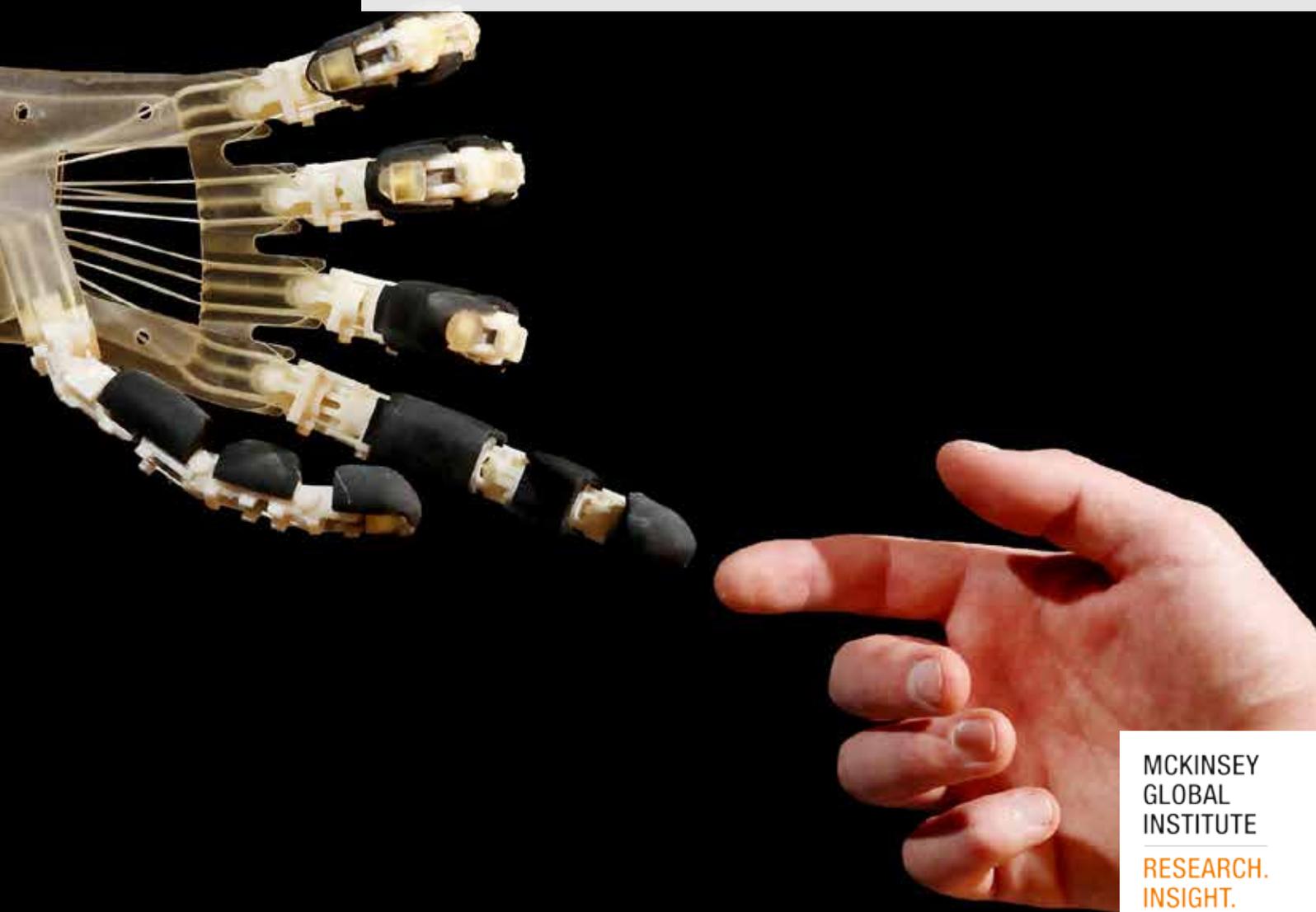


**MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE**

# **UN FUTURO CHE FUNZIONA: AUTOMAZIONE, OCCUPAZIONE E PRODUTTIVITÀ**

GENNAIO 2017

**SINTESI**



**MCKINSEY  
GLOBAL  
INSTITUTE**

**RESEARCH.  
INSIGHT.  
IMPACT.**





# UN FUTURO CHE FUNZIONA: AUTOMAZIONE, OCCUPAZIONE E PRODUTTIVITÀ

GENNAIO 2017



James Manyika | San Francisco

Michael Chui | San Francisco

Mehdi Miremadi | Chicago

Jacques Bughin | Brussels

Katy George | New Jersey

Paul Willmott | London

Martin Dewhurst | London

## IN BREVE

# UN FUTURO CHE FUNZIONA: AUTOMAZIONE, OCCUPAZIONE E PRODUTTIVITÀ

I progressi nel settore della robotica, dell'intelligenza artificiale e dell'apprendimento automatico (machine learning), ci stanno accompagnando verso una nuova era dell'automazione, dove le macchine hanno prestazioni analoghe o addirittura superiori a quelle dell'uomo in una serie di operazioni, incluse quelle che richiedono capacità cognitive. All'interno di questo report, che è il frutto delle nostre continue ricerche nel campo del futuro del lavoro, analizzeremo il potenziale di automazione dell'economia, i fattori che determineranno il ritmo e la portata della sua adozione sul posto di lavoro e l'impatto economico associato a tale potenziale.

- L'automazione delle attività può consentire alle aziende di migliorare le loro performance riducendo gli errori e migliorando qualità e velocità, raggiungendo in alcuni casi risultati che vanno oltre le capacità umane. L'automazione contribuisce anche alla produttività, come è sempre stato nella storia. In un momento in cui crescita e produttività non prosperano, questo potrebbe dare nuovo slancio alla crescita economica e alla ricchezza e contribuire a compensare l'impatto del declino della popolazione in età lavorativa in molti Paesi. In base al nostro modello di scenario, si stima che l'automazione potrebbe aumentare la crescita globale annua della produttività dallo 0,8% all'1,4% .
- Quasi la metà delle attività che nell'economia globale ha un valore vicino ai \$13 trilioni ha il potenziale per essere automatizzata attraverso un adattamento delle attuali tecnologie, come rivelato da un'analisi svolta su oltre 2.000 attività lavorative suddivise fra 800 occupazioni. Se meno del 5% di tutte le occupazioni può essere interamente automatizzato con le tecnologie disponibili, circa il 60% delle occupazioni include almeno un 30% di attività che potrebbero essere automatizzate. Il numero di occupazioni destinate a cambiare è superiore rispetto a quelle che verranno automatizzate.
- Le attività maggiormente automatizzabili sono quelle fisiche svolte in ambienti altamente strutturati e prevedibili, ma anche quelle che comportano la raccolta e l'elaborazione di dati. Negli Stati Uniti, queste attività costituiscono il 51% dei lavori svolti nel settore economico e hanno un valore pari a quasi \$2,7 trilioni in stipendi. Esse sono diffuse per lo più nel settore manifatturiero, dell'ospitalità, della ristorazione e del commercio al dettaglio, e includono alcune professioni che richiedono competenze medie.
- Fattori tecnici, economici e sociali determineranno la velocità e la portata dell'automazione. Il progresso tecnico continuo, ad esempio in aree come l'elaborazione del linguaggio naturale, è un fattore determinante. Oltre alla fattibilità tecnica, a determinare la velocità e la portata dell'automazione saranno il costo delle tecnologie, la concorrenza della forza lavoro, incluse le rispettive competenze, l'andamento della domanda e dell'offerta, i vantaggi a livello di performance, incluso il risparmio sul costo della manodopera, e l'accettazione del fenomeno a livello sociale e normativo. I nostri scenari lasciano presagire che la metà delle attività lavorative di oggi potrebbero essere automatizzate entro il 2055, ma anche 20 anni prima o dopo, in base a una serie di fattori e ad altre condizioni economiche più ampie.
- Sarà necessario che le persone continuino a lavorare accanto alle macchine per garantire la crescita del PIL pro capite cui aspirano tutti i Paesi del mondo. Secondo le nostre stime riguardo alla produttività, le persone che saranno sostituite dalle macchine troveranno un'altra occupazione. Il cambiamento previsto in termini di attività e manodopera avrà la stessa portata del declino dell'agricoltura nel lungo periodo e del calo delle attività manifatturiere negli Stati Uniti, fenomeni entrambi accompagnati dalla creazione di nuove occupazioni non previste all'epoca.
- Per le aziende, i vantaggi dell'automazione in termini di performance sono evidenti, ma a livello politico emergono questioni più difficili. È necessario che la politica accolga l'opportunità per l'economia di beneficiare del potenziale di crescita della produttività e adotti politiche che incoraggino gli investimenti o introducano incentivi di mercato per favorire il progresso e l'innovazione continua. Allo stesso tempo, la politica deve evolversi per aiutare i lavoratori e le istituzioni ad adattarsi all'impatto previsto sull'occupazione. Probabilmente questo comporterà una revisione dei percorsi educativi e formativi, un sostegno al reddito e alle reti di sicurezza, oltre che un sostegno alla reintegrazione del personale dislocato. Sul posto di lavoro occorrerà lavorare a più stretto contatto con le macchine, che faranno parte delle attività quotidiane, e acquisire le nuove competenze richieste nell'era dell'automazione.

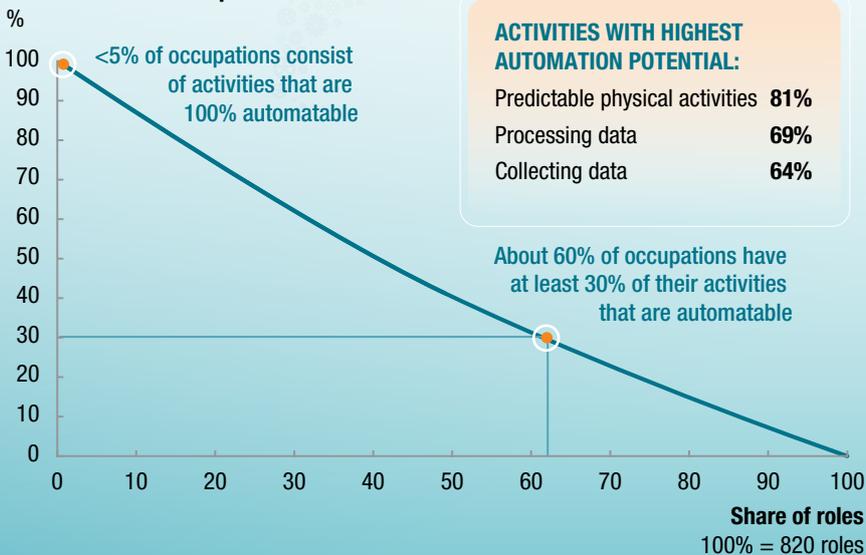
# AUTOMATION

A global force that will transform economies and the workforce

Technical automation potential by adapting currently demonstrated technologies

While few occupations are fully automatable, 60 percent of all occupations have at least 30 percent technically automatable activities

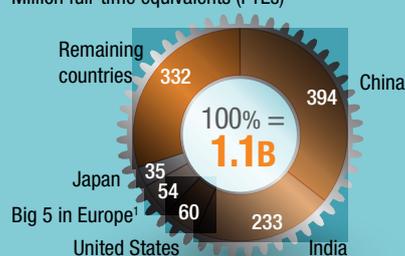
## Technical automation potential



## Wages associated with technically automatable activities



## Labor associated with technically automatable activities

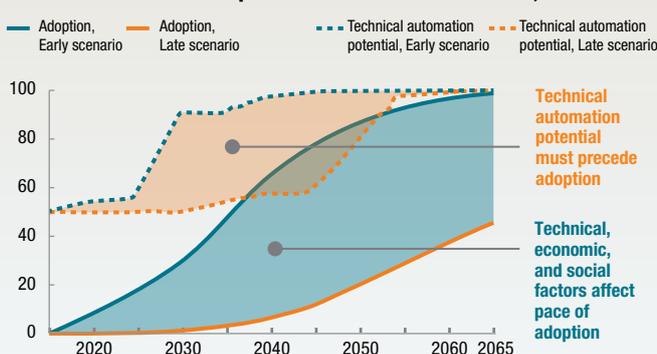


<sup>1</sup> France, Germany, Italy, Spain, and the United Kingdom.

