



Citation: L. Simonetti (2019) Geografia dell'automazione industriale. L'impatto dell'uso dei robot sulle localizzazioni manifatturiere. *Bollettino della Società Geografica Italiana* serie 14, 2(1): 3-13. doi: 10.13128/bsgi.v2i1.800

Copyright: © 2019 L. Simonetti. This is an open access, peer-reviewed article published by Firenze University Press (<http://www.fupress.com/bsgi>) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Data Availability Statement: All relevant data are within the paper and its Supporting Information files.

Competing Interests: The Author(s) declare(s) no conflict of interest.

Geografia dell'automazione industriale. L'impatto dell'uso dei robot sulle localizzazioni manifatturiere

Geography of the industrial automation. The impact of robotics on manufacturing locations

LUCIA SIMONETTI

Dipartimento di Scienze Politiche, Università degli Studi di Napoli "Federico II", Napoli, Italia

E-mail: lucia.simonetti@unina.it

Abstract. Progress in technology are critical in changing spatial patterns and locational decisions of industrial production. Especially robotics is a key element of the industry 4.0 with disruptive potentialities, such as to generate spatial leapfrogging phenomena, in which a drastic change in technology allows the emergence of new locations of economic activities and new innovation hubs. The aim of this work is to understand how industrial robots may affect the location of production and change the international fragmentation of production and GVCs in the future. Results shows opposite trends. Robotics seems to be able to slow down (at least in some industrial sectors) the pace of offshoring, but it does not seem to be able to lead to the reshoring of activities to developed economies. And while labour-cost differentials still remain a key feature in firms' decisions of where to locate manufactures, especially of goods with a high labour content, demand factors, such as the size and growth of local markets, are progressively becoming major determinants.

Keywords: robot, global value chains, offshoring, reshoring, emerging economies.

Riassunto. I progressi tecnologici sono determinanti nel modellare le traiettorie spaziali e le decisioni localizzative della produzione industriale. La robotica, in particolare, elemento chiave dell'industria 4.0, possiede potenzialità dirimpenti, tali da poter generare fenomeni di *spatial leapfrogging*, ovvero processi in cui un drastico mutamento nella tecnologia consente l'emergere di nuove localizzazioni di attività economiche e di nuovi poli di innovazione. Obiettivo di questo lavoro è comprendere gli effetti dell'automazione industriale sulle catene globali del valore e sulla geografia della produzione. I risultati lasciano intravedere tendenze dicotomiche. La robotica sembra poter rallentare (perlomeno in alcuni settori industriali) il ritmo delle delocalizzazioni, ma non sembra invece essere in grado di innescare veri e propri fenomeni di *reshoring* nelle economie avanzate. I differenziali nei costi del lavoro restano dunque importanti, anche se non più discriminanti, nelle decisioni di localizzazione, specialmente delle produzioni altamente *labour intensive*, mentre al contempo vanno acquisendo sempre maggiore rilievo fattori inerenti alla domanda, come la dimensione e il trend di crescita dei mercati locali.

Parole chiave: robot, catene globali del valore, delocalizzazioni, rilocalizzazioni, economie emergenti.

1. Introduzione. I robot nella geografia

La *New Digital Economy* (NDE), fondata sulla manifattura avanzata, sulla robotica e l'automazione industriale, sull'intelligenza artificiale e sull'analisi dei big data, fa intravedere due percorsi dicotomici per il futuro delle catene globali del valore. Da un lato, infatti, essa ha la possibilità di estendere in maniera estrema la frammentazione organizzativa e geografica della produzione, ivi comprese attività geograficamente radicate, collocate nei segmenti più remunerativi, quali, ad esempio, design, ricerca e sviluppo e altre funzioni ad alta intensità di conoscenza e innovazione. Dall'altro, le sue potenzialità potrebbero facilitare fenomeni completamente opposti, portando a ricompattare e accorciare le *global value chains*.

La crescente presenza di robot dedicati alla produzione manifatturiera costituisce sicuramente uno degli aspetti più affascinanti dei cambiamenti digitali in atto, probabilmente anche per il ruolo ricoperto nell'immaginario collettivo. La robotica è uno dei perni dell'Industria 4.0, la quarta rivoluzione industriale incentrata sulla fabbrica interamente automatizzata e interconnessa. Al riguardo, l'aspetto più indagato dalla geografia concerne quasi esclusivamente le possibili ricadute occupazionali (Bissel, Del Casino 2017)¹, sebbene i potenziali esiti della più organica applicazione di un'automazione avanzata dell'industria manifatturiera siano ben più ampi e aprano, di fatto, nuove prospettive di studio per la geografia economica.

L'OECD (2018) stima, infatti, che i costi dei robot diminuiranno del 20%, mentre la loro performance migliorerà di circa il 5% durante il prossimo decennio. Alimentato dal continuo calo dei prezzi e dalla crescente efficienza, l'incremento dell'uso di robot industriali avrà

¹ Le implicazioni della robotica sul mercato del lavoro lasciano intravedere sostanzialmente due scenari contrapposti. Il primo, ottimistico e positivista, prospetta una fiorente era di occupazione *robot-driven*, in cui nuovi e più qualificati posti di lavoro saranno creati nelle attività di progettazione, design, manutenzione, riparazione dei robot. L'altro scenario, decisamente più pessimista, delinea invece una situazione opposta, di *robot-driven unemployment*, una sorta di nuova disoccupazione digitale. I robot possono essere, infatti, considerati come ausiliari rispetto ad una manodopera altamente qualificata (robot collaborativi), ma anche come sostituti diretti di una manodopera poco qualificata che svolge mansioni routinarie, con effetti potenzialmente dirompenti sull'occupazione. La discussione in letteratura è del tutto aperta. Solo per citare alcuni lavori più recenti, gli economisti Acemoglu e Restrepo (2017) hanno riscontrato un impatto negativo dei robot sull'occupazione e salari, Frey e Osborne (2013) suggeriscono che negli USA potenzialmente il 47% dell'occupazione potrebbe essere, nei prossimi anni, minacciato dall'automazione, mentre si esprimono in senso contrario Graetz e Michaels (2015), che prevedono solo effetti marginali.

effetti dirompenti sull'organizzazione della produzione manifatturiera. Le implicazioni possono essere tali da generare fenomeni di *spatial leapfrogging*, veri e propri "salti di qualità dei territori" ovvero processi in cui un dirompente mutamento nella tecnologia consente l'emergere di nuove localizzazioni di attività economiche e di nuovi poli di innovazione. L'entità e la tipologia degli impatti di questa nuova rivoluzione digitale sulla competizione internazionale dipenderanno in modo cruciale dal ritmo dei cambiamenti, dai tempi in cui tali cambiamenti investiranno i diversi Paesi e dalla capacità delle imprese e dei governi di gestirli attraverso politiche industriali mirate.

