 | 0,93 |
| Componente 9 | 0,29 | 0,02 | 0,95 |
| Componente 10 | 0,20 | 0,02 | 0,97 |
| Componente 11 | 0,18 | 0,02 | 0,99 |
| Componente 12 | 0,18 | 0,01 | 1,00 |

**TABELLA 13**

**Analisi delle componenti principali. *Loadings* relativi alle prime 4 componenti**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Variabile** | **Comp. 1** | **Comp. 2** | **Comp. 3** | **Comp. 4** |
| Programmare | 0,22 | 0,23 | -0,44 | 0,56 |
| Monitorare | 0,38 | -0,12 | 0,08 | -0,38 |
| Prendere decisioni | 0,36 | -0,05 | 0,00 | -0,18 |
| Controllo delle attrezzature | -0,01 | 0,58 | 0,16 | -0,16 |
| Matematica | 0,29 | 0,18 | -0,33 | 0,24 |
| Risolvere problemi complessi | 0,41 | -0,11 | -0,12 | -0,12 |
| Controllo di qualità | 0,18 | 0,49 | 0,12 | -0,06 |
| Istruire | 0,35 | -0,15 | -0,01 | -0,07 |
| Analizzare sistemi | 0,30 | 0,37 | -0,02 | -0,25 |
| Visualizzazione | 0,12 | 0,14 | 0,76 | 0,40 |
| Memorizzare | 0,27 | -0,26 | 0,20 | -0,05 |
| Originalità | 0,31 | -0,24 | 0,17 | 0,43 |

Secondo, dall’analisi dei *loadings* delle prime quattro componenti emergono alcuni elementi utili a suffragare quanto già visto nei paragrafi precedenti. Intanto, notiamo un grande ritardatario. La figura simbolo dell’Industria 4.0, impersonificata dal *data analyst*, sembra arrivare solo con la quarta componente, caratterizzata da una forte correlazione con le competenze di programmazione e matematiche, ma anche da un basso contributo alla varianza spiegata (9%). E d’altra parte l’insieme di competenze che sembra emergere dall’analisi di questa componente è più variegato, considerando la forte positiva correlazione con “Originalità” e “Visualizzazione”. Tra le figure professionali con il punteggio più elevato[[43]](#footnote-44) troviamo infatti non soltanto i progettisti di software, i tecnici programmatori e i tecnici web, ma anche i disegnatori della moda e gli illustratori, tutte professioni caratterizzate da un buon livello di digitalizzazione e, allo stesso tempo, da spiccate competenze in termini di visualizzazione e originalità, grazie alle quali utilizzano lo strumento tecnologico per potenziare l’analisi e comunicare i risultati del proprio lavoro.

Il fatto che questa componente così intrinsecamente 4.0 abbia poco risalto nell’analisi può essere dovuto alla fotografia statica, aggregata e per quanto ne sappiamo datata, del panorama delle competenze/attitudini impiegate dal sistema produttivo italiano riprodotta nel database ISFOL. È anche il probabile risultato di una maggiore concentrazione di tali competenze su un numero ridotto di profili professionali. Da questo punto di vista, sarà interessante in futuro i) considerare il numero degli occupati per ciascuna figura professionale, mediante l’utilizzo dei dati sulle Forze lavoro, la cui natura ci costringe però a passare a un livello di aggregazione superiore (da 5 digit a 4 digit), e ii) poter procedere oltre lo stock delle professioni, concentrandoci in particolare sulle figure a più rapido tasso di crescita.