## Five factors affecting pace and extent of adoption

- 1 TECHNICAL FEASIBILITY**  
Technology has to be invented, integrated, and adapted into solutions for specific case use
- 2 COST OF DEVELOPING AND DEPLOYING SOLUTIONS**  
Hardware and software costs
- 3 LABOR MARKET DYNAMICS**  
The supply, demand, and costs of human labor affect which activities will be automated
- 4 ECONOMIC BENEFITS**  
Include higher throughput and increased quality, alongside labor cost savings
- 5 REGULATORY AND SOCIAL ACCEPTANCE**  
Even when automation makes business sense, adoption can take time

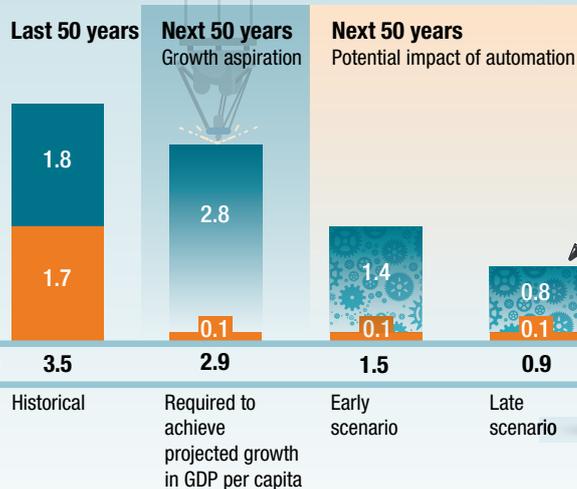
## Scenarios around time spent on current work activities, %



## Automation will boost global productivity and raise GDP

G19 plus Nigeria

- Productivity growth, %**  
Automation can help provide some of the productivity needed to achieve future economic growth
- Employment growth, %**  
will slow drastically because of aging





# SINTESI

L'automazione non è un fenomeno nuovo, e le domande riguardo alle sue promesse e ai suoi effetti accompagnano da tempo i suoi progressi.

Oltre 50 anni fa, il Presidente degli Stati Uniti Lyndon B Johnson costituì una commissione nazionale il cui compito era quello di esaminare l'impatto della tecnologia sull'economia e sull'occupazione, dichiarando che l'automazione non doveva distruggere posti di lavoro, ma, affermava: "può diventare un alleato per la nostra prosperità, se guardiamo avanti."<sup>1</sup>

Molte di quelle domande sono riemerse oggi dinanzi ai notevoli progressi che la tecnologia ha fatto recentemente, dalla robotica all'intelligenza artificiale (AI) fino all'apprendimento automatico (machine learning). Oggi l'automazione ha il potenziale per cambiare le attività lavorative quotidiane di qualunque lavoratore: dai minatori ai giardinieri-paesaggisti, dai bancari agli stilisti di moda, fino ai saldatori e ai CEO di aziende. Ma con che velocità queste tecnologie diventeranno realtà sul posto di lavoro? E quale sarà il loro impatto sull'occupazione e sulla produttività nell'economia globale?

Negli ultimi due anni abbiamo svolto un programma di ricerca sulle tecnologie per l'automazione e i loro potenziali effetti. Riassumiamo di seguito alcuni dei risultati più importanti.

- Viviamo nella nuova era dell'automazione, in cui robot e computer non solo possono svolgere una serie di mansioni fisiche di routine in modo migliore e a costo inferiore rispetto agli esseri umani, ma sono sempre più in grado di svolgere attività che richiedono abilità cognitive. Rientrano fra queste l'espressione di taciti giudizi, la percezione di emozioni e persino la guida, attività che si credevano troppo difficili per poter essere automatizzate con successo.<sup>2</sup>
- L'automatizzazione delle attività può favorire la crescita della produttività e garantire altri vantaggi sia a livello individuale che a livello aziendale, ma anche a un livello economico più generale, dove l'accelerazione della produttività è un'estrema esigenza, soprattutto di fronte al continuo declino, in molti Paesi, della popolazione in età lavorativa. A livello microeconomico, ovunque le aziende potranno godere dei benefici e acquisire il vantaggio competitivo offerto dalle tecnologie per l'automazione, non solo in termini di riduzione del costo della manodopera, ma anche in termini di miglioramento delle performance, aumento della produttività, miglioramento della qualità e riduzione dei tempi passivi. A livello macroeconomico, secondo il nostro scenario, stimiamo che l'automazione potrebbe aumentare la crescita della produttività su base globale fra lo 0,8% e l'1,4% annuo.
- Il nostro approccio all'analisi dell'impatto potenziale dell'automazione passa in rassegna le singole attività piuttosto che le occupazioni. Date le tecnologie oggi disponibili, pochissimi lavori (meno del 5%) potrebbero essere interamente automatizzati; il che significa che tutte le attività che li compongono sono automatizzate. Tuttavia, quasi tutte le occupazioni hanno un potenziale di automatizzazione parziale, per cui una buona percentuale di queste potrebbe essere automatizzata. Si stima che circa la metà di tutte le attività retribuite svolte dalla popolazione attiva mondiale possa essere automatizzata adattando la tecnologia esistente.

---

<sup>1</sup>. Il Presidente Johnson ha firmato la proposta di legge che ha istituito la Commissione Nazionale sulla Tecnologia, l'Automazione e il Progresso Economico il 19 agosto 1964. Il report è stato pubblicato nel 1966. *Technology and the American economy: Report of the National Commission on Technology, Automation and Economic Progress, US Department of Health, Education and Welfare*, febbraio 1966. Nel dicembre 2016, la Casa Bianca ha pubblicato un nuovo report sullo stesso argomento dal titolo *Artificial intelligence, automation, and the economy*.

<sup>2</sup>. In questo report ci soffermiamo sulle implicazioni delle tecnologie per l'automatizzazione piuttosto che sulle tecnologie stesse. Per una discussione più dettagliata sul machine learning si rimanda al capitolo corrispondente del volume *The age of analytics: Competing in a data-driven world*, McKinsey Global Institute, dicembre 2016.

- Il ritmo e la portata con cui si arriverà all'automazione, e dunque il relativo impatto sulla forza lavoro, varieranno in base alle attività, alle occupazioni, ai salari e ai livelli di qualifica. Molti lavoratori continueranno a operare accanto alle macchine, in quanto svariate attività saranno automatizzate. Fra le attività che probabilmente verranno automatizzate prima vi sono le **attività fisiche prevedibili**, diffuse soprattutto nel settore manifatturiero e del commercio al dettaglio, ma anche quelle che comportano la raccolta e l'elaborazione dei dati, che toccano una serie di settori, competenze e livelli salariali. Alcune forme di automazione varieranno in base alle competenze e tenderanno ad aumentare la produttività per i lavoratori altamente qualificati pur riducendo la domanda di occupazioni con basse competenze e routine intensa, come nel caso di archivisti e operai su linee di assemblaggio.<sup>3</sup> In altri ambiti l'automazione ha avuto effetti sproporzionati sui lavoratori con livello di qualifica medio.<sup>4</sup> Se gli sviluppi tecnologici rendono le attività di lavoratori scarsamente e altamente qualificati più suscettibili di essere automatizzate, questi effetti di polarizzazione potrebbero essere ridotti.
  
- L'automazione avrà numerosi effetti che riguarderanno svariate aree geografiche e settori. Sebbene si tratti di un fenomeno globale, quattro economie (Cina, India, Giappone e gli Stati Uniti) rappresentano oltre la metà dei salari totali e quasi i due terzi dei dipendenti che svolgono mansioni tecnicamente automatizzabili attraverso un adattamento delle tecnologie disponibili. Nei singoli Paesi, il potenziale di automatizzazione subirà gli effetti del mix di settori e del mix di attività all'interno di ogni settore. Il settore manifatturiero e quello agricolo, ad esempio, comprendono attività fisiche prevedibili con un elevato potenziale tecnico di automazione, ma il basso livello dei salari in alcuni Paesi in via di sviluppo potrebbe limitarne l'adozione.
  
- L'automatizzazione non avverrà da un giorno all'altro, e il ritmo e la portata della sua introduzione saranno influenzati da cinque fattori chiave. In primo luogo la fattibilità tecnica, dal momento che la tecnologia deve essere inventata, integrata e adattata in soluzioni che possano automatizzare determinate attività. In secondo luogo, il costo dello studio e dello sviluppo di soluzioni, che ha un impatto sulla loro adozione a livello aziendale. In terzo luogo, le dinamiche del mercato del lavoro, inclusa la domanda, l'offerta e il costo della manodopera, in alternativa all'automazione. In quarto luogo, i vantaggi economici, che potrebbero includere un aumento della produttività e un miglioramento della qualità, oltre che un risparmio sul costo della manodopera. Infine, l'accettazione a livello normativo e sociale potrebbe avere un impatto sulla velocità di adozione, anche se questa è ragionevole, a livello di business. Sulla base di tutti questi fattori, stimiamo che ci vorranno diversi decenni prima che gli effetti dell'automazione sulle attuali attività lavorative possano essere del tutto visibili. Mentre gli effetti dell'automazione potrebbero essere lenti a livello macro, nei diversi settori e nelle varie economie, gli stessi potrebbero essere piuttosto veloci a livello micro, per i singoli lavoratori che assisteranno all'automatizzazione delle loro attività, o per le aziende che subiranno gli effetti della concorrenza che sfrutta l'automazione.
  
- Se gran parte dell'attuale dibattito sull'automazione si concentra sul relativo potenziale per la disoccupazione di massa, sulla base della previsione di un surplus di manodopera, l'economia mondiale di fatto avrà bisogno di ogni singolo essere umano, insieme ai robot, per far fronte alla tendenza di invecchiamento demografico sia nelle economie sviluppate che in quelle in via di sviluppo. In altre parole, è molto più improbabile che si verifichi un eccesso di manodopera piuttosto che un deficit di manodopera, a meno che l'automazione non venga ampiamente sviluppata. Tuttavia, la natura del lavoro cambierà. L'automatizzazione delle singole attività cambierà i processi e le persone si troveranno a svolgere mansioni complementari rispetto a quelle delle macchine (e viceversa). Questi cambiamenti avranno effetti sull'organizzazione aziendale, sulla struttura e sulle basi della concorrenza, così come sui modelli di business.

---

<sup>3</sup> Per un approfondimento riguardo ai cambiamenti tecnici basati e non basati sulle competenze si rimanda a David H. Autor, Frank Levy, e Richard J. Murnane, "The skill content of recent technological change: An empirical explanation," *Quarterly Journal of Economics*, novembre 2003, e Daron Acemoglu e David H. Autor, "Skills, tasks, and technologies: Implications for employment and earnings," in *Handbook of Labor Economics*, volume 4B, David Card and Orley Ashenfelter, ed., Elsevier, 2011.

<sup>4</sup> David H. Autor, "Why are there still so many jobs? The history and future of workplace automation," *Journal of Economic Perspectives*, volume 29, numero 3, 2015.

- Per le aziende, i vantaggi dell'automazione in termini di performance sono evidenti, ma a livello politico emergono questioni più difficili. È necessario che la politica accolga l'opportunità per l'economia di beneficiare della potenziale crescita della produttività e adotti politiche che incoraggino gli investimenti o introducano incentivi di mercato per favorire il progresso e l'innovazione continua. Allo stesso tempo, la politica deve evolversi per aiutare i lavoratori e le istituzioni ad adattarsi all'impatto previsto sull'occupazione. Probabilmente questo comporterà una revisione dei percorsi educativi e formativi, un sostegno al reddito e delle reti di sicurezza, oltre che un sostegno alla reintegrazione del personale dislocato. Sul posto di lavoro occorrerà lavorare a più stretto contatto con le macchine, che faranno parte delle attività quotidiane, e acquisire le nuove competenze richieste nell'era dell'automazione.

