

# **Competenze e figure professionali di fronte alla quarta rivoluzione industriale**

Firenze, Dicembre 2017

## RICONOSCIMENTI

Il rapporto è stato coordinato da Nicola Sciclone nell'ambito delle attività comuni di IRPET con Regione Toscana-Area Formazione orientamento lavoro. La redazione del testo è a cura di Natalia Faraoni e il capitolo 4 è scritto insieme a Tommaso Ferraresi. Il gruppo di lavoro è composto da Silvia Duranti, Natalia Faraoni, Tommaso Ferraresi, Donatella Marinari (autrice del Box 1) e Valentina Patacchini dell'IRPET.

La nota tecnica "Alla ricerca delle competenze per l'Industria 4.0: un approccio data driven" è stata curata dal consorzio universitario Quinn e dal Dipartimento di Ingegneria civile e Industriale dell'Università di Pisa, il cui gruppo di lavoro è composto da Filippo Chiarello, Elena Coli, Gualtiero Fantoni, Silvia Fareri, Giacomo Petrini. Si ringrazia tutto l'ampio e composito gruppo di lavoro per lo scambio di informazioni e i suggerimenti.

Editing a cura di Elena Zangheri.



**Regione Toscana**



## Indice

<b>Executive Summary</b>	<b>5</b>
<b>1. Premessa</b>	<b>11</b>
<b>2. Il lavoro nell'era 4.0: una riflessione sulla letteratura</b>	<b>11</b>
2.1 <i>Le principali prospettive di ricerca</i>	13
<b>3. Il lavoro di fronte alla sfida della quarta rivoluzione industriale: una proposta d'analisi</b>	<b>17</b>
3.1 <i>Automazione e aderenza al paradigma 4.0: una fotografia delle professioni in Italia e negli Stati Uniti</i>	19
<i>Box 1: Adjusted Mazziotta-Pareto Index</i>	20
<b>4. Per un vocabolario delle “competenze 4.0”</b>	<b>31</b>
4.1 <i>Come si combinano tra loro le competenze 4.0: un'applicazione basata sull'analisi delle componenti principali</i>	37
<b>5. Prossime linee di ricerca</b>	<b>41</b>
<b>Riferimenti bibliografici</b>	<b>43</b>
<b>Appendice</b>	<b>44</b>
<i>Nota tecnica</i>	
<b>Alla ricerca delle competenze per l'Industria 4.0: un approccio data driven</b>	<b>65</b>



## EXECUTIVE SUMMARY

### Gli obiettivi della ricerca

La ricerca nasce con l'obiettivo di analizzare le potenziali ricadute che le innovazioni tecnologiche del processo produttivo, comunemente evocate con il termine **Industria 4.0**, stanno producendo e produrranno sempre più in futuro sulle competenze e le professionalità richieste da chi domanda lavoro.

L'analisi valuta quindi il grado di esposizione del capitale umano ai cambiamenti indotti dalla quarta rivoluzione industriale e quantifica, per quanto possibile, il potenziale di sostituzione della forza lavoro occupata. La rivoluzione digitale offre sicuramente numerose opportunità, creando nuovi lavori prima inesistenti, ma al tempo stesso si porta dietro la distruzione di un certo tipo e numero di mansioni che mettono a rischio una fetta non trascurabile di posti di lavoro.

Lo sviluppo tecnologico, potenziando i livelli di automazione del processo produttivo, induce infatti una sostituzione del fattore lavoro ma, contemporaneamente, libera tempo e genera ricchezza addizionale da destinare a nuove attività, di natura più immateriale, capaci di assorbire nuova occupazione. Il saldo fra queste due opposte tendenze è incerto, e anche la letteratura sul tema fornisce risultati controversi, ma certo è l'accadimento di una rilevante redistribuzione di competenze, professioni e posti lavoro che si realizzerà nei prossimi anni.

In questo contesto diviene essenziale, per governare il cambiamento in atto, disporre di dati e informazioni che consentano la formulazione di uno scenario realistico, su cui impostare un adeguato pacchetto di interventi – in modo specifico nel campo della formazione- volti a tutelare i livelli di occupazione e a soddisfare la domanda di professionalità delle imprese.

### La metodologia della ricerca

La nostra proposta di ricerca prende in esame due unità di analisi fra loro intrecciate, le competenze e le professioni, che sono esaminate in due distinti spazi di valutazione: il grado di automazione/sostituibilità delle mansioni e la loro aderenza al paradigma Industria 4.0.

La scelta di analizzare le competenze, piuttosto che limitarsi alle sole professioni, nasce dalla consapevolezza, confermata dalla testimonianza diretta degli attori<sup>1</sup>, che siano le prime a essere prevalentemente interessate dallo sviluppo della tecnologia e che siano le mansioni dentro le medesime professioni –piuttosto che queste ultime- a essere oggetto di trasformazione. La digitalizzazione del processo produttivo genera nuovi mestieri e ne distrugge altri, ma l'impatto principale è sulle competenze: solo una quota minima di professioni scomparirà del tutto, ma una quota di esse assolutamente rilevante potrà modificare la propria natura e il proprio contenuto.

La decisione di misurare in modo cardinale – per ciascuna competenza- la dimensione della automazione/sostituibilità e quella relativa all'aderenza al paradigma 4.0 ci consente di valutare

---

<sup>1</sup> Il riferimento è ad una serie di interviste e *focus group* condotte con le imprese toscane e con gli operatori qualificati del mondo della formazione. I risultati sono raccolti nel Rapporto intitolato "I fabbisogni di competenze 4.0 del sistema produttivo toscano", Irpet 2017.

per ciascuna professione il rischio di obsolescenza, che diviene massimo quando essa esprime contemporaneamente un contenuto di mansioni codificabile (quindi potenzialmente automatizzabile) e una distanza dai processi di digitalizzazione, che ampliano ulteriormente la gamma di mansioni sostituibili, anche oltre la loro mera natura ripetitiva.

Operativamente, come abbiamo proceduto? A ciascuna delle 796 professioni Isco, sulla base del loro contenuto competenziale, sono stati attribuiti due valori cardinali: il primo, riflette un indice di digitalizzazione (come proxy del paradigma 4.0); il successivo esprime un indice di automazione/sostituibilità. L'indice di digitalizzazione è costruito sulla base del grado di importanza delle competenze digitali richieste nell'esercizio di ciascuna professione. L'indice di automazione/sostituibilità nasce invece tenendo conto del grado di importanza dei compiti ripetitivi e dell'attuale livello di automazione nello svolgimento delle professioni. Le informazioni di base per la costruzione dei due indici sono tratte dal *Sistema informativo integrato sulle professioni* promosso congiuntamente da Isfol e Istat (<http://fabbisogni.isfol.it/>).

Successivamente ogni professione è stata collocata nel relativo percentile (decile e/o quintile) di appartenenza in ciascuno dei due spazi di valutazione. Quindi, incrociando le due dimensioni valutative, le medesime professioni sono state classificate -per ricavarne un quadro orientativo- in quattro gruppi<sup>2</sup>, di cui due rappresentano i tipi riconducibili agli esempi più descritti in letteratura : a) le professioni più soggette all'automazione e con bassa aderenza al paradigma 4.0 (*a più elevato rischio di estinzione o trasformazione*); b) le professioni meno soggette all'automazione e con elevata aderenza al paradigma 4.0 (*a più basso rischio di estinzione o trasformazione*). Gli altri due gruppi risultano al primo impatto meno chiari, essendo costituiti: c) dalle professioni ad elevata sia automazione sia aderenza al paradigma 4.0; d) dalle professioni a bassa sia automazione sia aderenza al paradigma 4.0.

In realtà, proprio l'incrocio delle dimensioni relative all'automazione/sostituibilità e all'aderenza al paradigma 4.0 permette di restituire un quadro più articolato della realtà, rispetto al dibattito prevalente. Questo ultimo tende a semplificare il ragionamento sugli effetti negativi della digitalizzazione del processo produttivo, basandosi sulla presunzione di una identità fra automazione e digitalizzazione. Da tale identità consegue, secondo i più, che le professioni con mansioni ripetitive non ancora esposte alla digitalizzazione del processo produttivo (il cd. paradigma 4.0) rischiano di sparire in un immediato o prossimo futuro, mentre da questo rischio sarebbero invece esenti le professioni connotate da un alto contenuto di digitalizzazione, in quanto già automatizzate.

Il nostro approccio prevede invece che una professione altamente automatizzata possa essere lontana dal paradigma 4.0, perché caratterizzata ad esempio da una automazione di tipo meccanico<sup>3</sup>; oppure prevede che, sebbene connotata da competenze digitali, una professione possa invece essere sostituibile, e quindi non per forza strategica<sup>4</sup>.

Infine la classificazione adottata consente di individuare le professioni lontane dai processi di digitalizzazione, ma non per questo necessariamente soggette ad una estinzione nel mercato del lavoro: nell'immediato, in forza della natura scarsamente ripetitiva che ne riduce i rischi di

---

<sup>2</sup> Naturalmente le classificazioni possibili sono molteplici e tutte legittime. Questa nasce dall'adozione di criteri di valutazione relativi, assumendo come soglie i valori medi degli indici di digitalità e di automatizzabilità. Altre classificazioni possono essere ovviamente prodotte.

<sup>3</sup> A tale riguardo si prenda un conduttore di macchine medio italiano: egli compie un lavoro altamente automatizzato, perché effettuato da un macchinario, ma attualmente poco digitale, dato che il macchinario impiegato non ha le caratteristiche del paradigma 4.0.

<sup>4</sup> Si pensi a chi immette dati in un sistema: un lavoro automatico, digitale (perché utilizza il computer), ma che nel paradigma 4.0 può essere sostituito.

sostituibilità, anche se ciò potrebbe accadere in prospettiva<sup>5</sup>; nel lungo periodo, perché un aumento delle loro competenze digitali potrebbe aprire nuove opportunità di lavoro. In altre parole, anziché decretare un rischio di automazione per le professioni, si cerca di cogliere la natura dinamica delle stesse, che deriva dalla combinazione variabile di mansioni e competenze.

A partire da questo approccio, una volta classificate le professioni, è stato possibile contestualizzare il loro peso nel mercato del lavoro utilizzando i dati della RTFL (Rilevazione Trimestrale di Forze Lavoro) di fonte Istat (*stock*) e potenzialmente anche degli avviamenti dei rapporti di lavoro che i datori comunicano ai centri per l'impiego (*flussi*). Il prodotto finale di questo approccio è pertanto una mappa delle competenze, delle professioni e delle occupazioni esposte, per intensità di esposizione, ai processi di automazione/sostituibilità e di aderenza al paradigma 4.0.

Lo stesso approccio, utilizzando fonti diverse, è stato applicato agli Stati Uniti d'America, in modo da avere un confronto con quella che si ritiene essere una realtà posizionata sulla frontiera della innovazione tecnologica.

Per affinare il lavoro, che avrà in ogni caso ulteriori sviluppi, è stata avviata infine in via sperimentale una ricerca semantica sulla letteratura scientifica internazionale, disponibile sulla piattaforma *Scopus*, in collaborazione con Consorzio Quinn e Dicit, con l'intento di muovere verso la costruzione di un vocabolario delle competenze 4.0. A partire dalla lista di competenze emersa da tale analisi, è stata compiuta una ricognizione delle professioni ISFOL caratterizzate da skill e attitudini 4.0, mediante un'analisi delle componenti principali in grado di evidenziare alcuni aspetti di fondo che sembrano emergere non tanto dalla mera presenza o sommatoria delle skill/attitudini 4.0 nelle professioni, quanto dalla loro variegata combinazione.

## **I risultati della ricerca**

I principali risultati del lavoro possono essere così sintetizzate.

Il confronto tra la situazione italiana e quella degli Stati Uniti, per contenuto delle professioni in termini di automazione/sostituibilità e aderenza al paradigma 4.0, evidenzia il ritardo del nostro paese. Gli Usa sono caratterizzati da un processo di digitalizzazione che ha già permeato gran parte delle figure professionali, e che costituisce la principale fonte di automazione delle mansioni svolte. Nel caso italiano, invece, il processo di digitalizzazione interessa oggi ancora poche professioni, risultando per il momento slegato dai livelli di automazione. Volendo quantificare la distanza fra i due paesi, sono a maggiore livello di competenze digitali il 44% delle professioni italiane ed il 55% di quelle statunitensi, usando una soglia di confronto relativo fra le professioni (tutte quelle oltre il valore medio di ciascun paese); le due proporzioni divengono rispettivamente pari al 6% e 14%, se la soglia di riferimento assume un significato assoluto e tale da identificare la strategicità (sì, no) delle competenze digitali nell'esercizio della professione.

Con riferimento all'Italia, le professioni intellettuali, scientifiche e ad elevata specializzazione sono quelle più caratterizzate da una maggiore presenza di competenze digitali ed un minor grado di automazione. A seguire, per intensità di digitalizzazione, le figure dirigenziali e imprenditoriali, che tendono ad assumere però un profilo meno tecnologico; quindi le professioni tecniche, sebbene in questo caso esse posseggano un profilo di mansioni più

---

<sup>5</sup> Si pensi ai prototipi di robot che compiono azioni complesse e creative, prima impensabili per una macchina.

ripetitive e codificabili. I conduttori di macchine, gli operai ai macchinari fissi e i conducenti sono professioni poco digitalizzate e risultano svolgere attività più automatizzate, similmente alle professioni non qualificate. Le professioni di natura più relazionale (personale sanitario, dei servizi e del commercio) appaiono infine poco orientate alla digitalizzazione, sebbene rispetto alle precedenti esse abbiano un contenuto di mansioni ed attività di natura meno *routinaria*. Chiudono la fotografia di insieme la gran parte delle professioni esecutive nel lavoro d'ufficio: poco digitali e piuttosto ripetitive e *routinarie*.

Con riferimento agli Stati Uniti, si ripropone sia la maggior strategicità delle professioni scientifiche e di quelle manageriali, sia il basso profilo digitale ma la scarsa ripetitività delle professioni legate alla cura e all'interrelazione personale, sia il maggior rischio di sostituzione delle professioni da ufficio, più digitalizzate delle nostre ma anche altamente automatizzabili. In generale quello che cambia, rispetto al quadro italiano, è il livello assoluto dei processi di digitalizzazione che permeano maggiormente l'intera gamma delle attività professionali.

Se guardiamo con riferimento al peso in termini di occupati delle singole professioni, l'Italia e la Toscana presentano un profilo sostanzialmente sovrapponibile: il gruppo più numeroso, che raccoglie poco meno della metà degli occupati (41% in Italia e 44% in Toscana), è quello delle figure professionali caratterizzate da basso livello di automazione/sostituibilità, e da una altrettanto relativamente 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 (sia in Italia che in Toscana), mentre il più esile rimane il gruppo connotato da una relativamente elevata automazione/sostituibilità e alte competenze digitali (il 13% per l'Italia ed il 12% per la Toscana).

Gli occupati in professioni a maggiore grado di digitalizzazione, indipendentemente dal livello di automazione e sostituibilità delle competenze, sono in Italia il 34% ed in Toscana il 32%. Negli Stati Uniti rappresentano il 53% degli occupati. Infine, nessuna figura con tipico profilo digitale o strategico-dirigenziale emerge decisiva dal punto di vista del numero degli occupati, in Italia e soprattutto in Toscana.

In questo contesto, infine, un'analisi semantica condotta sulla letteratura scientifica, utilizzando il database Scopus come fonte informativa, ha identificato mediante una procedura computazionale le *abilità e le attitudini* più frequentemente connesse al paradigma 4.0. A partire da questo elenco, che accanto alle più scontate abilità di programmazione e di calcolo matematico affianca ad esempio le attitudini inerenti *la capacità di risolvere problemi e prendere decisioni*, è stato indagato il grado di pervasività attuale e potenziale del processo di digitalizzazione nel nostro sistema produttivo. Quali sono –secondo questo sperimentale approccio– le professioni più vicine ad Industria 4.0?

Quelle più direttamente coinvolte sono le professioni direttive, di tipo scientifico e ad elevata specializzazione, che coniugano *skill* digitali medie con competenze elevate in termini di istruzione, monitoraggio, risoluzione di problemi complessi, originalità e *decision making*, quindi in ruoli di responsabilità e coordinamento. Troviamo poi le figure più operative, che gestiscono e controllano i flussi produttivi e mostrano livelli non trascurabili di competenze digitali. Dietro questa componente sembrano celarsi due profili professionali: uno più strategico che progetta i sistemi, uno a più alto rischio di sostituzione che li utilizza quotidianamente. Un terzo gruppo di professioni si caratterizza, invece, per le scarse competenze digitali ma le maggiori capacità creative, di visualizzazione e originalità, che rimandano a figure tipiche del *Made in Italy* come il designer o l'artigiano, alle quali un ampliamento delle conoscenze e delle competenze relative al paradigma 4.0 potrebbe offrire la possibilità di consolidare e ampliare i

propri mercati. Si evidenzia, infine, la professione più strettamente riconducibile alle skill digitali, sebbene come ultima componente dell'analisi effettuata, con spiccate capacità matematiche, legate alla programmazione e all'analisi dei sistemi.

I profili appena descritti potrebbero essere quelli su cui puntare in termini formativi, con percorsi articolati, ricercando una via italiana a Industria 4.0.



## 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 banche dati, 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

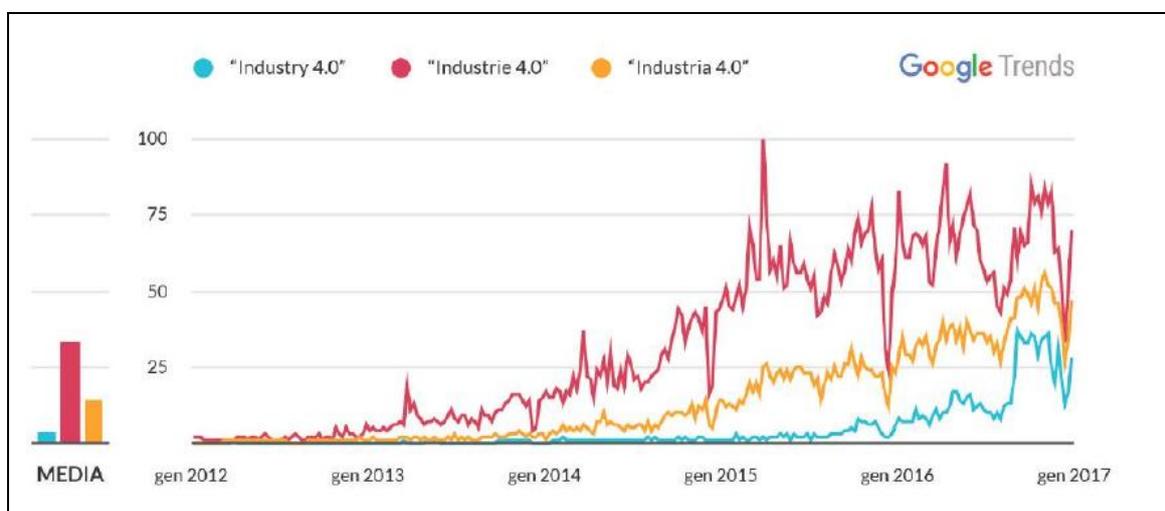
Nel 2016 Klaus Schwab, fondatore e direttore esecutivo del World Economic Forum, tematizza la quarta rivoluzione industriale, definendone caratteristiche, opportunità e rischi (Schwab 2016), in anni in cui non si contano le pubblicazioni sulle trasformazioni sociali portate da "la seconda era delle macchine" (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<sup>6</sup>.

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<sup>7</sup>.

Nel dettaglio, Frey e Osborne (2017) stimano il rischio di automazione connesso a ciascuna professione partendo dalla banca dati statunitense O\*NET<sup>8</sup>, 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<sup>9</sup>.

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

---

<sup>6</sup> Confronta nota 5.

<sup>7</sup> 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).

<sup>8</sup> *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>).

<sup>9</sup> 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).

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”»<sup>10</sup>.

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<sup>11</sup> (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<sup>12</sup>; 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

---

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

<sup>11</sup> 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.

<sup>12</sup> 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.

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<sup>13</sup> 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<sup>14</sup>. 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 complementarità dell'uomo con la macchina.

Figura 2  
CLASSIFICAZIONE DEI TASKS (COMPITI) SVOLTI DA UN LAVORATORE

	<i>Routinario</i>	<i>Non routinario</i>
<i>Manuale</i>	Routinario – manuale. Es. condurre un macchinario tradizionale.	Non routinario-manuale: produrre un pezzo unico artigianale; accudire una persona.
<i>Cognitivo</i>	Routinario – cognitivo: Es. tenere la contabilità; inserire dati.	Non routinario – cognitivo. Es. coordinare il personale; pretendere decisione 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

<sup>13</sup> 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.

<sup>14</sup> 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.

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 Osborn 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<sup>15</sup>, 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<sup>16</sup>

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<sup>17</sup>.

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<sup>18</sup>.

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 complementarità rispetto all'utilizzo di tecnologie 4.0. Per esempio, nel gruppo 2 dovrebbero

---

<sup>15</sup> 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>).

<sup>16</sup> 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.

<sup>17</sup> 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.

<sup>18</sup> Si vedano il paragrafo 4 e la nota tecnica allegata.

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
	<b>Aderenza al paradigma Industria 4.0</b>	

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<sup>19</sup>.

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

<sup>19</sup> Una banca dati che non verrà per il momento tenuta in considerazione è il PIAAC (*Programme for the International Assessment of Adult Competencies*), 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.

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<sup>20</sup>. 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 Electronics"
- 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)<sup>21</sup>, 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.

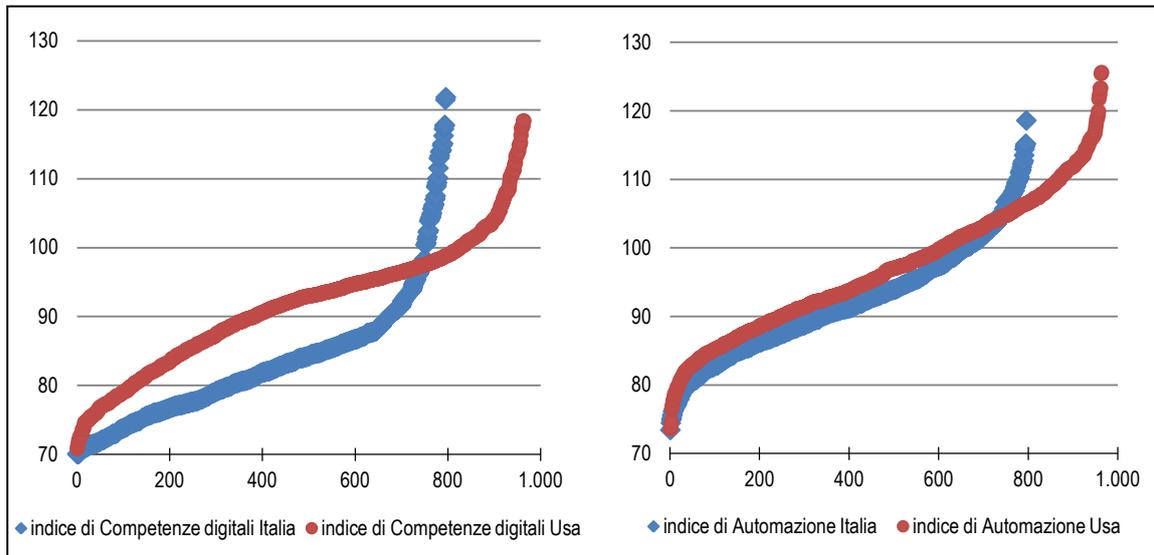
In figura 4 sono riportati i grafici che rappresentano la distribuzione in quantili dei due indici sintetici per l'Italia e per gli Stati Uniti. Essi restituiscono un quadro differenziato dei due paesi,

<sup>20</sup> [http://fabbisogni.isfol.it/documenti/it/met\\_campionaria\\_2014.pdf](http://fabbisogni.isfol.it/documenti/it/met_campionaria_2014.pdf)

<sup>21</sup> Si veda Box 1.

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-massimo 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  $X=\{x_{ij}\}$ , si costruisce la matrice standardizzata  $R=\{r_{ij}\}$ , in cui:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \text{Min}_{ij}}{(\text{Max}_{x_j} - \text{Min}_{x_j})} 60 + 70$$

dove:

$x_{ij}$  è il valore dell'indicatore  $j$  nell'unità  $i$ ,  $\text{Min}_{x_j}$  e  $\text{Max}_{x_j}$  sono il minimo e il massimo dei valori degli indicatori  $x_j$ , i valori  $r_{ij}$  sono compresi nell'intervallo 70-130.

### Aggregazione

L'indice sintetico dell'unità  $i$  si ottiene mediante la formula:

$$\text{AMPI} = M_{r_i} - S_{r_i} cv_i$$

dove:

$$cv_i = \frac{S_{r_i}}{M_{r_i}}; \quad M_{r_i} = \frac{\sum_{j=1}^m r_{ij}}{m}; \quad S_{r_i} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (r_{ij} - M_{r_i})^2}{m}}$$

Quindi l'AMPI si compone di due parti:

- l'effetto 'medio' ( $M_{r_i}$ )
- l'effetto 'penalità' ( $S_{r_i} cv_i$ )

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.

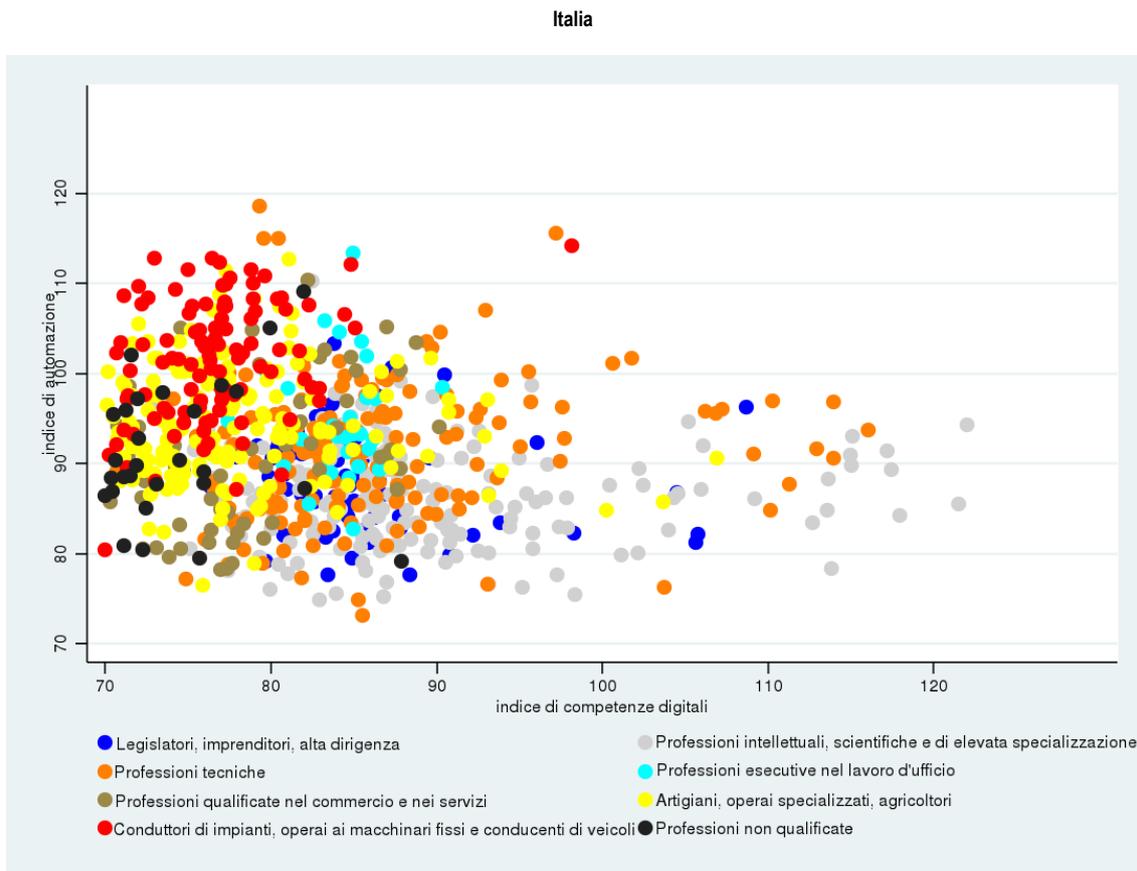
I grafici presentati in figura 5 mostrano la distribuzione delle professioni secondo i valori assunti dai due indici sintetici. Per semplificare la lettura, le figure professionali sono colorate in base al primo livello delle tassonomie ISCO e SOC, quello di massima sintesi, composto da 8<sup>22</sup> grandi gruppi professionali per l'Italia e da 22<sup>23</sup> per gli Stati Uniti<sup>24</sup>. In questo modo appare

<sup>22</sup>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.