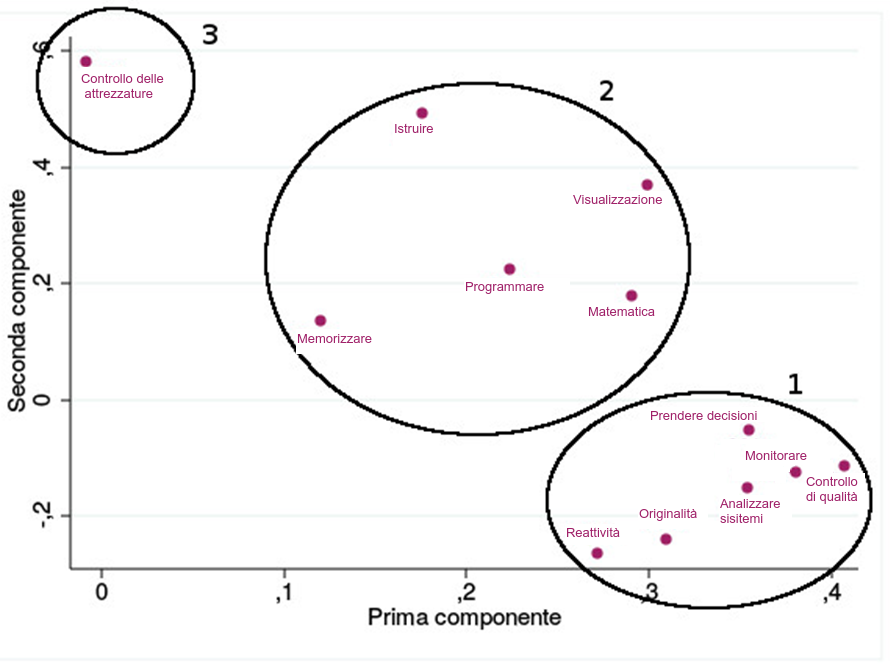
Venendo ai due elementi più importanti nell’economia della variabilità dei dati, la prima componente è chiaramente ben allineata con il profilo di “occupato 4.0” richiamato dalla precedente analisi. In effetti questa pare combinare capacità manageriali, quali risolvere problemi complessi, monitorare, valutare e prendere decisioni, istruire gli altri, abbinando anche elevate competenze matematiche, di programmazione e la capacità di analizzare sistemi. L’abilità di combinare competenze tecniche, anche di carattere digitale, con spiccate *soft skills* sembra l’elemento centrale caratterizzante le figure professionali meglio equipaggiate da questo punto di vista. Tra queste (ad oggi) troviamo docenti universitari e ricercatori, imprenditori e dirigenti, fisici e ingegneri e figure tecniche, tutte riconducibili a primi tre grandi gruppi professionali (fig.11).

Passando alla seconda componente, che spiega il 18% della varianza dei dati, essa privilegia la capacità di gestire e controllare i flussi produttivi. I principali *loadings* “caricano” infatti su “Controllo delle attrezzature” e “Controllo di qualità”, e allo stesso tempo la componente presenta una correlazione positiva sia con le abilità di programmazione che con l’analisi di sistemi. Traspare il cuore più manifatturiero del concetto di Industria 4.0, inteso come capacità di raccogliere e analizzare dati per l’efficientamento dei flussi produttivi lungo la catena del valore. Le figure professionali con il più elevato punteggio in questo caso sono tipicamente conduttori di macchine e meccanici, installatori e manutentori di impianti. Fanno parte di questo gruppo anche alcuni dei profili già visti nella discussione delle componenti 1 e 4 (es., fisici e analisti e progettisti di applicazioni web). In questo senso l’interpretazione di questa componente sembra proprio dare vita a una sorta di biforcazione dei destini delle professioni coinvolte: da una parte, coloro che progettano i sistemi, dall’altra, coloro che sono destinati a utilizzarli.

In 4 riportiamo un grafico a dispersione con i *loadings* associati alle competenze e attitudini nelle prime 2 componenti, che sembrano caratterizzati da una relazione negativa nella quale risaltano ai due estremi le componenti manageriali/decisionali avanzate (Gruppo 1: *loadings* elevati e positivi nella componente 1; *loadings* negativi nella componente 1), e quelle legate al controllo delle attrezzature (Guppo 3: *loading* elevato e positivo nella componente 2; negativo nella componente 1). In una posizione intermedia (Gruppo 2) invece un nucleo di competenze tecniche che vanno dalla “Programmazione”, alla “Analisi di sistemi”, alla “Visualizzazione” ed al “Controllo di qualità”. Si tratta di competenze di media importanza per entrambe le componenti, non completate però nella seconda, da quelle *skills* decisionali avanzate che invece ritroviamo nella prima.

**Figura 14**

**La relazione tra i *loadings* delle prime due componenti derivanti dall’analisi delle componenti principali**



La terza componente infine è interessante, anche se di più difficile interpretazione, perché, scarsa nelle competenze digitali, mostra però una elevata capacità di “Visualizzazione” con un buon livello di “Originalità”. Si avvicina, almeno a quanto sembra, alle professioni creative, artistiche e artigianali, per le quali al momento il livello di digitalizzazione è piuttosto basso ma in cui tuttavia la tecnologia potrebbe diventare più un potenziale alleato che un fattore di sostituzione. E questo proprio per l’originalità e la non facile replicabilità delle attività che le caratterizzano. Le principali figure professionali con elevato punteggio in questo indice sono disegnatori e *designers*, artigiani e artisti. Vi ritroviamo, in definitiva, le figure tipiche della creatività manifatturiera del *Made in Italy*, che potrebbero davvero trasformare alcune tecnologie fortemente orientate al 4.0 in potenti strumenti di crescita. Proprio la futura evoluzione di queste professionalità, capace di sfruttare ove possibile la riduzione della scala efficiente di produzione garantita dal processo di digitalizzazione e acquisire più spiccate competenze manageriali, potrebbe segnare una delle traiettorie possibili della via italiana alla quarta rivoluzione industriale.