Obiettivo di questo lavoro è comprendere gli effetti dell'automazione sulla geografia manifatturiera. Nella prima parte dell'elaborato si presentano i principali dati sulla produzione dei robot, cercando anche di comprendere, attraverso l'analisi dei brevetti, quali siano i Paesi che beneficiano maggiormente delle ondate di innovazione *robot-driven*. Successivamente si passa ad indagare le economie e i settori industriali maggiormente coinvolti dalla robotica. Infine, si cerca di delineare la tipologia di alterazioni che la robotica potrà portare alle *global value chains*, con particolare attenzione alle dinamiche tra Paesi sviluppati e Paesi in via di sviluppo e alla possibile fine dell'era d'oro delle delocalizzazioni.

È opportuno precisare che il lavoro si riferisce ai soli robot industriali, così come vengono intesi dalla International Organization for Standardization (ISO), che, nella sua norma 8373 del 1994 (accettata dall'Italia nel 2002), definisce il robot industriale come "un manipolatore governato automaticamente, riprogrammabile e multiscopo, programmabile in tre o più gradi di libertà, che può essere sia fisso sul posto sia mobile, per l'uso in applicazioni di automazione industriale".

2. La geografia della produzione e dell'innovazione

Un elemento chiave nella distribuzione geografica dei profitti generati dall'innovazione tecnologica è costituito dal ritorno ottenuto nei luoghi in cui si controlla la conoscenza e le macchine in cui essa è incorporata. Nel caso della robotica, dunque, tali benefici ricadranno presumibilmente sui paesi e le aziende che producono robot e/o nei paesi e le aziende dove i robot vengono progettati.

La distribuzione territoriale dell'industria dei robot si presenta molto concentrata (Fig. 1). Secondo i dati rilasciati dalla Federazione Internazionale di Robotica (2016), quattro Paesi soltanto (Cina, Germania, Giappone e Repubblica di Corea) rappresentano oltre l'80% del-

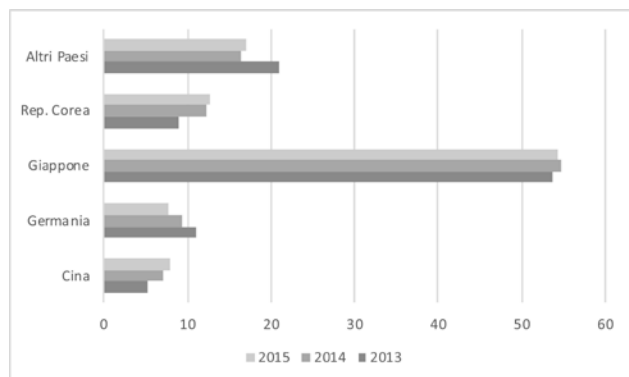


Figura 1. Produzione di robot industriali, economie selezionate (% sul totale delle unità globalmente prodotte). Fonte: elaborazione su dati IFR (2016).

la produzione globale di robot industriali. La leadership è detenuta dal Giappone, che produce oltre la metà dei robot al mondo, anche se la sua quota è andata diminuendo nel tempo a vantaggio di Paesi come la Repubblica di Corea (12%) e la Cina, che con il suo 8% ha ormai raggiunto la Germania. Sono giapponesi tre delle prime quattro aziende produttrici mondiali di robot (per un totale del 73% della produzione di queste quattro imprese) e nove delle prime dieci (62%). Del 17% dei dati di produzione non disaggregati dall'IFR, la percentuale più rilevante appartiene sicuramente agli Stati Uniti (UNCTAD 2017).

Mentre tutti i robot industriali prodotti in Cina sono destinati al mercato interno, Germania e Giappone hanno esportato nel 2015 oltre i tre quarti della loro produzione. Nello stesso anno la Repubblica di Corea ha esportato circa un quinto della sua produzione, ma ha importato più del doppio delle unità esportate.

Né i dati relativi a singoli Paesi, né i dati specifici a livello di impresa possono tuttavia fornire un quadro accurato e completo dei luoghi in cui si concentrano effettivamente i benefici economici della produzione. La maggior parte dei fornitori di robot possiede infatti stabilimenti in diversi Paesi. Al contempo, un determinato fornitore potrebbe essere di proprietà di un produttore straniero².

Per comprendere come si diffondano geograficamente le ricadute positive è opportuno, pertanto, cercare i luoghi dove l'innovazione si realizza. Qui, infatti, si concentreranno presumibilmente anche i benefici dell'innovazione stessa.

² È il caso, ad esempio, del produttore tedesco di robot KUKA, tra i maggiori fornitori di robot al mondo, acquistato nel 2016 dalla società cinese Midea.

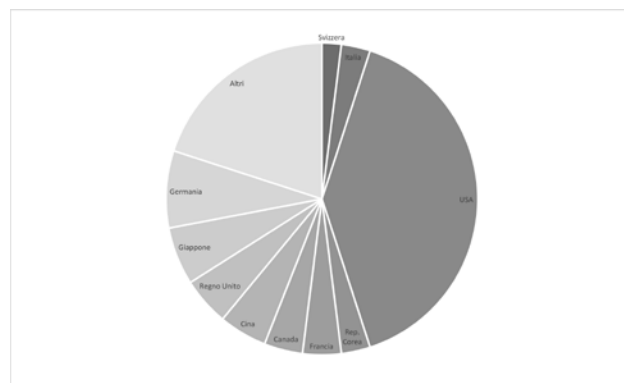


Figura 2. Principali localizzazioni geografiche di aziende produttrici di robot industriali (%). Fonte: Keisner et al. 2016.

Un primo modo è sicuramente lo studio della localizzazione dei cluster di robotica, gruppi geograficamente vicini di aziende e istituzioni interconnesse, pubbliche e private, che operano sulla frontiera dei settori ad alta intensità di conoscenza.

Oltre il 70% di tali cluster si trova nei Paesi sviluppati, principalmente negli Stati Uniti e in Europa (Fig. 2). Negli Stati Uniti si distinguono, tra gli altri, i cluster di Boston, della Silicon Valley e di Pittsburgh. In Europa quelli di Monaco di Baviera in Germania, della regione dell'Île-de-France in Francia, di Odense in Danimarca, di Zurigo in Svizzera e di Robotdalen in Svezia.

In Asia spiccano i cluster di Osaka e di Nagoya in Giappone, mentre le economie emergenti della Cina e della Repubblica di Corea, pur con una quota tutto sommato modesta (rispettivamente il 5% e il 3% del totale dei cluster mondiali), mostrano un trend in decisa crescita. Si possono qui citare i cluster di Shanghai e la provincia di Liaoning per la Cina e di Bucheon per la Repubblica di Corea.