La portata dei cambiamenti che potranno essere introdotti nel corso dei decenni con le tecnologie dell'automazione è simile a quella dei cambiamenti a lungo termine che la tecnologia ha favorito nei Paesi in via di sviluppo con l'abbandono dell'agricoltura nel XX secolo. Quei cambiamenti non avevano causato una disoccupazione di massa nel lungo periodo, in quanto erano stati accompagnati dalla creazione di nuove occupazioni non previste all'epoca. Non possiamo stabilire con certezza se anche questa volta si manterrà il precedente storico, ma la nostra analisi dimostra che la forza lavoro richiederà ancora l'uomo: secondo le nostre stime l'aumento totale della produttività sarà garantito solo se l'uomo lavorerà accanto alle macchine.

### VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DELL'AUTOMAZIONE NELL'ATTUALE SCENARIO LAVORATIVO GLOBALE

Il termine "robot"<sup>5</sup> fu coniato dallo scrittore ceco Karel Capek quasi un secolo fa. Venne infatti usato per la prima volta nel 1920 in un'opera sugli androidi delle fabbriche in grado di svolgere il lavoro di due umani e mezzo a un costo inferiore. Da allora la fantascienza è diventata un fatto di business. I robot sono comuni nel settore manifatturiero e gli algoritmi hanno un ruolo ancora più rilevante per aziende come UPS e Amazon.<sup>6</sup> Grazie ai recenti sviluppi in robotica, intelligenza artificiale e apprendimento automatico (machine learning), le tecnologie non solo fanno cose che si pensava fossero possibili solo per gli esseri umani, ma possono addirittura farle con livelli di performance sempre maggiori. Alcuni robot sono molto più flessibili (e costano molto meno) di quelli usati oggi nel settore manifatturiero e possono essere "istruiti" dal personale a svolgere mansioni che si ritenevano troppo difficili per le macchine, iniziano persino a svolgere attività nell'ambito dei servizi, dalla preparazione di hamburger alla distribuzione di farmaci nelle farmacie ospedaliere. Anche l'intelligenza artificiale fa passi da gigante: in un test recente, i computer sono riusciti a leggere il labiale con una precisione al 95%, superiore a quella di lettori di labbra professionisti, che hanno raggiunto un 52% di precisione.<sup>7</sup>

Abbiamo utilizzato la tecnologia disponibile nell'ambito di 18 capacità di performance per stimare il potenziale di automazione tecnica di oltre 2.000 attività lavorative e più di 800 occupazioni nell'economia statunitense, per poi estendere la nostra analisi all'economia globale (cfr. Box E1, "Come calcolare il potenziale di automazione tecnica dell'economia globale").

---

5. La parola "robot" viene dallo slavo "robota", che significa "lavoro". Karel Capek, R.U.R. (Rossum's Universal Robots), 1920. L'opera è disponibile su [www.gutenberg.org](http://www.gutenberg.org).

6. Steven Rosenbush e Laura Stevens, "At UPS, the algorithm is the driver," Wall Street Journal, 16 febbraio 2015. Con l'aiuto dei robot i dipendenti di Amazon sono in grado di triplicare la quantità di prodotti prelevati e imballati in un'ora. Eugene Kim, "Amazon is now using a whole lot more of the robots from the company it bought for \$775 million," Business Insider, 22 ottobre 2015; Kim Bhasin e Patrick Clark, "How Amazon triggered a robot arms race," Bloomberg, 29 giugno 2016.

7. Hal Hodson, "Google's DeepMind AI can lip-read TV shows better than a pro," New Scientist, 21 novembre 2016.

## Box E1. Come calcolare il potenziale di automazione tecnica dell'economia globale

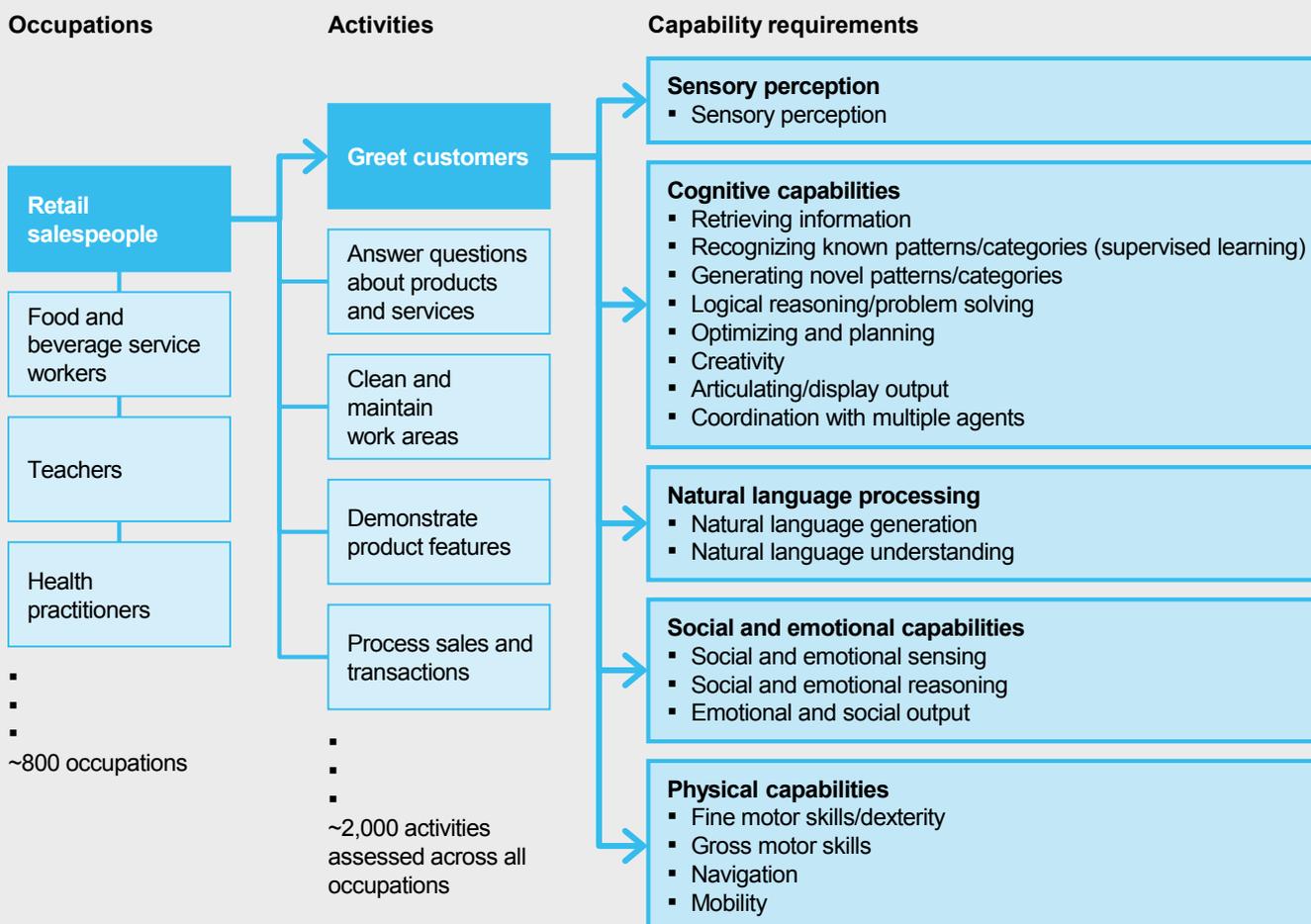
Per valutare il potenziale di automazione tecnica dell'economia globale abbiamo disaggregato le occupazioni nelle rispettive attività costituenti che vengono retribuite a livello globale. Ciascuna di tali attività richiede una certa combinazione delle 18 capacità di performance, che abbiamo elencato nel Grafico E1. Queste sono suddivise in cinque categorie: percezione sensoriale, capacità cognitive, elaborazione naturale del linguaggio, capacità sociali ed emotive e capacità fisiche. Abbiamo stimato il livello di performance per ognuna di queste capacità, richieste per eseguire con successo ciascuna delle attività lavorative, in base al modo in cui attualmente tali attività vengono svolte dall'uomo, ovvero verificando se la capacità in questione è effettivamente richiesta e, in caso positivo, se il livello di performance richiesto è vicino alla media, al di sotto della media o al di sopra della media della performance dell'uomo (es. 25° percentile in alto). Dopodiché abbiamo valutato la performance delle tecnologie attualmente disponibili sulla base degli stessi criteri.

L'analisi ci ha permesso di stimare il potenziale di automazione tecnica di oltre 2.000 attività lavorative e oltre 800 occupazioni economiche sulla base dei dati forniti dal US Department of Labor. Calcolando il tempo impiegato per svolgere ognuna di queste attività siamo riusciti a stimare il potenziale di automazione delle occupazioni nei vari settori dell'economia facendo un confronto con i livelli di salario orario. Con l'aiuto di esperti del settore siamo inoltre riusciti a sviluppare degli scenari che indicassero con quale velocità potrebbe migliorare la performance delle tecnologie di automazione per ognuna di queste capacità.

L'analisi che abbiamo svolto per gli Stati Uniti ci ha fornito un modello per la stima del potenziale di automazione e per la creazione di scenari temporali di adozione per altre 45 economie, ovvero l'80% circa della forza lavoro globale. Per maggiori dettagli riguardo al nostro metodo, si rimanda all'Appendice tecnica.

GRAFICO E1

To assess the technical potential of automation, we structure our analysis around 2,000 distinct work activities



SOURCE: McKinsey Global Institute analysis

**Solo una piccola percentuale di tutte le occupazioni può essere interamente automatizzata con le tecnologie disponibili, ma in quasi tutte le occupazioni alcune attività potrebbero essere automatizzate.**

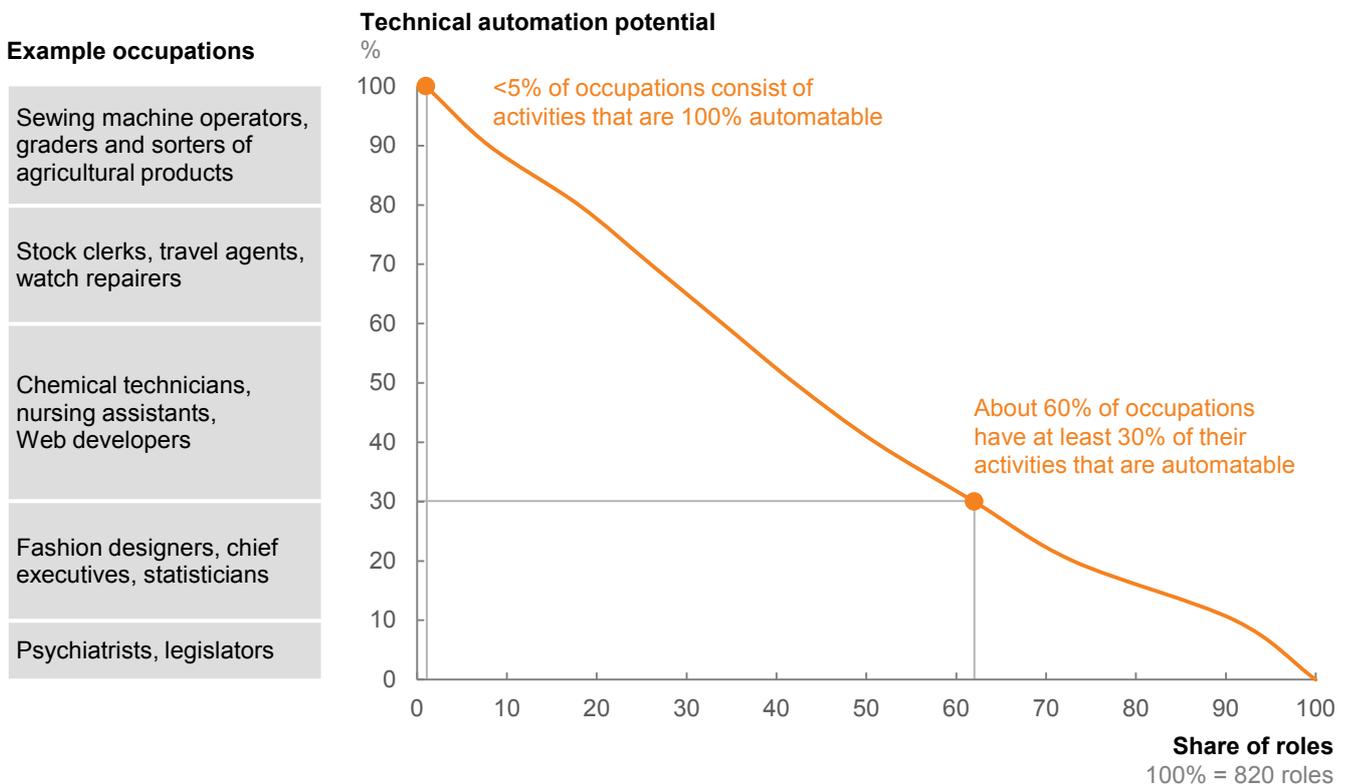
A differenza di altri studi, la nostra analisi si è concentrata sulle attività lavorative piuttosto che sulle occupazioni in generale. Riteniamo che le attività lavorative siano uno strumento di misura più pertinente e utile in quanto le occupazioni includono una serie di attività con potenziale di automazione diverso. Ad esempio, un commesso dedicherà del tempo all'interazione con i clienti, all'allestimento degli scaffali e alle operazioni di cassa. Ognuna di queste attività è diversa e richiede capacità differenti perché abbia successo.