**TABELLA 15**

**Correlazione delle prime quattro componenti con il grado di codificabilità ed il livello di automazione delle professioni**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Comp. 1** | **Comp. 2** | **Comp. 3** | **Comp. 4** |
| Indice di automazione/sostituibilità | -0,29 | 0.50 | 0.02 | -0.22 |
| Indice di competenze digitali | 0,66 | 0.09 | -0.35 | 0.28 |

L’interpretazione dei risultati qui suggerita è avvalorata dall’analisi della correlazione dei 4 indici derivanti dalle componenti principali con quelli sintetici di automazione/sostituibilità e competenze digitali precedentemente utilizzati (tab.15). In effetti, l’occupato 4.0 che concilia competenze digitali e *soft skills* emergente dalla prima componente risulta positivamente correlato con l’indice competenze digitali e inversamente con quello di automazione, come ci potevamo attendere. La seconda componente, più espressione dei lavoratori vicini ai flussi produttivi non ha particolari connessioni con le competenze digitali nel caso italiano, mentre risulta più impegnata a svolgere attività ripetitive e automatizzate. La terza componente, può essere letta come l’artigiano non ancora digitale, ma certamente con competenze specifiche non sostituibili, mentre la quarta componente rientra nel profilo più tipico del profilo digitale specializzato.

A suffragare questi risultati analizziamo anche la correlazione delle componenti con i punteggi in termini di destrezza manuale e delle dita richiesti dalle diverse professioni. Da questa ci aspettiamo di poter ancor meglio distinguere le figure caratterizzate da elevati livelli in termini di terza componente. In effetti, si vede bene dalla tabella 16 come la componente che abbiamo legato alle competenze artistico-artigianali risulti molto positivamente correlata con le competenze manuali.

TABELLA 16

Correlazione delle prime quattro componenti con il grado di destrezza manuale ed il livello di destrezza nelle dita delle professioni

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Comp. 1** | **Comp. 2** | **Comp. 3** | **Comp. 4** |
| Destrezza nelle mani | -0,32 | 0,41 | 0,48 | 0,09 |
| Destrezza nelle dita | -0,21 | 0,39 | 0,46 | 0,13 |

In conclusione l’analisi delle componenti principali rafforza l’interpretazione di Industria 4.0 come fenomeno complesso e multidimensionale, capace di incidere in modo diverso sulle professioni a partire dall’intreccio di competenze e mansioni proprie di ciascuna. Se da una parte sembrano favoriti i ruoli di maggiore responsabilità decisionale pur contraddistinti da solide basi tecniche, le figure professionali più vicine ai processi produttivi caratterizzati da maggiore codificabilità lungo l’intera filiera potrebbero essere quelle più soggette a sostituzione.

La visione del futuro non pare essere bianca o nera, quanto piuttosto ricomprendere tutte le sfumature connesse con la trasformazione dell’universo delle competenze che ruota attorno alle singole professioni. Per cui, ad esempio, i conduttori di macchine dell’Impresa 4.0 avranno competenze diverse rispetto a quelli di oggi; e d’altra parte, le trasformazioni in corso potrebbero renderne superflui un buon numero, e allo stesso tempo creare opportunità in altre mansioni. Dall’analisi delle componenti principali è anche emerso come la componente più correlata con la programmazione e la matematica segni un ritardo nel caso italiano, mentre più interessante è stato senz’altro scoprire che un fattore importante connesso con le competenze 4.0 è legato a professioni creative e artigianali che molto potrebbero guadagnare da un sostanziale avanzamento nell’uso delle nuove tecnologie e dal miglioramento delle competenze *soft* la cui importanza emerge con chiarezza anche dalla nostra analisi.

**5. Prossime linee di ricerca**

Le macchine possono liberare l’uomo dallo svolgimento di attività pericolose, ripetitive, noiose in modo da impiegarlo in compiti più interessanti e utili, oppure possono essere concepite come strumento per abbassare, se non eliminare il costo del lavoro, creando una società in cui i possessori di robot governano l’economia. Sebbene ancora lontani da entrambi gli scenari, in particolare in Italia, la differenza nel dispiegarsi della quarta rivoluzione industriale sarà fatta non solo dalla visione imprenditoriale, ma anche e soprattutto dalla politica, chiamata a incentivare o sanzionare determinati comportamenti. Il nostro Paese viene purtroppo da decenni di scarso investimento nel “fattore umano” largamente inteso, dalle scuole alle università, dalle condizioni di lavoro ai salari. Il discorso intorno a “Industria 4.0” può spronare a cambiare punto di vista, tornando a puntare sulle competenze, sulla formazione, sulla sicurezza e sul welfare, per governare invece che subire i cambiamenti innescati dal processo di digitalizzazione.