<sup>23</sup> 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

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<sup>25</sup> 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

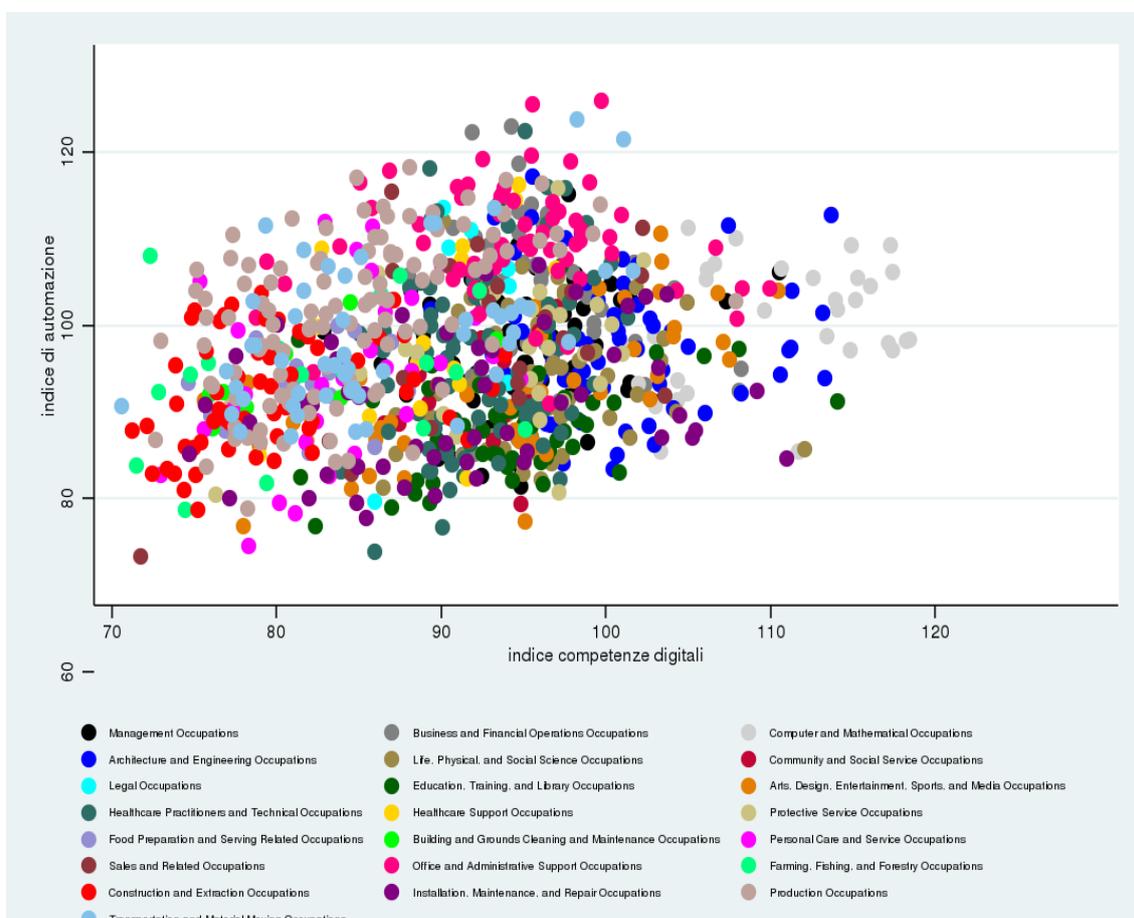


Occupations; Food Preparation and Serving Related Occupations; Building and Grounds Cleaning and Maintenance Occupations; Personal Care and Service Occupations; Sales and Related Occupations; Office and Administrative Support Occupations; Farming, Fishing, and Forestry Occupations; Construction and Extraction Occupations; Installation, Maintenance, and Repair Occupations; Production Occupations; Transportation and Material Moving Occupations.

<sup>24</sup> Sono escluse dall'analisi, in entrambi i casi, le forze armate.

<sup>25</sup> Personale sanitario, dei servizi alla persona e del commercio.

## 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<sup>26</sup>, 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

<sup>26</sup>Rispetto alla media aritmetica, è stato testato anche l'utilizzo della mediana, che comporta variazioni minime nella composizione dei gruppi.

agli indicatori<sup>27</sup>. 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<sup>28</sup>, mentre quelle del gruppo 2 (basso livello di automazione/sostituibilità e alto indice di competenza digitali) 43<sup>29</sup>. 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.

---

<sup>27</sup>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.

<sup>28</sup> Tecnici delle trasmissioni radio-televisive e Tecnici del montaggio audio-video-cinematografico, entrambi con valori degli indici molto prossimi al 100.

<sup>29</sup> 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.

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

	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%
Conducenti 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%

USA

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

	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 Related Occupations	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 Extraction Occupations	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<sup>30</sup>.

(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<sup>31</sup>.

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).

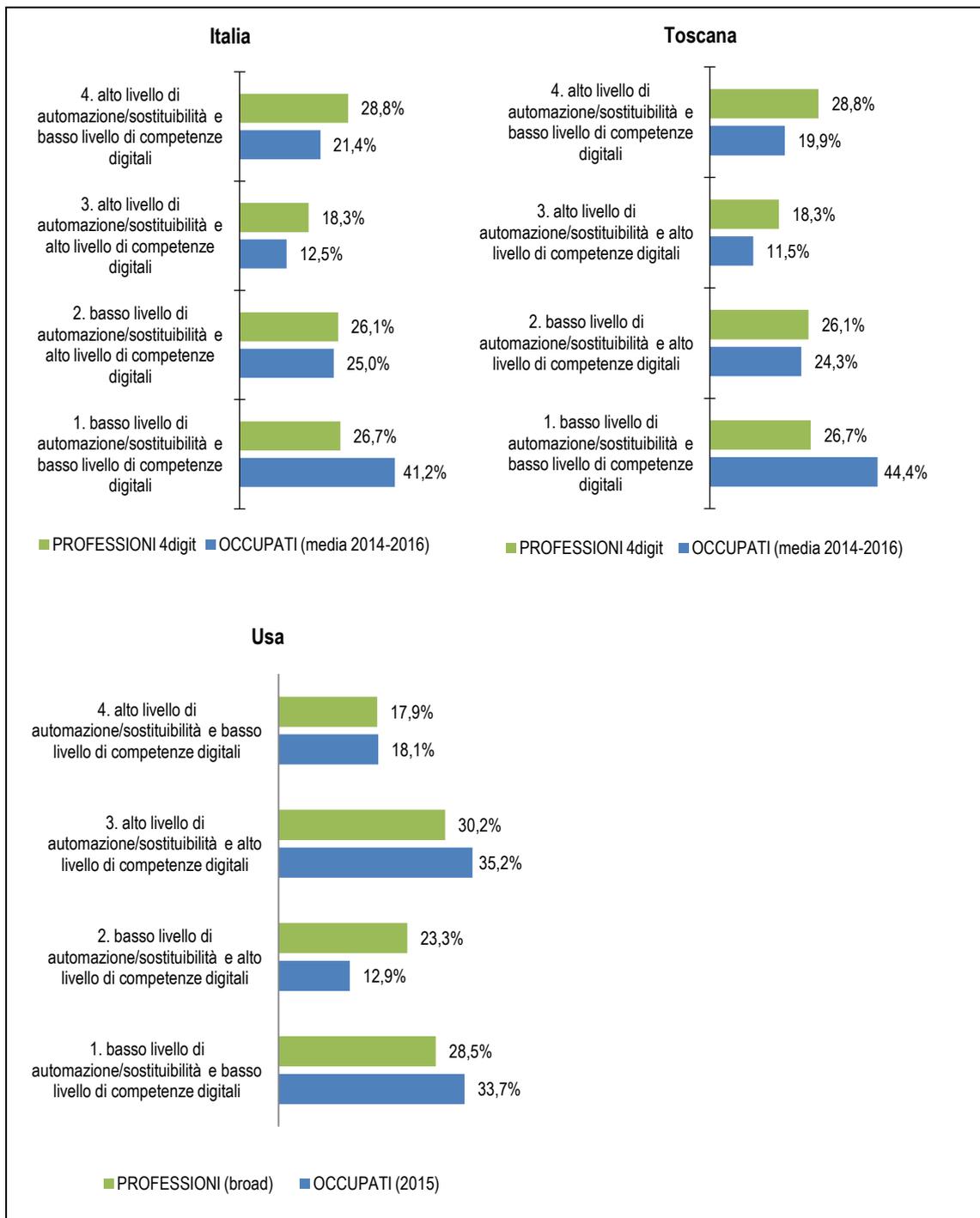
Italia e Toscana presentano un profilo sostanzialmente sovrapponibile: il gruppo più numeroso, che raccoglie quasi la metà degli occupati è quello delle figure professionali caratterizzate da basso livello di automazione/sostituibilità e scarsa importanza delle competenze digitali. Il gruppo teoricamente più strategico, ossia quello ad alta digitalizzazione

<sup>30</sup> In Appendice sono riportate le tabelle con le professioni al massimo livello di disaggregazione e i corrispondenti valori dei due indici sintetici (tab.1).

<sup>31</sup> 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.

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 FORCES 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 PRIME 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%
<b>Peso % delle prime 10 figure professionali sul totale degli occupati</b>		<b>49,02%</b>
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%
<b>Peso % delle prime 10 figure professionali sul totale degli occupati</b>		<b>48,4%</b>
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%
<b>Peso % delle prime 10 figure professionali sul totale degli occupati</b>		<b>36,6%</b>

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”<sup>32</sup>, 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

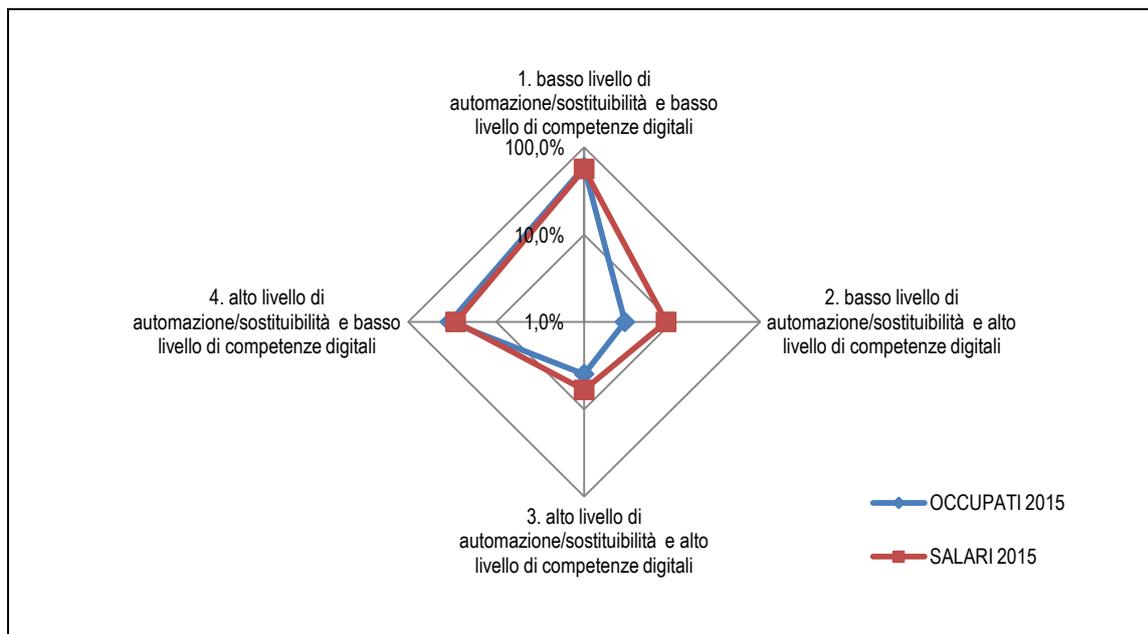
	Avviamenti 2012-2016	
	v.a.	%
1. basso livello di competenze digitali e di automazione	2.078.880	58,4%
2. alto livello di competenze digitali e basso livello di automazione	487.970	13,7%
3. alto livello di competenze digitali e di automazione	160.699	4,5%
4. basso livello di competenze digitali e alto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

<sup>32</sup> [http://professioni.istat.it/sistemainformativoprofessionipi/cp2011/index.php?codice\\_4=4.1.1.2&codice\\_3=4.1.1&codice\\_2=4.1&codice\\_1=4](http://professioni.istat.it/sistemainformativoprofessionipi/cp2011/index.php?codice_4=4.1.1.2&codice_3=4.1.1&codice_2=4.1&codice_1=4)

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 soprattutto 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<sup>33</sup>.

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<sup>34</sup>. 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<sup>35</sup>, spesso indispensabili quando si esaminano fenomeni di recente affermazione come è il caso di Industria 4.0, ma molto costose e

---

<sup>33</sup> 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.

<sup>34</sup> Per la descrizione dettagliata della metodologia utilizzata, le criticità incontrate e i risultati in forma estensiva si rimanda alla nota tecnica allegata al rapporto, elaborata da QUINN-DICI.

<sup>35</sup> Come nel caso dei già citati lavori del World Economic Forum e di Frey e Osborne (2017)

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<sup>36</sup> 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  
COMPETENZE/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"<sup>37</sup> e da cinque termini legati alle principali tecnologie<sup>38</sup> quali "Cloud Computing", "Automation", "Internet of Things", "Cyber-Physical Systems", "Big Data". Inoltre la scelta di limitare l'analisi a *skills*<sup>39</sup> e *abilities*<sup>40</sup>, cioè su 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

<sup>36</sup> Si veda la figura 1 nel primo paragrafo.

<sup>37</sup> 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.

<sup>38</sup> Sono stati ottenuti mediante 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.

<sup>39</sup> Da O\*NET: *Developed capacities that facilitate learning or the more rapid acquisition of knowledge.*

<sup>40</sup> Da O\*NET: *Enduring attributes of the individual that influence performance.*

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<sup>41</sup> 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.

---

<sup>41</sup> 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 interquartile 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 interquartile 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).

Figura 11  
 BOXPLOT DELLE COMPETENZE/ATTITUDINI 4.0 PER GRANDE GRUPPO PROFESSIONALE

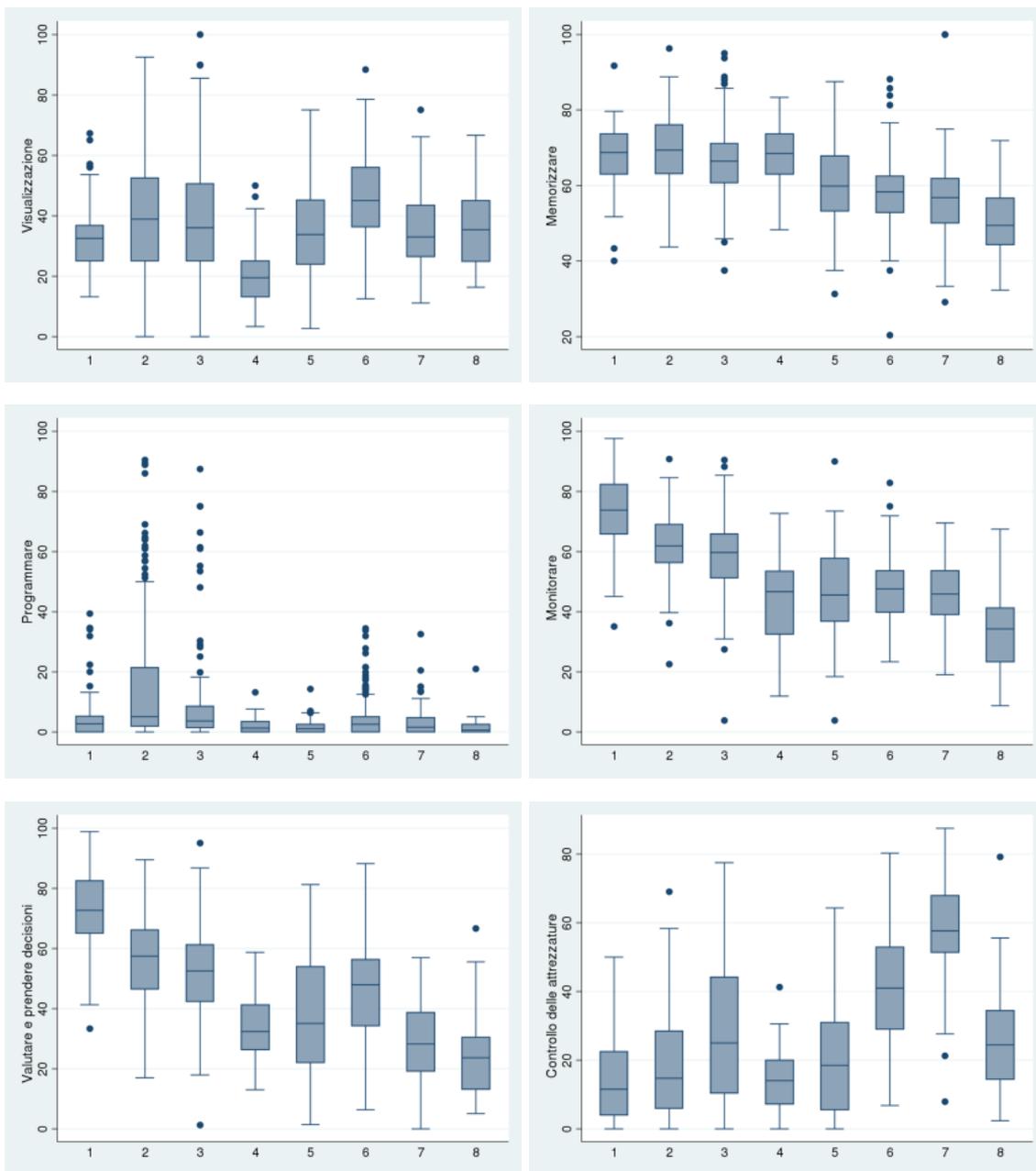


Figura 11 segue

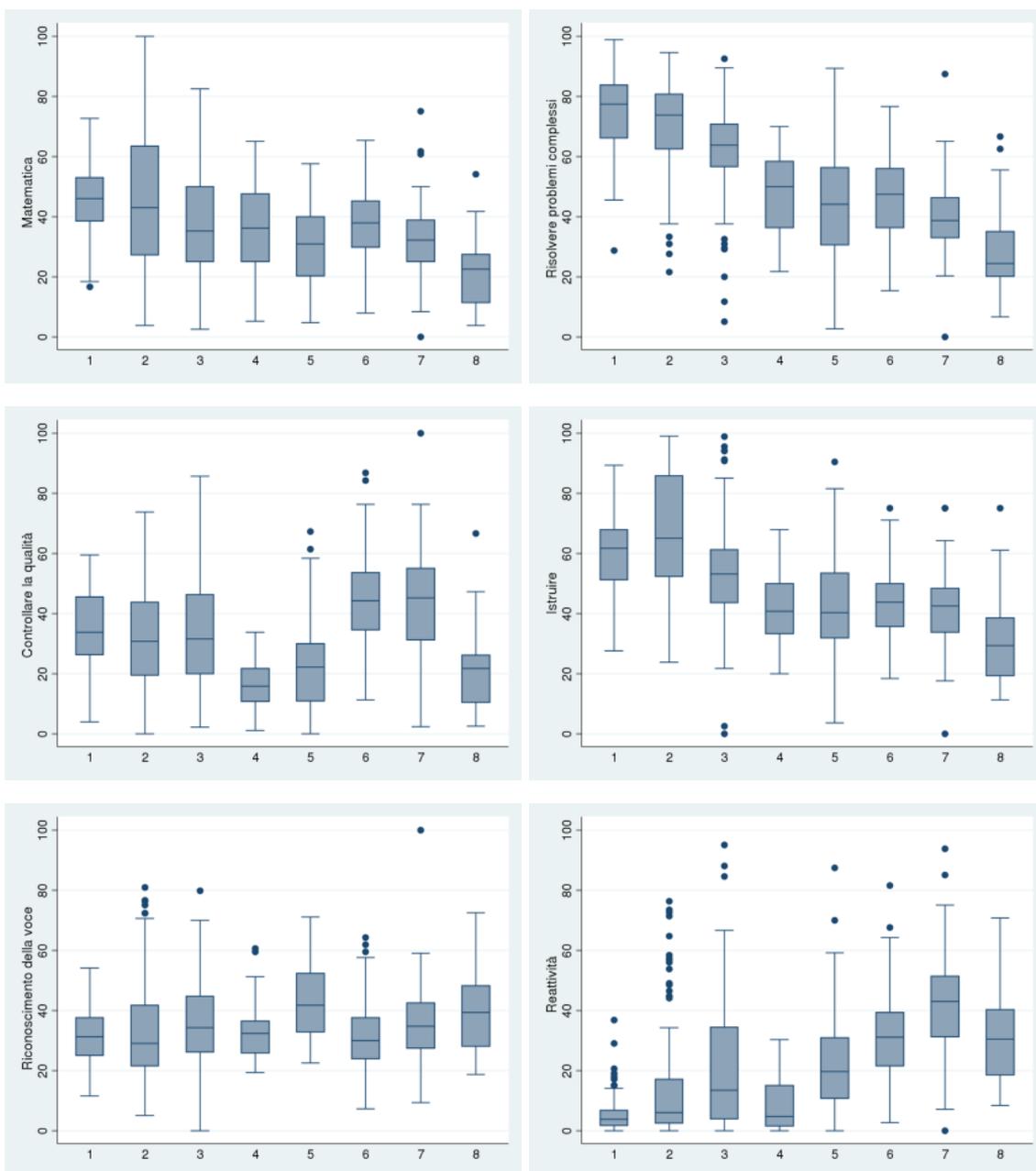
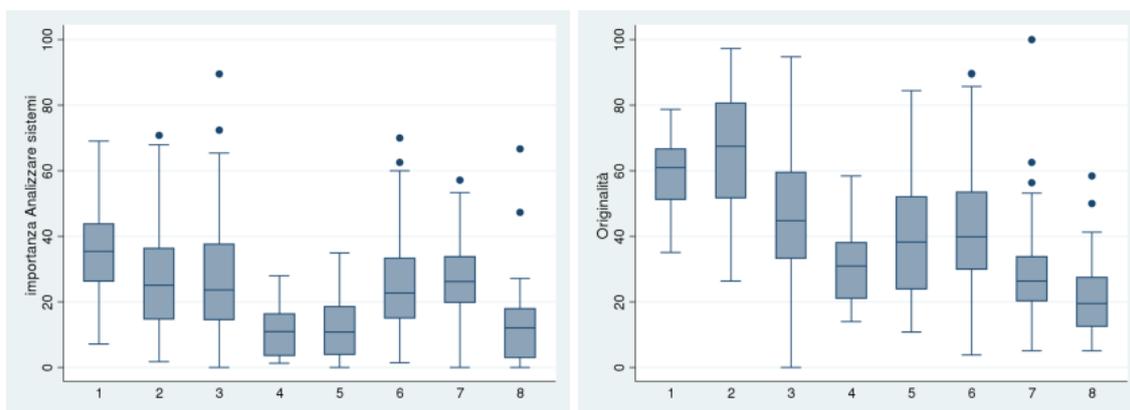


Figura 11 segue



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<sup>42</sup>.

<sup>42</sup> 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.

#### 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<sup>43</sup> (tab.10).

I risultati sono riportati nelle tabelle 12 e Tabella . 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
Programmazione	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

<sup>43</sup> Si rimanda, anche in questo caso, alla nota tecnica QUINN-DICI allegata.

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<sup>44</sup> 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).

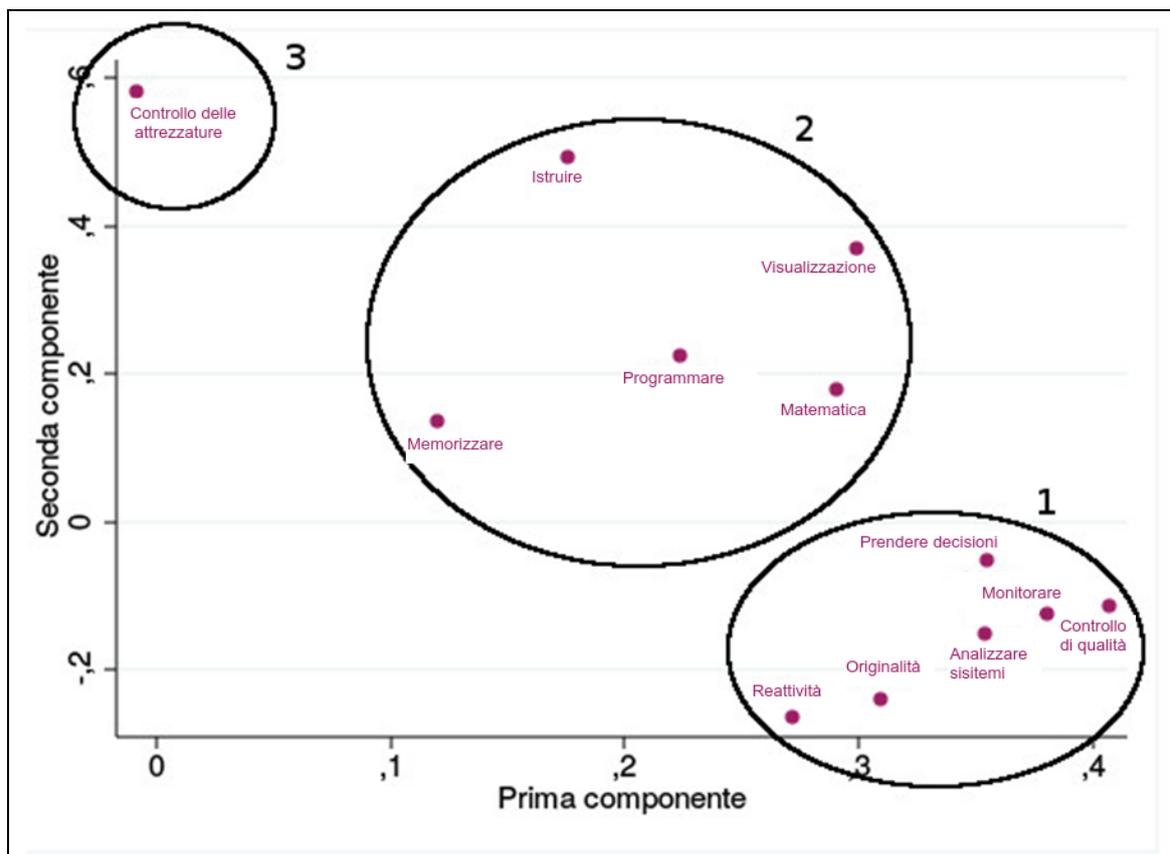
Passando alla seconda componente, che spiega il 18% della varianza dei dati, essa privilegia la capacità di gestire e controllare i flussi produttivi. I principali *loadings* "caricano" infatti su "Controllo delle attrezzature" e "Controllo di qualità", e allo stesso tempo la componente presenta una 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.