Complessivamente, stimiamo che il 49% delle attività retribuite nell'economia globale abbia il potenziale di essere automatizzato adattando le tecnologie disponibili. Se meno del 5% di tutte le occupazioni può essere interamente automatizzato con le tecnologie disponibili, circa il 60% delle occupazioni include almeno un 30% di attività che potrebbero essere tecnicamente automatizzate. (Grafico E2). Mentre alcune categorie di attività. Ad esempio la raccolta e l'elaborazione dei dati o la gestione di macchinari in un ambiente prevedibile hanno un elevato potenziale tecnico di automatizzazione, tale potenziale è sensibilmente inferiore per altre attività fra cui la gestione delle relazioni con i soci, l'applicazione di competenze decisionali, di pianificazione e creative o la gestione e lo sviluppo del personale (Grafico E3).

**GRAFICO E2**

**While few occupations are fully automatable, 60 percent of all occupations have at least 30 percent technically automatable activities**

Automation potential based on demonstrated technology of occupation titles in the United States (cumulative)<sup>1</sup>



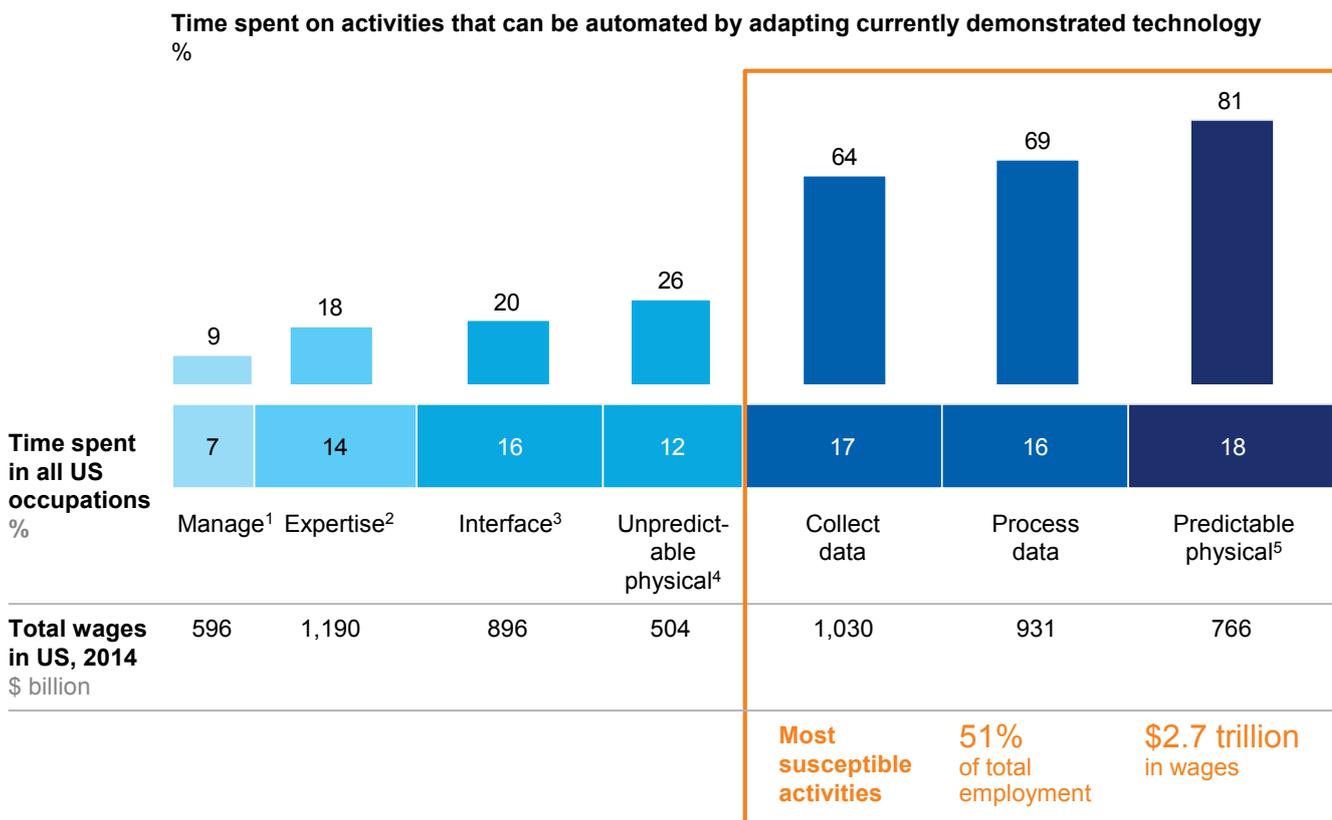
<sup>1</sup> We define automation potential according to the work activities that can be automated by adapting currently demonstrated technology.

SOURCE: US Bureau of Labor Statistics; McKinsey Global Institute analysis

8. Gli studi più recenti sull'impatto dell'automazione del lavoro si focalizzano sulle occupazioni. Si veda Carl Benedikt Frey e Michael A. Osborne, *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Oxford Martin School, 17 settembre 2013; *The future of jobs: Employment, skills, and workforce strategy for the fourth Industrial Revolution*, World Economic Forum, gennaio 2016.

GRAFICO E3

Three categories of work activities have significantly higher technical automation potential



- 1 Managing and developing people.
  - 2 Applying expertise to decision making, planning, and creative tasks.
  - 3 Interfacing with stakeholders.
  - 4 Performing physical activities and operating machinery in unpredictable environments.
  - 5 Performing physical activities and operating machinery in predictable environments.
- NOTE: Numbers may not sum due to rounding.

SOURCE: US Bureau of Labor Statistics; McKinsey Global Institute analysis

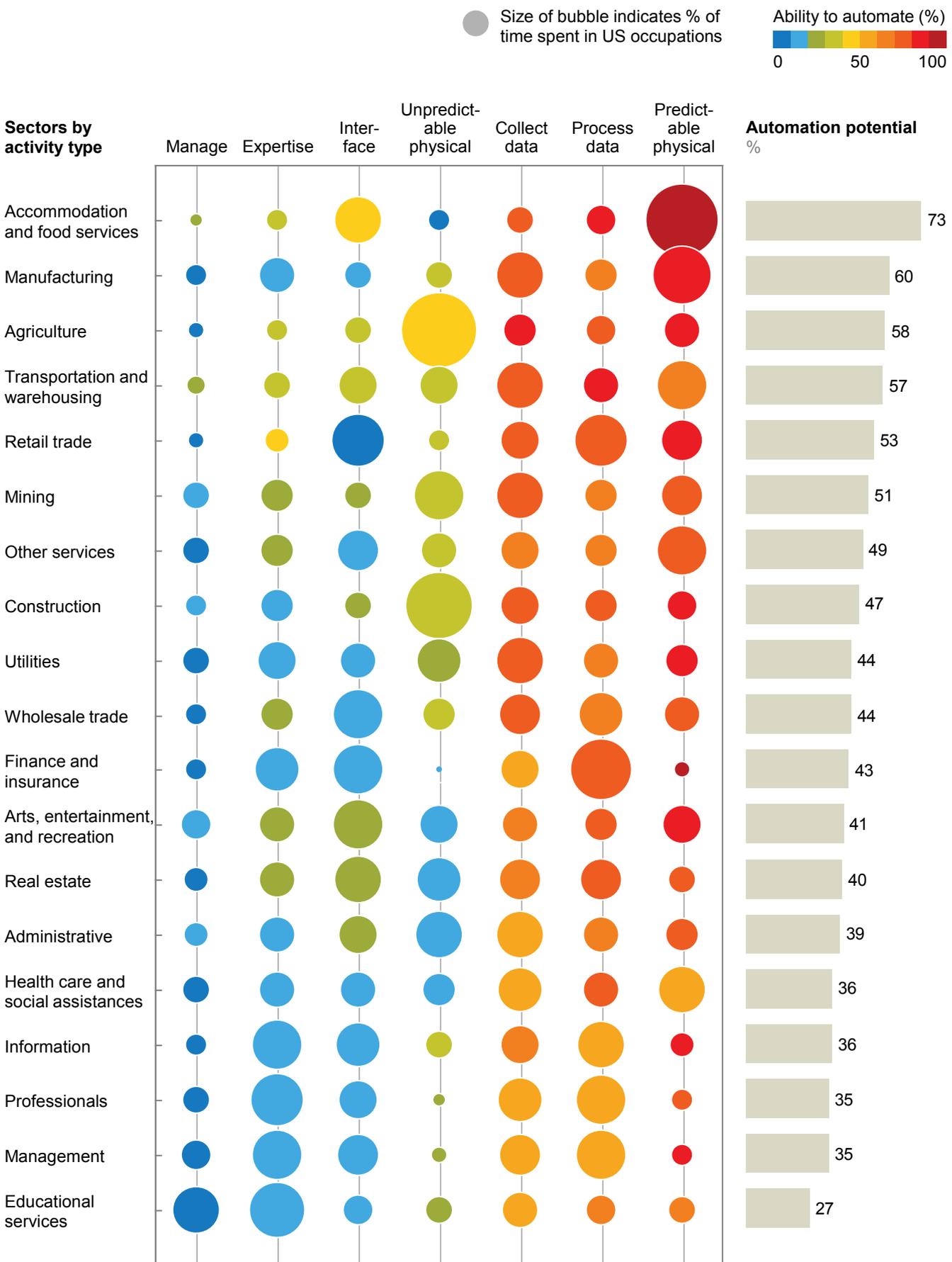
Il potenziale di automazione varia sensibilmente in base al settore e al Paese

Dalla nostra analisi emerge un livello di variabilità significativo fra i vari settori dell'economia e le diverse occupazioni all'interno di tali settori. Ad esempio, quasi un quinto del tempo trascorso sul posto di lavoro negli Stati Uniti comporta lo svolgimento di mansioni fisiche e ciò è prevalente in settori come quello manifatturiero e del commercio al dettaglio. Analogamente, questi settori hanno un elevato potenziale di automatizzazione sfruttando le attuali tecnologie. Il Grafico E4 illustra una serie di settori dell'economia statunitense suddivisi per categorie di attività.<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Per una mappa interattiva del potenziale di automazione nei vari settori dell'economia si veda <http://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/AutomationBySector/WhereMachinesCanReplaceHumans>.