Oggi, e i nostri dati lo confermano, ci troviamo in una fase in cui il passato non è passato ma il futuro è già arrivato: nel mondo del lavoro convivono vecchi e nuovi mestieri riscontrabili tra le figure professionali, ma anche al loro interno.

L’Italia e la Toscana risultano arretrate dal punto di vista della pervasività del processo di digitalizzazione nelle conoscenze, competenze e abilità attribuibili alle professioni così come attualmente classificate. Dal punto di vista delle attività svolte, la diffusione di mansioni ripetitive e livelli discreti di automazione (anche se poco digitale), dipingono un quadro ancora arretrato dell’organizzazione del lavoro. Su questo sfondo, emergono però dall’analisi figure strategiche o potenzialmente tali su cui puntare per un futuro 4.0.

Favorite risultano quelle professioni di elevato livello di specializzazione e responsabilità in grado di conciliare competenze digitali a *soft skills* riguardanti la capacità di prendere decisioni, di istruire, di risolvere problemi complessi, ma che probabilmente rimarranno figure apicali, numericamente poco significative. Emerge poi, seppure in numeri ancora troppo scarsi, la figura del professionista del digitale, che evolverà in professioni più articolate già ricorrenti in molti studi: dal *Data analyst* al *Digital media specialist*,dal *Database Administrator* all’*ICT-Consultant.*

Del tutto incorporate nel nostro sistema risultano invece due altre figure, adesso solo potenzialmente 4.0. Quelle più a rischio in uno scenario di sostituzione uomo-macchina sono i conduttori di impianti e operai addetti ai macchinari, oggi già caratterizzati da alti livelli di automazione, ma che potrebbero però maturare competenze digitali e, non sappiamo naturalmente in che numero, diventare più strategici nella fabbrica del futuro. Le più tipiche figure del *Made in Italy* italiano, nella produzione come nei servizi, appaiono invece gli artigiani e i creativi, con solide conoscenze e competenze tecniche, ma importanti potenzialità laddove riescano ad agganciarsi alle nuove tecnologie digitali e avanzare nelle competenze più gestionali.

Diviene perciò fondamentale l’analisi delle competenze, conoscenze, attività svolte dai lavoratori e delle modalità relative alla loro organizzazione, riportando al centro lo studio del capitale umano, ma a un nuovo livello di codificazione, che attualmente manca, anche se da più parti si sta lavorando in questa direzione.

Si tratta quindi, nel prossimo futuro, di (a) approfondire il legame tra analisi delle figure professionali e dati disponibili sull’occupazione, sui salari e sulle condizioni di lavoro, anche in prospettiva comparata; (b) esplorare nuove informazioni rese accessibili dai *Big data*, sulla domanda di lavoro delle imprese; (c) specificare meglio le competenze, conoscenze attitudini richieste dal paradigma 4.0, combinando rilevazioni campionarie e raccolta di opinioni degli esperti con tecniche automatiche di analisi semantica oggi possibile su grandi moli di dati; (d) approfondire parallelamente la conoscenza del mondo produttivo e delle strategie messe in atto per rispondere alle trasformazioni in corso; (e) considerare anche il lato dell’offerta formativa e il ruolo delle istituzioni preposte.

C’è poi un aspetto da tenere presente, che deve guidarci nel passaggio da analisi a indicazioni di *policy*: se gli addetti ai lavori parlano da anni delle potenzialità delle tecnologie digitali e dei progressi compiuti nel campo dell’automazione robotica, le trasformazioni conseguenti alla presente e futura pervasività di questi strumenti nella vita sociale ed economica sono oggetto di studio nel presente, sia in relazione all’entità dei fenomeni che alle conseguenze sull’organizzazione delle relazioni. Da ciò scaturisce un problema di riflessività: quanto le ricerche passate e in corso sulle auspicabili competenze e professioni del futuro, su quelle più a rischio e su quelle più strategiche influenzano le decisioni delle persone, delle istituzioni e delle imprese, che a loro volta avranno effetti sugli assetti futuri? Non è questa la sede per affrontare questioni di tipo epistemologico, ma ci sembra importante chiarire che l’analisi delle competenze e delle figure professionali attraverso il filtro del paradigma 4.0 altro non è che un contributo alla maggiore conoscenza dei fenomeni legati al mercato del lavoro, con l’idea che la quarta rivoluzione industriale divenga uno strumento per ridare centralità al “fattore umano”. Per questo le molte stime sulle occupazioni a rischio, dai risultati molto variabili, devono fungere più da esortazione a rimettere al centro questo aspetto, che da grimaldello per dipingere scenari catastrofici alimentando la paura atavica dell’innovazione.