Questa peculiare geografia dell'innovazione, concentrata prevalentemente nelle economie avanzate, con diramazioni importanti nelle economie emergenti asiatiche, è confermata anche dall'analisi dei brevetti legati alla robotica, che consente di notare come gli inventori siano tendenzialmente situati nei cluster principali. Si tratta, d'altra parte, di un risultato ampiamente confermato dalla letteratura geografica sul tema (Lazzeroni 2004), che ha dimostrato come la localizzazione degli spillover da ricerca sia strettamente collegata alla preesistente concentrazione di strutture scientifiche e tecnologiche in determinate aree.

Il criterio di analisi basato sul *priority country*, che attribuisce il brevetto al Paese dove ha sede l'ufficio presso il quale è stata fatta la prima domanda, è probabilmente quello più utile al fine di comprendere i princi-

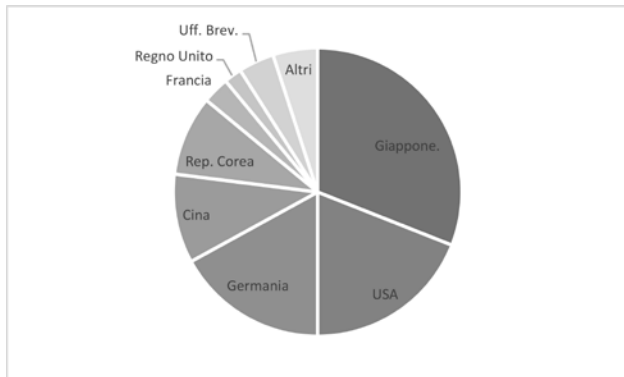


Figura 3. Distribuzione dei brevetti per *priority country* (robotica e sistemi autonomi). Fonte: IPO *International Property Office*, 2014.

pali pattern dell'innovazione, in quanto normalmente la prima domanda viene presentata laddove effettivamente l'invenzione ha avuto origine (Fig. 3)³.

Se nelle prime fasi della robotica le richieste di brevetti provenivano soprattutto dagli Stati Uniti, dall'Europa e, più tardi, dal Giappone, all'inizio degli anni 2000 sono andati emergendo nuovi *players*. Dapprima si è affermata la Repubblica di Corea e più recentemente la Cina; quest'ultima, oltre ad aver avuto un rilevante aumento dei brevetti nella robotica, ospita anche alcune delle più dinamiche aziende produttrici di robot, come DJI (Drone Company) e Siasun e Estun, che, grazie alle loro economie di scala, hanno potuto ribassare notevolmente i prezzi.

Nel periodo più recente, i Paesi con il più alto numero di depositi di brevetti sono Giappone, Cina, Repubblica di Corea, Stati Uniti e Germania. Ad un livello decisamente più basso si collocano Francia e Regno Unito. Nei dati non disaggregati sono ricompresi Paesi come l'Australia, il Brasile, un certo numero di Paesi dell'Europa orientale, la Federazione Russa e il Sud Africa, che mostrano una recente dinamica di brevettazione (Keisner et al. 2016).

A livello settoriale, sono le aziende automobilistiche ed elettroniche a detenere la maggior parte dei brevetti relativi alla robotica, ma si delineano altri attori provenienti da nuovi settori, come le tecnologie mediche. Il *top applicant* a livello mondiale è la giapponese Toyota (Fig. 4).

Delle prime mille istituzioni che detengono brevetti nel settore della robotica, ben 524 ricadono in Cina (Fig. 5). Degno di nota, in particolare, è l'ampio e crescente

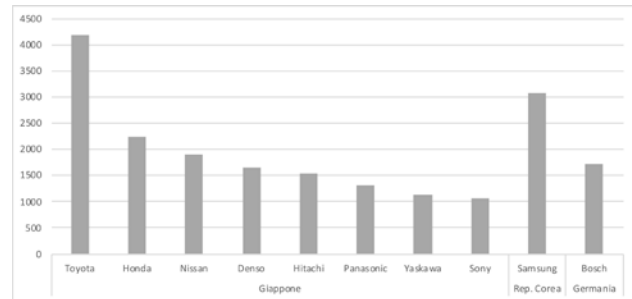


Figura 4. Prime aziende depositarie di brevetti sulla robotica, dal 1995 in poi. Fonte: Keisner et al. 2016.

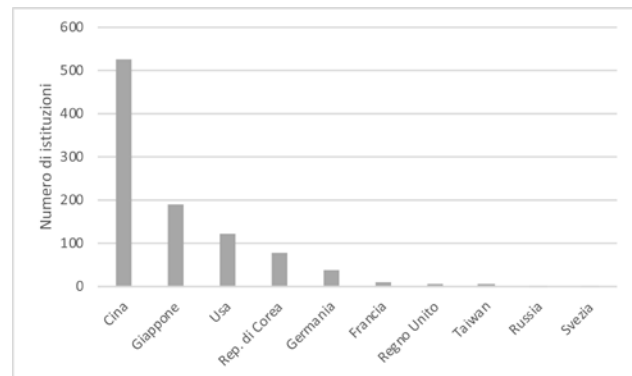


Figura 5. Paesi sede delle prime istituzioni per numero di brevetti. Fonte: Clarivatic Analytics 2018.

stock di brevetti di proprietà di prestigiose università del paese, tra cui figurano la Shanghai Jiao Tong University, la Chinese Academy of Sciences e la Zhejiang University.

Occorre tuttavia sottolineare che non tutti i brevetti possono essere classificati come di "invenzione" ed essere pertanto utilizzabili come *proxy* di una vera e propria innovazione. In alcuni Paesi, infatti, i governi incoraggiano l'innovazione attraverso misure di sostegno finanziario di vario tipo, subordinate in particolare alla presentazione di brevetti. A tal proposito, l'UNCTAD (2017) introduce un *caveat* proprio rispetto alla situazione cinese, caratterizzata da una dinamica di brevettazione molto accelerata, probabilmente viziata dagli incentivi governativi⁴.

Per arginare questa possibile crepa nell'analisi e risalire effettivamente ai luoghi dove si realizza la prima innovazione, è possibile ricorrere al criterio del "brevetto di origine", esaminando le citazioni di un brevetto da parte di altri brevetti ad esso successivi (*forward cita-*

³ Questo criterio non risulta utile nell'analisi dei brevetti presentati da brevettanti di Paesi più piccoli, che tendono a rivolgersi non all'ufficio nazionale, bensì direttamente a strutture come l'EPO (*European Patent Office*).

⁴ È ragionevole ritenere che il gap della Cina in tale ambito potrebbe comunque colmarsi in tempi brevi, considerati gli ingenti investimenti in ricerca e sviluppo del Paese, che hanno di recente superato il 2% del Pil.