GRAFICO E4

Technical potential for automation across sectors varies depending on mix of activity types



SOURCE: US Bureau of Labor Statistics; McKinsey Global Institute analysis

Anche all'interno dei singoli settori vi sono differenze significative. Nel settore manifatturiero, ad esempio, le occupazioni includono una grossa percentuale di attività fisiche in ambienti prevedibili, come nel caso dei saldatori o degli addetti al taglio nelle fabbriche, per cui il potenziale tecnico di automazione è superiore al 90% con l'adattamento delle tecnologie attualmente disponibili. Per gli addetti all'assistenza clienti, invece, questo potenziale scende a meno del 30%.

Mentre i livelli salariali e di competenze hanno una correlazione negativa con il potenziale tecnico di automazione (in media, le occupazioni con livelli salariali e requisiti di competenze superiori hanno un potenziale di automazione inferiore, cosa che riflette il bias delle competenze), un gran numero di variazioni è al di sotto della media. Fondamentalmente tutte le occupazioni, che prevedano competenze più o meno elevate, hanno un potenziale di automatizzazione, inclusa la professione del CEO; secondo le nostre stime, il 25% circa del lavoro del CEO potrebbe essere potenzialmente automatizzato, ad esempio l'attività di analisi dei report e dei dati per la presa di decisioni, la revisione dei report sull'andamento, la preparazione degli incarichi per il personale dipendente e così via.

A livello globale, le attività tecnicamente automatizzabili sono equivalenti a 1,1 miliardi di dipendenti per un valore in termini di salari di \$15,8 trilioni (Grafico E5). Quattro economie —Cina, India, Giappone e Stati Uniti—rappresentano poco più della metà di questi salari e dipendenti; insieme, Cina e India hanno il più elevato potenziale di automazione tecnica — in totale oltre 700 milioni di FTE— grazie alla dimensione relativa della loro forza lavoro. Anche in Europa il potenziale è grande: secondo la nostra analisi, 54 milioni di FTE e oltre \$1,7 trilioni in salari sono associati ad attività con potenziale tecnico di automazione nelle cinque maggiori economie (Francia, Germania, Italia, Spagna e Regno Unito).

La nostra analisi del potenziale tecnico di automazione nell'economia globale illustra una variabilità del 15% da Paese a Paese. Questa variabilità si deve a due fattori. Il primo è la struttura settoriale di ogni economia, ovvero la quota di ogni economia nazionale nel settore manifatturiero o dell'ospitalità e della ristorazione, entrambi con un elevato potenziale di automazione rispetto a settori con un potenziale inferiore come quello dell'istruzione. Il secondo fattore è la struttura occupazionale dei settori nei vari Paesi, ovvero la misura in cui, in tali settori, i lavoratori assumono ruoli con un potenziale di automazione elevato, come nella produzione manifatturiera, o più basso, come nel settore manageriale e amministrativo. Un quadro dettagliato di tutti e 46 i Paesi che abbiamo esaminato è disponibile online. <sup>10</sup>

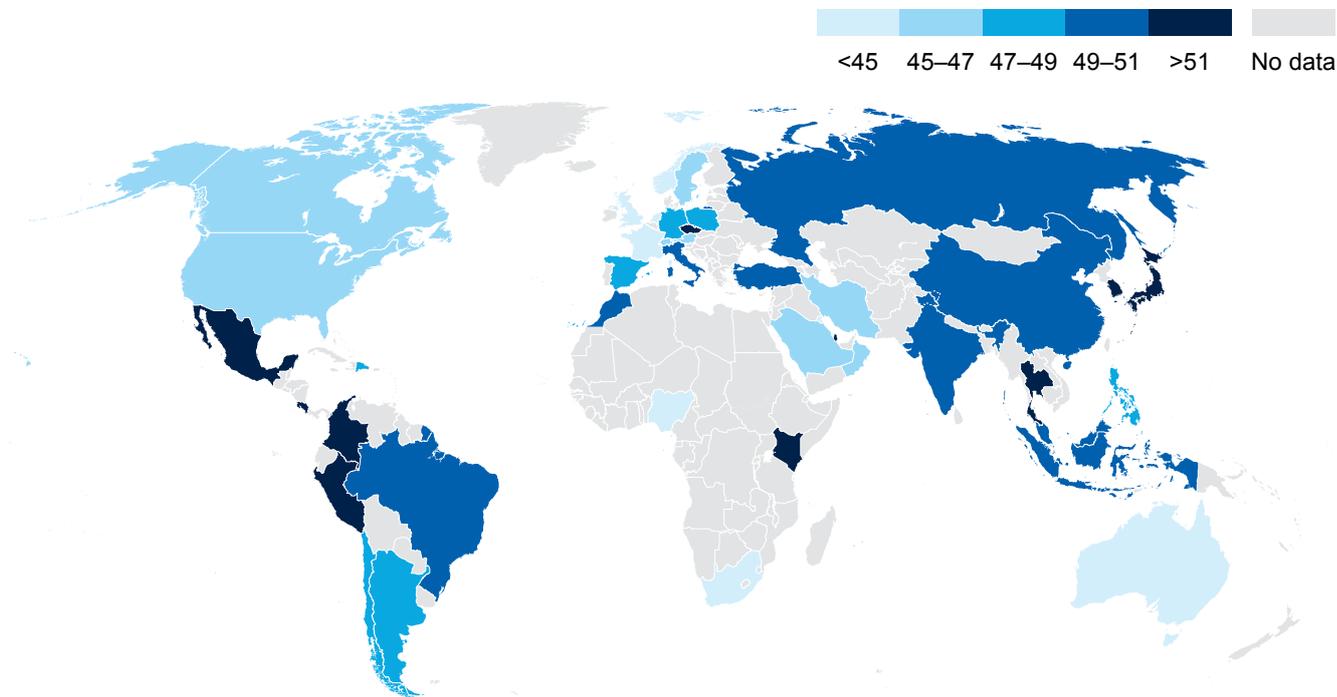
---

**10** I dati sono consultabili sul sito pubblico del McKinsey Global Institute [tableau.com: http://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/InternationalAutomation/WhereMachinesCanReplaceHumans](http://public.tableau.com/profile/mckinsey.analytics#!/vizhome/InternationalAutomation/WhereMachinesCanReplaceHumans).

GRAFICO E5

The technical automation potential of the global economy is significant, although there is some variation among countries

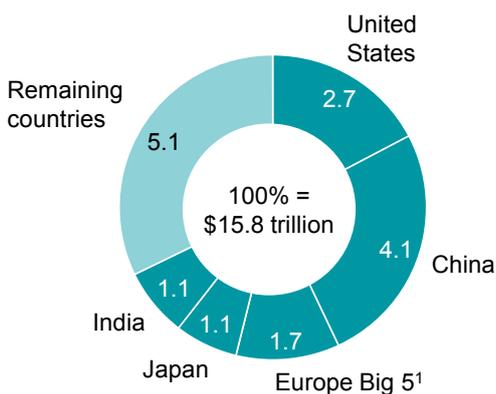
Employee weighted overall % of activities that can be automated by adapting currently demonstrated technologies



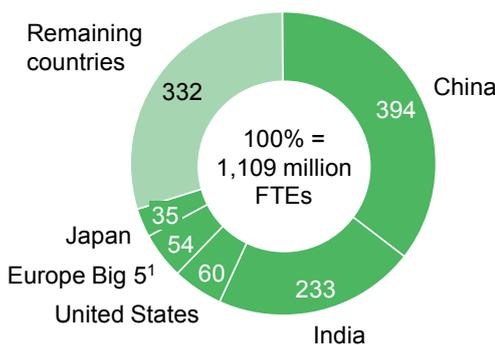
Technical automation potential is concentrated in countries with the largest populations and/or high wages

Potential impact due to automation, adapting currently demonstrated technology (46 countries)

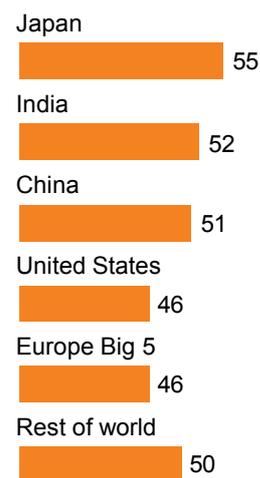
Wages associated with technically automatable activities  
\$ trillion



Labor associated with technically automatable activities  
Million FTE



Automation potential %



1 Pakistan, Bangladesh, Vietnam, and Iran are largest countries by population not included.

2 France, Germany, Italy, Spain, and the United Kingdom.

NOTE: Numbers may not sum due to rounding.

SOURCE: Oxford Economic Forecasts; Emsi database; US Bureau of Labor Statistics; McKinsey Global Institute analysis

## FATTORI CHE INFLUENZANO LA VELOCITÀ E LA PORTATA DELL'AUTOMATIZZAZIONE

Nonostante i progressi della tecnologia, probabilmente il percorso che porterà dal potenziale di automazione tecnica alla sua piena adozione richiederà diversi decenni. I tempi saranno determinati da cinque fattori diversi:

- **Fattibilità tecnica.** La tecnologia deve essere inventata, integrata e adattata alle soluzioni di automazione delle attività specifiche. Il suo sviluppo sul posto di lavoro potrà iniziare solo quando le macchine avranno raggiunto il livello di performance richiesto e le capacità necessarie per svolgere attività specifiche. Sebbene le macchine siano già in grado di garantire performance analoghe o superiori a quelle degli umani in alcune delle 18 capacità che abbiamo esaminato, fra cui il reperimento di informazioni, le competenze motorie di base, l'ottimizzazione e la pianificazione, molte altre capacità richiedono un ulteriore sviluppo tecnologico. In particolare, i progressi nella comprensione del linguaggio naturale potrebbero far emergere un potenziale di automazione tecnica significativamente superiore. Anche le capacità di ragionamento emotivo e sociale devono essere perfezionate per molte attività lavorative. Per le attività lavorative tipiche, saranno richieste contemporaneamente capacità multiple, ad esempio di percezione sensoriale e mobilità, per cui devono essere studiate soluzioni che integrino capacità specifiche nello stesso contesto.
- **Costo della progettazione e dello sviluppo di soluzioni.** Il costo dell'automazione ha effetti sulla sua adozione in ambito aziendale. Lo sviluppo e la progettazione di tecnologie per l'automazione richiede del capitale. Le soluzioni hardware spaziano da computer standard a soluzioni hardware specifiche, dal design avanzato quali robot con braccia e altre componenti mobili che richiedono destrezza. Per qualunque attività che richieda capacità di percezione sensoriale sono necessarie telecamere e sensori, mentre per la mobilità occorrono ruote o altri dispositivi hardware che consentano alla macchina di muoversi. Questi attributi aumentano i costi delle piattaforme hardware ad uso generale. Persino le soluzioni "virtuali" basate su software richiedono investimenti importanti in progettazione per la creazione di soluzioni. Per lo sviluppo hardware è necessario un investimento significativo in capitale, pertanto l'automazione richiesta ha un costo iniziale elevato rispetto ai salari. Le soluzioni software, in confronto, tendono ad avere un costo marginale minimo, che generalmente le rende più economiche della manodopera e quindi ne consente una più precoce adozione. Nel corso del tempo, sia i costi dell'hardware che i costi del software si abbassano, rendendo le rispettive soluzioni competitive rispetto alla manodopera umana per un numero sempre crescente di attività.
- **Dinamiche del mercato occupazionale.** La qualità (ad esempio le competenze), la quantità, la domanda, l'offerta e il costo della manodopera umana in alternativa determinano quali attività verranno automatizzate. Ad esempio, la cottura nella ristorazione ha un elevato potenziale di automatizzazione, superiore al 75%, in base alle tecnologie attualmente disponibili, ma la decisione di fare ricorso alla tecnologia dovrà tenere conto del costo salariale di un cuoco, che negli Stati Uniti guadagna in media \$11 all'ora, e l'elevato numero di persone disposte a lavorare come cuoco percependo tale salario. Le dinamiche del mercato occupazionale variano anche in base alla posizione geografica, non solo perché i diversi andamenti demografici hanno un'influenza sulla manodopera, ma anche per le diverse basi salariali. È più probabile che l'automazione in ambito manifatturiero venga adottata prima nei Paesi dove il costo della manodopera è elevato, ad esempio in Nord America e in Europa Occidentale, rispetto ai Paesi in via di sviluppo dove il livello salariale è inferiore. Inoltre, gli effetti dell'automazione possono interagire con le competenze e l'offerta sul mercato del lavoro. Ad esempio, se un lavoratore a reddito medio come un impiegato o un operaio viene dislocato a causa dell'automatizzazione delle operazioni di raccolta ed elaborazione dei dati e di attività fisiche prevedibili, potrebbe ritrovarsi costretto ad adattarsi a un'occupazione pagata meno, cosa che farebbe aumentare l'offerta e potenzialmente ridurre la pressione salariale. Al contrario, ricoprire nuovamente posizioni che richiedono competenze elevate potrebbe richiedere del tempo, il suo reinserimento lavorativo potrebbe essere ritardato e questo ridurrebbe temporaneamente l'offerta di lavoro.