**Riferimenti bibliografici**

Acemoglu, D., Restrepo P. (2017), "Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets", *NBER Working* Paper No.23285.

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

Autor D. H., Levy F., Murnane R. J.(2003) “The Skill Content of RecentTechnological Change: An Empirical Exploration.”, *The Quarterly Journal of Economics*,118(4): 1279-1333.

Autor D. H. e Price B. (2013), “The Changing Task Composition of the US Labor Market:An Update of Autor, Levy, and Murnane (2003)”

Autor D. H. (2013), “The ‘Task Approach’ to Labor Markets: An Overview”, IZA Discussion Paer No.7178

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

Becattini G. e Rullani E. (1993), “Sistema locale e mercato globale”,*Economia e Politica Industriale*, vol. 80

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

Fantoni G., Cervelli G., Pira S, Trivelli L., Mocenni C., Zingone R., Pucci T. (2017), *Impresa 4.0: siamo pronti per la quarta rivoluzione industriale?* <https://www.innovationpost.it/wp-content/uploads/2017/07/Impresa-4.0-Valutare-impresa.pdf>

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

Graetz G. e Michaels G. (2015), “Robots at Work”,*CEPR Discussion Paper* 1335

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

Gregory T., Salomons A,Zierahn U. (2016), “Racing with or Against the Machine? Evidence from Europe”, *ZEW Discussion Paper* No.16-053

ISTAT (2017), *Conti economici trimestrali*, <http://www.istat.it/it/files/2017/12/CET_17q3_corretto.pdf?title=Conti+economici+trimestrali+-+01%2Fdic%2F2017+-+Testo+integrale+e+nota+metodologica.pdf>

Levy F., Murnane R. J.(2004), The New Division of Labor. How Computers Are Creating the Next Job Market, Russel Sage Foundation, New York

Mazziotta M. e Pareto A. (2007), “Un indicatore sintetico di dotazione infrastrutturale: il metodo delle penalità per coefficiente di variazione”, in: Lo sviluppo regionale nell'Unione Europea - Obiettivi, strategie, politiche, Atti della XXVIII Conferenza Italiana di Scienze Regionali , AISRe, Bolzano

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), *Skills for the Digital Economy*. [www.oecd.org/employment/future-of-work.htm](http://www.oecd.org/employment/future-of-work.htm)

OECD (2017), *Getting Skills Right: Italy*, OECD Publishing, Paris

Polanyi M. (1966), *The Tacit Dimension*, University of Chicago Press, Chicago

Roland Berger (2014), *INDUSTRY 4.0: The New Industrial Revolution: How Europe Will Succeed*, München.

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

The European House – Ambrosetti (2017), *Tecnologia e lavoro: governare il cambiamento,* <https://www.ambrosetti.eu/wp-content/uploads/Ambrosetti-Club-2017_Ricerca-Tecnologia-e-Lavoro.pdf>

Tukey J.W. (1977), *Exploratory Data Analysi,s* Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, USA

World Economic Forum (2016), *The Future of Jobs*.