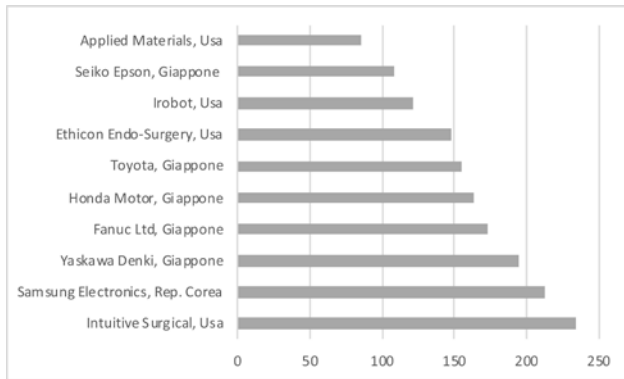


Figura 6. Aziende con i brevetti più citati nel settore della robotica. Fonte: Clarivatic Analytics 2018.

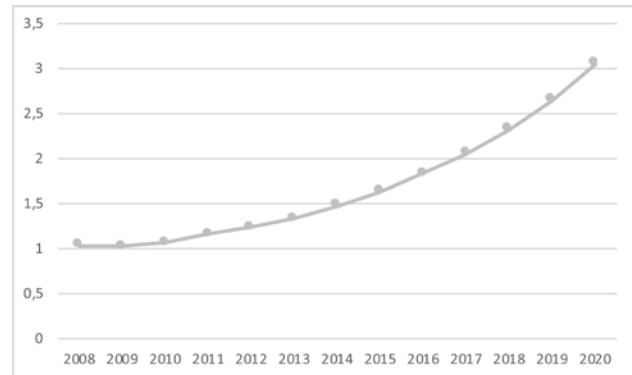


Figura 7. Stock di robot operativi a livello mondiale, 2008-2016 e stime fino al 2020 (milioni di unità). Fonte: IFR 2017.

tions). Si tratta di un indicatore affidabile della qualità ed importanza di un brevetto, perché i brevetti molto citati sono sicuramente quelli che detengono un maggiore impatto sulla performance a lungo termine delle imprese.

Come mostra la fig. 6, anche questa metodologia di indagine va a confermare le traiettorie dell'innovazione già descritte in precedenza. La metà delle prime dieci aziende che detengono i brevetti più citati nel settore della robotica sono infatti giapponesi, quattro sono statunitensi e una coreana, mentre non compaiono aziende cinesi.

3. La geografia dell'uso

Se, dunque, le traiettorie geografiche dell'innovazione nella robotica si concentrano in pochi Paesi, che sono quelli più efficacemente posizionati al fine di ottenere i maggiori vantaggi da una crescente digitalizzazione della manifattura, per delineare uno scenario più accurato è necessario altresì comprendere dove i robot industriali trovano maggior utilizzo, e in quali settori.

Nonostante la crescente attenzione che circonda il potenziale dell'automazione, attualmente l'uso di robot industriali è piuttosto limitato, con uno stock di robot operativi a livello globale pari a soli 1,8 milioni nel 2016 (Fig. 7). Il dato interessante è costituito tuttavia dal rapido trend di incremento. Lo stock è infatti raddoppiato dal 2008 e si stima che entro il 2020 saranno al lavoro oltre 3 milioni di robot industriali (IFR 2017).

Nel 2016, il valore delle vendite di robot è aumentato del 18%, raggiungendo i 13,1 miliardi di dollari. Va notato che le cifre sopra citate generalmente non comprendono i costi dei software, delle unità periferiche e dei sistemi ingegneristici, includendo i quali il valore di mercato dei sistemi robotici potrebbe triplicare.

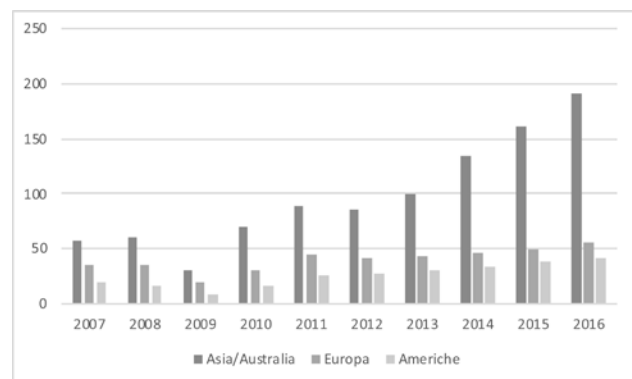


Figura 8. Vendite di robot industriali per regione (in migliaia). Fonte: IFR 2017.

A livello regionale, con un totale di 190.492 unità vendute nel 2016, l'Asia rappresenta il mercato più forte al mondo, in crescita continua dal 2007. Il secondo mercato è rappresentato dall'Europa, dove i robot venduti si attestano sulle 56.000 unità (Fig. 8).

Il 74% dei robot viene venduto in soli cinque Paesi: Cina, che rappresenta il maggior mercato mondiale, Repubblica di Corea, Giappone, Stati Uniti e Germania.

Al fine di comprendere le disuguaglianze nel grado di automazione dell'industria manifatturiera nei diversi Paesi si può utilizzare l'indice di densità robotica, rappresentato dal numero di robot per addetti. I dati rilasciati dall'IFR per il 2018 mostrano un'automazione della produzione manifatturiera in aumento in tutto il mondo, con una densità globale media di 74 unità robotizzate per 10.000 dipendenti (erano 66 nel 2015).

La densità di robot è più alta nei Paesi sviluppati e nei Paesi in via di sviluppo a stadi maturi di industrializzazione. I 10 Paesi più automatizzati al mondo sono Repubblica di Corea, Singapore, Germania, Giappone,

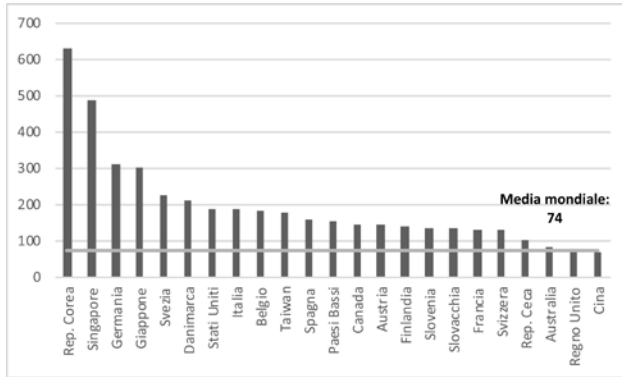


Figura 9. Densità robotica (numero di robot per 10.000 addetti) nell'industria manifatturiera. Fonte: World Robotics 2017.

Svezia, Danimarca, Stati Uniti, Italia, Belgio e Taiwan (Fig. 9).

A livello settoriale si riscontra un uso di robot maggiormente concentrato nell'industria automobilistica e in quella elettrica ed elettronica (Fig. 10).