- **Vantaggi economici.** Oltre ai risparmi sul costo della manodopera, all'interno di un'azienda l'automazione potrebbe comportare un miglioramento delle performance in termini di aumento dei profitti, aumento della produzione e della produttività, miglioramento della sicurezza e della qualità. Tali vantaggi sono spesso superiori rispetto a quelli della sostituzione della manodopera (cfr. Box E2, "Le tecnologie per l'automazione potrebbero garantire alle aziende vantaggi significativi in termini di performance superiori a quelli della sostituzione della manodopera"). Ad esempio, i vantaggi legati all'aumento della produzione a fronte di costi di manutenzione inferiori in seguito all'automatizzazione della centrale di comando di un impianto di produzione oil&gas superano quelli associati alla riduzione del costo della manodopera nella centrale di comando. La guida automatica delle automobili e dei camion non solo ridurrebbe i costi della manodopera, ovvero dei conducenti, ma potrebbe potenzialmente aumentare anche la sicurezza (la maggior parte degli incidenti si deve a errori di guida) e l'efficienza dei consumi.

**Box E2. Le tecnologie per l'automazione potrebbero garantire alle aziende vantaggi significativi in termini di performance superiori a quelli della sostituzione della manodopera.**

Lo sviluppo delle tecnologie per l'automazione potrebbe portare una serie di vantaggi in termini di performance per le aziende. Tali vantaggi sono vari e dipendono dai singoli casi, inoltre sono potenzialmente significativi, in alcuni casi ben superiori alla riduzione dei costi associata alla sostituzione della manodopera. Rientrano fra questi, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, l'aumento della produzione, il miglioramento della qualità e della sicurezza, la riduzione della variabilità, la riduzione degli sprechi e una maggiore soddisfazione del cliente.

Abbiamo sviluppato numerosi case studies ipotetici per comprendere meglio il potenziale di automazione nei diversi ambienti e abbiamo cercato di quantificare l'impatto economico della realizzazione di questa visione. I case studies riguardano il reparto di pronto soccorso ospedaliero, la manutenzione degli aerei, le operazioni nel settore oil&gas, un negozio di generi alimentari e il brokeraggio nel settore dei mutui. I risultati, seppur lungimiranti, sono comunque sorprendenti. Il valore dei vantaggi potenziali dell'automazione, calcolato come percentuale dei costi operativi, variano dal 10-15% del pronto soccorso e del negozio al 25% per la manutenzione degli aerei fino a oltre il 90% nel settore mutui.

Anche l'automazione che viene sviluppata oggi sta generando un valore reale. Ad esempio, Rio Tinto ha sviluppato camion da miniera e trivelle automatizzate per le miniere di Pilbara, Australia, e riferisce un aumento dell'uso pari al 10-20%.<sup>1</sup> Google ha applicato l'intelligenza artificiale del DeepMind machine learning ai propri data center, riducendo del 40% l'energia utilizzata.<sup>2</sup> Nei servizi finanziari, l'automazione assume la forma di "straight-through processing", ovvero i flussi delle transazioni vengono digitalizzati end-to-end, e può aumentare la scalabilità delle transazioni dell'80%, riducendo contemporaneamente gli errori della metà.<sup>3</sup> Anche nel settore della sicurezza l'automazione crescente potrebbe portare dei benefici. Ad esempio, dei circa 35.000 casi di morte per incidente stradale che si verificano ogni anno negli Stati Uniti, il 94% circa sono causati da errore o scelta umana.<sup>4</sup>

Il costo relativo dell'automazione potrebbe essere modesto rispetto al valore che questa può creare. La tipologia e l'entità degli investimenti necessari per automatizzare variano in base all'industria e al settore. Ad esempio, laddove vi è un'elevata intensità di capitale, sono richieste soluzioni hardware sostanziali per automatizzare e si applicano norme stringenti in materia di sicurezza probabilmente richiederanno un lasso di tempo più lungo fra l'investimento e i benefici rispetto a settori più basati su software e meno dipendenti dal capitale. Nel primo caso, ci vorrà più tempo per ammortizzare l'investimento nell'automazione. Tuttavia, secondo la nostra analisi, il business case potrebbe essere necessario indipendentemente dal livello di intensità di capitale.

<sup>1</sup> *Productivity improvements in a changing world*, presentation by Michael Gollschewski, managing director Pilbara Mines, Rio Tinto, July 13, 2015.

<sup>2</sup> Rich Evans and Jim Gao, *DeepMind AI reduces energy used for cooling Google data centers by 40%*, Google, blog post, July 20, 2016.

<sup>3</sup> João Bueno, Yran Bartolomeu Dias, Alexandre Sawaya, Jorge Valadas. "End-to-end digitization for securities services," *McKinsey on Payments*, September 2014.

<sup>4</sup> "Barack Obama: Self-driving, yes, but also safe," *Pittsburgh Post-Gazette*, September 19, 2016.

- **Aspetti regolamentativi e accettazione sociale.** Anche laddove lo sviluppo dell'automazione può avere senso, la velocità di adozione può dipendere da fattori contestuali come l'approvazione a livello normativo e la reazione degli utenti. Vi sono molteplici ragioni per cui l'adozione della tecnologia non può avvenire da un giorno all'altro. Lo spostamento degli investimenti in capitale verso queste nuove tecnologie richiede tempo (aggregato), ma lo stesso vale per la modifica dei processi e delle pratiche organizzative per adattarsi alle nuove tecnologie. Riconfigurare le supply chain e gli ecosistemi può essere dispendioso, e a volte è necessario un cambiamento normativo. Le politiche governative possono rallentare l'adozione, e diverse aziende possono adottare le tecnologie a velocità diverse. Anche modificare le attività svolte dai lavoratori richiede uno sforzo specifico, anche in assenza di una resistenza esplicita da parte di questi ultimi. Soprattutto nel caso dell'automazione, i soggetti interessati potrebbero sentirsi a disagio in un nuovo contesto in cui le macchine sostituiscono l'interazione umana in alcuni ambienti che toccano la sfera intima, ad esempio negli ospedali o nei luoghi in cui le macchine dovrebbero prendere decisioni vitali, come nel caso della guida automatica.

### Ci vorranno decenni per adottare l'automazione, e si susseguiranno molti scenari possibili

Per analizzare gli scenari potenziali in termini di velocità con cui l'automazione avrà effetto sulle diverse attività nell'economia globale abbiamo costruito un modello che semplifica gli effetti dei cinque fattori sopra descritti in quattro fasi: sviluppo delle capacità, sviluppo delle soluzioni, fattibilità economica e adozione finale. La curva S del Grafico E6 illustra il range temporale potenziale che emerge dalle nostre analisi degli scenari, dove la linea blu rappresenta lo scenario di "adozione precoce", mentre la linea azzurra rappresenta lo scenario di "adozione tardiva", che aggrega tutte le attività che rappresentano circa l'80% della forza lavoro mondiale. Ad esempio, stimiamo che l'adattamento delle tecnologie attualmente disponibili abbia il potenziale tecnico per automatizzare il 50% circa delle attuali attività lavorative svolte nel mondo.

Considerando che questo potrebbe avvenire attorno al 2055, presupponendo che vi siano tutti i fattori per un'adozione di successo entro tale data, abbiamo modellato dei possibili scenari in cui il livello di adozione richiede più o meno 20 anni. Fra i primi settori che probabilmente subiranno l'impatto dell'automazione vi sono quelli che comportano tipologie di attività che classifichiamo come ad alto potenziale di automazione, oggi, sulla base delle attuali tecnologie. Da un punto di vista geografico, le economie avanzate potrebbero sviluppare prima l'automazione rispetto a molte economie emergenti, soprattutto perché il livello salariale è superiore, e supporta dunque lo sviluppo in ambito aziendale.

Questi grandi cambiamenti nelle attività lavorative nel corso dei decenni non sono senza precedenti. Negli Stati Uniti, ad esempio, la percentuale di occupazioni in ambito agricolo è scesa dal 40% del 1900 al 2% nel 2000, mentre la percentuale di occupazioni nel settore manifatturiero è scesa dal 25% circa nel 1950 a meno del 10% nel 2010 (Grafico E7).<sup>11</sup> In entrambi i casi, sono state create nuove attività e nuove occupazioni per compensare la scomparsa delle prime, sebbene non sia stato possibile prevedere quali nuove attività e quali nuove occupazioni sarebbero nate durante il cambiamento.

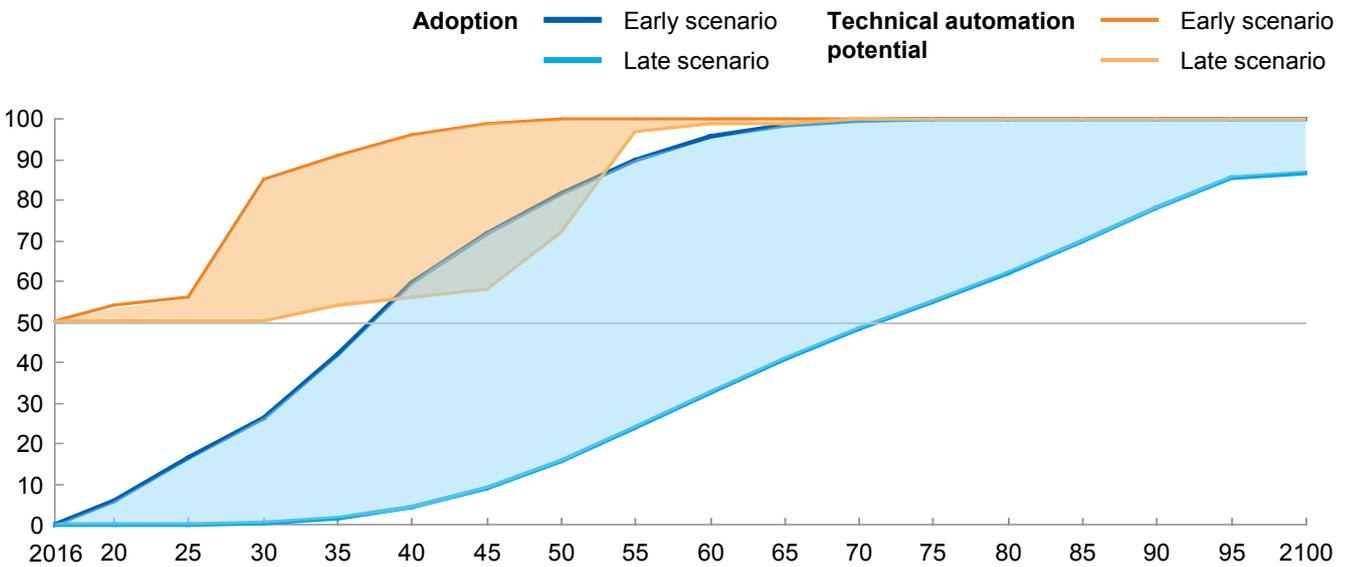
---

<sup>11</sup> Stanley Lebergott, "Labor force and employment 1800–1960," in *Output, employment, and productivity in the United States after 1800*, Dorothy S. Brady, ed., NBER, 1966; World Bank data; Mack Ott, "The growing share of services in the US economy—degeneration or evolution?" *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, Giugno/Luglio 1987.