1. IRPET, Firenze, natalia.faraoni@irpet.it [↑](#footnote-ref-2)
2. IRPET, Firenze, tommaso.ferraresi@irpet.it [↑](#footnote-ref-3)
3. IRPET, Firenze, donatella.marinari@irpet.it [↑](#footnote-ref-4)
4. IRPET, Firenze, nicola.sciclone@irpet.it [↑](#footnote-ref-5)
5. Confronta nota 5. [↑](#footnote-ref-6)
6. Si veda a questo proposito l’interessante ricostruzione in Mokyr e colleghi (2015). Per una recente rilettura della letteratura teorica ed empirica sul tema si veda Calvino e Virgillito (2017). [↑](#footnote-ref-7)
7. *Occupational Information Network* sviluppato dal Dipartimento del Commercio della North Carolina, su richiesta dello US *Department of Labor/Employment and Training Administration* (<https://www.onetcenter.org/overview.html>). [↑](#footnote-ref-8)
8. Per applicare le percentuali di suscettibilità elaborate da Frey e Osborne al mercato del lavoro italiano, lo studio assume che “le occupazioni nei due paesi siano equivalenti in termini di contenuti e di mansioni svolte e presentino le medesime caratteristiche” (The European House – Ambrosetti 2017, p.71). [↑](#footnote-ref-9)
9. Osservatorio delle competenze digitali 2015, <http://www.assinform.it/Pubblicazioni/Osservatorio-Delle-Competenze-Digitali.kl> [↑](#footnote-ref-10)
10. L’IRPET sta svolgendo una serie di analisi relative proprio a ricostruire il profilo del sistema produttivo toscano in termini di modelli organizzativi, investimenti in tecnologie, gestione delle risorse umane, aderenza al paradigma 4.0. Dopo una prima ricognizione di tipo qualitativo, effettuata con il contributo del Consorzio QUINN, che ha prodotto due risultati (<http://www.irpet.it/archives/40119> e <http://www.irpet.it/archives/48984>), sono in corso due indagini, una sulle medio e grandi imprese nazionali e multinazionali, una sulle piccole imprese con sede in Toscana, statisticamente rappresentative anche dei principali settori produttivi. [↑](#footnote-ref-11)
11. Tra i principali studi di *foresight* ci sono quelli già precedentemente menzionati di Frey e Osborne (2017) e Arntz *et al.* (2016). Tra gli studi retrospettivi, interessati cioè a ricostruire la dinamica passata, Acemoglu e Restrepo (2017) mostrano effetti negativi dell’automazione sui posti di lavoro laddove Autor *et al.* (2015) e Graetz e Michaels (2015) non trovano invece conseguenze significative. Gregory *et al.* (2016) sottolineano la presenza di un impatto positivo. [↑](#footnote-ref-12)
12. Si sottolinea che la scelta metodologica è quella di partire dalle competenze per poi risalire alle professioni, piuttosto che il contrario. Questo comporta uno sforzo di codificazione e classificazione delle competenze e dei compiti svolti che in questo lavoro trova una prima applicazione ma che sarà oggetto di futuri approfondimenti. [↑](#footnote-ref-13)
13. Non si tratta infatti solamente di sostituire il lavoro umano con quello delle macchine, ma anche di poter esternalizzare mansioni codificate in altre imprese e in altri paesi in cui i costi di produzione risultano più bassi (per esempio quelli legati al lavoro o al rispetto delle norme). Si veda per esempio Blinder 2009 e Blinder e Krueger 2013. [↑](#footnote-ref-14)
14. Si pensi a e-David, il “robot pittore”, i cui quadri vengono creati non solo dal programmatore, ma anche grazie al risultato di un processo di ottimizzazione visiva (<https://vimeo.com/68859229>). [↑](#footnote-ref-15)
15. Si rimanda a un precedente lavoro IRPET intitolato “I fabbisogni di competenze 4.0 del sistema produttivo toscano”