---

<sup>44</sup> 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)

In Figura 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 (Gruppo 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 e 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 Recent Technological 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 Paper 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](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](https://www.ambrosetti.eu/wp-content/uploads/Ambrosetti-Club-2017_Ricerca-Tecnologia-e-Lavoro.pdf)
- Tukey J.W. (1977), *Exploratory Data Analysis*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, USA
- World Economic Forum (2016), *The Future of Jobs*.

## Appendice

Tabella 1  
INDICE DELLE COMPETENZE DIGITALI E INDICE DI AUTOMAZIONE/SOSTITUIBILITÀ. ELENCO DELLE PROFESSIONI (ISCO 5 DIGIT).

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
1.1.1.1.0	Membri di organismi di governo e di assemblee nazionali con potestà legislativa e regolamentare	84,0	82,5	308	707	2
1.1.1.2.0	Membri di organismi di governo e di assemblee regionali e di Province autonome con potestà legislativa e regolamentare	77,7	90,8	537	424	1
1.1.1.3.0	Membri di organismi di governo e di assemblee provinciali con potestà regolamentare	80,7	81,9	435	719	1
1.1.1.4.0	Membri di organismi di governo e di assemblee sub-provinciali e comunali con potestà regolamentare	79,7	79,4	472	764	1
1.1.2.1.0	Ambasciatori, ministri plenipotenziari ed altri dirigenti della carriera diplomatica	88,6	77,9	141	776	2
1.1.2.2.1	Commissari di governo, prefetti e vice prefetti	80,9	87,3	425	555	1
1.1.2.2.2	Capi e vice capi della polizia di Stato, questori ed alti responsabili della sicurezza pubblica	98,3	81,8	47	721	2
1.1.2.2.3	Segretari generali e responsabili del controllo e della gestione nella amministrazione pubblica	82,8	85,8	356	612	1
1.1.2.3.1	Direttori degli uffici scolastici territoriali ed equiparati	87,9	84,3	151	660	2
1.1.2.3.2	Sovrintendenti al patrimonio culturale nazionale	87,5	86,5	171	587	2
1.1.2.4.1	Direttori generali, dipartimentali ed equiparati delle amministrazioni dello Stato, degli enti pubblici non economici e degli enti locali	84,5	83,9	292	669	2
1.1.2.4.2	Rettori di università, direttori di istituzioni dell'Alta Formazione e di enti di ricerca	84,8	79,6	270	760	2
1.1.2.4.3	Direttori generali ed equiparati nella sanità	79,8	86,1	471	602	1
1.1.2.5.0	Dirigenti scolastici ed equiparati	83,2	81,8	340	722	2
1.1.2.6.1	Dirigenti ed equiparati delle amministrazioni dello Stato, degli enti pubblici non economici e degli enti locali	86,7	86,8	193	570	2
1.1.2.6.2	Dirigenti ed equiparati delle università e degli enti di ricerca	86,6	88,4	200	512	2
1.1.2.6.3	Dirigenti ed equiparati nella sanità	84,5	85,6	290	615	2
1.1.3.1.0	Dirigenti della magistratura ordinaria	82,0	91,9	385	370	1
1.1.3.2.0	Dirigenti della magistratura amministrativa e delle giurisdizioni speciali	84,1	86,5	306	586	2
1.1.4.1.1	Dirigenti di partiti e movimenti politici	90,5	79,9	116	757	2
1.1.4.1.2	Dirigenti di sindacati e altre organizzazioni a tutela di interessi economici e sociali	84,6	87,5	285	546	2
1.1.4.2.0	Dirigenti di associazioni umanitarie, culturali, scientifiche e sportive di interesse nazionale o sovranazionale	86,2	81,3	217	728	2
1.2.1.1.0	Imprenditori e amministratori di grandi aziende che operano nell'agricoltura, nell'allevamento, nella silvicoltura, nella caccia e nella pesca	83,2	95,5	342	243	3
1.2.1.2.0	Imprenditori e amministratori di grandi aziende che operano nell'estrazione dei minerali, nella manifattura, nella produzione e distribuzione di energia elettrica, gas e acqua e nella gestione dei rifiuti	84,7	92,8	278	341	3
1.2.1.3.0	Imprenditori e amministratori di grandi aziende di costruzioni	80,8	88,7	427	501	1
1.2.1.4.0	Imprenditori e amministratori di grandi aziende nel commercio	84,9	92,8	267	344	3
1.2.1.5.0	Imprenditori e amministratori di grandi aziende nei servizi di alloggio e ristorazione	83,2	93,1	345	329	3
1.2.1.6.1	Imprenditori e amministratori di grandi aziende nel settore dei trasporti e magazzinaggio	79,8	88,3	469	515	1
1.2.1.6.2	Imprenditori e amministratori di grandi aziende nei servizi editoriali, di produzione cinematografica, radiofonica e televisiva	89,7	90,9	128	418	2

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
1.2.1.6.3	Imprenditori e amministratori di grandi aziende nei servizi informatici e di telecomunicazione	96,2	92,4	59	359	3
1.2.1.7.0	Imprenditori e amministratori di grandi banche, assicurazioni, agenzie immobiliari, di intermediazione finanziaria	82,6	94,9	363	265	4
1.2.1.8.0	Imprenditori e amministratori di grandi aziende nei servizi alle imprese e alle persone	82,2	87,6	375	540	1
1.2.1.9.1	Imprenditori e amministratori di grandi istituti scolastici, universitari e di ricerca privati	86,1	84,3	221	659	2
1.2.1.9.2	Imprenditori e amministratori di grandi ospedali, cliniche private o grandi aziende di assistenza sociale	82,5	86,7	367	576	1
1.2.1.9.3	Imprenditori e amministratori di grandi aziende nel settore delle attività sportive, ricreative, di intrattenimento e di divertimento	85,0	88,0	264	528	2
1.2.2.1.0	Direttori e dirigenti generali di aziende che operano nell'agricoltura, nell'allevamento, nella silvicoltura, nella caccia e nella pesca	87,1	100,5	179	123	3
1.2.2.2.0	Direttori e dirigenti generali di aziende che operano nella manifattura, nell'estrazione dei minerali, nella produzione e distribuzione di energia elettrica, gas, acqua e nelle attività di gestione dei rifiuti	82,0	91,0	387	411	1
1.2.2.3.0	Direttori e dirigenti generali di aziende nelle costruzioni	80,1	86,8	460	571	1
1.2.2.4.0	Direttori e dirigenti generali di aziende nel commercio	87,6	82,8	163	696	2
1.2.2.5.0	Direttori e dirigenti generali di aziende nel settore dei servizi di alloggio e ristorazione	84,1	89,9	307	458	2
1.2.2.6.1	Direttori e dirigenti generali di aziende nel settore dei trasporti e magazzinaggio	79,4	92,0	484	366	4
1.2.2.6.2	Direttori e dirigenti generali di aziende nei servizi editoriali, di produzione cinematografica, radiofonica e televisiva	90,7	99,7	112	147	3
1.2.2.6.3	Direttori e dirigenti generali di aziende nei servizi informatici e di telecomunicazione	108,8	96,1	22	228	3
1.2.2.7.0	Direttori e dirigenti generali di banche, assicurazioni, agenzie immobiliari e di intermediazione finanziaria	84,7	88,6	274	506	2
1.2.2.8.0	Direttori e dirigenti generali di aziende di servizi alle imprese e alle persone	84,6	93,1	284	327	3
1.2.2.9.0	Direttori e dirigenti generali di aziende nel settore delle attività sportive, ricreative, di intrattenimento e divertimento	81,9	86,6	394	581	1
1.2.3.1.0	Direttori e dirigenti del dipartimento finanza ed amministrazione	81,5	91,1	405	407	1
1.2.3.2.0	Direttori e dirigenti del dipartimento organizzazione, gestione delle risorse umane e delle relazioni industriali	84,8	85,8	268	609	2
1.2.3.3.0	Direttori e dirigenti del dipartimento vendite e commercializzazione	85,4	90,7	247	429	2
1.2.3.4.0	Direttori e dirigenti del dipartimento comunicazione, pubblicità e pubbliche relazioni	84,5	85,4	288	624	2
1.2.3.5.0	Direttori e dirigenti del dipartimento approvvigionamento e distribuzione	80,6	87,0	440	563	1
1.2.3.6.0	Direttori e dirigenti del dipartimento servizi informatici	104,7	86,8	32	569	2
1.2.3.7.0	Direttori e dirigenti del dipartimento ricerca e sviluppo	105,6	80,8	30	738	2
1.2.3.9.0	Altri direttori e dirigenti di dipartimento	94,0	83,2	73	686	2
1.3.1.1.0	Imprenditori e responsabili di piccole aziende che operano nell'agricoltura, nell'allevamento, nella silvicoltura, nella caccia e nella pesca	83,8	103,0	321	78	3
1.3.1.2.0	Imprenditori e responsabili di piccole aziende che operano nell'estrazione di minerali, nella manifattura, nella produzione e distribuzione di energia elettrica, gas e acqua e nelle attività di gestione dei rifiuti	86,4	97,8	207	180	3
1.3.1.3.0	Imprenditori e responsabili di piccole aziende nelle costruzioni	80,3	91,8	452	375	1
1.3.1.4.0	Imprenditori e responsabili di piccole aziende nel	76,2	87,3	616	554	1

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
	commercio					
1.3.1.5.0	Imprenditori e responsabili di piccoli alberghi, alloggi o aree di campeggio e di piccoli esercizi di ristorazione	80,3	92,4	453	354	4
1.3.1.6.1	Imprenditori e responsabili di piccole aziende nei trasporti e magazzinaggio	80,3	90,5	454	440	1
1.3.1.6.2	Imprenditori e responsabili di piccole aziende nei servizi editoriali, di produzione cinematografica, radiofonica e televisiva	92,2	82,3	95	713	2
1.3.1.6.3	Imprenditori e responsabili di piccole aziende nei servizi informatici e di telecomunicazione	105,7	82,0	29	717	2
1.3.1.7.0	Imprenditori e responsabili di piccoli istituti di credito e di intermediazione finanziaria, assicurativa e immobiliare	85,5	82,5	240	708	2
1.3.1.8.0	Imprenditori e responsabili di piccole aziende nei servizi alle imprese e alle persone	83,8	96,1	320	226	3
1.3.1.9.1	Imprenditori e responsabili di piccole aziende nei servizi di istruzione, formazione e ricerca	82,1	99,1	383	155	4
1.3.1.9.2	Imprenditori e responsabili di piccole aziende nei servizi di sanità e assistenza sociale	83,5	77,5	325	780	2
1.3.1.9.3	Imprenditori e responsabili di piccole aziende nel settore delle attività sportive, ricreative, di intrattenimento e divertimento	81,5	93,7	406	307	4
2.1.1.1.1	Fisici	113,9	88,2	12	516	2
2.1.1.1.2	Astronomi ed astrofisici	97,7	86,3	51	592	2
2.1.1.2.1	Chimici e professioni assimilate	79,1	79,5	495	762	1
2.1.1.2.2	Chimici informatori e divulgatori	87,2	89,6	177	465	2
2.1.1.3.1	Matematici	106,1	87,4	27	550	2
2.1.1.3.2	Statistici	96,6	90,1	57	452	2
2.1.1.4.1	Analisti e progettisti di software	117,2	91,0	5	414	2
2.1.1.4.2	Analisti di sistema	109,4	86,1	20	601	2
2.1.1.4.3	Analisti e progettisti di applicazioni web	117,6	89,5	4	473	2
2.1.1.5.1	Specialisti in reti e comunicazioni informatiche	121,8	94,1	1	292	3
2.1.1.5.2	Analisti e progettisti di basi dati	105,0	94,5	31	279	3
2.1.1.5.3	Amministratori di sistemi	115,1	93,0	7	330	3
2.1.1.5.4	Specialisti in sicurezza informatica	113,3	84,9	14	646	2
2.1.1.6.1	Geologi	87,6	88,2	164	518	2
2.1.1.6.2	Paleontologi	90,0	90,6	122	436	2
2.1.1.6.3	Geofisici	102,2	80,3	40	750	2
2.1.1.6.4	Meteorologi	106,0	91,8	28	376	2
2.1.1.6.5	Idrologi	90,9	84,1	106	664	2
2.2.1.1.1	Ingegneri meccanici	97,5	77,8	53	778	2
2.2.1.1.2	Ingegneri navali	89,2	80,2	135	751	2
2.2.1.1.3	Ingegneri aerospaziali e astronautici	90,7	82,5	113	703	2
2.2.1.1.4	Ingegneri energetici e nucleari	91,0	81,2	104	733	2
2.2.1.2.1	Ingegneri metallurgici	87,0	91,4	183	387	2
2.2.1.2.2	Ingegneri minerari	83,3	91,1	336	408	2
2.2.1.3.0	Ingegneri elettrotecnici e dell'automazione industriale	115,0	90,8	8	423	2
2.2.1.4.1	Ingegneri elettronici	114,8	89,8	9	462	2
2.2.1.4.2	Ingegneri progettisti di calcolatori e loro periferiche	117,8	84,1	3	665	2
2.2.1.4.3	Ingegneri in telecomunicazioni	121,4	85,3	2	630	2
2.2.1.5.1	Ingegneri chimici e petroliferi	83,9	84,3	314	658	2
2.2.1.5.2	Ingegneri dei materiali	90,7	79,1	111	766	2
2.2.1.6.1	Ingegneri edili e ambientali	85,7	88,2	234	517	2
2.2.1.6.2	Ingegneri idraulici	93,1	88,3	84	514	2
2.2.1.7.0	Ingegneri industriali e gestionali	89,8	87,4	126	549	2
2.2.1.8.0	Ingegneri biomedici e bioingegneri	104,4	86,9	33	567	2
2.2.2.1.1	Architetti	87,7	90,4	158	443	2
2.2.2.1.2	Pianificatori, paesaggisti e specialisti del recupero e della conservazione del territorio	87,6	99,1	165	156	3
2.2.2.2.0	Cartografi e fotogrammetristi	95,9	98,7	63	160	3
2.3.1.1.1	Biologi e professioni assimilate	89,1	87,8	137	535	2
2.3.1.1.2	Biochimici	86,9	92,8	187	343	3

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
2.3.1.1.3	Biofisici	102,2	89,0	39	489	2
2.3.1.1.4	Biotecnologi	83,8	90,6	322	433	2
2.3.1.1.5	Botanici	84,7	80,9	279	736	2
2.3.1.1.6	Zoologi	91,3	79,6	101	759	2
2.3.1.1.7	Ecologi	97,6	82,9	52	691	2
2.3.1.2.1	Farmacologi	86,4	85,1	206	638	2
2.3.1.2.2	Microbiologi	85,1	93,4	260	317	3
2.3.1.3.0	Agronomi e forestali	84,3	91,5	294	385	2
2.3.1.4.0	Veterinari	83,3	85,8	334	610	2
2.3.1.5.0	Farmacisti	84,6	95,2	280	253	3
2.4.1.1.0	Medici di medicina generale	89,6	97,3	130	200	3
2.4.1.2.0	Specialisti in terapie mediche	82,5	83,6	369	675	1
2.4.1.3.0	Specialisti in terapie chirurgiche	80,9	90,3	421	444	1
2.4.1.4.0	Laboratori e patologi clinici	86,7	84,5	197	653	2
2.4.1.5.0	Dentisti e odontostomatologi	76,4	93,7	608	308	4
2.4.1.6.0	Specialisti in diagnostica per immagini e radioterapia	86,4	95,5	209	244	3
2.4.1.7.1	Dietologi e igienisti	86,6	89,3	201	481	2
2.4.1.7.2	Specialisti in medicina sociale e del lavoro	83,2	85,4	341	623	2
2.4.1.7.3	Epidemiologi	95,2	86,6	66	582	2
2.4.1.8.0	Anestesisti e rianimatori	82,3	110,1	372	18	4
2.5.1.1.1	Specialisti della gestione nella Pubblica Amministrazione	90,0	85,7	123	613	2
2.5.1.1.2	Specialisti del controllo nella Pubblica Amministrazione	85,5	79,4	242	765	2
2.5.1.1.3	Specialisti in pubblica sicurezza	95,1	76,2	67	789	2
2.5.1.2.0	Specialisti della gestione e del controllo nelle imprese private	84,2	94,2	299	287	3
2.5.1.3.1	Specialisti in risorse umane	80,7	85,5	431	618	1
2.5.1.3.2	Specialisti dell'organizzazione del lavoro	85,8	91,2	231	399	2
2.5.1.4.1	Specialisti in contabilità	82,8	92,5	359	351	4
2.5.1.4.2	Fiscalisti e tributaristi	79,4	92,0	486	365	4
2.5.1.4.3	Specialisti in attività finanziarie	84,0	91,1	309	403	2
2.5.1.5.1	Specialisti nell'acquisizione di beni e servizi	86,0	86,0	224	605	2
2.5.1.5.2	Specialisti nella commercializzazione di beni e servizi (escluso il settore ICT)	83,3	95,0	338	262	3
2.5.1.5.3	Specialisti nella commercializzazione nel settore delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione	96,1	85,4	60	621	2
2.5.1.5.4	Analisti di mercato	91,3	82,5	100	706	2
2.5.1.6.0	Specialisti delle pubbliche relazioni, dell'immagine e professioni assimilate	88,7	83,3	139	681	2
2.5.2.1.0	Avvocati	83,4	88,1	330	525	2
2.5.2.2.1	Esperti legali in imprese	90,8	82,5	109	705	2
2.5.2.2.2	Esperti legali in enti pubblici	84,3	84,8	296	651	2
2.5.2.3.0	Notai	78,4	84,0	515	666	1
2.5.2.4.0	Magistrati	81,4	88,5	408	510	1
2.5.3.1.1	Specialisti dei sistemi economici	96,0	80,7	61	739	2
2.5.3.1.2	Specialisti dell'economia aziendale	86,5	94,5	205	277	3
2.5.3.2.1	Sociologi	88,3	81,6	146	724	2
2.5.3.2.2	Antropologi	85,6	85,8	237	611	2
2.5.3.2.3	Geografi	85,6	77,7	235	779	2
2.5.3.2.4	Archeologi	85,4	93,3	245	324	3
2.5.3.3.1	Psicologi clinici e psicoterapeuti	79,1	86,6	494	585	1
2.5.3.3.2	Psicologi dello sviluppo e dell'educazione	80,7	78,6	433	772	1
2.5.3.3.3	Psicologi del lavoro e delle organizzazioni	84,1	80,7	304	740	2
2.5.3.4.1	Storici	86,6	80,7	199	742	2
2.5.3.4.2	Esperti d'arte	82,9	74,4	353	795	1
2.5.3.4.3	Specialisti in scienza politica	84,5	86,7	289	575	2
2.5.3.4.4	Filosofi	81,1	77,3	418	781	1
2.5.4.1.1	Scrittori e poeti	83,8	75,7	319	791	2
2.5.4.1.2	Dialoghista e parolieri	86,1	91,4	220	389	2
2.5.4.1.3	Redattori di testi per la pubblicità	87,5	81,3	172	729	2
2.5.4.1.4	Redattori di testi tecnici	92,3	91,7	92	380	2

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
2.5.4.2.0	Giornalisti	92,7	93,5	88	314	3
2.5.4.3.0	Interpreti e traduttori di livello elevato	89,5	81,5	131	725	2
2.5.4.4.1	Linguisti e filologi	86,9	93,3	186	321	3
2.5.4.4.2	Revisori di testi	86,2	91,0	216	410	2
2.5.4.5.1	Archivisti	85,9	87,5	229	542	2
2.5.4.5.2	Bibliotecari	85,5	96,5	243	221	3
2.5.4.5.3	Curatori e conservatori di musei	85,4	82,6	248	700	2
2.5.5.1.1	Pittori e scultori	78,0	81,9	529	720	1
2.5.5.1.2	Disegnatori artistici e illustratori	88,2	83,6	147	676	2
2.5.5.1.3	Disegnatori di moda	86,2	85,6	214	616	2
2.5.5.1.4	Creatori artistici a fini commerciali (esclusa la moda)	104,3	86,4	34	590	2
2.5.5.1.5	Restauratori di beni culturali	78,0	83,9	526	670	1
2.5.5.2.1	Registi	84,2	85,0	298	642	2
2.5.5.2.2	Attori	77,1	85,3	578	627	1
2.5.5.2.3	Direttori artistici	86,1	83,7	219	673	2
2.5.5.2.4	Sceneggiatori	86,7	74,9	194	794	2
2.5.5.2.5	Scenografi	90,3	83,5	119	677	2
2.5.5.3.1	Coreografi	77,5	91,7	553	379	1
2.5.5.3.2	Ballerini	76,5	88,2	603	519	1
2.5.5.4.1	Compositori	93,4	86,7	79	572	2
2.5.5.4.2	Direttori d'orchestra e coro	80,5	88,1	443	526	1
2.5.5.4.3	Strumentisti	91,1	93,5	103	312	3
2.5.5.4.4	Cantanti	81,8	78,9	398	770	1
2.5.5.5.1	Artisti delle forme di cultura popolare	81,4	81,3	410	731	1
2.5.5.5.2	Artisti di varietà	80,4	84,5	449	654	1
2.5.5.5.3	Acrobati e artisti circensi	72,9	96,7	721	217	4
2.5.6.1.0	Specialisti in discipline religiose e teologiche	78,9	86,0	500	604	1
2.6.1.1.1	Docenti universitari in scienze matematiche e dell'informazione	101,2	80,1	42	753	2
2.6.1.1.2	Docenti universitari in scienze fisiche	98,3	75,5	46	792	2
2.6.1.1.3	Docenti universitari in scienze chimiche e farmaceutiche	94,3	84,0	72	667	2
2.6.1.1.4	Docenti universitari in scienze della terra	96,0	82,4	62	712	2
2.6.1.2.1	Docenti universitari in scienze biologiche	92,5	80,3	91	749	2
2.6.1.2.2	Docenti universitari in scienze agrarie, zootecniche e della produzione animale	94,8	84,9	69	649	2
2.6.1.2.3	Docenti universitari in scienze mediche	90,4	87,0	117	565	2
2.6.1.3.1	Docenti universitari in scienze ingegneristiche civili e dell'architettura	96,3	86,2	58	598	2
2.6.1.3.2	Docenti universitari in scienze ingegneristiche industriali e dell'informazione	112,9	83,3	16	682	2
2.6.1.4.0	Docenti universitari in scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico-artistiche	89,9	84,9	124	648	2
2.6.1.5.1	Docenti universitari in scienze storiche e filosofiche	82,7	82,2	361	715	1
2.6.1.5.2	Docenti universitari in scienze pedagogiche e psicologiche	87,1	76,6	180	787	2
2.6.1.6.0	Docenti universitari in scienze economiche e statistiche	93,1	77,0	83	783	2
2.6.1.7.1	Docenti universitari in scienze giuridiche	88,1	85,1	148	635	2
2.6.1.7.2	Docenti universitari in scienze politiche e sociali	93,2	79,9	82	756	2
2.6.2.1.1	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze matematiche e dell'informazione	94,6	82,7	71	698	2
2.6.2.1.2	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze fisiche	104,2	82,7	35	699	2
2.6.2.1.3	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze chimiche e farmaceutiche	85,4	82,1	246	716	2
2.6.2.1.4	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze della terra	93,6	85,5	78	619	2
2.6.2.2.1	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze biologiche	90,9	82,4	107	710	2
2.6.2.2.2	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze agrarie, zootecniche e della produzione animale	91,7	90,6	96	437	2
2.6.2.2.3	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze mediche	87,8	81,2	154	734	2
2.6.2.3.1	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche civili e dell'architettura	98,0	82,9	49	690	2
2.6.2.3.2	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche	114,0	78,4	11	774	2

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
	industriali e dell'informazione					
2.6.2.4.0	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico-artistiche	85,3	80,5	249	745	2
2.6.2.5.1	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze storiche e filosofiche	79,9	76,4	464	788	1
2.6.2.5.2	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze pedagogiche e psicologiche	87,5	83,1	169	688	2
2.6.2.6.0	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze economiche e statistiche	100,7	87,5	43	547	2
2.6.2.7.1	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze giuridiche	86,3	81,6	213	723	2
2.6.2.7.2	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze politiche e sociali	86,3	82,4	212	711	2
2.6.3.1.1	Professori di discipline artistiche nelle accademie di belle arti e nelle istituzioni scolastiche assimilate	85,9	89,0	228	487	2
2.6.3.1.2	Professori di discipline musicali nei conservatori e nelle istituzioni scolastiche assimilate	83,9	97,6	312	186	3
2.6.3.1.3	Professori di arte drammatica e danza nelle accademie e nelle istituzioni scolastiche assimilate	79,4	85,2	485	631	1
2.6.3.2.1	Professori di scienze matematiche, fisiche e chimiche nella scuola secondaria superiore	86,1	86,6	218	578	2
2.6.3.2.2	Professori di scienze della vita e della salute nella scuola secondaria superiore	81,4	89,0	409	488	1
2.6.3.2.3	Professori di discipline tecnico-ingegneristiche nella scuola secondaria superiore	95,0	90,5	68	439	2
2.6.3.2.4	Professori di scienze dell'informazione nella scuola secondaria superiore	102,5	87,5	38	545	2
2.6.3.2.5	Professori di scienze letterarie, artistiche, storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche nella scuola secondaria superiore	81,5	87,0	404	564	1
2.6.3.2.6	Professori di scienze giuridiche, economiche e sociali nella scuola secondaria superiore	80,1	86,1	462	600	1
2.6.3.3.1	Professori di discipline umanistiche nella scuola secondaria inferiore	80,1	82,5	461	709	1
2.6.3.3.2	Professori di discipline tecniche e scientifiche nella scuola secondaria inferiore	86,5	84,2	204	663	2
2.6.4.1.0	Professori di scuola primaria	76,4	86,9	607	568	1
2.6.4.2.0	Professori di scuola pre-primaria	75,2	80,6	656	743	1
2.6.5.1.0	Specialisti nell'educazione e nella formazione di soggetti diversamente abili	77,5	78,5	551	773	1
2.6.5.2.0	Ispettori scolastici e professioni assimilate	87,2	87,0	176	562	2
2.6.5.3.1	Docenti della formazione e dell'aggiornamento professionale	82,3	88,9	373	493	1
2.6.5.3.2	Esperti della progettazione formativa e curricolare	87,8	87,1	152	561	2
2.6.5.4.0	Consiglieri dell'orientamento	83,4	82,6	331	701	2
2.6.5.5.1	Insegnanti di arti figurative	85,2	85,3	256	626	2
2.6.5.5.2	Insegnanti di danza	75,6	91,5	646	386	1
2.6.5.5.3	Insegnanti di canto	78,8	87,3	505	552	1
2.6.5.5.4	Insegnanti di strumenti musicali	86,4	86,0	208	606	2
2.6.5.5.5	Insegnanti di lingue	77,9	83,2	533	685	1
3.1.1.1.1	Tecnici geologici	90,5	86,6	115	584	2
3.1.1.1.2	Tecnici fisici e nucleari	110,0	85,0	19	641	2
3.1.1.2.0	Tecnici chimici	82,4	93,9	370	301	4
3.1.1.3.0	Tecnici statistici	95,7	97,2	64	204	3
3.1.2.1.0	Tecnici programmatori	114,1	90,8	10	420	2
3.1.2.2.0	Tecnici esperti in applicazioni	109,0	91,2	21	396	2
3.1.2.3.0	Tecnici web	113,0	91,2	15	397	2
3.1.2.4.0	Tecnici gestori di basi di dati	107,5	96,0	23	230	3
3.1.2.5.0	Tecnici gestori di reti e di sistemi telematici	116,2	93,9	6	297	3
3.1.2.6.1	Tecnici per le telecomunicazioni	110,1	96,7	18	216	3
3.1.2.6.2	Tecnici delle trasmissioni radio-televisive	100,4	100,9	44	112	3
3.1.3.1.0	Tecnici meccanici	83,2	92,3	344	361	3