Exhibit E6

Automation will be a global force, but adoption will take decades and there is significant uncertainty on timing

Time spent on current work activities<sup>1</sup>  
%



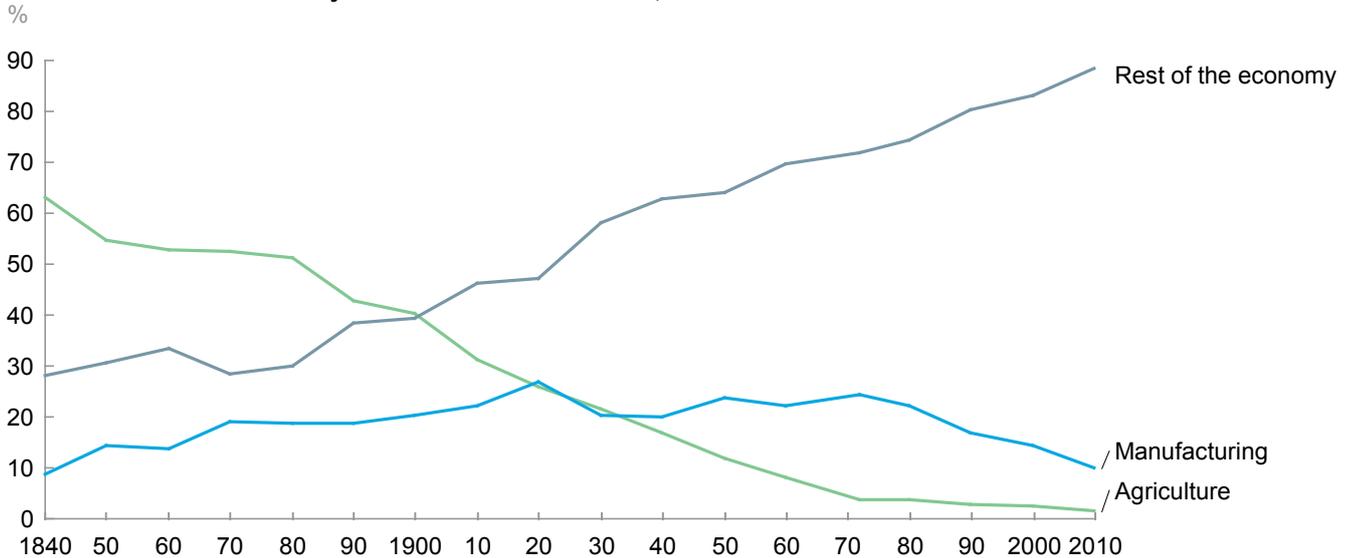
1 Forty-six countries used in this calculation, representing about 80% of global labor force.

SOURCE: McKinsey Global Institute analysis

Exhibit E7

Share of labor in agriculture has fallen from 40 percent in 1900 to less than 2 percent today

Distribution of labor share by sector in the United States, 1840–2010



SOURCE: Stanley Lebergott, "Labor force and employment 1800–1960," in *Output, employment, and productivity in the United States after 1800*, Dorothy S. Brady, ed., NBER, 1966; World Data Bank, World Bank Group; FRED: Economic Research, Federal Reserve Bank of St. Louis; Mack Ott, "The growing share of services in the US economy—degeneration or evolution?" *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, June/July 1987; McKinsey Global Institute analysis

## Modelli di scenari che illustrano la velocità e la portata dell'adozione dell'automazione

Lo sviluppo delle capacità è la prima fase che abbiamo individuato nell'analizzare i tempi di adozione dell'automazione. Lo sviluppo sul posto di lavoro può avere inizio solo quando le macchine avranno raggiunto il livello di performance e le capacità richiesti per svolgere determinate mansioni.

Una volta acquisite le capacità tecniche, queste devono essere integrate in soluzioni che possono svolgere attività specifiche rispetto al contesto, ovvero creare sistemi commercialmente disponibili. Dalla nostra analisi emerge che in media questo processo di sviluppo delle soluzioni può richiedere da uno a nove anni.

La terza fase che abbiamo descritto nel nostro scenario coincide con la fattibilità economica. Ai fini del modeling, abbiamo presupposto che l'automazione ha inizio quando la soluzione sviluppata per una data attività è allo stesso costo o al di sotto del costo della manodopera richiesta per eseguire la stessa attività, in una specifica occupazione e in un dato Paese<sup>12</sup>. Mentre i vantaggi dell'automazione in termini di performance a volte sono superiori a quelli correlati al risparmio sul costo della manodopera, il nostro modello conservativo assume che i decisori calcolino i vantaggi in termini di risparmio iniziale sul costo della manodopera all'incirca allo stesso valore in quanto ritengono che vi saranno anche vantaggi non correlati alla manodopera ancora indefiniti.

L'adozione e lo sviluppo dell'automazione, ovvero la quarta fase del nostro modello, può essere un processo altrettanto lento. Ai fini della nostra analisi abbiamo osservato le velocità di adozione a livello storico di 25 tecnologie diverse, sia hardware che software, ma anche tecnologie di business e di consumo. Il lasso di tempo fra la disponibilità commerciale di queste tecnologie e il loro livello massimo di adozione ha richiesto, in generale, almeno un decennio, a volte più decenni, nello specifico da 8 a 28 anni.<sup>13</sup>

## PUR CAUSANDO UN CAMBIAMENTO A LIVELLO OCCUPAZIONALE, L'AUTOMAZIONE PUÒ DARE UN FORTE IMPULSO ALLA PRODUTTIVITÀ E ALLA CRESCITA GLOBALE DEL PIL

L'automazione comporterà un forte fenomeno di dislocazione della manodopera e potrebbe esacerbare il crescente divario in termini di competenze e occupazione che già esiste fra lavoratori altamente qualificati e lavoratori scarsamente qualificati.<sup>14</sup> La nostra analisi del potenziale di automazione suggerisce che molte occupazioni potrebbero essere parzialmente automatizzate prima che lo siano completamente. Ciò potrebbe avere implicazioni diverse per i lavoratori altamente qualificati e per quelli scarsamente qualificati<sup>15</sup>. Soprattutto per la manodopera scarsamente qualificata, questo processo potrebbe ridurre i salari, a meno che non vi sia una crescita della domanda. In una prospettiva di lungo periodo, tuttavia, come descritto in precedenza, a livello storico i cambiamenti strutturali su vasta scala in ambito lavorativo che hanno ridotto i posti di lavoro a causa delle tecnologie sono stati accompagnati, nel tempo, dalla creazione di molteplici nuovi posti di lavoro, attività e tipi di occupazione.<sup>16</sup> Inoltre, il mercato del lavoro può essere piuttosto dinamico: negli Stati Uniti quasi 5 milioni di persone lasciano il posto di lavoro ogni mese, di queste circa 3 milioni lo fanno volontariamente.

---

<sup>12</sup>. In questo caso per costo intendiamo il salario più i benefit calcolati globalmente sulla base della parità del potere di acquisto.

<sup>13</sup>. Alcune delle tecnologie che abbiamo inserito nel modello non hanno ancora raggiunto ad oggi il loro picco di adozione.

<sup>14</sup>. Sono molte le pubblicazioni di diverse scuole di "tecno-ottimisti" e "tecno-pessimisti". Fra queste, in particolare: Erik Brynjolfsson ed Andrew McAfee, *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*, W. W. Norton & Company, 2014; Robert Gordon, *The rise and fall of American growth: The US standard of living since the Civil War*, Princeton University Press, 2016; e Martin Ford, *Rise of the robots: Technology and the threat of a jobless future*, Basic Books, 2015. Ma anche Jason Furman, "Is this time different? The opportunities and challenges of artificial intelligence," osservazioni alla conferenza AI Now: The Social and Economic Implications of Artificial Intelligence Technologies in the Near Term, New York, 7 luglio 2016.

<sup>15</sup>. Per un approfondimento sulla polarizzazione del mercato del lavoro si veda David H. Autor e David Dorn, "The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market," *American Economic Review*, volume 103, numero 5, agosto 2013.

<sup>16</sup>. Ad esempio, secondo uno studio condotto dalla sede francese di McKinsey & Company's French nel 2011, per ogni posto di lavoro perso in Francia a causa dell'avvento di interbent negli ultimi 15 anni, sono stati creati 2,4 nuovi posti di lavoro. *Impact d'internet sur l'économie française: Comment internet transforme notre pays*, McKinsey & Company, marzo 2011.

La maggior parte non resta senza occupazione per lunghi periodi prima di passare a un altro lavoro<sup>17</sup>

Detto questo, l'automazione rappresenta anche un'opportunità sostanziale a sostegno della crescita economica globale. Secondo le nostre stime essa ha il potenziale di contribuire in maniera significativa alla crescita necessaria per garantire la crescita del PIL auspicata da ogni Paese, in un momento in cui i cambiamenti demografici mettono in discussione questi auspici. Certamente, perché questa crescita si verifichi, piuttosto che di eccedenza massiccia di manodopera, vi è l'esigenza di mantenere un'occupazione per tutti, accanto al lavoro svolto dai robot.

### L'automazione può colmare il divario di crescita del PIL derivante dal calo dei tassi di crescita della popolazione attiva

La crescita del PIL è stata rapida negli ultimi 50 anni, trainata dalla crescita occupazionale e dall'aumento della produttività, entrambi fattori che hanno contribuito in egual misura. Tuttavia, il calo delle nascite e la tendenza all'invecchiamento in molte economie avanzate e alcune economie emergenti lasciano presagire un picco occupazionale in molti Paesi entro i prossimi 50 anni.<sup>18</sup> Il declino atteso della popolazione attiva creerà un gap in termini di crescita economica: quasi la metà delle fonti di crescita economica degli ultimi 50 anni (crescita occupazionale) svaniranno con l'invecchiamento della popolazione. Anche alla velocità storica di crescita della produttività, la crescita economica potrebbe essere quasi dimezzata.

L'automazione potrebbe compensare almeno alcune di queste tendenze demografiche. Stimiamo che questa potrebbe favorire la produttività dell'economia globale in misura compresa fra lo 0,8% e l'1,4% del PIL globale ogni anno, assumendo che la forza lavoro umana sostituita dall'automazione rientrerà nel mercato del lavoro e avrà la stessa produttività del 2014. Considerando soltanto l'effetto della sostituzione della manodopera, calcoliamo che entro il 2065 l'automazione possa potenzialmente contribuire alla crescita della produttività nelle maggiori economie del mondo (G19 e Nigeria) per un valore compreso fra 1,1 miliardi e 2,3 miliardi di lavoratori a tempo pieno (Grafico E8).

La crescita della produttività favorita dall'automazione può garantire una prosperità continua nelle nazioni che invecchiano e dare nuovo impulso a quelle che crescono più rapidamente. L'automazione di per sé non sarà sufficiente per raggiungere gli obiettivi di crescita economica a lungo termine in tutto il mondo; per questo saranno necessari ulteriori interventi finalizzati all'aumento della produttività, fra cui la revisione dei processi di business e lo sviluppo di nuovi prodotti e servizi.

### Impatto potenziale dell'automazione in tre gruppi di Paesi

Nel medio periodo, ovvero entro il 2030, l'automazione potrebbe favorire la produttività e aiutare a colmare il divario di crescita economica fra le 20 maggiori economie. Abbiamo suddiviso questi Paesi in tre gruppi, ognuno dei quali potrebbe sfruttare l'automazione per raggiungere altri obiettivi di crescita economica in base alle rispettive tendenze demografiche e agli obiettivi di crescita. Questi tre gruppi sono:

- Economie avanzate, fra cui Australia, Canada, Francia, Germania, Italia, Giappone, Corea del Sud, Regno Unito e Stati Uniti. Queste economie si trovano tipicamente ad affrontare l'invecchiamento della popolazione attiva e il calo della crescita della popolazione in età lavorativa, alcune in modo più immediato (Germania, Italia, Giappone), altre meno. L'automazione può favorire la produttività richiesta per far fronte agli obiettivi di crescita economica che altrimenti sarebbero difficili da raggiungere senza altri acceleratori di produttività significativi. Queste economie hanno dunque un forte interesse per l'adozione rapida dell'automazione
- Economie emergenti con una popolazione che invecchia. Questo gruppo include Argentina, Brasile, Cina e Russia, che affrontano i gap di crescita economica causati dal calo della crescita previsto nella popolazione attiva.<sup>19</sup>

<sup>17</sup> US Bureau of Labor Statistics job openings and labor turnover survey database.