    per una prima esplorazione della domanda e dell’offerta di figure professionali 4.0, al fine di identificare un quadro di sfondo della situazione regionale. [↑](#footnote-ref-16)
16. Come già specificato la sostituzione del lavoratore che svolge determinati compiti può avvenire per mezzo di macchine o tramite esternalizzazione di quei compiti ad altri lavoratori (meno costosi). Può configurarsi però anche la situazione per cui il lavoratore, liberato da *tasks* ripetitivi, viene impiegato in attività di altro tipo. [↑](#footnote-ref-17)
17. Si vedano il paragrafo 4 e la nota tecnica allegata. [↑](#footnote-ref-18)
18. Una banca dati che non verrà per il momento tenuta in considerazione è il PIAAC (*Programme for the International Assessment of AdultCompetencies*), un programma ideato dall’Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OECD), a cui anche l’Italia aderisce. L'indagine ha lo scopo di conoscere attraverso un questionario e dei test cognitivi specifici le abilità fondamentali della popolazione adulta compresa tra i 16 e i 65 anni, ovvero quelle competenze ritenute indispensabili per partecipare attivamente alla vita sociale ed economica. Essa fornisce quindi informazioni sulle competenze fondamentali degli adulti - definite dall’OCSE *foundations skills* - e in particolare sulla lettura (*Literacy*), sulle abilità logico-matematiche (*Numeracy*) e sulle competenze collegate alle tecnologie dell’informazione e comunicazione (ICT), oltre a indicazioni sull’uso che gli adulti fanno di esse nell’attività lavorativa. [↑](#footnote-ref-19)
19. <http://fabbisogni.isfol.it/documenti/it/met_campionaria_2014.pdf> [↑](#footnote-ref-20)
20. Si veda Box 1. [↑](#footnote-ref-21)
21. 1. Legislatori, imprenditori, alta dirigenza; 2. Professioni intellettuali, scientifiche e di elevata specializzazione; 3. Professioni tecniche; 4. Professioni esecutive nel lavoro di ufficio; 5. Professioni qualificate nelle attività commerciali e nei servizi; 6. Artigiani, operai specializzati, agricoltori; 7. Conduttori di impianti, operai ai macchinari fissi e conducenti di veicoli; 8. Professioni non qualificate. [↑](#footnote-ref-22)
22. Management Occupations; Business and Financial Operations Occupations; Computer and Mathematical Occupations; Architecture and Engineering Occupations; Life, Physical, and Social Science Occupations; Community and Social Service Occupations; Legal Occupations; Education, Training, and Library Occupations; Arts, Design, Entertainment, Sports, and Media Occupations; Healthcare Practitioners and Technical Occupations; Healthcare Support Occupations; Protective Service Occupations; Food Preparation and Serving Related Occupations; Building and Grounds Cleaning and Maintenance Occupations; Personal Care and Service Occupations; Sales and Related Occupations; Office and Administrative Support Occupations; Farming, Fishing, and Forestry Occupations; Construction and Extraction Occupations; Installation, Maintenance, and Repair Occupations; Production Occupations; Transportation and Material Moving Occupations. [↑](#footnote-ref-23)
23. Sono escluse dall’analisi, in entrambi i casi, le forze armate. [↑](#footnote-ref-24)
24. Personale sanitario, dei servizi alla persona e del commercio. [↑](#footnote-ref-25)
25. Rispetto alla media aritmetica, è stato testato anche l’utilizzo della mediana, che comporta variazioni minime nella composizione dei gruppi. [↑](#footnote-ref-26)
26. Nel questionario sottoposto a lavoratori ed esperti per rilevare l’importanza di conoscenze, competenze, abilità, attività ecc. ISFOL e O\*NET utilizzano una scala che va da 1 a 5 così articolata: 1=non importante; 2=appena importante; 3=importante; 4=molto importante; 5=di assoluta importanza. Riportando questa scala sui nostri indici che variano da 70 a 130 possiamo ritenere come importanti i valori superiori a 100. [↑](#footnote-ref-27)
27. Tecnici delle trasmissioni radio-televisive e Tecnici del montaggio audio-video-cinematografico, entrambi con valori degli indici molto prossimi al 100. [↑](#footnote-ref-28)
28. Direttori e dirigenti generali di aziende nei servizi informatici e di telecomunicazione; Direttori e dirigenti del dipartimento servizi informatici; Direttori e dirigenti del dipartimento ricerca e sviluppo; Imprenditori e responsabili di piccole aziende nei servizi informatici e di telecomunicazione; Fisici; Matematici; Analisti e progettisti di software; Analisti di sistema; Analisti e progettisti di applicazioni web; Specialisti in reti e comunicazioni informatiche; Analisti e progettisti di basi dati; Amministratori di sistemi; Specialisti in sicurezza informatica; Geofisici; Meteorologi; Ingegneri elettrotecnici e dell'automazione industriale; Ingegneri elettronici; Ingegneri progettisti di calcolatori e loro periferiche; Ingegneri in telecomunicazioni; Ingegneri biomedici e bioingegneri; Biofisici; Creatori artistici a fini commerciali (esclusa la moda); Docenti universitari in scienze matematiche e dell'informazione; Docenti universitari in scienze ingegneristiche industriali e dell’informazione; Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze fisiche; Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche industriali e dell’informazione; Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze economiche e statistiche; Professori di scienze dell'informazione nella scuola secondaria superiore; Tecnici fisici e nucleari; Tecnici programmatori; Tecnici esperti in applicazioni; Tecnici web; Tecnici gestori di basi di dati; Tecnici gestori di reti e di sistemi telematici; Tecnici per le telecomunicazioni; Elettrotecnici; Tecnici elettronici; Tecnici avionici; Tecnici aerospaziali; Tecnici dell'acquisizione delle informazioni; Manutentori e riparatori di apparati elettronici industriali; Installatori e riparatori di apparati di telecomunicazione; Installatori, manutentori e riparatori di apparecchiature informatiche. [↑](#footnote-ref-29)