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
3.1.3.2.1	Tecnici dei prodotti ceramici	97,2	90,3	56	446	2
3.1.3.2.2	Tecnici minerari	87,6	87,1	168	560	2
3.1.3.2.3	Tecnici metallurgici	85,5	91,6	241	383	2
3.1.3.3.0	Elettrotecnici	106,3	96,1	26	229	3
3.1.3.4.0	Tecnici elettronici	113,9	96,6	13	220	3
3.1.3.5.0	Tecnici delle costruzioni civili e professioni assimilate	82,0	91,0	384	412	1
3.1.3.6.0	Tecnici del risparmio energetico e delle energie rinnovabili	91,6	85,1	97	637	2
3.1.3.7.1	Disegnatori tecnici	94,8	92,0	70	368	2
3.1.3.7.2	Disegnatori tessili	81,8	83,5	397	678	1
3.1.3.7.3	Rilevatori e disegnatori di prospezioni	86,6	89,6	198	463	2
3.1.4.1.1	Tecnici della conduzione e del controllo di impianti di produzione dei metalli	81,7	94,1	401	291	4
3.1.4.1.2	Tecnici della conduzione e del controllo di impianti chimici	82,2	100,7	378	119	4
3.1.4.1.3	Tecnici della conduzione e del controllo di impianti di produzione della carta	82,1	101,7	380	98	4
3.1.4.1.4	Tecnici della conduzione e del controllo di impianti di trattamento delle acque	84,9	93,8	266	303	3
3.1.4.1.5	Tecnici della conduzione e del controllo di catene di montaggio automatiche	79,3	114,8	488	4	4
3.1.4.2.1	Tecnici della produzione di energia termica ed elettrica	92,6	95,8	90	235	3
3.1.4.2.2	Tecnici dell'esercizio di reti idriche e di altri fluidi	86,7	88,2	195	522	2
3.1.4.2.3	Tecnici dell'esercizio di reti di distribuzione di energia elettrica	89,8	102,8	125	79	3
3.1.5.1.0	Tecnici di produzione in miniere e cave	80,7	95,3	432	251	4
3.1.5.2.0	Tecnici della gestione di cantieri edili	79,7	85,9	476	608	1
3.1.5.3.0	Tecnici della produzione manifatturiera	86,0	97,6	222	185	3
3.1.5.4.1	Tecnici della preparazione alimentare	74,0	97,4	690	193	4
3.1.5.4.2	Tecnici della produzione alimentare	83,4	94,7	332	271	3
3.1.5.5.0	Tecnici della produzione di servizi	85,5	97,4	239	194	3
3.1.6.1.1	Comandanti navali	90,4	104,6	118	61	3
3.1.6.1.2	Ufficiali e assistenti di bordo	93,7	99,6	75	149	3
3.1.6.1.3	Piloti navali	89,8	84,3	127	656	2
3.1.6.2.1	Piloti e ufficiali di aeromobili	97,3	115,1	55	3	3
3.1.6.2.2	Tecnici avionici	111,5	87,8	17	533	2
3.1.6.2.3	Tecnici aerospaziali	103,9	76,1	36	790	2
3.1.6.3.1	Controllori di volo	93,1	106,8	85	45	3
3.1.6.3.2	Tecnici del traffico aeroportuale	85,6	99,2	238	152	3
3.1.6.4.0	Tecnici dell'organizzazione del traffico ferroviario	82,1	85,0	381	639	1
3.1.6.5.0	Tecnici dell'organizzazione del traffico portuale	86,3	86,3	210	595	2
3.1.7.1.0	Fotografi e professioni assimilate	90,8	97,6	108	188	3
3.1.7.2.1	Tecnici degli apparati audio-video e della ripresa video-cinematografica	97,3	96,3	54	223	3
3.1.7.2.2	Tecnici del suono	95,4	100,2	65	131	3
3.1.7.2.3	Tecnici del montaggio audio-video-cinematografico	101,5	101,5	41	103	3
3.1.7.3.0	Tecnici di apparati medicali e per la diagnostica medica	92,2	86,3	93	594	2
3.1.8.1.0	Tecnici della sicurezza degli impianti	93,3	76,7	80	786	2
3.1.8.2.0	Tecnici della sicurezza sul lavoro	87,5	85,3	173	628	2
3.1.8.3.1	Tecnici del controllo ambientale	91,4	93,0	99	332	3
3.1.8.3.2	Tecnici della raccolta e trattamento dei rifiuti e della bonifica ambientale	81,9	76,9	395	784	1
3.2.1.1.1	Professioni sanitarie infermieristiche	80,3	95,8	456	236	4
3.2.1.1.2	Professioni sanitarie ostetriche	78,8	95,1	507	257	4
3.2.1.2.1	Podologi	82,0	91,2	386	400	1
3.2.1.2.2	Fisioterapisti	77,1	93,3	577	323	4
3.2.1.2.3	Logopedisti	80,9	93,9	422	299	4
3.2.1.2.4	Ortottisti - assistenti di oftalmologia	82,8	93,9	354	302	4
3.2.1.2.5	Terapisti della neuro e psicomotricità dell'età evolutiva	80,5	85,2	444	633	1
3.2.1.2.6	Tecnici riabilitazione psichiatrica	78,4	83,7	514	672	1
3.2.1.2.7	Educatori professionali	78,5	80,0	512	754	1

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
3.2.1.2.8	Terapisti occupazionali	74,9	77,1	660	782	1
3.2.1.3.1	Tecnici audiometristi	84,5	93,7	291	309	3
3.2.1.3.2	Tecnici sanitari di laboratorio biomedico	80,3	115,2	451	2	4
3.2.1.3.3	Tecnici sanitari di radiologia medica	86,7	95,1	196	259	3
3.2.1.3.4	Tecnici di neurofisiopatologia	87,6	100,2	167	132	3
3.2.1.4.1	Tecnici ortopedici	82,8	91,3	355	392	1
3.2.1.4.2	Tecnici audioprotesisti	87,0	94,8	182	267	3
3.2.1.4.3	Igienisti dentali	77,4	91,1	560	409	1
3.2.1.4.4	Tecnici della fisiopatologia cardiocircolatoria e della perfusione cardiovascolare	86,0	98,1	223	175	3
3.2.1.4.5	Dietisti	79,9	85,1	465	636	1
3.2.1.5.1	Tecnici della prevenzione nell'ambiente e nei luoghi di lavoro	83,7	87,9	324	529	2
3.2.1.5.2	Assistenti sanitari	81,2	88,9	414	492	1
3.2.1.6.1	Ottici e optometristi	84,1	101,2	305	107	3
3.2.1.6.2	Odontotecnici	75,6	96,9	645	211	4
3.2.1.7.0	Tecnici della medicina popolare	76,8	87,3	591	553	1
3.2.2.1.1	Tecnici agronomi	83,4	94,6	333	276	3
3.2.2.1.2	Tecnici forestali	81,7	97,1	403	207	4
3.2.2.2.0	Zootecnici	87,0	80,7	184	741	2
3.2.2.3.1	Tecnici di laboratorio biochimico	81,2	94,1	413	289	4
3.2.2.3.2	Tecnici dei prodotti alimentari	82,8	93,1	358	328	4
3.2.2.3.3	Tecnici di laboratorio veterinario	81,5	91,9	407	374	1
3.3.1.1.1	Segretari amministrativi e tecnici degli affari generali	83,2	90,2	343	451	2
3.3.1.1.2	Assistenti di archivio e di biblioteca	85,5	87,7	244	538	2
3.3.1.2.1	Contabili	82,5	81,3	366	727	1
3.3.1.2.2	Economi e tesorieri	85,8	94,6	232	275	3
3.3.1.2.3	Amministratore di stabili e condomini	81,7	82,8	400	697	1
3.3.1.3.1	Tecnici dell'acquisizione delle informazioni	106,9	95,1	25	256	3
3.3.1.3.2	Intervistatori e rilevatori professionali	79,2	118,6	492	1	4
3.3.1.4.0	Corrispondenti in lingue estere e professioni assimilate	84,1	86,6	303	580	2
3.3.1.5.0	Tecnici dell'organizzazione e della gestione dei fattori produttivi	82,7	88,9	360	491	1
3.3.2.1.0	Tecnici della gestione finanziaria	88,5	97,8	143	182	3
3.3.2.2.0	Tecnici del lavoro bancario	77,7	99,8	540	141	4
3.3.2.3.0	Agenti assicurativi	83,9	93,2	318	326	3
3.3.2.4.0	Periti, valutatori di rischio e liquidatori	81,1	90,7	417	430	1
3.3.2.5.0	Agenti di borsa e cambio, tecnici dell'intermediazione titoli e professioni assimilate	88,4	93,0	144	333	3
3.3.2.6.1	Tecnici dei contratti di scambio, a premi e del recupero crediti	83,9	94,6	316	274	3
3.3.2.6.2	Tecnici della locazione finanziaria	85,2	90,0	257	455	2
3.3.3.1.0	Approvvigionatori e responsabili acquisti	87,7	95,5	159	245	3
3.3.3.2.0	Responsabili di magazzino e della distribuzione interna	80,1	90,8	463	419	1
3.3.3.3.1	Commissari e aggiudicatori d'asta	83,2	93,9	346	296	3
3.3.3.3.2	Periti commerciali	85,1	83,2	261	684	2
3.3.3.4.0	Tecnici della vendita e della distribuzione	87,5	86,2	170	597	2
3.3.3.5.0	Tecnici del marketing	91,1	86,6	102	583	2
3.3.3.6.1	Tecnici della pubblicità	91,4	95,9	98	232	3
3.3.3.6.2	Tecnici delle pubbliche relazioni	89,3	84,2	134	662	2
3.3.4.1.0	Spedizionieri e tecnici dell'organizzazione commerciale	84,5	98,7	287	162	3
3.3.4.2.0	Agenti di commercio	80,7	80,0	434	755	1
3.3.4.3.0	Agenti concessionari	80,6	87,5	442	548	1
3.3.4.4.0	Agenti di pubblicità	88,6	85,9	140	607	2
3.3.4.5.0	Agenti e periti immobiliari	77,6	84,9	544	645	1
3.3.4.6.0	Rappresentanti di commercio	79,7	79,0	473	769	1
3.3.4.7.0	Agenti e rappresentanti di artisti ed atleti	85,6	73,4	236	796	2
3.4.1.1.0	Tecnici delle attività ricettive e professioni assimilate	84,0	85,2	310	632	2
3.4.1.2.1	Organizzatori di fiere, esposizioni ed eventi culturali	83,4	82,9	328	693	2
3.4.1.2.2	Organizzatori di convegni e ricevimenti	87,8	87,6	155	539	2

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
3.4.1.3.0	Animatori turistici e professioni assimilate	77,9	92,0	530	367	1
3.4.1.4.0	Agenti di viaggio	86,7	95,7	192	239	3
3.4.1.5.1	Guide ed accompagnatori naturalistici e sportivi	82,5	86,2	368	599	1
3.4.1.5.2	Guide turistiche	77,7	84,0	538	668	1
3.4.2.1.1	Istruttori di volo	90,6	93,0	114	335	3
3.4.2.1.2	Istruttori di guida automobilistica	78,3	99,9	518	140	4
3.4.2.1.3	Istruttori di nautica	87,8	89,6	157	467	2
3.4.2.2.0	Insegnanti nella formazione professionale	85,3	85,4	251	620	2
3.4.2.3.0	Istruttori di tecniche in campo artistico	74,7	89,6	669	464	1
3.4.2.4.0	Istruttori di discipline sportive non agonistiche	75,3	93,3	652	325	4
3.4.2.5.1	Organizzatori di eventi e di strutture sportive	80,4	83,5	450	679	1
3.4.2.5.2	Osservatori sportivi	76,3	81,4	614	726	1
3.4.2.6.1	Allenatori e tecnici sportivi	76,0	94,9	625	264	4
3.4.2.6.2	Arbitri e giudici di gara	76,9	88,1	589	524	1
3.4.2.7.0	Atleti	70,8	88,7	782	499	1
3.4.3.1.1	Annunciatori della radio e della televisione	93,7	95,0	76	260	3
3.4.3.1.2	Presentatori di performance artistiche e ricreative	93,6	88,8	77	496	2
3.4.3.2.0	Tecnici dell'organizzazione della produzione radiotelevisiva, cinematografica e teatrale	97,8	92,6	50	349	3
3.4.3.3.0	Intrattenitori	79,2	89,9	493	461	1
3.4.4.1.1	Grafici	92,6	95,2	89	255	3
3.4.4.1.2	Allestitori di scena	80,2	86,0	457	603	1
3.4.4.2.1	Tecnici dei musei	85,3	75,1	252	793	2
3.4.4.2.2	Tecnici delle biblioteche	85,2	90,2	254	449	2
3.4.4.3.1	Stimatori di opere d'arte	84,7	81,0	276	735	2
3.4.4.3.2	Periti filatelici e numismatici	87,7	82,8	160	695	2
3.4.4.3.3	Periti calligrafi	83,9	88,1	313	527	2
3.4.4.4.0	Tecnici del restauro	79,5	85,0	480	643	1
3.4.5.1.0	Assistenti sociali	77,9	82,8	534	694	1
3.4.5.2.0	Tecnici del reinserimento e dell'integrazione sociale	82,0	84,2	389	661	1
3.4.5.3.0	Tecnici dei servizi per l'impiego	84,1	85,4	301	625	2
3.4.5.4.0	Tecnici dei servizi di sicurezza privati e professioni assimilate	87,2	99,1	174	153	3
3.4.5.5.0	Tecnici delle attività religiose e di culto	77,3	78,8	561	771	1
3.4.6.1.0	Tecnici dei servizi giudiziari	86,8	99,7	189	142	3
3.4.6.2.0	Ufficiali della Polizia di Stato	89,1	83,3	136	683	2
3.4.6.3.1	Tecnici dei servizi di sicurezza dei vigili urbani	89,5	103,4	132	72	3
3.4.6.3.2	Tecnici dei servizi di sicurezza dei vigili del fuoco	89,0	89,5	138	474	2
3.4.6.3.3	Tecnici dei servizi di sicurezza del corpo forestale	88,3	88,1	145	523	2
3.4.6.4.0	Ufficiali della guardia di finanza	92,2	89,9	94	460	2
3.4.6.5.0	Controllori fiscali	84,4	98,5	293	169	3
3.4.6.6.1	Tecnici dei servizi pubblici di concessioni licenze	87,6	92,8	166	340	3
3.4.6.6.2	Tecnici dei servizi pubblici per il rilascio di certificazioni e documentazioni personali	84,2	99,6	297	148	3
4.1.1.1.0	Addetti a funzioni di segreteria	83,9	88,9	317	490	2
4.1.1.2.0	Addetti agli affari generali	86,0	92,8	227	342	3
4.1.1.3.0	Addetti al protocollo e allo smistamento di documenti	85,2	89,6	258	466	2
4.1.1.4.0	Addetti alla gestione del personale	84,7	88,7	273	497	2
4.1.2.1.0	Addetti alla videoscrittura, dattilografi, stenografi e professioni assimilate	87,2	90,4	178	441	2
4.1.2.2.0	Addetti all'immissione dati	90,2	98,6	120	163	3
4.1.2.3.0	Addetti alle macchine per la riproduzione e l'invio di materiali e documenti	84,1	104,2	302	64	3
4.2.1.1.0	Addetti agli sportelli assicurativi, bancari e di altri intermediari finanziari	83,5	105,8	327	48	3
4.2.1.2.0	Addetti agli sportelli dei servizi postali	85,1	113,5	259	6	3
4.2.1.3.0	Addetti agli sportelli per l'esazione di imposte e contributi e al recupero crediti	84,6	94,9	286	266	3
4.2.1.4.0	Addetti agli sportelli delle agenzie di pegno e professioni assimilate	80,8	98,2	426	174	4
4.2.1.5.0	Addetti alla vendita di biglietti	84,0	93,0	311	331	3

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
4.2.1.6.0	Addetti agli sportelli delle agenzie di viaggio	85,2	93,4	255	319	3
4.2.2.1.0	Addetti all'accoglienza e all'informazione nelle imprese e negli enti pubblici	86,2	97,1	215	206	3
4.2.2.2.0	Addetti all'accoglienza nei servizi di alloggio e ristorazione	80,8	89,9	428	459	1
4.2.2.3.0	Centralinisti	86,0	91,9	225	373	2
4.2.2.4.0	Addetti all'informazione nei Call Center (senza funzioni di vendita)	85,7	101,8	233	96	3
4.3.1.1.0	Addetti alla gestione degli acquisti	81,9	92,5	391	352	4
4.3.1.2.0	Addetti alla gestione dei magazzini e professioni assimilate	77,6	95,0	548	263	4
4.3.1.3.0	Addetti alla gestione amministrativa dei trasporti merci	84,7	93,4	272	318	3
4.3.2.1.0	Addetti alla contabilità	84,7	82,6	275	702	2
4.3.2.2.0	Addetti alle buste paga	83,3	89,3	335	479	2
4.3.2.3.0	Addetti alle operazioni finanziarie per conto dell'impresa o dell'organizzazione	84,6	92,9	282	336	3
4.3.2.4.0	Addetti ai servizi statistici	86,0	97,3	226	197	3
4.3.2.5.0	Addetti agli uffici interni di cassa	82,4	85,4	371	622	1
4.4.1.1.0	Personale addetto a compiti di controllo, verifica e professioni assimilate	86,3	89,3	211	480	2
4.4.1.2.0	Addetti al controllo della documentazione di viaggio	85,2	103,3	253	74	3
4.4.1.3.0	Addetti allo smistamento e al recapito della posta	79,6	100,1	478	135	4
4.4.2.1.0	Addetti ad archivi, schedari e professioni assimilate	84,8	91,6	271	384	2
4.4.2.2.0	Addetti a biblioteche e professioni assimilate	83,9	94,3	315	284	3
5.1.1.1.0	Esercenti delle vendite all'ingrosso	82,7	92,2	362	363	4
5.1.1.2.1	Esercenti delle vendite al minuto in negozi	76,2	86,2	615	596	1
5.1.1.2.2	Esercenti delle vendite al minuto nei mercati e in posti assegnati	73,7	79,5	698	761	1
5.1.1.3.0	Esercenti di distributori di carburanti ed assimilati	82,9	102,1	352	91	3
5.1.2.1.0	Commessi delle vendite all'ingrosso	76,6	82,9	600	692	1
5.1.2.2.0	Commessi delle vendite al minuto	72,1	86,4	738	591	1
5.1.2.3.0	Addetti ad attività organizzative delle vendite	78,8	91,3	504	393	1
5.1.2.4.0	Cassieri di esercizi commerciali	77,4	107,5	557	37	4
5.1.2.5.1	Venditori a domicilio	74,7	83,4	670	680	1
5.1.2.5.2	Venditori a distanza	78,7	104,6	509	62	4
5.1.2.6.0	Addetti ai distributori di carburanti ed assimilati	79,1	100,9	496	114	4
5.1.3.1.0	Indossatori, modelli e professioni assimilate	77,7	81,2	539	732	1
5.1.3.2.0	Dimostratori e professioni assimilate	76,0	81,3	624	730	1
5.1.3.3.0	Vetrinisti e professioni assimilate	76,9	84,9	590	644	1
5.1.3.4.0	Addetti all'informazione e all'assistenza dei clienti	80,9	92,4	424	358	4
5.2.1.1.0	Esercenti nelle attività ricettive	83,0	89,6	350	468	2
5.2.2.1.0	Cuochi in alberghi e ristoranti	73,8	91,0	695	415	1
5.2.2.2.1	Addetti alla preparazione e alla cottura di cibi in imprese per la ristorazione collettiva	72,4	87,8	730	534	1
5.2.2.2.2	Addetti alla preparazione, alla cottura e alla vendita di cibi in fast food, tavole calde, rosticcerie ed esercizi assimilati	74,7	105,3	668	52	4
5.2.2.2.3	Addetti al banco nei servizi di ristorazione	71,6	89,4	755	475	1
5.2.2.3.1	Camerieri di albergo	71,5	91,9	759	372	1
5.2.2.3.2	Camerieri di ristorante	75,0	89,1	659	483	1
5.2.2.4.0	Baristi e professioni assimilate	74,3	91,9	683	369	1
5.2.2.5.1	Esercenti di ristoranti, fast food, pizzerie ed esercizi assimilati	77,2	88,6	569	505	1
5.2.2.5.2	Esercenti di attività di ristorazione nei mercati e in posti assegnati	71,4	90,6	761	435	1
5.2.3.1.1	Assistenti di volo	88,6	103,5	142	68	3
5.2.3.1.2	Assistenti di viaggio e crociera	86,8	104,9	190	54	3
5.2.3.1.3	Assistenti congressuali e fieristici	79,6	89,4	477	476	1
5.2.3.2.0	Accompagnatori turistici	80,2	83,7	458	674	1
5.3.1.1.0	Professioni qualificate nei servizi sanitari e sociali	74,4	89,5	680	469	1
5.4.1.1.0	Maestri di arti e mestieri	78,2	83,0	519	689	1

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
5.4.2.1.1	Esercenti di cinema e teatri	87,7	89,1	162	484	2
5.4.2.1.2	Esercenti di locali notturni	79,4	82,0	487	718	1
5.4.2.1.3	Esercenti di attività ricreative	86,9	91,4	188	390	2
5.4.2.1.4	Esercenti di attività sportive	78,1	90,9	524	417	1
5.4.2.1.5	Esercenti di sale scommesse	85,0	100,2	265	133	3
5.4.2.2.1	Allibratori	82,0	94,6	390	272	4
5.4.2.2.2	Croupiers	76,7	98,9	597	158	4
5.4.2.2.3	Ricevitori	82,1	110,4	382	16	4
5.4.2.3.0	Astrologi, preveggenti, chiromanti e professioni assimilate	74,6	80,1	671	752	1
5.4.3.1.0	Acconciatori	71,7	98,6	752	164	4
5.4.3.2.0	Estetisti e truccatori	72,7	88,7	723	503	1
5.4.3.3.0	Massaggiatori ed operatori termali	72,1	93,9	740	298	4
5.4.4.1.0	Personale di compagnia e personale qualificato di servizio alle famiglie	70,9	94,1	779	290	4
5.4.4.2.0	Addetti alla sorveglianza di bambini e professioni assimilate	77,6	84,4	546	655	1
5.4.4.3.0	Addetti all'assistenza personale	72,3	80,6	734	744	1
5.4.5.1.0	Addestratori di animali	74,4	88,6	681	504	1
5.4.5.2.0	Custodi e allevatori di animali domestici e da esposizione	77,7	82,3	536	714	1
5.4.6.1.0	Esercenti di agenzie per il disbrigo di pratiche ed assimilate	83,0	102,6	348	87	3
5.4.6.2.0	Addetti di agenzie per il disbrigo di pratiche e professioni assimilate	84,6	101,7	283	97	3
5.4.7.1.0	Esercenti di agenzie di pompe funebri	77,8	79,0	535	768	1
5.4.7.2.0	Addetti alle agenzie di pompe funebri	77,2	78,3	567	775	1
5.4.8.1.0	Personale di guardiania territoriale	77,3	77,9	566	777	1
5.4.8.2.0	Vigili urbani	84,8	96,8	269	213	3
5.4.8.3.1	Agenti della Polizia di Stato	87,7	86,7	161	574	2
5.4.8.3.2	Agenti della Guardia di Finanza	90,2	94,4	121	283	3
5.4.8.3.3	Agenti del corpo forestale	86,5	90,7	203	427	2
5.4.8.4.1	Vigili del fuoco	87,1	91,4	181	391	2
5.4.8.4.2	Personale delle squadre antincendio	83,8	93,8	323	304	3
5.4.8.5.0	Agenti di istituti di pena e rieducazione	88,0	100,3	149	128	3
5.4.8.6.0	Guardie private di sicurezza	81,8	97,1	399	205	4
5.4.8.7.0	Bagnini e professioni assimilate	70,2	85,6	791	614	1
5.4.8.8.0	Esercenti di garage ed autorimesse	73,0	80,5	712	747	1
6.1.1.1.0	Brillatori e artigieri in cave e miniere	70,8	95,3	783	252	4
6.1.1.2.0	Tagliatori e levigatori di pietre, scalpellini e marmisti	73,9	101,2	693	109	4
6.1.1.3.0	Coltivatori di saline	70,0	100,1	793	134	4
6.1.2.1.0	Muratori in pietra e mattoni	70,9	90,8	780	421	1
6.1.2.2.1	Casseronisti/Cassonisti	71,8	88,4	747	513	1
6.1.2.2.2	Muratori e formatori in calcestruzzo	70,8	88,2	781	521	1
6.1.2.3.0	Carpentieri e falegnami edili	70,7	92,4	784	357	4
6.1.2.4.0	Ponteggiatori	71,3	90,7	769	428	1
6.1.2.5.1	Armatori di gallerie e pozzi	72,9	86,7	720	573	1
6.1.2.5.2	Armatori di ferrovie	80,3	107,2	455	40	4
6.1.2.6.1	Asfaltisti	71,4	97,4	762	196	4
6.1.2.6.2	Lastricatori e pavimentatori stradali	71,6	94,1	756	288	4
6.1.2.7.0	Montatori di manufatti prefabbricati e di preformati	74,2	100,3	685	129	4
6.1.3.1.0	Copritetti e impermeabilizzatori di solai	77,7	96,4	542	222	4
6.1.3.2.1	Posatori di pavimenti	72,2	91,6	736	382	1
6.1.3.2.2	Rifinitori di pavimenti	74,8	100,5	662	124	4
6.1.3.2.3	Piastrellisti e rivestimentisti in pietra e materiali assimilati	71,3	92,4	770	355	4
6.1.3.2.4	Parchettisti e posatori di pavimenti e rivestimenti sintetici e in legno	74,4	87,0	679	566	1
6.1.3.3.0	Intonacatori	71,7	97,5	750	189	4
6.1.3.4.0	Installatori di impianti di isolamento e insonorizzazione	79,0	93,9	499	295	4
6.1.3.5.0	Vetrai	75,7	100,3	636	126	4
6.1.3.6.1	Idraulici nelle costruzioni civili	77,4	87,1	559	558	1