Questa tipologia di distribuzione, peraltro più elevata nei Paesi in via di sviluppo, suggerisce che non sempre ciò che è tecnicamente fattibile è anche economicamente conveniente. Il dispiegamento di robot nel settore tessile, abbigliamento e pelletteria è infatti il più basso tra tutti i settori manifatturieri (in Cina, ad esempio, i robot impiegati nelle manifatture tessili rappresentano solo l'1% di tutto lo stock di robot industriali), anche se le sue caratteristiche, *labour intensive* e con un elevato tasso di attività routinarie, lo collocano tra i primi per fattibilità tecnica della robotizzazione.

La concentrazione in settori come l'*automotive* e l'elettronica mostra anche come le traiettorie della robotizzazione abbiano lasciato in gran parte inalterata, almeno per ora, la possibilità tipica delle economie *latecomer* di avviare le fasi iniziali dell'industrializzazione attraverso il trasferimento di grandi masse di lavoratori dal settore primario al secondario e la localizzazione di attività produttive ad alta intensità di manodopera basate sui tradizionali vantaggi in termini di costo del lavoro (UNCTAD 2017).

Se la robotica non sembra dunque dover invalidare il tradizionale ruolo della manifattura nello sviluppo economico dei *least developed countries*, i principali problemi riguardano al momento le economie in via di sviluppo (UNCTAD 2017), per le quali esiste il rischio di stimolare ulteriormente un processo di deindustrializzazione prematura (UNCTAD 2016; Unido 2017), con una diminuzione delle quote di valore aggiunto e dell'occupazione manifatturiera ad un livello di reddito pro capite sensibilmente inferiore rispetto a quello in cui tali

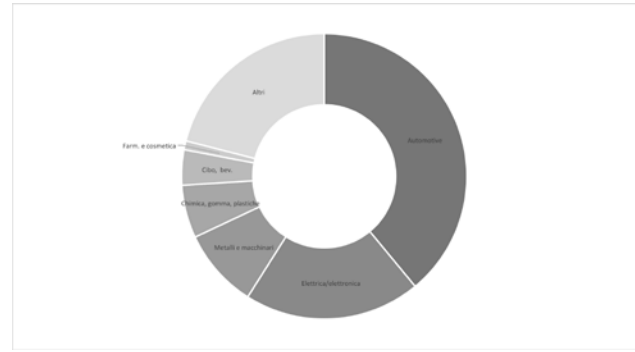


Figura 10. Ripartizione delle vendite globali di robot per settori. Fonte: Keisner et al. 2016.

fenomeni si sono verificati nelle economie sviluppate.

A questa deindustrializzazione anticipata non è estranea la peculiare divisione internazionale del lavoro basata su catene del valore frazionate globalmente⁵. Attraverso le *global value chains*, molti Paesi in via di sviluppo hanno avuto l'occasione per collegarsi alle reti produttive globali e ai network relazionali, riuscendo a raggiungere mercati più grandi e lontani e beneficiando di effetti di spillover grazie alle esternalità generate dal know how tecnologico e dai canali commerciali delle imprese leader. Per ottenere la maggiore utilità da questo processo, occorre riuscire ad intraprendere un percorso di *upgrading*, al fine di riuscire ad agganciarsi agli anelli più remunerativi e a maggior valore aggiunto della

⁵ In questo modello molte economie emergenti si sono specializzate nella produzione di singole componenti, comunemente quelle a maggiore intensità di lavoro, senza dover necessariamente sviluppare una rete produttiva completa. I Paesi con un'elevata intensità di lavoro specializzato o di capitale esportano invece prodotti intermedi (beni strumentali) e servizi (progettazione, ricerca e sviluppo). Nel corso del tempo, i Paesi possono spostarsi in diverse parti della catena del valore secondo i propri vantaggi comparati. Un utile contributo alla comprensione di questo modello di sviluppo di tipo *export-driven* è fornito dal paradigma delle "anatre volanti" (*Flying Geese*), proposto dall'economista Kaname Akamatsu negli anni Trenta del XX secolo. Il modello descrive il processo di industrializzazione di un'economia emergente, nello specifico il Giappone (in seguito è stato applicato anche alle Tigri asiatiche), come una successione di fasi in cui l'importazione di beni dalle economie più avanzate genera un miglioramento delle capacità produttive e delle competenze, che si può tradurre in nuove traiettorie di sviluppo a vantaggio non solo del singolo Paese, ma della intera area geografica in cui esso è localizzato. Si tratta di un modello in cui l'industrializzazione procede in maniera ordinata, mutando le gerarchie pregresse e generando il riposizionamento delle strutture economiche regionali, in virtù di nuove dinamiche industriali e commerciali (quali ad esempio investimenti diretti esteri o rapporti di committenza e fornitura). L'analogia è con la configurazione a V tipica del volo delle anatre, in cui l'anatra guida cede quote di produzione a minor valore aggiunto ai Paesi più in basso nella gerarchia, in un modello che, all'evolvere dei vantaggi comparati stessi, si riproduce tra i Paesi (le anatre) dei livelli inferiori posizionati a chiusura della formazione.

catena, in cui le maggiori barriere all'entrata riducono il rischio di subire la concorrenza di fornitori con costi del lavoro più bassi e di restare intrappolati in una situazione di dipendenza (*lock in*) rispetto ad un grande committente.

Si tratta di un percorso non sempre agevole, perché la stessa competizione globale implica la necessità di specializzarsi in tempi ridotti per acquisire rapidamente vantaggi comparati. Ai tempi dell'automazione, la difficoltà nel conseguire un *upgrading* settoriale è ancora più forte, per evidenti motivi inerenti alla natura stessa della robotica industriale, altamente *capital e skill intensive*. Questo può dunque limitare le opportunità di industrializzazione a settori manifatturieri a basso reddito e meno dinamici (in termini di crescita della produttività), ostacolando il *catch-up* e incidendo negativamente sulla produttività e sulla crescita del reddito pro capite dei Paesi in via di sviluppo.

Esiste, tuttavia, anche la possibilità che le economie emergenti specializzate nella produzione *labour intensive* e a basso costo possano beneficiare di effetti positivi dal punto di vista commerciale. Questo potrebbe avvenire se la concentrazione di robot nei settori manifatturieri *high skilled* e ad alta intensità salariale si traducesse, almeno parzialmente, in un declino globale dei prezzi di tali beni. Si potrebbe così invertire il calo tendenziale del prezzo globale dei prodotti ad alta intensità di lavoro rispetto a quelli dei prodotti *skill intensive* e delle materie prime verificatosi negli ultimi due decenni.