29. In Appendice sono riportate le tabelle con le professioni al massimo livello di disaggregazione e i corrispondenti valori dei due indici sintetici (tab.1). [↑](#footnote-ref-30)
30. Dal punto di vista metodologico questa operazione richiede una riaggregazione delle professioni a 4 digit per il caso italiano e dal quarto al terzo livello (da *detailed occupations* a *broad occupations*) nel caso statunitense. Ciò ha comportato un riconteggio dei valori degli indici di automazione/sostituibilità e competenze digitali. Nel caso italiano, gli indici sono stati ricalibrati a partire dai valori degli avviamenti toscani 2012-2016 (media pesata), unico dato per noi disponibile, utilizzato come approssimazione della proporzione delle professioni 5 digit nel mercato del lavoro rispetto al passaggio a 4 digit. Ovviamente si assume che le figure professionali come descritte dai dati ISFOL-ISTAT per l’Italia corrispondano a quelle della Toscana. Per gli Stati Uniti, non avendo dati a disposizione, è stata utilizzata una media aritmetica. [↑](#footnote-ref-31)
31. <http://professioni.istat.it/sistemainformativoprofessioni/cp2011/index.php?codice_4=4.1.1.2&codice_3=4.1.1&codice_2=4.1&codice_1=4> [↑](#footnote-ref-32)
32. In tale direzione si veda il progetto ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations). <https://ec.europa.eu/esco/portal/home>. Per il caso italiano, una descrizione dettagliata del sistema di rilevazione e anticipazione dei fabbisogni di competenze è offerta da OCSE 2017. [↑](#footnote-ref-33)
33. Per la descrizione dettagliata della metodologia utilizzata, le criticità incontrate e i risultati in forma estensiva si rimanda alla nota tecnica allegata elaborata da QUINN-DICI al rapporto IRPET: <http://www.irpet.it/wp-content/uploads/2018/01/rapporto_competenze-4-0-faraoni-gennaio-2018-1.pdf> [↑](#footnote-ref-34)
34. Come nel caso dei già citati lavori del World Economic Forum e di Frey e Osborne (2017) [↑](#footnote-ref-35)
35. Si veda la figura 1 nel primo paragrafo. [↑](#footnote-ref-36)
36. Sono state scelte sulla base della loro frequenza nella letteratura (analisi effettuata mediante Google Scholar). Per maggiori specificazioni, si rimanda alla nota tecnica QUINN-DICI. [↑](#footnote-ref-37)
37. Sono stati ottenutimediante un processo di espansione ed estrazione di termini e tecnologie tipiche, centrate sul tema Industria 4.0 (in parte un sottoinsieme delle tecnologie abilitanti secondo il modello promosso da Boston Consulting Group e poi adottato in Italia nel cosiddetto Piano Calenda). Per maggiori specificazioni, si rimanda alla nota tecnica QUINN-DICI. [↑](#footnote-ref-38)
38. Da O\*NET: *Developed capacities that facilitate learning or the more rapid acquisition of knowledge*. [↑](#footnote-ref-39)
39. Da O\*NET:*Enduring attributes of the individual that influence performance*. [↑](#footnote-ref-40)
40. I boxplot sono una rappresentazione grafica dei quartili di una distribuzione e permettono anche di confrontare tra loro gruppi di dati diversi. Le scatole indicano la distanza tra il primo e il terzo quartile e comprendono il 50% dei valori. Se l'intervallo interquartilico è piccolo, tale metà delle osservazioni si trova fortemente concentrata intorno alla mediana, cioè il valore che divide esattamente a metà la distribuzione. All'aumentare della distanza interquartilica aumenta la dispersione del 50% delle osservazioni centrali intorno alla mediana, rappresentata dalla linea interna alla scatola. I baffi, cioè le linee esterne, indicano il posizionamento dei valori inferiori al primo e superiori al terzo quartile, mentre i punti segnalano l’esistenza e la posizione di “valori anomali” (Tuckey 1977). [↑](#footnote-ref-41)
41. In questo senso risulta interessante il lavoro di etichettatura uomo-macchina compiuto da QUINN-DICI per valutare la precisione delle occorrenze ottenute per le *skills*/*abilities* 4.0, per i cui particolari si rimanda alla nota tecnica allegata. L’*escamotage* per discriminare tra competenze/attitudini possedute dalla macchina e quelle ad appannaggio dell’uomo è l’introduzione di una terza variabile denominata METODI (o TOOLS) che fa da ponte tra i due, lasciando ipotizzare uno spazio complesso, in cui la competenza umana è ora sostituita ora complementare a una competenza propria della macchina. [↑](#footnote-ref-42)
42. Si rimanda, anche in questo caso, alla nota tecnica QUINN-DICI allegata. [↑](#footnote-ref-43)
43. Calcolato per ogni componente come distribuzione dei valori predetti. In Appendice sono riportate le prime 15 professioni con i valori predetti più alti per ogni componente (tab.2) [↑](#footnote-ref-44)