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
6.1.3.6.2	Installatori di impianti termici nelle costruzioni civili	78,2	88,2	521	520	1
6.1.3.7.0	Elettricisti ed installatori di impianti elettrici nelle costruzioni civili	93,3	97,0	81	210	3
6.1.3.8.0	Installatori di infissi e serramenti	75,8	89,1	635	486	1
6.1.4.1.1	Pittori edili	71,4	91,9	765	371	1
6.1.4.1.2	Decoratori e stuccatori edili	77,1	90,1	573	454	1
6.1.4.2.0	Pulitori di facciate	80,2	90,6	459	431	1
6.1.5.1.0	Operai addetti ai servizi di igiene e pulizia	76,0	92,8	627	339	4
6.1.5.2.0	Operai addetti alla manutenzione degli impianti fognari	75,7	97,5	637	190	4
6.2.1.1.1	Fonditori	74,7	100,8	667	115	4
6.2.1.1.2	Formatori e animisti	73,0	101,3	711	104	4
6.2.1.2.0	Saldatori e tagliatori a fiamma	79,6	100,8	479	118	4
6.2.1.3.1	Lattonieri e calderai	79,5	95,5	482	240	4
6.2.1.3.2	Tracciatori	81,9	98,7	396	161	4
6.2.1.4.0	Carpentieri e montatori di carpenteria metallica	74,3	89,4	682	478	1
6.2.1.5.0	Attrezzatori e montatori di cavi metallici per uso industriale e di trasporto	82,6	97,2	364	202	4
6.2.1.6.0	Sommozzatori e lavoratori subacquei	85,8	98,2	230	173	3
6.2.1.7.0	Saldatori elettrici e a norme ASME	80,9	102,8	423	80	4
6.2.1.8.1	Carrozzeri	76,8	90,2	592	448	1
6.2.1.8.2	Stampatori e piegatori di lamiera	76,8	107,0	593	42	4
6.2.2.1.1	Fabbri	77,6	96,6	549	219	4
6.2.2.1.2	Fucinatori e forgiatori	72,7	103,4	724	73	4
6.2.2.2.0	Costruttori di utensili, modellatori e tracciatori meccanici	80,5	97,3	446	198	4
6.2.2.3.1	Attrezzisti di macchine utensili	82,5	102,0	365	94	4
6.2.2.3.2	Aggiustatori meccanici	77,4	86,7	558	577	1
6.2.3.1.1	Meccanici motoristi e riparatori di veicoli a motore	80,6	92,9	437	337	4
6.2.3.1.2	Gommisti	81,0	106,7	419	47	4
6.2.3.1.3	Meccanici di biciclette e veicoli assimilati	76,7	83,8	595	671	1
6.2.3.2.0	Meccanici, riparatori e manutentori di aerei	92,9	86,3	86	593	2
6.2.3.3.1	Riparatori e manutentori di macchinari e impianti industriali	83,0	93,9	349	294	3
6.2.3.3.2	Installatori e montatori di macchinari e impianti industriali	91,0	97,1	105	209	3
6.2.3.4.1	Frigoristi industriali	87,2	89,1	175	482	2
6.2.3.4.2	Frigoristi navali	86,5	92,7	202	345	3
6.2.3.5.1	Riparatori e manutentori di apparecchi e impianti termoidraulici industriali	90,7	95,3	110	250	3
6.2.3.5.2	Installatori e montatori di apparecchi e impianti termoidraulici industriali	87,0	97,8	185	181	3
6.2.3.6.0	Meccanici collaudatori	83,4	90,8	329	425	2
6.2.3.7.0	Verniciatori artigianali ed industriali	79,3	95,4	489	247	4
6.2.3.8.1	Attrezzisti navali	82,3	87,4	374	551	1
6.2.3.8.2	Meccanici e motoristi navali	87,8	101,2	153	106	3
6.2.4.1.1	Installatori e riparatori di impianti elettrici industriali	92,8	93,3	87	322	3
6.2.4.1.2	Riparatori di apparecchi elettrici e di elettrodomestici	80,5	92,7	445	346	4
6.2.4.1.3	Elettromeccanici	80,6	94,8	441	268	4
6.2.4.1.4	Installatori e riparatori di apparati di produzione e conservazione dell'energia elettrica	85,0	91,1	262	406	2
6.2.4.1.5	Elettrauto	83,3	87,9	339	530	2
6.2.4.2.0	Manutentori e riparatori di apparati elettronici industriali	100,3	84,7	45	652	2
6.2.4.3.0	Riparatori di apparecchi radio televisivi	93,8	89,4	74	477	2
6.2.4.4.0	Installatori e riparatori di apparati di telecomunicazione	103,8	85,5	37	617	2
6.2.4.5.0	Installatori, manutentori e riparatori di linee elettriche, cavisti	83,5	91,8	326	377	2
6.2.4.6.0	Installatori, manutentori e riparatori di apparecchiature informatiche	107,0	90,6	24	432	2
6.3.1.1.0	Meccanici di precisione	81,7	100,8	402	116	4
6.3.1.2.0	Meccanici e riparatori di protesi, di ortesi, di tutori ortopedici e assimilati	79,8	87,8	467	536	1
6.3.1.3.1	Accordatori di strumenti musicali	76,3	92,4	611	356	4
6.3.1.3.2	Addetti alla costruzione e riparazione di strumenti	83,3	93,6	337	311	3

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
	musicali					
6.3.1.4.0	Addetti alla costruzione e riparazione di orologi	80,6	93,5	436	315	4
6.3.1.5.1	Addetti alla produzione di lenti e occhiali	80,5	100,0	447	139	4
6.3.1.5.2	Addetti alla produzione di apparecchi ottici	89,6	101,5	129	101	3
6.3.1.6.1	Orafi	76,3	92,6	610	350	4
6.3.1.6.2	Addetti alla lavorazione di pietre preziose e dure	78,8	97,4	503	195	4
6.3.1.6.3	Addetti alla lavorazione di bigiotteria	79,5	85,1	481	634	1
6.3.2.1.1	Vasai e terracottai	76,5	91,4	601	388	1
6.3.2.1.2	Ceramisti	72,9	88,7	716	500	1
6.3.2.2.1	Soffiatori e modellatori del vetro	71,6	88,4	753	511	1
6.3.2.2.2	Tagliatori, molatori e levigatori del vetro	77,6	95,8	543	233	4
6.3.2.3.0	Incisori ed acquafortisti su vetro	78,2	97,7	522	183	4
6.3.2.4.0	Pittori e decoratori su vetro e ceramica	77,3	84,9	565	647	1
6.3.3.1.1	Cartapestai	75,6	90,0	643	457	1
6.3.3.1.2	Incisori e intarsiatori su legno	72,6	83,1	725	687	1
6.3.3.2.1	Artigiani di prodotti tessili artistici lavorati a mano	81,1	92,5	416	353	4
6.3.3.2.2	Artigiani di prodotti artistici in pelle e cuoio lavorati a mano	74,0	87,1	689	557	1
6.3.4.1.0	Operatori delle attività poligrafiche di pre-stampa	87,8	90,9	156	416	2
6.3.4.2.0	Stampatori offset e alla rotativa	78,9	108,4	502	27	4
6.3.4.3.0	Zincografi, stereotipisti ed elettrotipisti	85,0	94,4	263	282	3
6.3.4.4.1	Artigiani acquafortisti	76,0	76,9	628	785	1
6.3.4.4.2	Litografi, serigrafisti e incisori tipografici	86,8	100,0	191	137	3
6.3.4.5.0	Rilegatori e rifinitori post stampa	74,5	100,7	676	120	4
6.4.1.1.0	Agricoltori e operai agricoli specializzati di colture in pieno campo	77,0	102,4	582	88	4
6.4.1.2.0	Agricoltori e operai agricoli specializzati di coltivazioni legnose agrarie	74,8	88,8	661	495	1
6.4.1.3.1	Agricoltori e operai agricoli specializzati di giardini e vivai, di coltivazioni di fiori e piante ornamentali	74,6	90,2	672	450	1
6.4.1.3.2	Agricoltori e operai agricoli specializzati di coltivazioni ortive in serra, di ortive protette o di orti stabili	79,8	99,7	470	145	4
6.4.1.4.0	Agricoltori e operai agricoli specializzati di colture miste	74,6	93,8	674	305	4
6.4.2.1.0	Allevatori e operai specializzati degli allevamenti di bovini ed equini	74,5	90,1	677	453	1
6.4.2.2.0	Allevatori e operai specializzati degli allevamenti di ovini e caprini	70,6	93,5	785	313	4
6.4.2.3.0	Allevatori e operai specializzati degli allevamenti di suini	77,6	100,9	547	113	4
6.4.2.4.0	Allevatori e operai specializzati degli allevamenti avicoli	75,8	100,3	634	125	4
6.4.2.5.0	Allevatore di bestiame misto	75,0	100,5	658	122	4
6.4.2.6.0	Allevatori e operai specializzati degli allevamenti di insetti	73,8	88,7	694	498	1
6.4.2.9.0	Altri allevatori e operai specializzati della zootecnia	77,1	102,4	571	89	4
6.4.3.1.0	Allevatori e agricoltori	78,6	97,2	511	203	4
6.4.4.1.1	Abbattitori di alberi e rimboschitori	74,1	93,9	687	300	4
6.4.4.1.2	Sugherai e raccoglitori di resine	70,0	96,2	794	224	4
6.4.5.1.0	Acquacoltori	75,2	104,9	654	56	4
6.4.5.2.0	Pescatori della pesca costiera e in acque interne	76,1	100,2	619	130	4
6.4.5.3.0	Pescatori d'alto mare	73,6	90,2	703	447	1
6.4.5.4.0	Cacciatori	79,2	79,1	491	767	1
6.5.1.1.1	Macellai e abbattitori di animali	76,3	99,1	612	154	4
6.5.1.1.2	Norcini	77,1	98,6	580	165	4
6.5.1.1.3	Pesciaioli	72,9	97,5	717	191	4
6.5.1.1.4	Addetti alla conservazione di carni e pesci	76,6	91,1	599	402	1
6.5.1.2.1	Panettieri	72,2	105,3	737	51	4
6.5.1.2.2	Pastai	72,9	99,0	719	157	4
6.5.1.3.1	Pasticcieri e cioccolatai	74,5	103,8	675	65	4
6.5.1.3.2	Gelatai	78,2	102,6	520	86	4
6.5.1.3.3	Conservieri	81,2	104,8	415	60	4
6.5.1.4.0	Degustatori e classificatori di prodotti alimentari e bevande	82,8	93,7	357	310	4
6.5.1.5.0	Artigiani ed operai specializzati delle lavorazioni	71,8	103,5	748	69	4

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
	artigianali casearie					
6.5.1.6.0	Operai specializzati della preparazione e della lavorazione delle foglie di tabacco	72,4	91,7	732	381	1
6.5.2.1.1	Stagionatori, ed operai specializzati del primo trattamento del legno	73,2	97,3	709	199	4
6.5.2.1.2	Curvatori, sagomatori ed operai specializzati della prima lavorazione del legno	73,7	94,8	700	269	4
6.5.2.2.1	Attrezzisti di falegnameria	76,0	99,7	630	144	4
6.5.2.2.2	Falegnami	76,9	91,1	587	404	1
6.5.2.2.3	Montatori di mobili	73,4	95,1	707	258	4
6.5.2.3.1	Impagliatori e lavoranti in vimini e setole	72,5	89,5	728	470	1
6.5.2.3.2	Cordai e intrecciatori di fibre	77,3	111,1	563	14	4
6.5.2.3.3	Lavoranti in giunco e canna	77,1	85,3	579	629	1
6.5.2.3.4	Lavoranti in sughero e spugna	77,4	99,7	555	146	4
6.5.3.1.0	Preparatori di fibre	73,0	101,5	710	102	4
6.5.3.2.1	Tessitori	81,3	112,3	411	9	4
6.5.3.2.2	Maglieristi	77,1	108,8	574	26	4
6.5.3.2.3	Tintori e addetti al trattamento chimico dei tessuti	81,2	94,7	412	270	4
6.5.3.3.1	Modellisti di capi di abbigliamento	84,6	87,9	281	532	2
6.5.3.3.2	Tagliatori di capi di abbigliamento	77,6	94,2	545	286	4
6.5.3.3.3	Confezionatori di capi di abbigliamento	71,7	94,6	751	273	4
6.5.3.3.4	Sarti	72,4	89,5	731	471	1
6.5.3.3.5	Cappellai	74,8	87,9	663	531	1
6.5.3.4.1	Modellisti di pellicceria e di capi in pelle	79,4	85,0	483	640	1
6.5.3.4.2	Tagliatori di pellicceria e di capi in pelle	72,7	86,4	722	589	1
6.5.3.4.3	Confezionatori di pellicceria e di capi in pelle	71,4	89,1	766	485	1
6.5.3.4.4	Pellicciai e sarti in pelle	73,7	82,5	697	704	1
6.5.3.5.1	Confezionatori e rifinitori di biancheria intima	73,7	91,3	699	395	1
6.5.3.5.2	Confezionatori e rifinitori di biancheria per la casa	74,0	90,8	688	422	1
6.5.3.5.3	Merlettai e ricamatrici a mano	73,6	90,7	701	426	1
6.5.3.5.4	Bottonai	75,7	92,6	639	348	4
6.5.3.6.1	Confezionatori di tende e drappaggi	77,4	91,1	554	401	1
6.5.3.6.2	Modellisti di poltrone e divani	84,1	84,3	300	657	2
6.5.3.6.3	Tagliatori di imbottiture e rivestimenti di poltrone e divani	72,5	90,6	727	434	1
6.5.3.6.4	Confezionatori di poltrone e divani	71,0	98,6	777	166	4
6.5.3.6.5	Tappezzieri di poltrone, divani e assimilati	73,8	91,2	696	398	1
6.5.3.6.6	Materassai	76,1	91,3	617	394	1
6.5.3.7.0	Artigiani e addetti alle tintolavanderie	72,3	95,8	733	238	4
6.5.4.1.0	Conciatori di pelli e di pellicce	73,5	92,6	706	347	4
6.5.4.2.1	Modellisti di calzature	79,7	86,4	475	588	1
6.5.4.2.2	Tagliatori di calzature	77,1	96,1	576	227	4
6.5.4.2.3	Confezionatori di calzature	71,1	93,4	773	320	4
6.5.4.2.4	Calzolai, sellai e cuoiai	76,1	95,2	618	254	4
6.5.4.3.1	Modellisti di pelletteria	78,3	91,1	517	405	1
6.5.4.3.2	Tagliatori di pelletteria	75,4	96,6	650	218	4
6.5.4.3.3	Confezionatori di pelletteria	71,1	99,2	772	151	4
6.5.4.3.4	Pellettieri	75,9	101,1	633	110	4
6.5.5.1.0	Macchinisti ed attrezzisti di scena	89,3	90,5	133	438	2
7.1.1.1.0	Conduttori di macchinari in miniere e cave	71,2	103,4	771	70	4
7.1.1.2.0	Conduttori di impianti per il primo trattamento di minerali e di pietre	72,1	103,3	741	75	4
7.1.1.3.1	Trivellatori di pozzi	75,6	96,9	642	212	4
7.1.1.3.2	Conduttori di sonde e perforatrici da prospezione	76,0	91,8	626	378	1
7.1.2.1.1	Operatori di altoforno	77,2	98,6	568	168	4
7.1.2.1.2	Operatori di colata	76,9	97,3	586	201	4
7.1.2.2.1	Operatori di forni di seconda fusione	77,0	105,7	583	50	4
7.1.2.2.2	Operatori di laminatoi	76,1	103,5	621	67	4
7.1.2.3.0	Operatori di impianti per il trattamento termico dei metalli	81,9	102,7	392	83	4
7.1.2.4.1	Conduttori di macchine per la trafilatura di metalli	73,5	103,4	704	71	4
7.1.2.4.2	Conduttori di macchine per l'estrusione e la profilatura di	76,4	105,0	606	53	4

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
	metalli					
7.1.2.5.1	Operatori di impianti termici per la produzione di metalli non ferrosi	75,6	104,9	641	58	4
7.1.2.5.2	Operatori di impianti elettrochimici per la produzione di metalli non ferrosi	70,0	91,0	795	413	1
7.1.3.1.0	Conduttori di impianti per dosare, miscelare ed impastare materiali per la produzione del vetro, della ceramica e dei laterizi	72,9	112,7	718	7	4
7.1.3.2.1	Conduttori di forni per la produzione del vetro	71,1	108,9	774	25	4
7.1.3.2.2	Conduttori di impianti per la lavorazione del vetro	77,3	107,7	564	33	4
7.1.3.3.1	Conduttori di impianti per la formatura di articoli in ceramica e terracotta	79,3	100,6	490	121	4
7.1.3.3.2	Conduttori di forni per la produzione di articoli in ceramica e terracotta	76,5	94,5	605	278	4
7.1.3.4.1	Conduttori di impianti per la formatura di laterizi	75,2	106,8	655	44	4
7.1.3.4.2	Conduttori di forni per la produzione di laterizi	78,8	107,0	506	43	4
7.1.4.1.0	Conduttori di impianti per la fabbricazione in serie di pannelli in legno	82,2	98,4	376	171	4
7.1.4.2.0	Operatori di impianti per la preparazione della pasta di legno e di altri materiali per cartiera	80,7	102,7	430	82	4
7.1.4.3.0	Operatori di impianti per la fabbricazione della carta	77,9	97,6	532	184	4
7.1.5.1.1	Conduttori di impianti per la raffinazione del gas e dei prodotti petroliferi	80,6	108,3	438	28	4
7.1.5.1.2	Conduttori di impianti per la stazzatura di prodotti petroliferi	74,8	94,4	664	280	4
7.1.5.2.0	Operatori di macchinari e di impianti per la chimica di base e la chimica fine	77,7	102,6	541	85	4
7.1.5.3.1	Operatori di macchinari per la produzione di farmaci	79,8	100,0	468	138	4
7.1.5.3.2	Operatori di macchinari per la produzione di prodotti derivati dalla chimica (farmaci esclusi)	75,9	102,7	632	81	4
7.1.6.1.0	Conduttori di caldaie a vapore e di motori termici in impianti industriali	98,3	114,4	48	5	3
7.1.6.2.1	Operatori di impianti di recupero e riciclaggio dei rifiuti	76,4	92,3	609	360	4
7.1.6.2.2	Operatori di impianti per la depurazione, la potabilizzazione e la distribuzione delle acque	78,2	94,3	523	285	4
7.1.7.1.0	Operatori di catene di montaggio automatizzate	78,7	105,8	510	49	4
7.1.8.1.0	Conduttori di mulini e impastatrici	82,1	107,9	379	32	4
7.1.8.2.0	Conduttori di forni e di impianti per il trattamento termico dei minerali	84,3	106,8	295	46	3
7.2.1.1.0	Conduttori di macchine utensili automatiche e semiautomatiche industriali	84,7	111,8	277	11	3
7.2.1.2.0	Conduttori di macchinari per la produzione di manufatti in cemento e assimilati	75,5	96,2	647	225	4
7.2.1.3.0	Conduttori di macchinari per la produzione di abrasivi e manufatti abrasivi minerali	73,6	101,2	702	105	4
7.2.2.1.0	Finitori di metalli e conduttori di impianti per finire, rivestire, placcare metalli e oggetti in metallo	76,3	100,8	613	117	4
7.2.3.1.0	Conduttori di macchinari per la confezione e vulcanizzazione dei pneumatici	76,0	102,0	623	92	4
7.2.3.2.0	Conduttori di macchinari per la fabbricazione di altri articoli in gomma	77,5	110,1	550	17	4
7.2.3.3.0	Conduttori di macchinari per la fabbricazione di articoli in plastica e assimilati	76,5	101,6	602	99	4
7.2.4.1.0	Addetti a macchinari per la produzione in serie di mobili e di articoli in legno	83,1	96,8	347	215	3
7.2.5.1.0	Conduttori di macchinari per tipografia e stampa su carta e cartone	80,7	108,3	429	29	4
7.2.5.2.0	Conduttori di macchinari per la fabbricazione di prodotti in carta e cartone	75,4	107,4	651	38	4
7.2.5.3.0	Conduttori di macchinari per rilegatura di libri e assimilati	76,6	112,6	598	8	4
7.2.6.1.0	Addetti a macchinari per la filatura e la bobinatura	72,0	109,7	742	20	4

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
7.2.6.2.0	Addetti a telai meccanici e a macchinari per la tessitura e la maglieria	77,5	104,9	552	55	4
7.2.6.3.0	Operai addetti a macchinari industriali per confezioni di abbigliamento in stoffa e assimilati	75,5	99,7	648	143	4
7.2.6.4.0	Addetti ai macchinari per il trattamento di pulitura a secco, candeggio e tintura di filati e tessuti industriali	72,0	107,7	745	35	4
7.2.6.5.0	Addetti a macchinari per la stampa dei tessuti	74,8	111,3	665	13	4
7.2.6.6.1	Addetti a macchinari industriali per la preparazione di pelli e pellicce	71,5	97,6	760	187	4
7.2.6.6.2	Addetti a macchinari per la produzione in serie di articoli in pelle e pelliccia	70,9	92,1	778	364	4
7.2.6.7.0	Addetti a macchinari per la produzione in serie di calzature	76,0	107,3	629	39	4
7.2.6.9.0	Altri operai addetti a macchinari dell'industria tessile e delle confezioni ed assimilati	71,9	93,0	746	334	4
7.2.7.1.0	Assemblatori in serie di parti di macchine	74,4	101,2	678	108	4
7.2.7.2.0	Assemblatori e cablatori di apparecchiature elettriche	77,9	87,5	531	543	1
7.2.7.3.0	Assemblatori e cablatori di apparecchiature elettroniche e di telecomunicazioni	82,0	99,4	388	150	4
7.2.7.4.0	Assemblatori in serie di articoli in metallo, in gomma e in materie plastiche	76,5	103,7	604	66	4
7.2.7.5.0	Assemblatori in serie di articoli in legno e in materiali assimilati	76,7	100,0	596	136	4
7.2.7.6.0	Assemblatori in serie di articoli in cartone, in tessuto e materie assimilate	71,5	89,5	758	472	1
7.2.7.9.0	Assemblatori in serie di articoli industriali compositi	74,2	109,6	684	21	4
7.2.8.1.0	Addetti a macchine confezionatrici e al confezionamento di prodotti industriali	76,7	103,1	594	77	4
7.3.1.1.0	Addetti agli impianti fissi in agricoltura e nell'allevamento	78,0	101,6	528	100	4
7.3.1.2.0	Addetti agli impianti per la trasformazione delle olive	77,4	109,5	556	23	4
7.3.1.3.0	Addetti alla refrigerazione, trattamento igienico e prima trasformazione del latte	79,0	108,2	498	30	4
7.3.2.1.0	Conduttori di macchinari per la conservazione e la lavorazione della carne e del pesce	73,9	95,5	692	241	4
7.3.2.2.0	Conduttori di apparecchi per la lavorazione industriale di prodotti lattiero-caseari	77,0	107,6	585	36	4
7.3.2.3.1	Conduttori di macchinari industriali per la lavorazione dei cereali	77,3	107,7	562	34	4
7.3.2.3.2	Conduttori di macchinari industriali per la lavorazione delle spezie	77,2	98,6	570	167	4
7.3.2.3.3	Conduttori di macchinari industriali per la lavorazione di prodotti a base di cereali	79,1	110,0	497	19	4
7.3.2.4.1	Conduttori di macchinari per cernita e la calibratura di prodotti ortofrutticoli	75,3	97,9	653	179	4
7.3.2.4.2	Conduttori di macchinari per la conservazione di frutta e verdura	73,9	102,0	691	93	4
7.3.2.4.3	Conduttori di macchinari per la conservazione di legumi e riso	78,7	111,4	508	12	4
7.3.2.4.4	Conduttori di macchinari per la produzione di oli di semi	80,6	107,2	439	41	4
7.3.2.5.0	Conduttori di macchinari per la produzione e la raffinazione dello zucchero	75,6	104,5	644	63	4
7.3.2.6.1	Conduttori di macchinari per la preparazione e la produzione del the, del caffè e del cacao	78,4	102,1	513	90	4
7.3.2.6.2	Conduttori di macchinari per la preparazione e la produzione della cioccolata	76,0	94,4	631	281	4
7.3.2.7.0	Conduttori di macchinari per la lavorazione dei prodotti del tabacco	74,6	95,5	673	242	4
7.3.2.8.1	Addetti a macchinari industriali per la vinificazione	78,4	98,4	516	170	4
7.3.2.8.2	Addetti a macchinari industriali per la produzione di birra	77,0	95,8	581	234	4
7.3.2.8.3	Addetti a macchinari industriali per la produzione di liquori, di distillati e di bevande alcoliche	75,0	101,1	657	111	4

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
7.3.2.8.4	Addetti a macchinari industriali per la produzione di bevande analcoliche e gassate	77,1	109,6	575	22	4
7.3.2.9.0	Conduttori di macchinari per la produzione di pasticceria e prodotti da forno	72,5	108,0	729	31	4
7.4.1.1.0	Conduttori di convogli ferroviari	83,0	98,1	351	176	3
7.4.1.2.0	Operatori di verifica, circolazione e formazione treni	80,4	88,7	448	502	1
7.4.1.3.0	Manovratori di impianti a fune	85,3	104,9	250	57	3
7.4.2.1.0	Autisti di taxi, conduttori di automobili, furgoni e altri veicoli	81,0	95,0	420	261	4
7.4.2.2.0	Conduttori di autobus, di tram e di filobus	72,9	95,4	715	249	4
7.4.2.3.0	Conduttori di mezzi pesanti e camion	73,0	87,6	713	541	1
7.4.2.4.0	Conduttori di veicoli a trazione animale	70,0	80,5	796	748	1
7.4.3.1.0	Conduttori di trattori agricoli	71,4	96,8	763	214	4
7.4.3.2.1	Conduttori di macchine raccogliatrici, trinciatrici e pressatrici agricole	77,0	97,9	584	177	4
7.4.3.2.2	Conduttori di mietitrebbiatrici	79,7	110,9	474	15	4
7.4.3.2.3	Conduttori di macchine per la raccolta di prodotti agricoli (barbabietole, patate, frutta, uva e ortive)	76,1	94,0	620	293	4
7.4.3.3.0	Conduttori di macchine forestali	78,9	103,1	501	76	4
7.4.4.1.0	Conduttori di macchinari per il movimento terra	72,6	97,5	726	192	4
7.4.4.2.1	Conduttori di macchinari mobili per la perforazione in edilizia	71,0	93,7	776	306	4
7.4.4.2.2	Conduttori di macchinari mobili per la perforazione di gallerie	71,6	100,3	757	127	4
7.4.4.3.0	Conduttori di gru e di apparecchi di sollevamento	70,5	102,6	787	84	4
7.4.4.4.0	Conduttori di carrelli elevatori	74,2	93,4	686	316	4
7.4.5.1.0	Marinai di coperta	73,5	96,0	705	231	4
7.4.5.2.0	Conduttori di caldaie ed altre attrezzature navali	77,1	112,2	572	10	4
7.4.5.3.0	Conduttori di barche e battelli a motore	78,1	92,2	525	362	4
8.1.1.1.0	Venditori ambulanti di beni	71,4	80,8	764	737	1
8.1.1.2.0	Venditori ambulanti di servizi	70,2	88,5	790	509	1
8.1.2.1.0	Uscieri e professioni assimilate	81,9	87,2	393	556	1
8.1.2.2.0	Lettori di contatori, collettori di monete e professioni assimilate	78,0	98,3	527	172	4
8.1.3.1.0	Facchini, addetti allo spostamento merci ed assimilati	72,1	90,0	739	456	1
8.1.3.2.0	Personale non qualificato addetto all'imballaggio e al magazzino	76,9	98,8	588	159	4
8.1.3.3.0	Addetti alle consegne	75,4	95,5	649	246	4
8.1.4.1.0	Personale non qualificato addetto alla pulizia nei servizi di alloggio e nelle navi	71,4	88,5	768	508	1
8.1.4.2.0	Personale non qualificato nei servizi di ristorazione	70,2	86,6	792	579	1
8.1.4.3.0	Personale non qualificato addetto ai servizi di pulizia di uffici ed esercizi commerciali	72,3	84,8	735	650	1
8.1.4.4.0	Addetti al lavaggio veicoli	71,4	101,9	767	95	4
8.1.4.5.0	Operatori ecologici e altri raccoglitori e separatori di rifiuti	73,4	97,9	708	178	4
8.1.5.1.0	Bidelli e professioni assimilate	72,0	80,5	743	746	1
8.1.5.2.0	Portantini e professioni assimilate	70,4	95,4	788	248	4
8.1.6.1.1	Personale non qualificato addetto ai servizi di custodia di edifici	75,7	79,8	640	758	1
8.1.6.1.2	Personale non qualificato addetto ai servizi di custodia di impianti	87,9	79,5	150	763	2
8.1.6.1.3	Personale non qualificato addetto ai servizi di custodia di attrezzature e beni	73,0	87,5	714	544	1
8.2.1.1.0	Personale non qualificato nei servizi ricreativi e culturali	76,0	88,9	622	494	1
8.2.2.1.0	Collaboratori domestici e professioni assimilate	70,6	87,1	786	559	1
8.3.1.1.0	Braccianti agricoli	71,8	92,9	749	338	4
8.3.1.2.0	Personale non qualificato addetto alla manutenzione del verde	75,7	87,7	638	537	1
8.3.2.1.0	Personale forestale non qualificato	74,8	90,4	666	442	1
8.3.2.2.0	Personale non qualificato addetto alla cura degli animali	71,6	88,6	754	507	1
8.3.2.3.0	Personale non qualificato addetto alla pesca ed alla	82,2	109,1	377	24	4