4. *Offshoring, reshoring, backshoring* ... possibili dinamiche nella produzione e nell'innovazione nell'era della robotica

Negli ultimi decenni, la produzione si è organizzata in catene lunghe e complesse per assicurarsi le migliori localizzazioni sulla base dei vantaggi comparati dei diversi Paesi. Tale struttura ha consentito guadagni notevoli in termini di produttività, efficienza ed economie di scala. Allo stesso tempo, tuttavia, ha reso le aziende più esposte a rischi elevati in caso di shock e meno reattive rispetto ai cambiamenti della domanda. A questa perdita di flessibilità, che incide anche sui tempi di consegna e commercializzazione dei manufatti, si sono spesso sommati problemi inerenti alla qualità dei beni prodotti all'estero. Inoltre, nel delocalizzare attività innovative nei Paesi emergenti, le imprese si trovano spesso a scontrarsi con una tutela della proprietà intellettuale più approssimativa, e quindi con il rischio che i fornitori locali, acquisendo know how nell'ambito del processo produttivo, possano diventare concorrenti.

Questi fattori, uniti ad un cambiamento del clima politico e ad una frenata del processo di globalizzazione, stanno contribuendo a dare grande risonanza al tema del rimpatrio delle produzioni, variamente definito come *reshoring* o *backshoring*⁶. Sebbene siano spesso utilizzati come sinonimi, i due termini vanno intesi in realtà come aventi una scala geografica differente. Il *reshoring* ha infatti un significato più ampio (De Backer et al. 2017), includendo sia strategie di rientro in patria (*backshoring*) sia eventuali rilocalizzazioni in Paesi stranieri ma più prossimi rispetto al luogo di origine dell'impresa delocalizzante (*nearshoring*).

L'ulteriore automazione dei processi industriali può certamente rafforzare tali tendenze, attraverso un insieme di elementi. Innanzitutto, significativi investimenti in robotica (con i robot che continuano a diventare più economici e performanti) andranno a modificare le dotazioni relative ai fattori di produzione, riducendo l'importanza del costo del lavoro nei costi di produzione totali⁷. In secondo luogo, i robot possono ridurre la scala delle economie, consentendo di produrre un'ampia varietà di lotti più piccoli ad un costo inferiore, con un grande guadagno in termini di flessibilità.

Il recente incremento del costo del lavoro nelle economie emergenti, soprattutto asiatiche, sta rendendo più sfumata la distinzione tra i vantaggi salariali dei Paesi *low cost* e quelli delle economie sviluppate. Nelle decisioni di localizzazione stanno diventando sempre più importanti, dunque, i fattori legati alla domanda⁸.

In tal senso, la riconfigurazione delle catene del valore con centri di produzione più localizzati e anche,

⁶ Almeno per il momento, sembra trattarsi di una risonanza non del tutto giustificata dall'entità reale del fenomeno. Ciò è dovuto probabilmente anche al fatto che, contrariamente a quanto è successo con le delocalizzazioni e le pressioni politiche conseguenti, le aziende che riportano a casa le loro produzioni non temono di rendere note tali scelte, che anzi generano una pubblicità positiva.

⁷ Un esempio può chiarire meglio questa affermazione. L'azienda *Rethink Robotics*, con sede a Boston, negli Stati Uniti, produce un robot chiamato *Baxter*, in grado di comprendere e svolgere una serie di attività di routine della catena di montaggio. *Baxter* costa 22.000 dollari Usa e ha una vita media di 3 anni, per un totale di circa 6.500 ore di lavoro, il che equivale a un salario approssimativo 3,38 dollari l'ora (Unctad 2017), contro gli oltre ventisette di un impiegato alla manifattura. Dopo *Baxter*, l'azienda ha già messo in commercio *Sawyer*, che con un ingombro minore promette prestazioni ancora superiori, con un ulteriore guadagno di produttività che si traduce in un'ulteriore diminuzione del peso del costo del lavoro sui costi totali di produzione.

⁸ I salari, infatti, non rappresentano soltanto un costo di produzione da ridurre per guadagnare maggiore competitività, ma sono anche un driver fondamentale per la domanda aggregata e la principale fonte di reddito per l'acquisto di beni di consumo. La classe media in particolare, che rappresenta il principale segmento di consumatori di beni manufatti, sta aumentando ovunque nel mondo in via di sviluppo, con numeri di gran lunga maggiori in Asia, in cui dovrebbe concentrarsi, entro il 2025, il 60% della classe media globale.

in una certa misura, la duplicazione dei centri stessi, aumenterà la reattività dell'offerta in presenza di una domanda volatile. Il dibattito sull'economia circolare si inserisce bene in queste nuove strategie. In un modello in cui il consumatore diviene sempre più il motore della catena del valore, cresce la domanda di prodotti sostenibili e aumenta la consapevolezza degli effetti negativi dei flussi di trasporto di prodotti intermedi e finali all'interno delle *global value chains*.

Sulla base di questo insieme di elementi, alcuni autori (Markowsky 2012) prevedono che la NDE sarà caratterizzata da reti collegate di "fabbriche virtuali distribuite" di dimensioni contenute, situate vicino ai consumatori, in un modello simile a quello *farm to table*. In questa visione, le produzioni migreranno più vicino ai mercati finali, i costi di trasporto e le emissioni di CO₂ saranno inferiori, le scorte di magazzino si ridurranno.

Tutti questi fenomeni potrebbero stravolgere completamente il posizionamento delle diverse economie nelle catene del valore, assecondando così un fenomeno già osservato negli anni successivi alla crisi economica. L'esistenza di nicchie di possibili convenienze localizzative in tutte le regioni del mondo potrà infatti favorire una produzione (regionale) più vicina ai mercati (regionali), incoraggiando le imprese a ristrutturare le loro attività globali (De Backer et al. 2017) e restituendo alla collocazione (o ricollocazione) delle attività produttive nelle economie OECD una nuova attrattività.

Per comprendere più a fondo le traiettorie localizzative delle imprese nella NDE bisogna anche chiedersi in che misura l'innovazione sarà geograficamente collegata alla produzione.

Nei decenni passati, la globalizzazione accelerata dell'economia ha consentito, in molti settori industriali (tra cui l'elettronica e l'*automotive*, ovvero i due settori maggiormente esposti alla robotizzazione), la separazione tra ricerca e sviluppo e produzione, favorendo la creazione di clusters di innovazione da una parte e clusters di produzione dall'altra. La digitalizzazione del lavoro e dei prodotti e servizi contribuisce ad allentare ancora di più i vincoli alla co-localizzazione e fornisce alle imprese, indipendentemente dalla loro dimensione, nuovi modi per ottimizzare la localizzazione delle diverse funzioni lungo la catena del valore.