5digit	PROFESSIONE	INDICE SINTETICO COMPETENZE DIGITALI (1)	INDICE SINTETICO AUTOMAZIONE (2)	Ordine (1)	Ordine (2)	Gruppi (media aritmetica)
	caccia					
8.4.1.1.0	Manovali ed altro personale non qualificato delle miniere e delle cave	72,0	97,1	744	208	4
8.4.2.1.0	Manovali e personale non qualificato dell'edilizia civile e professioni assimilate	70,4	90,3	789	445	1
8.4.2.2.0	Manovali e personale non qualificato della costruzione e manutenzione di strade, dighe e altre opere pubbliche	71,1	95,8	775	237	4
8.4.3.1.0	Personale non qualificato delle attività industriali e professioni assimilate	79,8	104,8	466	59	4

Tabella 2

ELENCO DELLE PRIME 15 PROFESSIONI (ISCO 5 DIGIT) CON I VALORI PIÙ ALTI DI QUELLI PREDETTI SULLA BASE DELL'ANALISI DELLE COMPONENTI PRINCIPALI

ISCO 5digit	Descrizione	Prima componente
2.1.1.1.1	Fisici	6.8799
2.6.1.3.2	Docenti universitari in scienze ingegneristiche industriali e dell'informazione	6.035557
1.1.2.2.2	Capi e vice capi della polizia di Stato, questori ed alti responsabili della sicurezza pubblica	5.826557
2.6.2.3.2	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche industriali e dell'informazione	5.327264
3.1.3.2.1	Tecnici dei prodotti ceramici	5.153077
2.6.2.1.2	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze fisiche	4.977242
2.6.2.2.3	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze mediche	4.903519
2.2.1.7.0	Ingegneri industriali e gestionali	4.727437
2.6.1.2.3	Docenti universitari in scienze mediche	4.601729
2.6.1.1.4	Docenti universitari in scienze della terra	4.599225
2.2.1.3.0	Ingegneri elettrotecnici e dell'automazione industriale	4.598084
2.1.1.3.1	Matematici	4.529113
2.2.1.8.0	Ingegneri biomedici e bioingegneri	4.518532
3.1.6.2.2	Tecnici avionici	4.497272
2.6.1.2.2	Docenti universitari in scienze agrarie, zootecniche e della produzione animale	4.37382

ISCO 5digit	Descrizione	Seconda componente
3.1.6.2.2	Tecnici avionici	4.304922
3.1.1.1.2	Tecnici fisici e nucleari	4.097766
2.2.1.3.0	Ingegneri elettrotecnici e dell'automazione industriale	3.500284
2.1.1.1.1	Fisici	3.499668
2.1.1.5.1	Specialisti in reti e comunicazioni informatiche	3.453661
2.1.1.4.3	Analisti e progettisti di applicazioni web	3.450064
3.1.3.3.0	Elettrotecnici	3.406259
8.3.2.3.0	Personale non qualificato addetto alla pesca ed alla caccia	3.234743
2.2.1.4.1	Ingegneri elettronici	3.07056
7.1.4.1.0	Conduttori di impianti per la fabbricazione in serie di pannelli in legno	3.067811
3.1.2.1.0	Tecnici programmatori	3.038157
6.2.3.2.0	Meccanici, riparatori e manutentori di aerei	3.016148
3.1.2.5.0	Tecnici gestori di reti e di sistemi telematici	2.976212
3.2.2.3.1	Tecnici di laboratorio biochimico	2.950379
7.1.4.2.0	Operatori di impianti per la preparazione della pasta di legno e di altri materiali per cartiera	2.919741

ISCO 5digit	Descrizione	Terza componente
7.1.2.5.2	Operatori di impianti elettrochimici per la produzione di metalli non ferrosi	4.477264
3.1.6.1.3	Piloti navali	3.278567
3.1.7.1.0	Fotografi e professioni assimilate	3.184719
2.5.5.2.5	Scenografi	2.934186
6.4.4.1.2	Sugherai e raccoglitori di resine	2.821998
6.2.3.2.0	Meccanici, riparatori e manutentori di aerei	2.805782
2.6.3.1.3	Professori di arte drammatica e danza nelle accademie e nelle istituzioni scolastiche assimilate	2.778478
2.5.5.2.1	Registi	2.611271
6.3.3.1.1	Cartapestai	2.543155
3.1.6.3.1	Controllori di volo	2.524416
2.6.5.5.1	Insegnanti di arti figurative	2.498277
2.5.5.2.2	Attori	2.494755
2.5.5.5.2	Artisti di varietà	2.483439
2.6.3.1.1	Professori di discipline artistiche nelle accademie di belle arti e nelle istituzioni scolastiche assimilate	2.383388
2.5.5.5.1	Artisti delle forme di cultura popolare	2.369302

<b>ISCO 5digit</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Quarta componente</b>
2.1.1.3.1	Matematici	3.656472
2.1.1.4.1	Analisti e progettisti di software	3.405424
2.5.5.1.4	Creatori artistici a fini commerciali (esclusa la moda)	3.326642
2.2.1.3.0	Ingegneri elettrotecnici e dell'automazione industriale	3.303961
3.1.2.3.0	Tecnici web	3.264511
2.1.1.1.1	Fisici	3.138511
2.6.2.1.1	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze matematiche e dell'informazione	3.064514
3.1.2.1.0	Tecnici programmatori	2.989333
2.3.1.1.3	Biofisici	2.786312
2.6.1.1.2	Docenti universitari in scienze fisiche	2.750863
2.6.1.1.1	Docenti universitari in scienze matematiche e dell'informazione	2.747119
2.1.1.4.3	Analisti e progettisti di applicazioni web	2.670687
3.1.3.7.2	Disegnatori tessili	2.615761
2.1.1.1.2	Astronomi ed astrofisici	2.609847
2.6.2.3.2	Ricercatori e tecnici laureati nelle scienze ingegneristiche industriali e dell'informazione	2.597938



Nota tecnica

## **Alla ricerca delle competenze per l'Industria 4.0: un approccio data driven**

---

Dicembre 2017

---

Editor:



Dipartimento di Ingegneria civile e Industriale

---



## Sommario

### *Obiettivi del lavoro*

Il presente report riporta i risultati delle analisi effettuate nel 2017 dal team congiunto IRPET-QUINN-DICI UNIFI su testi, database e metadati al fine di capire quali competenze e quali profili professionali sono più aderenti al paradigma Industria 4.0. Con queste finalità si è investigata la correlazione fra le competenze e abilità dei lavoratori come dettagliate in testi ufficiali con le tematiche dell'industria 4.0, spingendosi anche alla ricerca di una eventuale misura circa la loro sostituibilità con sistemi automatizzati. Il risultato ipotizzato era quello di ordinare le competenze in una scala che considerasse pertinenza e impatto.

Lo studio si è mosso sull'analisi di diverse basi di dati riguardanti competenze ed abilità (elenchi di competenze ed attitudini di O\*NET (U.S), di ESCO (E.U) e di ISFOL (IT)) selezionando infine quelle dal maggior potenziale.

### *Metodologia*

Il paradigma Industria 4.0 è piuttosto recente ed è quindi complesso effettuare una previsione di impatto senza grosse moli di dati. Peraltro usare informazioni e documenti datati (già più vecchi di 5 anni) può fornire indicazioni retrospettive piuttosto che prospettiche. Per questa ragione abbiamo incrociato competenze ed abilità desunte dai database di cui sopra, concentrandoci in particolare su O\*NET, con le pubblicazioni scientifiche riguardanti le tecnologie abilitanti e/o alla base di Industria 4.0. Le pubblicazioni dovrebbero cogliere trend su cui la ricerca scientifica sta puntando ad oggi e che probabilmente vedranno un'applicazione pratica nei prossimi anni.

### *Risultati*

I risultati raggiunti hanno dimostrato un potenziale tale da permetterci di individuare alcune competenze focali nel nuovo paradigma e nella transizione che avverrà nei prossimi anni. Se le capacità di programmazione e quelle matematiche erano scontate (d'altronde si deve interagire con sistemi informativi complessi e prendere decisioni sulla base dei dati), quelle di *problem solving* e *decision making* si staccano dalle altre e chiaramente saranno importanti per gestire la transizione al 4.0 e per far continuare ad evolvere le imprese e il loro business in chiave moderna. Per altre competenze, ma soprattutto per molte delle cosiddette attitudini/abilità, la procedura di investigazione che ne determina una misura di impatto, incrociandole con le parole chiave e con i termini rilevanti estratti dagli articoli che trattano di Industria 4.0, ha riportato un numero di evidenze troppo basso per poter fare qualunque deduzione affidabile. Perciò un ulteriore sforzo andrà orientato per affinare l'analisi anche su queste competenze, attitudini ed abilità meno forti, ma non per questo da trascurare.

### *Criticità*

Lo studio ha affrontato numerose problematiche, da quelle tipiche delle traduzioni da linguaggi formali (i termini raccolti nei database delle competenze) a linguaggi naturali (quelli tipici degli articoli scientifici). Lo studio ha anche investigato la possibilità di superare alcuni approcci basati sul giudizio di esperti<sup>45</sup> mediante sistemi di classificazione automatica dando una prima evidenza di una concreta possibilità di successo.

---

<sup>45</sup> Frey, C. B., & Osborne, M. A. (2017). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Technological Forecasting and Social Change, 114, 254-280.

## 1. Metodologia

Come anticipato il lavoro ha l'obiettivo di ricostruire un [ranking](#) delle competenze relative ai domini di Industria 4.0 a partire dalla letteratura scientifica esistente.

A questo fine è stato innanzitutto definito il perimetro delle competenze da cercare e sono state successivamente delineate le modalità di ricerca e contestualizzazione dei risultati.

Per quanto riguarda il primo aspetto, dopo un'analisi esaustiva dei database ISFOL, ESCO, O\*NET, è stato scelto quest'ultimo non solo perché ampiamente usato in campo industriale ed accettato universalmente, ma anche per essere stato la base del lavoro di Osborne e Frey (2017) già citato in introduzione e ad oggi considerato il riferimento per le tematiche riguardanti l'evolversi delle competenze a seguito delle dinamiche della trasformazione digitale e dell'Industria 4.0. Inoltre, le competenze e le attitudini presenti in O\*NET sono in lingua inglese, un vantaggio rispetto ad un tema - Industria 4.0 - che trova molto spazio nella letteratura internazionale; le stesse, hanno inoltre corrispondenza univoca in ISFOL, che invece contiene, sulle medesime competenze, informazioni sulle professioni italiane.

Per mantenere un punto di osservazione rivolto al futuro delle competenze al seguito della cosiddetta quarta rivoluzione industriale, abbiamo effettuato un'analisi sulle pubblicazioni scientifiche, che vengono spesso usate nelle tecniche di *foresight* ed *anticipation* e dovrebbero evidenziare trend su cui la ricerca sta puntando oggi e che vedranno un'applicazione pratica nei prossimi anni.

L'ipotesi di ricerca adottata come punto di partenza è che di tutti gli articoli scientifici scritti sul tema Industria 4.0 e pubblicati su riviste scientifiche internazionali o su atti di conferenze indicizzati una parte contenga anche termini riferiti a competenze ed abilità.

La verifica empirica ha però evidenziato alla data odierna che il numero di pubblicazioni scientifiche su Industria 4.0 su Scopus<sup>46</sup> sono **1626** e solo una minima frazione presenta parole che richiamano le *skills*<sup>47</sup> e le *abilities*<sup>48</sup> descritte nei database O\*NET. Uno dei motivi risiede nella molteplicità di etichette che in diversi contesti sono frequentemente utilizzati per intendere lo stesso concetto. Si pensi, per l'appunto, a "Quarta rivoluzione industriale"<sup>49</sup> o "Seconda era delle macchine"<sup>50</sup>

Per questa ragione, l'incrocio delle competenze ed attitudini con gli articoli scientifici sul dibattito 4.0 non può essere fatta in maniera diretta (ovvero semplicemente utilizzando nella ricerca "Skill/Ability" AND "Industry 4.0"), ma occorre espandere la [query](#) (per aumentare la [recall](#)) pur mantenendo un'alta [precision](#) (ovvero avere come output della *query* solo risultati pertinenti).

Per l'aumento della *recall* oltre a "Industry 4.0" sono state introdotte in OR altre 10 parole correlate o affini:

- 5 sono [sinonimi](#) di "Industria 4.0" ("*second machine age*", "*fourth industrial revolution*", "*digital age*", "*digital economy*", "*industry 4.0*") sono stati scelti sulla base della loro frequenza nella letteratura (analisi effettuata mediante Google Scholar);
- 5 sono tecnologie strettamente correlate con il concetto di Industria 4.0 ("*cloud computing*", "*automation*", "*internet of things*", "*cyber-physical systems*", "*big data*"), ottenute attraverso un processo di espansione ed estrazione di termini e tecnologie tipiche e centrate sul tema Industria 4.0<sup>51</sup> (in parte un sottoinsieme delle tecnologie abilitanti secondo il modello promosso da Boston Consulting Group e poi adottate in Italia nel cosiddetto Piano Calenda).

---

<sup>46</sup> Scopus è la più grande banca dati di abstract e citazioni di letteratura *peer review* e fonti web di qualità; è aggiornato quotidianamente e garantisce un'ampia copertura interdisciplinare (letteratura scientifica, tecnica, medica, scienze sociali, arte e letteratura umanistica). È stato creato da Elsevier nel 2004.

<sup>47</sup> "Developed capacities that facilitate learning or the more rapid acquisition of knowledge."

<sup>48</sup> "Enduring attributes of the individual that influence performance."

<sup>49</sup> Schwab, K. (2017). *The fourth industrial revolution*. New York: Crown Business.

<sup>50</sup> Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2016). *The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*. New York, NY: W.W. Norton & Company, Inc.

<sup>51</sup> Chiarello, F., Trivelli, L., Bonaccorsi, A., Fantoni, G., (2017). *Development of an enriched dictionary for semantic analysis of documents in the Industry 4.0 domain. Computers in Industry*. (Submitted)

Il risultato è una serie di query costituite da una "Competenza" da O\*NET in AND con: ("second machine age" OR "fourth industrial revolution" OR "digital age" OR "digital economy" OR "industry 4.0" OR "cloud computing" OR "automation" OR "internet of things" OR "cyber-physical systems" OR "big data").

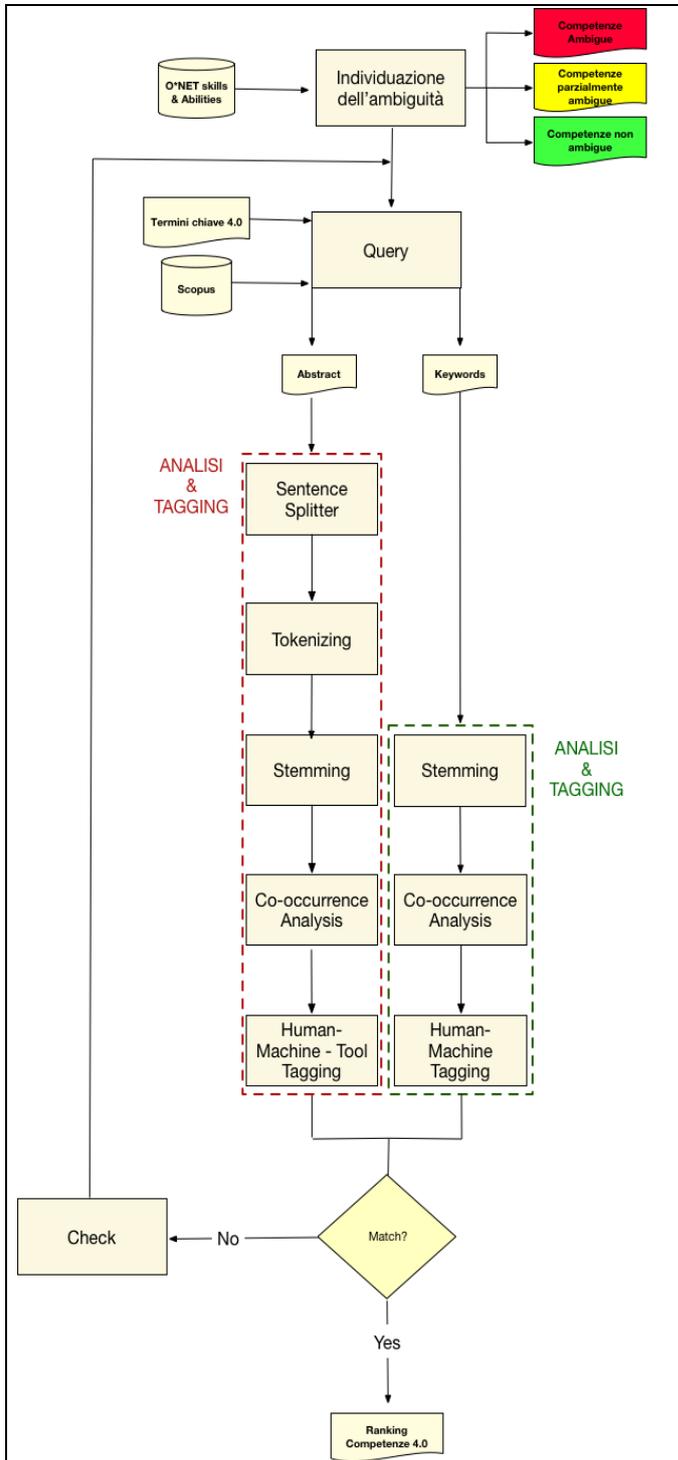


Figura 1. Workflow costruzione vocabolario universale delle competenze 4.0

L'analisi è stata condotta su un sottoinsieme del database O\*NET, costituito da "competenze/*skills*" ed "attitudini/*abilities*". Il database contiene anche informazioni relative a conoscenze e condizioni di lavoro. La scelta di soffermarci su competenze ed attitudini è apparsa opportuna, da una parte, perché in linea con gli obiettivi della ricerca ("quali competenze sono con aderenti al paradigma Industria 4.0?") e con la letteratura esistente<sup>52</sup>; dall'altra, perché tale scelta ha permesso di mantenere gradi di libertà per l'analisi successiva e per verificarne la robustezza (es., quali conoscenze sono maggiormente correlate con le competenze di Industria 4.0?).

Lo scopo finale era la definizione di un *ranking* di competenze 4.0, ottenuto attraverso la quantificazione della correlazione esistente tra competenze (*skills*) ed attitudini (*abilities*) di O\*NET ed il tema di Industria 4.0.

A questo fine, si è utilizzato il database Scopus<sup>53</sup> come fonte informativa.

### 1.1 Gestione delle criticità

L'analisi ha affrontato diverse criticità, dovute principalmente alla formulazione delle diverse competenze, **soggette spesso a polisemia** e perciò non affidabili nella creazione della *query*.

Tenendo conto di ciò, si è scelto di suddividerle in tre categorie, anche in relazione alla loro lunghezza. In particolare, un primo gruppo era costituito da competenze ambigue e strettamente polisemiche, di lunghezza variabile; un secondo gruppo da competenze non polisemiche, dalla formulazione lunga (più di tre parole) e complessa; infine, un terzo gruppo era costituito da competenze non polisemiche e dalla lunghezza compresa tra 1 e 3 parole.

Indipendentemente dalla categoria della competenza presa in considerazione, per ovviare al problema dell'ambiguità si è scelto di rielaborare alcune di esse, principalmente per mezzo di sinonimi (per le non polisemiche) o riducendo il termine alla radice (*stemming*) del testo (per le polisemiche).

Nel caso di competenze polisemiche, in particolare, si è scelto di non usufruire di sinonimi per non restringere il campo di interesse in maniera troppo decisa; lo *stemming*, e la conseguente ricerca di tutte le declinazioni di quella parola, ha consentito di aumentare la recall ed espandere il numero di occorrenze; il passaggio successivo di restringimento del campo dei *paper* ha invece aumentato la precisione, tenendo in considerazione solo i risultati affini al tema di indagine.

---

<sup>52</sup> Es. World Economic Forum (2017), *Future of Jobs*.

Hartmann, E. & Bovenschulte, M. (2013): *Skills Needs Analysis for "Industry 4.0" based on Roadmaps for Smart Systems*. In: SKOLKOVO Moscow School of Management & International Labour Organization (ed.) (2013): *Using Technology Foresights for Identifying Future Skills Needs*. Global Workshop Proceedings, Moscow; p. 24-36

<sup>53</sup> Scopus è la più grande banca dati di abstract e citazioni di letteratura *peer review* e fonti web di qualità; è aggiornato quotidianamente e garantisce un'ampia copertura interdisciplinare (letteratura scientifica, tecnica, medica, scienze sociali, arte e letteratura umanistica). È stato creato da Elsevier nel 2004.

Abilities		Ability inserita in query	Restrizioni campo Paper
O*NET	ISFOL		
Arm-Hand Steadiness	Fermezza braccia-mani	"Arm Steadiness" OR "Hand Steadiness"	
Auditory Attention	Attenzione uditiva	Auditory Attention	
Category Flexibility	Flessibilità nella comprensione	Category Flexibility	
Control Precision	Precisione	Control Precision	
Deductive Reasoning	Ragionamento deduttivo	Deductive Reasoning	
Depth Perception	Percezione della distanza degli oggetti	Depth Perception	
Dynamic Flexibility	Flessibilità dinamica	Dynamic Flexibility	
Dynamic Strength	Forza dinamica	Dynamic Strength	
Explosive Strength	Forza esplosiva	Explosive Strength	
Extent Flexibility	Flessibilità di estensione	Extent Flexibility	
Far Vision	Visione da lontano	Far Vision	
Finger Dexterity	Destrezza delle dita	Finger Dexterity	
Flexibility of Closure	Flessibilità nel classificare	Closure flexibility	
Fluency of Ideas	Ideazione	Brainstorming	
Glare Sensitivity	Sensibilità all'abbagliamento	Glare Sensitivity	
Gross Body Coordination	Coordinamento complessivo del corpo	Motor coordination	
Gross Body Equilibrium	Equilibrio complessivo del corpo	Body equilibrium	
Hearing Sensitivity	Sensibilità dell'udito	Hearing Sensitivity	
Inductive Reasoning	Ragionamento induttivo	Inductive Reasoning	
Information Ordering	Ordinare informazioni	Information Ordering	
Manual Dexterity	Destrezza delle mani	Manual Dexterity	
Mathematical Reasoning	Ragionamento matematico	Mathematical Reasoning	
Memorization	Memorizzare	Memor*	Engineering e Computer Science
Multilimb Coordination	Coordinazione multipla degli arti	Multilimb Coordination	
Near Vision	Visione da vicino	Near Vision	
Night Vision	Visione notturna	Night Vision	
Number Facility	Confidenza con i numeri	Number Facility	
Oral Comprehension	Ascoltare	Oral Comprehension	
Oral Expression	Espressione orale	Oral Expression	
Originality	Originalità	Originality	
Perceptual Speed	Rapidità nella percezione	Perceptual Speed	
Peripheral Vision	Visione periferica	Peripheral Vision	
Problem Sensitivity	Attitudine a riconoscere i problemi	Problem Sensitivity	
Rate Control	Tempistica	Rate Control	
Reaction Time	Reattività	Reaction Time	
Response Orientation	Orientamento alla risposta	Response Orientation	
Selective Attention	Attenzione selettiva	Selective Attention	
Sound Localization	Localizzazione del suono	Sound Localization	
Spatial Orientation	Orientamento nello spazio	Spatial Orientation	
Speech Clarity	Chiarezza del parlato	Speech Clarity	
Speech Recognition	Riconoscimento della voce	Speech Recognition	
Speed of Closure	Rapidità nella comprensione	Closure speed	
Speed of Limb Movement	Velocità nel muovere gli arti	Movement speed	
Stamina	Resistenza	Stamina	
Static Strength	Forza statica	Static Strength	
Time Sharing	Ripartizione del proprio tempo	Time Sharing	
Trunk Strength	Forza del busto	Trunk Strength	
Visual Color Discrimination	Discriminazione dei colori	Color discrimination	
Visualization	Visualizzazione	Visual*	Engineering e Computer Science
Wrist-Finger Speed	Velocità polso-dita	"Wrist speed" OR "Finger speed"	
Written Comprehension	Capire testi scritti	Written Comprehension	
Written Expression	Espressione scritta	Written Expression	

Figura 2. Formulazione delle abilità<sup>54</sup> in O\*NET, ISFOL, variante in Query e restrizione del campo dei Paper

<sup>54</sup><https://www.onetonline.org/find/descriptor/browse/Abilities/>

Skills		Skill inserita in query	Eventuali restrizioni campo Paper
O*NET	ISFOL		
Reading Comprehension	Comprendere testi scritti	Reading Comprehension	
Active Listening	Ascoltare attentamente	Active Listening	
Writing	Scrivere	Written Communication	
Speaking	Parlare	Oral Communication	
Mathematics	Matematica	Mathematic*	Economy/Management, Engineering, Computer science e Decision Sciences
Science	Scienze	Scientifi* Method*	
Critical Thinking	Senso critico	Critical Thinking	
Active Learning	Apprendimento attivo	Active Learning	
Learning Strategies	Strategie di apprendimento	Learning strateg*	
Monitoring	Monitorare	Monitor*	Economy/Management, Engineering, Computer science e Decision Sciences
Social Perceptiveness	Comprendere gli altri	Emotional Intelligence	
Coordination	Adattabilità	Coordination	Economy/Management, Engineering, Computer science e Decision Sciences
Persuasion	Persuadere	Persuas*	Economy/Management, Engineering, Computer science e Decision Sciences
Negotiation	Negoziare	Negotiation	
Instructing	Istruire	Educate OR (Train* AND NOT Driver* AND NOT Railway)	Economy/Management, Engineering, Computer science e Decision Sciences
Service Orientation	Orientamento al servizio	Servit* OR Servitis*	
Complex Problem Solving	Risolvere problemi complessi	Complex Problem Solving	
Operations Analysis	Capacità di analisi	Oper* Analys*	
Technology Design	Progettazione tecnologica	Technology Design	
Equipment Selection	Selezionare strumenti	Equipment Selection	
Installation	Installare	Installation	Economy/Management, Engineering, Computer science e Decision Sciences
Programming	Programmare	"Comput* Program*" OR "Softwar* Program"	
Quality Control Analysis	Controllare la qualità	Quality Control	
Operation Monitoring	Sorvegliare macchine	Operation Monitoring	
Operation and Control	Controllo delle attrezzature	Operation AND Control	Economy/Management, Engineering, Computer science e Decision Sciences
Equipment Maintenance	Manutenere	Equipment Maintenance	
Troubleshooting	Risolvere problemi imprevisti	Troubleshooting	
Repairing	Riparare	Repair*	Economy/Management, Engineering, Computer science e Decision Sciences
Systems Analysis	Analizzare sistemi	System Analysis	
Systems Evaluation	Valutare sistemi	System Evaluation	
Decision Making	Prendere decisioni	Decision Making	
Judgment	Valutare	Judgment	Economy/Management, Engineering, Computer science e Decision Sciences
Time Management	Gestire il tempo	Time Management	
Management of Financial Resources	Gestire risorse finanziarie	Financial Management	
Management of Material Resources	Gestire risorse materiali	Supply-Chain Management	
Management of Personnel Resources	Gestire risorse umane	Human Resource Management	

Figura 3. Formulazione delle competenze<sup>55</sup> in O\*NET, ISFOL, variante in Query e restrizione del campo dei Paper

Il rischio di effettuare un'analisi con oggetto una competenza espressa in modo generico, sarebbe stato quello di restituire con alta probabilità risultati non pertinenti. Un esempio è quello della competenza "monitoring", che non è polisemica, ma che può essere utilizzata in contesti molto differenziati.

Le Figure 2 e 3 riportano, per le competenze le attitudini ricercate, le traduzioni in italiano nel database ISFOL, le definizioni inserite nella ricerca e l'eventuale restringimento del campo di analisi mediante la selezione delle riviste del settore specifico che poteva ridurre l'errore dovuto a contesti non pertinenti.

Si noti inoltre come non tutte le competenze e le attitudini trovate nelle pubblicazioni scientifiche siano riferibili univocamente all'uomo. Si pensi ad esempio al caso dell'abilità nel riconoscere la voce (*speech recognition*). Si tratta chiaramente di un'attitudine tipicamente umana ma sulla cui automatizzabilità si sono spesi ingenti sforzi di ricerca e sviluppo. Adesso lo *speech recognition* è dominio dell'intelligenza artificiale sulla quale nell'era digitale si sono fatti fondamentali progressi ed è probabile che molte delle occorrenze riscontrate nella ricerca automatica di questa *ability* siano legate ad abilità proprie non dell'uomo ma delle macchine. È stato quindi necessario elaborare una metodologia che ci consentisse di valutare in che misura le occorrenze ottenute da Scopus facessero riferimento ad una competenza umana e quanto ad una caratteristica tecnologica della macchina. Perciò, il secondo passaggio di analisi (di fatto una contestualizzazione del risultato), aveva come obiettivo la ricerca di parole chiave caratterizzanti i diversi paper, al fine di attribuire un'etichetta Uomo o Macchina alla singola competenza.

<sup>55</sup> <https://www.onetonline.org/find/descriptor/browse/Skills/>

## 1.2 *Analisi di contesto*

L'**analisi di contesto** è stata condotta estraendo gli *abstract* e le *keyword* (*index*<sup>56</sup> e *author*<sup>57</sup>) associate ai diversi paper; queste ultime sono state tenute volontariamente distinte per verificare che fossero coerenti nel comunicare la medesima informazione.

Le *keywords* sono state etichettate **manualmente** come "UOMO" e come "MACCHINA". Si è poi verificato il peso con il quale le parole-chiave associate a "UOMO" ("MACCHINA") entrassero nelle singole competenze e abilità.

In presenza delle due categorie di parole-chiave (*index* e *author*) concordi, il processo si arrestava; in caso di discordanze, l'analisi veniva ripetuta su un livello di dettaglio più fine analizzando anche gli *abstract*.

Il testo è stato integralmente suddiviso in parole singole e doppie, e nuovamente etichettato manualmente U-M.

Infine, è stata calcolata in percentuale la componente UOMO associabile ad ogni competenza, che denominiamo *Human Corrective Factor* (HCF).

La soglia di affidabilità di **HCF** è stata stabilita essere come una deviazione di  $1\sigma$ <sup>58</sup> rispetto al 50%. I valori superiori o inferiori rispetto alla soglia sono stati ritenuti sufficientemente polarizzati da essere etichettati in maniera univoca.

Perciò:

1. Per valori **HCF superiori al 66%**, la competenza/attitudine è stata etichettata come **UOMO**;
2. Per valori **HCF al di sotto del 34%** la competenza/attitudine è stata etichettata come **MACCHINA**;
3. Per valori **HCF compresi tra 34% e 66%** la competenza/attitudine è stata etichettata come mista **MACCHINA-UOMO**.

## 1.3 *Produzione ranking finale*

Il **ranking finale** delle competenze è stato costruito a seguito del calcolo di un terzo indice di affidabilità (ABS<sup>59</sup>), dato dal prodotto del numero di occorrenze su Scopus per il valore assoluto della differenza fra 0,5 (50%) e HCF. Questo indice quantifica l'attendibilità del valore di occorrenza ottenuto dalle *query*: in pratica, il **fattore correttivo** indica con che grado di sicurezza la componente UOMO o la componente MACCHINA sono attribuibili alla singola competenza. Valori alti del fattore correttivo corrispondono, di riflesso, a valori molto affidabili di attribuzione (indice HCF molto elevato o, di converso, molto basso); al contrario, scarsa affidabilità è associabile a valori dell'indice vicini a zero (HCF vicino a 0,5).

Gli **intervalli dell'indice** di affidabilità ABS sono stati scelti in base all'andamento dei risultati: nella classifica delle competenze sono presenti due differenze quantitative marcate fra risultati contigui, in procinto delle quali sono state collocate le soglie.

Gli intervalli di valori stabiliti sono stati quindi:

1. **Affidabilità ALTA** in caso di ABS superiore a 24,5
2. **Affidabilità MEDIA** in caso di ABS compreso tra 2,9 e 24,5
3. **Affidabilità BASSA** in caso di ABS inferiore a 2,9

---

<sup>56</sup>Attribuita dall'autore del Paper.

<sup>57</sup>Attribuita automaticamente da Scopus.

<sup>58</sup> La deviazione standard ( $\sigma$ ), o scarto quadratico medio, è l'indice di dispersione statistico quantificante la variabilità di una popolazione di dati.

<sup>59</sup> i.e.  $\text{Occ}^*|0,5\text{-HCF}|$

## 2. Risultati

### 2.1 Il numero di occorrenze nella letteratura

L'**analisi sulle competenze** ha prodotto risultati interessanti. Particolarmente complessa è risultata la fase di disambiguazione, in quanto circa un terzo delle competenze è caratterizzato da polisemia. Il passaggio di stemming e il restringimento del campo di ricerca sopra descritti ci hanno permesso di avviare alla problematica.

Inoltre, pensando alla successiva fase di etichettamento (sottosezione 2.2), una parte delle occorrenze ottenute dopo le *query* non ha raggiunto il limite minimo per garantire la significatività dell'analisi semi-automatica, e non è per questo stata analizzata.

Venendo al numero delle occorrenze, ai primi posti rintracciamo quelle tipicamente connesse con l'**informatica**, la **matematica** e le competenze relative al **controllo dei processi**<sup>60</sup>. Per quanto concerne sia la **programmazione** che la **matematica**, essendo entrambi domini chiave della transizione verso la digitalizzazione dei processi produttivi, non stupisce la loro centralità nel *ranking* finale. Particolarmente significative le competenze ai primi posti nella graduatoria, "*Operation and Control*"<sup>61</sup> e "*Monitoring*", che segnalano la forte presenza delle tecnologie di Industria 4.0 su temi di sicurezza sul posto di lavoro e di controllo della qualità delle performance.

Interessante allo stesso modo il risultato relativo ad alcune competenze spesso evocate dalla letteratura nell'alveo delle cosiddette *soft skill*, le quali giocano un ruolo chiave nell'accompagnare il cambiamento che nasce dall'interazione tra nuove tecnologie e profili professionali emergenti. Fra le prime competenze impattanti sull'uomo troviamo quindi il "**problem solving**"<sup>62</sup> e il "**decision making**"<sup>63</sup>, conclusione che non sorprende, considerata la loro complementarità in ambienti lavorativi, a loro volta sempre più dinamici e sfidanti. È per questo lapalissiano come il lavoratore 4.0 debba non solamente avere solide capacità e conoscenze tecnico-scientifiche, ma che sia nel contempo in grado di gestire l'imprevisto con prontezza, attraverso l'intuito, la flessibilità e la sicurezza in se stesso. Infine, disseminate intorno a metà classifica è possibile rintracciare le skill prettamente **manageriali**.

Se con buona approssimazione si può dichiarare che il cambiamento comporterà un indefinito e inarrestabile fenomeno di "*Skill Disruption*", allo stesso modo si può prevedere come le competenze caratterizzanti il ruolo del manager, a 360 gradi, non verranno scalzate dall'intelligenza artificiale.

---

<sup>60</sup> "Monitoring" e "Operation and Control".

<sup>61</sup> Definizione da O\*NET: "Controlling operations of equipment or systems".

<sup>62</sup> Il complesso delle tecniche e delle metodologie necessarie all'analisi di una situazione problematica allo scopo di individuare e mettere in atto la soluzione migliore.

<sup>63</sup> La decisione è la scelta di intraprendere un'azione, tra più alternative considerate, da parte di un individuo o di un gruppo.

Competenza	Tipo di Analisi	Scopus
Operation and Control	Automatica	190
Monitoring	Automatica	220
Programming	Automatica	231
Mathematics	Automatica	167
Decision Making	Automatica	220
Problem Solving	Automatica	141
Judgment	Semi-automatica	36
Management of Personnel Resources	Automatica	44
Systems Analysis	Automatica	65
Instructing	Automatica	82
Quality Control Analysis	Automatica	123
Active Learning	Automatica	15
Management of Financial Resources	Automatica	13
Critical Thinking	Automatica	26
Time Management	Automatica	9
Troubleshooting	Automatica	17
Management of Material Resources	Automatica	8
Negotiation	Automatica	15
Reading comprehension	Automatica	8
Repairing	Semi-automatica	41
Coordination	Semi-automatica	39
Installation	Semi-automatica	35
Equipment Maintenance	Automatica	4
Equipment Selection	Non analizzabili	1
Active Listening	Non analizzabili	0
Learning Strategies	Non analizzabili	15
Operation Monitoring	Non analizzabili	3
Operations Analysis	Non analizzabili	8
Persuasion	Non analizzabili	0
Science	Non analizzabili	4
Service Orientation	Non analizzabili	1
Speaking	Non analizzabili	3
Systems Evaluation	Non analizzabili	2
Writing	Non analizzabili	3
Social Perceptiveness	Non analizzabili	5

Figura 4: Occorrenze delle competenze

L'analisi sulle attitudini ha prodotto risultati molto differenti rispetto a quella sulle competenze; principalmente a causa della loro formulazione linguistica, molto più complessa e fortemente tagliata sull'uomo<sup>64</sup>. Ciò ha contribuito ai bassi risultati di occorrenza per circa 80% delle attitudini, che non sono per questo state ulteriormente approfondite. Le rimanenti hanno avuto, al contrario, livelli altissimi di occorrenza.

Consapevoli dei limiti dati dall'elaborazione linguistica delle attitudini, è comunque possibile fare alcune considerazioni.

In primo luogo, in cima al ranking sono presenti due competenze attribuibili quasi univocamente alla macchina: la **Visualizzazione** e la **Memorizzazione**. Nella letteratura è frequentemente richiamato il ruolo centrale dell'analisi dei dati nell'era digitale. A questo fine è fondamentale, per una decisa percentuale delle professioni emergenti, poter usufruire di tecniche di visualizzazione ad hoc. (es. Grafi, Istogrammi, *Wordcloud*, ect...). La **Data Visualization**, cuore della *Business Analytics*, ha infatti assunto nel tempo il ruolo di vero e proprio linguaggio: strategica è la scelta del grafico che meglio può rappresentare il dato in

<sup>64</sup>Frequentemente di più di tre parole, non polisemiche e dalla difficile rielaborazione.

oggetto, allo scopo di estrarre da esso più informazione possibile. L'interpretazione del risultato può, per l'appunto, cambiare radicalmente in relazione alla sua visualizzazione.

Interessante, a seguire, la presenza di “**Originality**”, che trova spazio, assieme ad attitudini quali creatività e negoziazione anche nella lista delle 10 competenze più importanti stilata dal World Economic Forum.

Molto basso, se non nullo, il numero delle occorrenze fortemente tagliate sulla fisicità umana. Da questo punto di vista la stessa letteratura ha mostrato indicazioni contrastanti. Da una parte infatti, sembra che il rischio di automazione possa crescere per le attività più prettamente fisiche e routinarie; dall'altro la precisione manuale è stata spesso evocata come potenziale collo di bottiglia rispetto all'automazione (es., Osborne e Frey, 2017). Quel che forse è intuibile dai risultati è che certe attitudini di carattere fisico non sono certamente complementari rispetto alle competenze richieste da Industria 4.0.

Psychomotor Ability	Tipo di analisi	Scopus
Reaction Time	Automatica	79
Control Precision	Non Analizzabili	9
Rate Control	Non Analizzabili	7
Manual Dexterity	Non Analizzabili	1
Multilimb Coordination	Non Analizzabili	1
Speed of Limb Movement	Non Analizzabili	1
Finger Dexterity	Non Analizzabili	0
Response Orientation	Non Analizzabili	0
Arm-Hand Steadiness	Non Analizzabili	0
Wrist-Finger Speed	Non Analizzabili	0
Physical Ability	Tipo di analisi	Scopus
Gross Body Coordination	Non Analizzabili	9
Gross Body Equilibrium	Non Analizzabili	3
Static Strength	Non Analizzabili	1
Explosive Strength	Non Analizzabili	0
Dynamic Flexibility	Non Analizzabili	0
Dynamic Strength	Non Analizzabili	0
Extent Flexibility	Non Analizzabili	0
Trunk Strength	Non Analizzabili	0
Stamina	Non Analizzabili	0
Sensor Ability	Tipo di analisi	Scopus
Speech Recognition	Automatica	82
Depth Perception	Automatica	23
Sound Localization	Non Analizzabili	3
Night Vision	Non Analizzabili	2
Visual Color Discrimination	Non Analizzabili	2
Peripheral Vision	Non Analizzabili	1
Hearing Sensitivity	Non Analizzabili	0
Auditory Attention	Non Analizzabili	0
Near Vision	Non Analizzabili	0
Speech Clarity	Non Analizzabili	0
Far Vision	Non Analizzabili	0
Glare Sensitivity	Non Analizzabili	0

Cognitive Ability	Tipo di analisi	Scopus
Visualization	Automatica	593
Memorization	Automatica	366
Originality	Automatica	63
Selective Attention	Non Analizzabili	6
Spatial Orientation	Non Analizzabili	6
Fluency of Ideas	Non Analizzabili	6
Time Sharing	Non Analizzabili	5
Deductive Reasoning	Non Analizzabili	3
Perceptual Speed	Non Analizzabili	2
Inductive Reasoning	Non Analizzabili	1
Oral Comprehension	Non Analizzabili	1
Written Expression	Non Analizzabili	0
Mathematical Reasoning	Non Analizzabili	0
Oral Expression	Non Analizzabili	0
Information Ordering	Non Analizzabili	0
Written Comprehension	Non Analizzabili	0
Problem Sensitivity	Non Analizzabili	0
Number Facility	Non Analizzabili	0
Category Flexibility	Non Analizzabili	0
Speed of Closure	Non Analizzabili	0
Flexibility of Closure	Non Analizzabili	0

Figura 5: Occorrenze delle attitudini

## 2.2 Etichettatura UOMO-MACCHINA

Per valutare la precisione delle occorrenze ottenute nella fase precedente e assegnarle alternativamente ai domini UOMO o MACCHINA, è stata condotta un'analisi di contesto per valutare il contenuto dei *paper* risultanti dalle *query* su Scopus.

Sono stati quindi estratti e analizzati gli *abstracts* e le *keywords* ad essi associate (*Index* e *Author*). La **keyword Index** è attribuita automaticamente da Scopus mentre la **keyword Author** è assegnata dall'autore del *paper*. Sono state tenute distinte per verificare che l'informazione in esse contenuta fosse coerente.

Le *keywords Author* ed *Index* sono state (Figura 6):

1. Raccolte ed associate alla relativa competenza
2. Ridotte alla radice (*stemming*) per risolvere il problema del genere e/o dei plurali
3. Quantificate verificando il numero di occorrenze della stessa *keyword* nei diversi *paper*, per ciascuna competenza
4. Etichettate manualmente come termini associabili all'UOMO (U) o alla MACCHINA (M)

Competence	Keywords	N	Tag
quality_control	autom	53	M
quality_control	human	37	U
quality_control	skill	12	U
quality_control	computer program	11	M
quality_control	product	11	M
quality_control	educ	11	U
quality_control	information process	9	M
quality_control	drug industri	8	M
quality_control	manufactur	8	M
quality_control	quality manag	7	U
quality_control	student	7	U
quality_control	image process	6	M
quality_control	internet	6	M
quality_control	robot	6	M
quality_control	technologi	6	M
quality_control	femal	6	U
quality_control	industrial manag	6	U
quality_control	medical educ	6	U
quality_control	pathologi	6	U

Figura 6: Esempio di etichettatura Uomo-Macchina: competenza, keyword stemmate ad esse associate, numero di occorrenze complessive della singola keyword e etichettatura manuale U-M

Le occorrenze ottenute sono state sommate, per ogni competenza, in relazione all'etichetta Uomo-Macchina attribuita. Infine, sono quindi state calcolate le percentuali Uomo-Macchina in relazione al totale delle *keyword* associate ad ogni competenza (Figura 7).

Competence	Tag	N	Tot_comp	Percent
active_learning	M	6	39	0,15
active_learning	U	33	39	0,85
critical_thinking	M	14	39	0,36
critical_thinking	U	25	39	0,64
decision_making	M	138	412	0,33
decision_making	U	274	412	0,67
equipment_maintenance	M	11	20	0,55
equipment_maintenance	U	9	20	0,45
financial_management	M	20	59	0,34
financial_management	U	39	59	0,66
human_resource_management	M	12	75	0,16
human_resource_management	U	63	75	0,84
negotiation	M	24	31	0,77
negotiation	U	7	31	0,23
problem_solving	M	70	282	0,25
problem_solving	U	212	282	0,75
quality_control	M	124	222	0,56
quality_control	U	98	222	0,44
reading_comprehension	M	9	42	0,21
reading_comprehension	U	33	42	0,79
supply-chain_management	M	12	24	0,50
supply-chain_management	U	12	24	0,50
time_management	M	8	38	0,21
time_management	U	30	38	0,79
troubleshooting	M	35	52	0,67
troubleshooting	U	17	52	0,33

Figura 7: Calcolo % Uomo-Macchina: competenza, etichettatura U-M, numero di occorrenze complessive della singola categoria U-M, totale U-M per competenza, % U-M.

Il medesimo procedimento, reiterato su entrambi i tipi di *keyword*, ha consentito di confrontare queste ultime e valutarne la coerenza (Figura 8).

Competence	Tag	Percent Author	Percent Index
active_learning	M	0,10	0,15
active_learning	U	0,90	0,85
critical_thinking	M	0,36	0,36
critical_thinking	U	0,64	0,64
decision_making	M	0,33	0,33
decision_making	U	0,67	0,67
equipment_maintenance	M	0,67	0,55
equipment_maintenance	U	0,33	0,45
financial_management	M	0,00	0,34
financial_management	U	1,00	0,66
human_resource_management	M	0,46	0,16
human_resource_management	U	0,54	0,84
negotiation	M	0,62	0,77
negotiation	U	0,38	0,23
problem_solving	M	0,40	0,25
problem_solving	U	0,60	0,75
quality_control	M	0,48	0,56
quality_control	U	0,53	0,44
reading_comprehension	M	0,15	0,21
reading_comprehension	U	0,85	0,79
supply-chain_management	M	0,17	0,50
supply-chain_management	U	0,83	0,50
time_management	M	0,10	0,21
time_management	U	0,90	0,79
troubleshooting	M	0,33	0,67
troubleshooting	U	0,67	0,33

Figura 8: Confronto delle % delle *keyword* author e index: competenza, etichettatura U-M, % U-M Author, % U-M Index.

In giallo sono state evidenziate le competenze “ambigue”, ovvero quelle nelle quali i due indici hanno fornito informazioni discordanti riguardo alla percentuale Uomo-Macchina.

In questi casi, è stata condotta un'analisi di contesto più fine. Nell'ordine:

1. Sono stati selezionati gli *Abstract* dei lavori di provenienza;
2. Il testo è stato segmentato in unità ortografiche (*tokening*) (token da 1 a 3 parole, a seconda della lunghezza della competenza);
3. È stata calcolata la matrice di co-occorrenza;
4. È stato calcolato il coseno<sup>65</sup> di similitudine dei valori per verificare la similarità tra le varie parole;
5. Le parole quindi maggiormente correlate alla competenza sono state ulteriormente scremate eliminando verbi e parole troppo generiche o che facessero apertamente riferimento alla pubblicazione<sup>66</sup>.
6. Infine, le parole sono state rivalutate e nuovamente etichettate.

È stata inserita una terza variabile oltre a quelle di Uomo e Macchina, **Methods**, che di fatto rappresenta il ponte fra le due entità precedenti, catturando, in alcuni casi, gli strumenti che permettono all'uomo di accedere alla macchina.

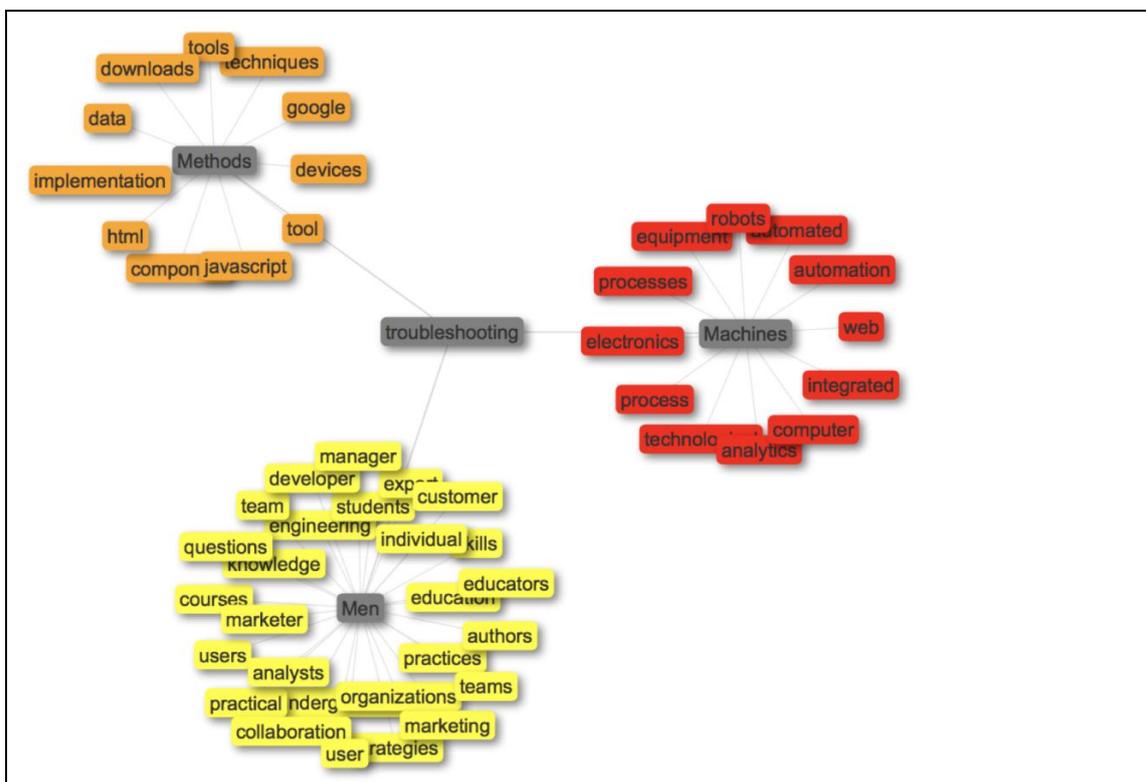


Figura 9: Competenza ambigua tendenzialmente umana: Il popolamento dei cluster Men-Machines-Methods ci svela la categoria maggiormente correlata alla competenza, mentre il colore ci identifica il ruolo dei Methods, ponte fra Men e Machines.

<sup>65</sup>Tecnica euristica per la misurazione della similitudine tra due vettori effettuata calcolando il coseno tra di loro, usata generalmente per il confronto di testi nel data mining e nell'analisi del testo.

<sup>66</sup>Es. Paper, Abstract, Author, etc...

Il dato è stato quindi visualizzato (Figure 9 e 10) consentendo di fare due differenti considerazioni. Innanzitutto, si è ipotizzato che il numero di termini intorno ad una variabile ne rappresentasse anche la rilevanza rispetto alle altre, così consentendoci di valutare la più affidabile tra le due percentuali ottenute, rispettivamente, dalle parole chiave attribuite dall'autore e quelle inserite direttamente da Scopus. In secondo luogo, la nuvola di concetti che ruota attorno agli strumenti (tool) ci ha permesso di visualizzare in che modo le entità UOMO e MACCHINA comunicano fra di loro.

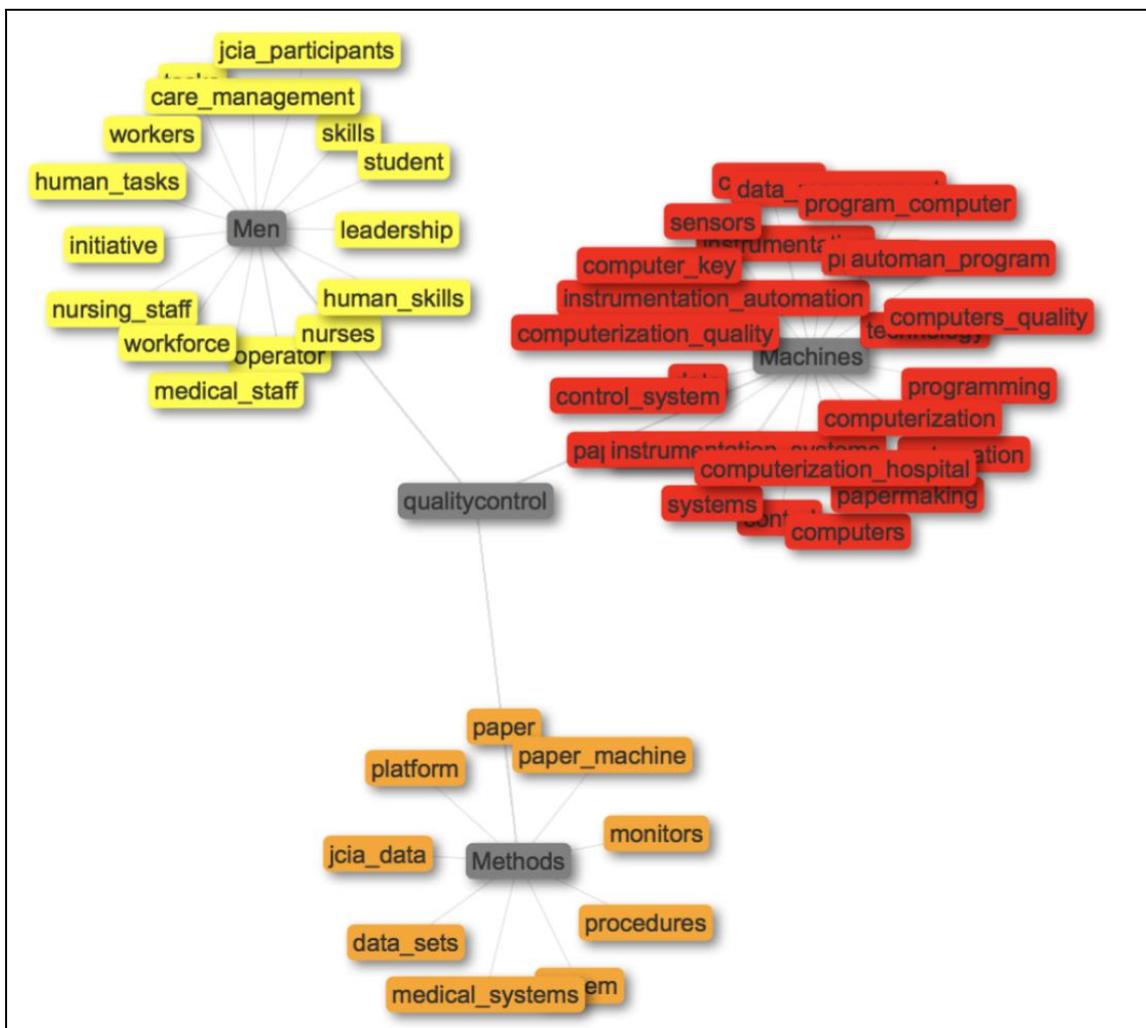


Figura 10: Competenza ambigua tendenzialmente macchina. Sia nel cluster Men che nel cluster Method è possibile rilevare termini associati alla medicina (Es. Medical\_staff, Nursing\_staff); ciò è dovuto alla presenza di paper dal tema "Smart Home e assistenza ai disabili", collezionati principalmente grazie alla keyword "automation" in query.