Esiste tuttavia un altro aspetto, fortemente sostenuto dalla letteratura geografica (Audretsch, Feldman 1996; Feldman 2002; Malecki 2008), che non va ignorato e che attiene all'esistenza di un forte legame spaziale tra innovazione e produzione. Con la crescente importanza di prodotti più personalizzati, le performance aziendali dipendono infatti sempre più anche dalla velocità dell'innovazione. Non si tratta solo di identificare e sod-

disfare le esigenze locali, ma anche di adattare attività delicate, quali la ricerca e lo sviluppo o la progettazione, a condizioni fluttuanti. La prossimità tra innovazione e produzione, e in generale anche la presenza di una catena di approvvigionamento corta, diviene dunque un elemento chiave per abbreviare i tempi di consegna e massimizzare gli effetti di feedback tra produzione e ricerca e sviluppo, proteggendo al contempo in maniera più efficace la proprietà intellettuale⁹. Questo processo può innescare un cambiamento, nelle industrie con un elevato livello di modularità nella catena del valore, dalla struttura "*innovate here/produce there*" ad un'altra del tipo "*innovate here/produce here*" (Bonvillian 2012). In tale contesto, considerato che lo scambio di know how avviene anche e soprattutto per prossimità geografica, stabilire le proprie divisioni di R&S in luoghi che possano essere catalizzatori di conoscenza costituisce sicuramente un fattore chiave per il successo.

Tale assunto non vale solo per le economie di più antica industrializzazione. Di fatto, Paesi come la Cina, il Brasile e il Vietnam hanno da tempo cominciato ad attuare politiche di sostegno agli investimenti in R&S in combinazione con il settore manifatturiero. Queste e altre economie emergenti cercheranno sicuramente di sfruttare le nuove esigenze di co-localizzazione di innovazione e produzione in modo tale da generare un effetto spillover all'interno delle proprie frontiere.

È probabile che saranno proprio le politiche industriali a fare la differenza, cambiando drasticamente, attraverso il sistema di incentivazione, le convenienze localizzative. Per ottenere i migliori risultati in termini di recupero di competitività manifatturiera, una politica industriale lungimirante dovrebbe infatti avere caratteri di sistema e saper armonizzare operatività e investimenti produttivi e infrastrutturali ai diversi livelli territoriali, prevedendo al contempo un crescente coinvolgimento degli *hub* della ricerca e della conoscenza pubblici e privati in grandi progetti di sviluppo basati sulle peculiarità socio-culturali ed economiche locali.

5. Conclusioni

Le dinamiche congiunte della globalizzazione e delle tecnologie emergenti sono destinate a rimodellare il futuro della geografia della produzione mondiale.

A partire dagli anni successivi alla crisi economico-finanziaria, il clima politico ed economico è profonda-

⁹ In tal senso si rivela importante anche la concentrazione spaziale di produzione e servizi, essendo questi ultimi sempre più utilizzati per personalizzare i prodotti.

Tabella 1. Portata dell'impatto futuro della robotica su alcuni comparti industriali Fonte: adattamento da UNCTAD (2017).

Settore	Uso di robot
Trasporti	Alto
Industria elettrica ed elettronica	Alto
Farmaceutica	Alto
Tessile, abbigliamento, prodotti in pelle	Basso
Plastica e metalli	Alto
Industria alimentare	Basso
Prodotti in legno e carta	Basso

mente mutato. In particolare, si è registrato un aumento notevole delle misure protezionistiche e dei dazi commerciali e un parallelo rallentamento delle liberalizzazioni e della stipula di accordi di libero scambio. La contemporanea tendenza ad una regionalizzazione delle catene globali del valore, seguita ad un riposizionamento delle economie già *cost saving*, soprattutto asiatiche, ha spinto molti autori a parlare della fine dell'epoca d'oro della globalizzazione.

La *New Digital Economy* può incidere su queste dinamiche in maniera dicotomica. Se da un lato, infatti, essa possiede il potenziale per frammentare ulteriormente le produzioni¹⁰, dall'altro potrebbe erodere i vantaggi comparati dei Paesi emergenti e in via di sviluppo, favorendo così un avvicinamento delle manifatture ai Paesi OECD. La crescente automazione, sia nelle economie sviluppate che in quelle emergenti¹¹, sta al tempo stesso (UNCTAD 2017) promuovendo la formazione di sistemi di produzione e catene di valore regionali (cooperazione Sud-Sud).

Molto dipende, ovviamente, dai settori industriali coinvolti. La concentrazione di robot nell'*automotive* e nell'elettronica dimostra quanto sia alta la posta in gioco, poiché forti investimenti in robot potrebbero rendere queste attività molto esposte al *reshoring*. In altri settori, invece (come ad esempio il tessile e la moda), i robot non hanno ancora fatto grandi incursioni e non si prevede che possano farne a breve (UNCTAD 2017).

¹⁰ In realtà le analisi più accreditate (Unctad 2017) prevedono che la nuova ondata di frammentazione si concentrerà prevalentemente sui servizi, producendo una ulteriore redistribuzione di compiti tra Paesi sviluppati, emergenti e in via di sviluppo.

¹¹ Le economie emergenti stanno fortemente puntando sull'automazione per compensare l'aumento dei salari, migliorare la qualità dei prodotti e posizionarsi nelle attività a maggior valore aggiunto della catena del valore. Solo per citare qualche esempio, la Corea nel 2014 ha varato il *Second Five Year Master Plan for the intelligent robot industry*. La Cina, attraverso il suo *Action Plan "Made in China 2025"*, ambisce a trasformarsi da un'economia *manufacturing-driven* ad una *innovation-driven*, con la robotica come fattore chiave di sviluppo, mentre la Thailandia incoraggia l'uso delle tecnologie avanzate attraverso il programma "Thailand 4.0"

In effetti, la possibilità di dispiegare robot nella produzione industriale dipende essenzialmente da fattori di natura tecnico-economica e geografico-localizzativa.

Innanzitutto, almeno per il momento, non tutte le funzioni sono facilmente automatizzabili. Inoltre, alcune di esse possono essere sostituite solo da sistemi di robotica molto avanzati con una vasta gamma di funzioni, ancora troppo costosi. Anche in questo caso, si tratta di un fattore modificabile nel tempo, poiché robot industriali più performanti dovrebbero essere in grado di automatizzare, a un costo inferiore, un numero crescente di funzioni.

La localizzazione geografica costituisce un altro elemento importante, poiché nelle industrie situate nelle economie emergenti il punto di flessione, ovvero il momento in cui i robot diventano più convenienti in termini di costi rispetto al lavoro umano, si colloca, *ceteris paribus*, più avanti nel tempo¹².

I risultati di un recente lavoro dell'OECD (2018) mostrano, relativamente agli anni 2010-2014 (cioè un periodo caratterizzato da un rapido incremento degli investimenti in robotica) un'associazione negativa tra adozione di robot industriali nelle economie sviluppate e crescita dell'*offshoring*. In particolare, una crescita del 10% dello stock di robot sembra portare a una decrescita delle delocalizzazioni dello 0,54%.

È interessante notare che questa associazione negativa si rafforza con l'aumentare dell'intensità di lavoro delle industrie, suggerendo che la robotica contribuisce ad ostacolare la delocalizzazione di attività particolarmente *labour intensive* e a mantenere le attività di produzione nelle economie sviluppate, aiutando a compensare il maggiore costo del lavoro.

Secondo lo stesso studio, gli investimenti in robot non sembrano invece possedere un potenziale abbastanza dirompente da innescare veri e propri fenomeni di *reshoring*, riportando nelle economie sviluppate attività già delocalizzate. Inoltre, i casi di riavvicinamento, essendo caratterizzati da rilevanti investimenti in capitale, hanno inciso solo marginalmente sulla creazione di posti di lavoro (che peraltro si sono concentrati in attività altamente qualificate, come argomentano De Backer et al. 2016). Ciò significa che il numero di posti di lavoro che "ritornano" insieme alle produzioni automatizzate non sarà mai pari a quelli precedentemente delocalizzati.

Nelle economie più mature, inoltre, mancano le reti di fornitura che alcuni Paesi in via di sviluppo hanno costruito per poter completare le attività di assemblaggio. E mentre il differenziale di costo del lavoro rimane importante, anche se non più discriminante, nelle deci-

¹² L'Unctad (2017) stima che il punto di flessione si raggiunge quando i robot arrivano a costare il 15% in meno all'ora rispetto al lavoro umano.

sioni di localizzazione, fattori inerenti alla domanda, come la dimensione e il trend di crescita dei mercati locali, stanno via via acquisendo maggiore rilevanza.

Di conseguenza, l'era delle delocalizzazioni non sembra ancora finita, ed è probabile che nei prossimi decenni conviveranno tendenze differenti. Anziché *reshoring* o *backshoring*, sembra ormai più opportuno parlare di *right* o *best shoring* (Carmel et al. 2007; Joubioux et al. 2016). La scelta della migliore localizzazione farà sì che molte aziende che nei decenni passati hanno spostato la produzione in Paesi emergenti, come la Cina, vi resteranno per poter accedere alla crescente domanda locale. Sembra pertanto altamente improbabile il rimpatrio di produzioni di manufatti ad alta intensità di manodopera destinati ai mercati in rapida crescita dei grandi Paesi in via di sviluppo che hanno saputo sviluppare network di produzione nazionali.

È verosimilmente troppo presto per comprendere la reale entità di tali cambiamenti. Gli investimenti in robot sono cresciuti in modo significativo ma soltanto recentemente, e ci si può aspettare che i potenziali impatti vengano a manifestarsi solo negli anni a venire.

I dati disponibili sono ancora incompleti e danno conto dello stock di robot esistente ma non delle loro performance, in continua evoluzione. Inoltre, i robot industriali rappresentano solo una parte della più ampia rivoluzione digitale attualmente in atto. Tecnologie come *Internet of Things* o l'intelligenza artificiale sono attività complementari in cui le aziende dovranno comunque investire per avvantaggiarsi in modo ottimale dei propri investimenti in robotica, amplificando in tal modo i benefici dell'automazione. Nonostante tali limiti, è indubbio tuttavia che la crescente automazione della produzione manifatturiera stia aprendo nuove, interessanti prospettive di studio alla geografia economica.

Riferimenti bibliografici

- Acemoglu, D., Restrepo, P. (2018). Robots and Jobs: Evidence from US Labor Markets. *NBER Working Paper*, 23 (285), 1-62.
- Audretsch, D.B., P. Feldman, M. P. (1996). R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. *The American Economic Review*, 86 (3), 630-640.
- Bissel, D., Del Casino, V.J (2017). Whither labor geography and the rise of the robots? *Social and Cultural Geography*, 18 (3), 435-442.
- Bonvillian, W. (2012). Reinventing American Manufacturing: The Role of Innovation. *Innovations*, 7 (3), 97-125.
- Carmel, E., Abbot, P. (2007). Why Nearshore Means that Distance Matters. *Communications of the ACM*, 50 (10), 40-46.
- De Backer, K., Menon, C., Desnoyers-James, I., Moussiégt, L. (2016). Reshoring: myth or reality? *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, 27, OECD Publishing, Paris.
- Feldman, M. P, Massard, N. (2002). *Institutions and Systems in the Geography of Innovation*. Springer, NY.
- Frey, C., Osborne, M. (2013). The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? *Oxford working Papers*, Oxford Martin Programme on Technology and Employment.
- Graetz, G., Michaels, G. (2015). Robots at work. *CEP Discussion Paper*, 1335, 2-56.
- International Federation of Robotics (IFR) (2017). *The impact of robots on productivity, employment and jobs*. Positioning Paper.
- International Federation of Robotics (IFR) (2018). *Robot density rises globally*. Press release, <https://ifr.org/free-downloads>.
- International Property Office (IPO) (2014). *Eight great technologies. Robotics and autonomous systems a patent overview*. Report.
- Joubioux, C., Vanpoucke, E. (2016). Towards right-shoring: a framework for off-and re-shoring decision making. *Operations Management Research*, 9 (3-4), 117-132.
- Keisner, A., Raffo, J., Wunsch-Vincent, S. (2016). *Robotics: breakthrough technologies, innovation, intellectual property*. World Intellectual Property Organization (WIPO) Report.
- Lazzeroni, M. (2004). *Geografia della conoscenza e dell'innovazione tecnologica*. Milano, FrancoAngeli.
- Malecki, E. J. (2008). The Economic Geography of Innovation. *Economic Geography*, 84 (2), 239-240.
- Markowsky, E. (May 10, 2012). Welcome to the Virtual Factory: American Manufacturing in the 21st Century. *ILP Institute Insider*, <http://ilp.mit.edu/newsstory.jsp?id=18006>
- OECD (2018). *Industrial robotics and the global organisation of production*. OECD Science, Technology and Industry Working Papers.
- OECD (2017). *The Future of Global Value Chains: Business as usual or A New Normal*, OECD STI Policy Paper, 2017, 41.

United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) (2016). *Robots and industrialization in developing countries*. Policy Brief.

UNCTAD (2016). *Trade and Development Report 2016*.

UNCTAD (2017). *The «new» digital economy and development*. Technical Notes In ICT for Development, 8.

UNCTAD (2017). *World Investment Report 2017*, https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/wir2017_en.pdf.

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) (2017). *Industrial Development Report. Demand for Manufacturing: Driving Inclusive and Sustainable Industrial Development*.

United Nations (UN) (2018). *World Situation and Economics Prospects 2018*. New York.

World Bank (2016). *World Development Report 2016: Digital Dividends*. Washington, D.C.

World Robotics (2018). *World Robotics 2017. Industrial Robot*, <https://ifr.org/free-downloads>.