Le operazioni sopra descritte hanno permesso di calcolare l'indice *Human Corrective Factor* (HCF) citato nella sezione 1, oltre all'indice di affidabilità dei risultati (ABS), e di etichettare le competenze come UOMO, MACCHINA, MACCHINA-UOMO. In Figura 11 si riportano i risultati. In relazione ai valori di occorrenza su Scopus, è stato condotta un'analisi automatica o semi-automatica<sup>67</sup> degli *abstract* e

<sup>67</sup>Keyword analizzate automaticamente, Abstract analizzati manualmente.

*keyword*. Quando i risultati ottenuti dalla query erano scarsi, non sono state effettuate ulteriori indagini perché queste non avrebbero portato a risultati affidabili.

Il valore di affidabilità ci comunica con che sicurezza la competenza è pertinente alla tematica in esame e con che confidenza può essere associata all'uomo o alla macchina.

Considerando il valore di ABS particolarmente elevato, possiamo sostenere con alta affidabilità che le competenze connesse con la programmazione, con il monitoraggio e controllo dei processi e con la matematica siano coerenti con il paradigma 4.0 e dalla preponderante componente macchina. Questo risultato, in apparenza controintuitivo può avere a nostro avviso due principali motivazioni: in primo luogo, la programmazione, almeno a livello base, è un'area in cui l'automazione è, tendenzialmente, in marcata crescita (es. esistono, ad oggi, programmi che possono essere scritti interamente in automatico dalla macchina stessa) e sarebbe, in conclusione, avventato e poco profittevole investire sulle sole competenze informatiche del lavoratore, nella speranza di poterne fare una generalizzata via di fuga dall'obsolescenza. In secondo luogo, la metodologia implementata presenta alcuni elementi di criticità che possono aver influito sui risultati.<sup>68</sup>

Allo stesso tempo, i risultati in tema di risoluzione di problemi complessi alla capacità decisionale, mostrano come l'adozione del paradigma produttivo dell'Industria 4.0 metta in primo piano competenze estremamente elevate e complesse che richiedono elevata formazione.

Sebbene quindi ci sia largo spazio a miglioramenti della metodologia seguita, siamo confidenti nell'affermare come il lavoratore 4.0 sia una figura tendenzialmente interdisciplinare, dalle spiccate e sinergiche *soft skills* (le quali spaziano dalla risoluzione di problemi complessi al pensiero critico marcato) e dalle abilità e conoscenze necessarie a gestire e controllare "l'ecosistema 4.0".

---

<sup>68</sup>Ad esempio la ricerca della parola "*automation*" nella *query*, e la successiva etichettatura della stessa "*automation*" come macchina; o il fatto che la quantificazione della percentuale uomo-macchina si ferma al mero conteggio delle singole occorrenze, quando l'applicazione di un algoritmo più complesso avrebbe con grande probabilità dato risultati più fini. Infine, l'etichettatura uomo-macchina-tool avrebbe potuto essere applicata sin dalla prima fase, per completezza d'analisi.

Competenza	Tipo di Analisi	Scopus	HCF	ABS	Tag	Affidabilità
Operation and Control	Automatica	190	0,146	67,26	Macchina	Alto
Monitoring	Automatica	220	0,236	58,08	Macchina	Alto
Programming	Automatica	231	0,266	54,054	Macchina	Alto
Mathematics	Automatica	167	0,275	37,575	Macchina	Alto
Decision Making	Automatica	220	0,669	37,18	Uomo	Alto
Problem Solving	Automatica	141	0,674	24,534	Uomo	Alto
Judgment	Semi-automatica	36	0,961	16,596	Uomo	Medio
Management of Personnel Resources	Automatica	44	0,84	14,96	Uomo	Medio
Systems Analysis	Automatica	65	0,336	10,66	Macchina	Medio
Instructing	Automatica	82	0,597	7,954	Macchina-Uomo	Medio
Quality Control Analysis	Automatica	123	0,441	7,257	Macchina-Uomo	Medio
Active Learning	Automatica	15	0,873	5,595	Uomo	Medio
Management of Financial Resources	Automatica	13	0,83	4,29	Uomo	Medio
Critical Thinking	Automatica	26	0,638	3,588	Macchina-Uomo	Medio
Time Management	Automatica	9	0,844	3,096	Uomo	Medio
Troubleshooting	Automatica	17	0,666	2,822	Uomo	Basso
Management of Material Resources	Automatica	8	0,82	2,56	Uomo	Basso
Negotiation	Automatica	15	0,33	2,55	Macchina	Basso
Reading comprehension	Automatica	8	0,812	2,496	Uomo	Basso
Repairing	Semi-automatica	41	0,46	1,64	Macchina-Uomo	Basso
Coordination	Semi-automatica	39	0,461	1,521	Macchina-Uomo	Basso
Installation	Semi-automatica	35	0,526	0,91	Macchina-Uomo	Basso
Equipment Maintenance	Automatica	4	0,391	0,436	Macchina	Basso
Equipment Selection	Non analizzabili	1	0	0	/	/
Active Listening	Non analizzabili	0	0	0	/	/
Learning Strategies	Non analizzabili	15	0	0	/	/
Operation Monitoring	Non analizzabili	3	0	0	/	/
Operations Analysis	Non analizzabili	8	0	0	/	/
Persuasion	Non analizzabili	0	0	0	/	/
Science	Non analizzabili	4	0	0	/	/
Service Orientation	Non analizzabili	1	0	0	/	/
Speaking	Non analizzabili	3	0	0	/	/
Systems Evaluation	Non analizzabili	2	0	0	/	/
Writing	Non analizzabili	3	0	0	/	/
Social Perceptiveness	Non analizzabili	5	0	0	/	/

Figura 11: Etichettatura delle Skill

La procedura sopra descritta è stata replicata per le attitudini, sulle quali tuttavia, un po' per lo scarso numero di occorrenze rilevate in letteratura, un po' per le ambiguità già sopra menzionate, l'estensione dell'analisi è stata ridotta. In Figura 12 è possibile vedere come il calcolo di HCF e ABS abbia prodotto un ranking che vede principalmente come risultati, con i limiti e le cautele già evocate nel caso delle competenze, caratteristiche tecniche tipiche delle macchine. La prima fra le limitate competenze Uomo in *output* all'analisi (*reaction time*), ne sottolinea allo stesso tempo anche i limiti: essendo disegnate quasi totalmente sull'uomo ed etichettate diversamente quando attribuite in letteratura a delle macchine<sup>69</sup>, le attitudini ritrovate escludono artificialmente dalla ricerca la corrispondenza macchina. La presente criticità ha imposto al gruppo di ricerca uno step di approfondimento in più.

<sup>69</sup> Es. "Reaction Time" che nelle macchine viene, tendenzialmente, definito come "Tempo di Latenza".

Abilità	Tipo di analisi	Scopus	HCF	ASS	Tag	Affidabilità
Visualization	Automatica	593	0,09	241,8	Macchina	Alta
Memorization	Automatica	366	0,08	152,2	Macchina	Alta
Reaction Time	Automatica	79	0,84	26,6	Uomo	Alta
Speech Recognition	Automatica	82	0,22	23,0	Macchina	Media
Originality	Automatica	63	0,26	14,9	Macchina	Media
Depth Perception	Automatica	23	0,77	6,1	Uomo	Media
Control Precision	Non Analizzabili	9	/	/	/	/
Gross Body Coordination	Non Analizzabili	9	/	/	/	/
Rate Control	Non Analizzabili	7	/	/	/	/
Selective Attention	Non Analizzabili	6	/	/	/	/
Spatial Orientation	Non Analizzabili	6	/	/	/	/
Fluency of Ideas	Non Analizzabili	6	/	/	/	/
Time Sharing	Non Analizzabili	5	/	/	/	/
Deductive Reasoning	Non Analizzabili	3	/	/	/	/
Sound Localization	Non Analizzabili	3	/	/	/	/
Gross Body Equilibrium	Non Analizzabili	3	/	/	/	/
Night Vision	Non Analizzabili	2	/	/	/	/
Perceptual Speed	Non Analizzabili	2	/	/	/	/
Visual Color Discrimination	Non Analizzabili	2	/	/	/	/
Inductive Reasoning	Non Analizzabili	1	/	/	/	/
Peripheral Vision	Non Analizzabili	1	/	/	/	/
Manual Dexterity	Non Analizzabili	1	/	/	/	/
Oral Comprehension	Non Analizzabili	1	/	/	/	/
Static Strength	Non Analizzabili	1	/	/	/	/
Multilimb Coordination	Non Analizzabili	1	/	/	/	/
Speed of Limb Movement	Non Analizzabili	1	/	/	/	/
Written Expression	Non Analizzabili	0	/	/	/	/
Mathematical Reasoning	Non Analizzabili	0	/	/	/	/
Oral Expression	Non Analizzabili	0	/	/	/	/
Explosive Strength	Non Analizzabili	0	/	/	/	/
Information Ordering	Non Analizzabili	0	/	/	/	/
Hearing Sensitivity	Non Analizzabili	0	/	/	/	/
Dynamic Flexibility	Non Analizzabili	0	/	/	/	/
Auditory Attention	Non Analizzabili	0	/	/	/	/

Figura 12: Estratto dalla etichettatura Abilities; l'analisi di contesto è stata effettuata solo sulle prime sei abilità

In particolare, è stato necessario capire se esistessero e quali fossero le corrispondenze fra caratteristiche tecniche di una macchina e le competenze/attitudini umane.

Il problema di misurare la sostituibilità dell'uomo con una macchina "equivalente" è reso ulteriormente complicato dal fatto che attitudini umane come la visione e il riconoscimento delle immagini vengono realizzate mediante dispositivi meccatronici complessi. Se prendiamo ad esempio la visione artificiale, questa viene implementata mediante una serie di accorgimenti meccatronici<sup>70</sup> e mediante una serie di software<sup>71</sup>. Perciò se volessimo paragonare una serie di abilità legate alla vista (*night vision, peripheral vision, visual color discrimination, perceptual speed*) dovremmo cercare una serie di equivalenti dispositivi meccatronici ed una serie di algoritmi equivalenti implementati a livello software.

Le quattro categorie su cui vengono classificate le attitudini su O\*NET<sup>54</sup> aiutano a meglio argomentare le problematiche riscontrate. Queste sono state ulteriormente raggruppate in due macro-categorie:

<sup>70</sup> Es. Ottiche, diaframmi, sistemi di movimentazione.

<sup>71</sup> Es. Filtri, feature extraction, signal analysis, pattern recognition.

- **Cognitive Abilities** = “Abilità che influenzano l'acquisizione e l'applicazione delle conoscenze nel *problem solving*”.

Le attitudini appartenenti a questa categoria, al netto di qualche eccezione, tipicamente presentano le due possibili declinazioni di “UOMO” e “MACCHINA”, ad esempio:

- ❑ *Visualization*: la parola può essere intesa sia come la capacità dell'individuo di immaginare come apparirà qualcosa nel momento in cui esso verrà spostato o le sue parti riorganizzate (lato UOMO), sia come un vero e proprio strumento, legato al *software* (lato MACCHINA)
- ❑ *Memorization*: la parola può essere intesa sia come la capacità dell'individuo di memorizzare informazioni come parole, immagini, numeri, procedure (lato UOMO), sia come il concetto di memorizzazione dei dati e delle informazioni nell'*hardware* o nei sistemi informativi (lato MACCHINA).

I due esempi di cui sopra, insieme a “*originality*”, data la loro natura polisemica, sono i soli ad aver prodotto risultati consistenti nonostante che il campo sia stato ristretto alle sole categorie di riviste internazionali pertinenti.

- **Sensory-Motor Abilities** = declinate a loro volta in “*Physical Abilities*” (che influenzano forza, resistenza, flessibilità, equilibrio e coordinazione), *Psychomotor Abilities* (che influenzano la capacità di manipolare e controllare gli oggetti) e le “*Sensory Abilities*” (che influenzano la percezione visiva, uditiva e vocale).

Le *abilities* appartenenti a questa categoria sono orientate fortemente all'uomo, soprattutto per come sono state formulate in O\*NET. Per questo motivo, se da una parte sono molto centrate e dunque non hanno bisogno di una etichettatura UOMO-MACCHINA, dall'altra non ci forniscono informazioni rilevanti, in quanto il numero delle loro occorrenze su Scopus è molto basso. In realtà ciò che ci si aspetta è che, riformulando queste attitudini in ottica MACCHINA, esse presenterebbero un numero di occorrenze molto elevato in Scopus, trattandosi di abilità legate alla psicomotricità e dunque fortemente correlate allo sviluppo dei robot. Esiste una parte consistente della ricerca in robotica che tratta appunto di *sensory-motor* nelle mani, braccia, gambe dei robot.

Le considerazioni sopra fatte sono state approfondite ed i risultati sono riportati in Figura 13. La tabella di seguito ha nella prima colonna la criticità incontrata durante l'analisi, l'ability nella seconda colonna, la corrispondente macro-categoria su O\*NET nella terza e alcune osservazioni ad integrazione dell'analisi nel commento.

Criticità	Ability	O*NET Category	Commento
Formulazione differente per la macchina e per l'uomo	Reaction Time	Psychomotor	<p>La <i>query</i>, privata di "ability", è stata ripetuta a seguito della riformulazione della competenza con il corrispettivo tecnico "Latency"; le occorrenze sono cresciute da 79 a 3500, mostrando un picco di interesse negli ultimi 5 anni.</p> <p><b>Documents by year</b></p>
Scissione delle funzioni insensata per le macchine	Speech Recognition	Sensor	<p>La <i>query</i>, privata di "ability", è stata ripetuta con "speech recognition"; le occorrenze sono cresciute da 82 a 1211, mostrando un picco di interesse negli ultimi 5 anni.</p> <p><b>Documents by year</b></p>
	Hearing Sensitivity	Sensor	
Specificità troppo stringente	Manual Dexterity	Psychomotor	<p>Il più generico "Dexterity" è stato cercando singolarmente su Scopus restringendo i journal alla sola categoria "engineering"; ciò ci ha consentito di ottenere con sicurezza la "Dexterity" associata ai robot. Le occorrenze sono cresciute fino a 2733, mostrando un picco di interesse negli ultimi 10 anni.</p> <p><b>Documents by year</b></p>
	Finger Dexterity	Psychomotor	

Criticità	Ability	O*NET Category	Commento
Primo canale sensoriale a subire il processo di automazione	Night Vision	Sensor	<p>La visione artificiale si basa su una serie di accorgimenti che vanno dalla costruzione di ottiche sempre migliori (per ingrandire ed ampliare la profondità di campo), a sistemi di illuminazione per la visione notturna o per l'osservazione di lunghezze d'onda non visibili. Grande sforzo della ricerca anche applicata è stato nel pattern recognition, nella misura e nel riconoscimento di elementi notevoli nell'immagine. Al momento la visione artificiale e gli algoritmi alla base sono altamente impiegati nel campo industriale in sostituzione di operatori sulle linee. Rimane al momento il problema del riconoscimento delle somiglianze e differenze, problema ad oggi non risolto neppure da player del calibro di Google.</p> <p><b>Documents by year</b></p>
	Near Vision	Sensor	
	Far Vision	Sensor	

Figura 13: Criticità ed esempi di Sensory-Motor Abilities

### 3. Conclusioni e possibili estensioni

Nell'ambito dell'Industria 4.0, quello delle competenze si è dimostrato il tema immediatamente successivo a quello relativo all'adozione delle tecnologie, tanto da lasciar pensare che la spinta tecnologica promossa a diversi livelli potesse trovare in queste un collo di bottiglia rispetto alla transizione verso il nuovo paradigma produttivo .

Il problema non sembra quello di un carsico atteggiamento luddista, quanto piuttosto di una impossibilità o difficoltà a recepire, da parte degli imprenditori e del loro management, il ruolo delle nuove macchine nei processi produttivi ed adeguarsi in tempi rapidi al cambiamento. L'urgenza dell'azione, d'altra parte, pare anche essere dettata dal successo che alcuni strumenti di politica industriale (es., superammortamento degli investimenti) hanno avuto tra le imprese, specialmente tra quelle di maggiore dimensione. Da questo punto di vista, in effetti, se le macchine dovessero essere acquistate e connesse alle reti aziendali entro l'anno (salvo proroga fatta da MISE), le persone dovranno essere formate e familiarizzare con le macchine ed i nuovi processi in una finestra temporale ragionevolmente breve.

Lo stesso ministro Calenda ha riconosciuto la necessità di spingere su formazione e crescita del personale<sup>72</sup>, mentre possiamo affermare che la Regione Toscana è stata pioniera con i bandi per manager<sup>73</sup> e imprenditori<sup>74</sup> (scadenze domande rispettivamente a giugno-settembre).

<sup>72</sup>[http://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2017-09-19/industria-calenda-primi-sei-mesi-ordinativi-9percento-152915.shtml?uuiid=AEU5vsVC&refresh\\_ce=1](http://www.ilsole24ore.com/art/notizie/2017-09-19/industria-calenda-primi-sei-mesi-ordinativi-9percento-152915.shtml?uuiid=AEU5vsVC&refresh_ce=1)

<sup>73</sup> <http://www.regione.toscana.it/-/industria-4-0-voucher-formativi-per-manager-di-azienda>

<sup>74</sup> <http://www.regione.toscana.it/-/por-fse-2014-2020-industria-4-0-contributi-alla-formazione-degli-imprenditori>

Il presente lavoro intrapreso a partire dall'Aprile 2017 ha permesso al gruppo di ricerca di esplorare diverse fonti di dati in diverse lingue e di confrontarsi con problematiche tipiche di un settore in rapida evoluzione a causa del digitale prima e del 4.0 adesso. Il lavoro ha analizzato le competenze partendo da *database* consolidati quali O\*NET, ESCO, ISFOL, e di utilizzarli come chiave di ricerca su database internazionali di articoli scientifici. I risultati raggiunti hanno mostrato un buon potenziale permettendo di estrarre alcune competenze focali per l'industria 4.0 e nella transizione che avverrà nei prossimi anni. Si ritiene anche che alcune evidenze siano dovute all'emersione attuale del paradigma: è lapalissiano come in un importante sforzo di digitalizzazione le capacità di programmazione siano scontate, ma nel tempo si consolideranno allo stesso modo anche le capacità matematiche e statistiche. Oltre ad una sempre maggiore importanza di *soft skills* fortemente legate alle capacità induttive e deduttive dei lavoratori, e tendenzialmente complementari rispetto alle competenze tecniche, anche e soprattutto digitali, di più alto livello: dal *problem solving* al *decision making*. 4.0 significa infatti prendere rapidamente decisioni sulla base dei dati e sulla base di proiezioni (spesso non lineari) che i dati ci forniscono.

Per altre competenze, ma soprattutto per molte delle attitudini/abilità, la procedura di investigazione ha riportato un numero di evidenze troppo basso per poter fare qualunque deduzione affidabile, perciò un ulteriore sforzo andrà speso per affinare l'analisi anche su queste competenze, attitudini ed abilità meno forti.

Uno degli aspetti di maggior interesse è quello di cercare di automatizzare e standardizzare la procedura di etichettatura Uomo-Macchina delle varie competenze. Questo richiederà ulteriori sforzi e magari l'impiego di sorgenti diverse dagli articoli come per esempio brevetti, curricula, offerte di lavoro, ecc..

All'inizio della ricerca la domanda chiave era quale potesse essere un approccio quantitativo (in linea con il paradigma 4.0) al tema delle competenze emergenti, resilienti o a rischio sostituzione/obsolescenza a causa della 4° rivoluzione industriale. La metodologia sviluppata è decisamente *data driven* e ci rende fiduciosi in una sua estensione (ed espansione) mediante l'integrazione con nuove sorgenti di dati.

## APPENDICE

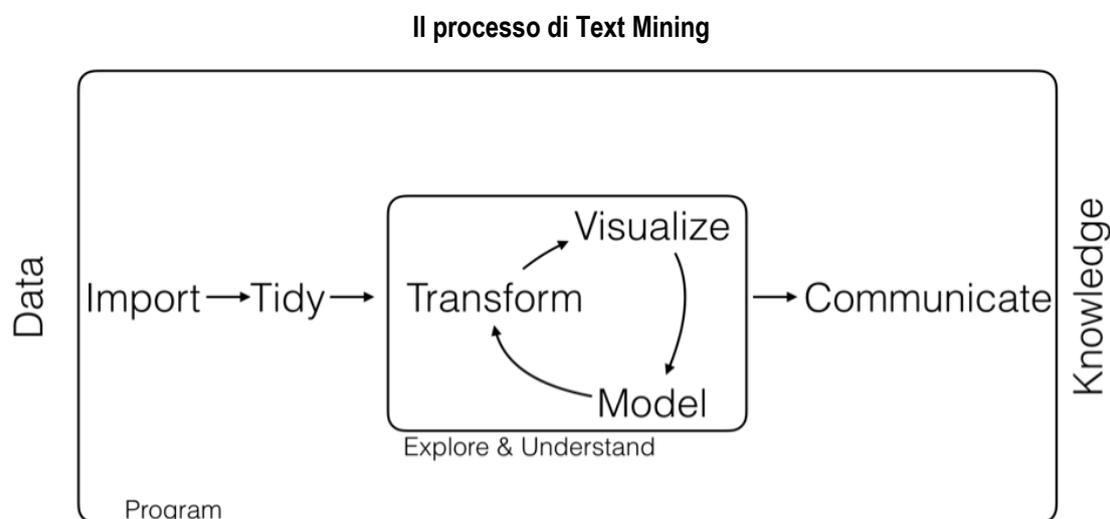


Figura 1A. Dai dati alla conoscenza<sup>75</sup>

Il processo di *Text Mining* consiste nell'applicazione di tecniche di [Data Mining](#) a testi non strutturati e più in generale a qualsiasi corpus di documenti, allo scopo di estrarre conoscenza nascosta (es. gruppi tematici, correlazione tra elementi differenti, ect.)

Con il supporto di specifici software, il dato viene importato e pulito attraverso tecniche di *data Tidying* al fine di renderlo più facilmente processabile, modificabile ed interpretabile nelle fasi successive.

Il dato ottimizzato viene esplorato attraverso algoritmi di *Data Mining*, trasformato e rappresentato in diverse modalità, selezionando l'ottimale in relazione al caso specifico; le tecniche di esplorazione consentono all'analista di interpretare il dato ed estrarne valore.

Le risultanze vengono quindi formalizzate in modo da poter essere comunicate con chiarezza e da consolidare la conoscenza sul tema specifico.

### Algoritmi di Text Mining

Mediante la *Linguistic Annotation* dei testi vengono individuati i *token* (termini) costituenti ciascuna frase del testo analizzato e viene identificata la loro appartenenza ad una specifica categoria morfo-sintattica (verbo, sostantivo, ecc.). In generale, il processo di estrazione di termini consiste in alcuni passaggi fondamentali. I primi tre sono legati alla *Linguistic Annotation*: 1) separazione delle frasi e identificazione di *token*, 2) [part-of-speech tagging](#), e 3) *stemming*. Dopo questi passi necessari, l'estrazione della terminologia specifica del dominio inizia 4) identificando i termini candidati (termini singoli o espressioni costituite da più parole) dal testo e 5) filtrandoli dai "non-termini".

<sup>75</sup>Wickham, H., & Grolemund, G. (2017). *R for data science: Import, tidy, transform, visualize, and model data*. Beijing: O'Reilly.

## Glossario<sup>76</sup>

**Data Mining.** Insieme di tecniche e metodologie che hanno per oggetto l'estrazione di una informazione o di una conoscenza a partire da grandi quantità di dati (attraverso metodi automatici o semi-automatici) e l'utilizzo scientifico, industriale o operativo di questa informazione.

**Part-of-speech Tagging.** Il *Part-Of-Speech tagging* (o *POS tagging*) è il processo di assegnazione di categorie grammaticali non ambigue (o di interpretazione morfologica) alle parole nel contesto. Svolge un ruolo chiave nell'elaborazione del linguaggio naturale e nella maggior parte dei sistemi di tecnologia linguistica avanzati.

**Polisemia.** La polisemia in semantica indica la proprietà che una parola (o anche un sintagma o un'espressione fraseologica) ha di esprimere più significati.

**Precision.** Nell'*Information Retrieval*, la *precision* è definita come il numero di documenti attinenti recuperati da una ricerca diviso il numero totale di documenti recuperati dalla stessa ricerca.

**Query.** In informatica, interrogazione di un database per estrarre o aggiornare i dati che soddisfano un certo criterio di ricerca.

**Ranking.** Classifica, elaborata attraverso un processo di analisi strutturato, e stabilita in relazione all'importanza e pertinenza dei singoli dati in input.

**Recall.** La *recall* è definita come il numero di documenti attinenti recuperati durante una ricerca diviso il numero totale di documenti attinenti esistenti (che dovrebbe essere stato recuperato precedentemente).

**Sinonimia.** In semantica, la sinonimia indica la relazione che intercorre tra due lessemi con lo stesso significato.

**Stemming.** Per ogni parola nel testo, si rileva anche la relativa forma di radice. Ciò è particolarmente importante per le parole flesse (o talvolta derivate) e le seguenti analisi (analisi statistica di una singola parola e di più parole) possono solitamente trarre vantaggio da tale riduzione.

**Tag.** In informatica, sequenza di caratteri con cui si marcano gli elementi di un file per successive elaborazioni.

**Tokenizer.** Modulo software che permette di segmentare ciascuna frase in unità ortografiche denominate token. In genere, la tokenizzazione avviene a livello di parola.

---

<sup>76</sup> Glossario elaborato sulla base di definizioni provenienti da wikipedia o da articoli scientifici pubblicati da membri del team di ricerca.