<sup>18</sup> Global growth: Can productivity save the day in an aging world? McKinsey Global Institute, gennaio 2015. La nostra stima del contributo della crescita occupazionale alla crescita del PIL in questo report è leggermente diversa rispetto a quanto indicato da ricerche precedenti, in quanto abbiamo considerato la produttività di ogni Paese e non la media globale.

<sup>19</sup> Le tendenze demografiche sono confermate per Cina e Russia, mentre il futuro del divario occupazionale in Argentina è meno certo.

Per queste economie, l'automazione può favorire la produttività necessaria per mantenere l'attuale PIL pro capite. Per garantire un percorso di crescita più veloce e più in linea con i loro obiettivi di sviluppo, questi Paesi dovrebbero integrare l'automazione con ulteriori fonti di produttività, ad esempio la trasformazione dei processi, e potrebbero quindi beneficiare di una più rapida automazione.

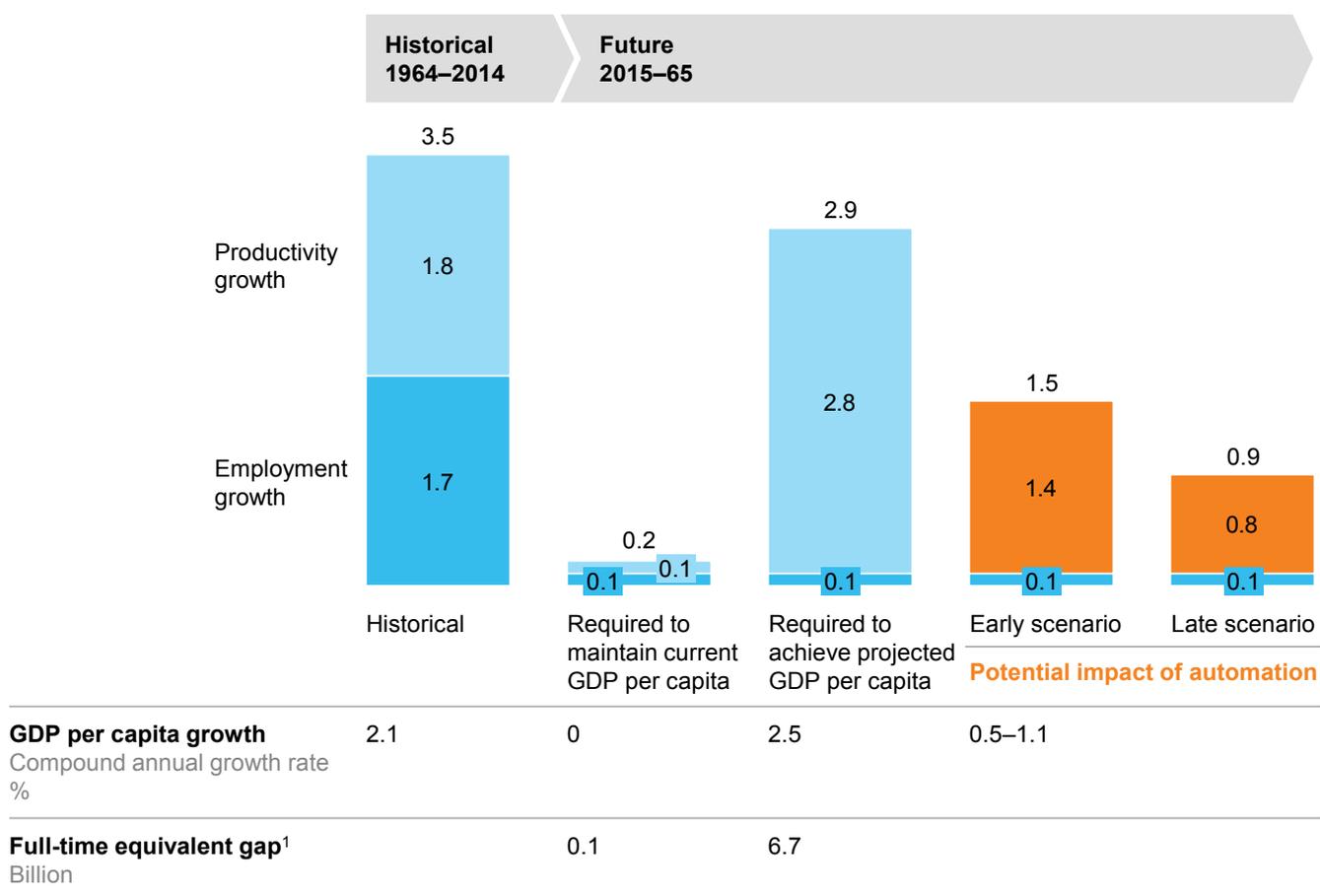
- Economie emergenti con popolazioni più giovani. Si tratta di India, Indonesia, Messico, Nigeria, Arabia Saudita, Sud Africa, e Turchia <sup>20</sup>. La crescita continua della popolazione attiva in questi Paesi potrebbe aiutare a mantenere l'attuale PIL pro capite. Tuttavia, dati i loro ambiziosi obiettivi di crescita, saranno necessarie sia l'automazione che ulteriori misure di aumento della produttività per sostenere lo sviluppo economico.

## Grafico E8

### Globally, automation could become a significant economic growth engine as employment growth wanes

#### GDP growth for G19 and Nigeria

Compound annual growth rate  
%



<sup>1</sup> Additional full-time equivalents (FTEs) needed to achieve growth target.

NOTE: Numbers may not sum due to rounding.

SOURCE: The Conference Board Total Economy database; United Nations Population Division; McKinsey Global Institute analysis

<sup>20</sup> Si stima che la crescita della popolazione in Arabia Saudita e Turchia sarà forte nei prossimi 20 anni, per poi rallentare

I progressi dell'automazione e i loro potenziale impatto sulle economie nazionali potrebbero stravolgere alcuni modelli di sviluppo esistenti e mettere in discussione le credenze sulla globalizzazione. I Paesi che affrontano un declino o una stagnazione demografica saranno in grado di mantenere i loro standard di vita nonostante la scomparsa della forza lavoro. Nel frattempo, i Paesi con elevati tassi di natalità e una crescita significativa della popolazione attiva potrebbero dover affrontare il problema di generare nuovi posti di lavoro nella nuova era dell'automazione. Inoltre, la manodopera a basso costo potrebbe perdere terreno in quanto strumento essenziale di sviluppo per le economie emergenti, in quanto l'automazione riduce globalmente i costi di produzione.

### **IN CHE MODO BUSINESS LEADER, DECISORI POLITICI E LAVORATORI POSSONO PREPARARSI PER LA NUOVA ERA DELL'AUTOMAZIONE**

In tutto il mondo business leader, decisori politici e lavoratori devono affrontare enormi sfide per sfruttare appieno il potenziale dei benefici dell'automazione per l'economia, nonostante le grandi incertezze riguardo alle ripercussioni sociali e sull'occupazione.

#### **L'automazione offrirà ai business leader l'opportunità di migliorare le loro performance e penetrare nuovi mercati, ma sarà necessario rivedere processi e organizzazioni**

L'automazione di svariate attività può migliorare la performance di quasi tutti i processi di business <sup>21</sup>. Oltre a consentire di ridurre il costo della manodopera, l'automazione può aumentare la produttività, migliorare affidabilità e qualità, migliorare le performance.

Per analizzare dove l'automazione potrebbe recare i maggiori vantaggi in termini di performance, i business leader potrebbero aver bisogno di eseguire un inventario dettagliato delle loro attività organizzative e redigere una "mappa di calore" che evidenzia dove il potenziale di automazione è elevato. Una volta definiti i processi di business e le attività ad alto potenziale di automazione, queste potrebbero essere riviste per trarre i maggiori vantaggi dalle tecnologie per l'automazione (piuttosto che cercare solo di automatizzare meccanicamente le singole attività dei processi esistenti). Dopodiché potrebbero valutare i benefici e la fattibilità di queste trasformazioni favorite dall'automazione.

Approfittare di queste trasformazioni potrebbe comportare dislocazioni significative della manodopera. I business leader potrebbero avere gli strumenti per capire in che modo sviluppare al meglio la manodopera, sia che nelle organizzazioni che altrove, per migliorare le proprie performance tanto quanto per agire da buoni *citizen corporate*. I programmi di aggiornamento e specializzazione professionale saranno fondamentali per aiutare i lavoratori nel passaggio verso nuovi ruoli e nuove attività. I leader aziendali dovranno inoltre garantire che gli elementi organizzativi delle loro aziende possano adattarsi all'avvento dell'automazione.

A livello strategico, l'automazione potrebbe favorire la nascita di organizzazioni su scala, in grado anche di diffondere il cambiamento che ha origine a livello centrale. La tecnologia faciliterà la misurazione e il monitoraggio, e offrirà nuovi strumenti efficaci per i manager. Tuttavia, più vasta scala significa che gli errori potrebbero essere propagati, per cui saranno necessari controlli di qualità più stringenti.

Anche se alcune aziende cresceranno, l'automazione e le tecnologie digitali più in generale, permetteranno a piccoli player, inclusi singoli individui e piccole aziende, di seguire progetti che oggi sono per lo più appannaggio di grosse aziende. La crescita delle aziende più piccole e di quelle più grandi potrebbe dare origine a un'economia di tipo "Barbell" cioè a bilanciata, nella quale a rimetterci sono le aziende di medie dimensioni. In tutti i settori, l'automazione potrebbe accrescere la concorrenza, le aziende potrebbero accedere a nuove aree esterne al loro precedente core business, per cui si potrebbe creare un maggiore divario fra i leader e i ritardatari in ambito tecnologico in tutti i settori.

---

**21.** Nel capitolo 3 analizziamo una serie di case studies di trasformazioni potenziali dei processi aziendali

**Per i decisori politici, accogliere l'automazione potrebbe comportare l'introduzione di misure di miglioramento delle competenze e creazione di posti di lavoro, ma anche la revisione delle reti di sicurezza a livello salariale e sociale**

I decisori politici di tutto il mondo saranno fortemente incentivati a incoraggiare e consentire la rapida adozione delle tecnologie di automatizzazione al fine di approfittare appieno dell'impulso alla produttività necessario per sostenere gli obiettivi di crescita economica. Contemporaneamente, essi dovranno capire come supportare la reintegrazione di un numero potenzialmente ampio di lavoratori dislocati, poiché il grosso vantaggio economico dell'automazione dipende dalla capacità di garantire un'occupazione ai lavoratori.<sup>22</sup>

L'adozione precoce dell'automazione potrebbe godere del sostegno politico sia per lo sviluppo tecnologico che per la sua implementazione. Per questo occorrerà investire sia nello sviluppo delle tecnologie che nell'infrastruttura digitale a sostegno dell'automazione.

La reintegrazione della manodopera sarà una delle sfide sociali più importanti. I governi spesso non sono particolarmente abili nel prevedere i tipi di posti di lavoro che potrebbero essere creati o i nuovi settori industriali che potrebbero svilupparsi. Tuttavia, potrebbero avviare e favorire il dialogo sul lavoro necessario e sulle grandi sfide per la società che richiedono la maggiore attenzione e i maggiori sforzi.<sup>23</sup> I governi potrebbero cercare anche di incoraggiare nuove forme di imprenditorialità basate sulle tecnologie e aiutare i lavoratori a sviluppare competenze adatte per l'era dell'automazione. Ad esempio, molte economie stanno già affrontando una carenza di esperti di dati e traduttori in ambito business.<sup>24</sup> I governi che operano nel settore privato potrebbero adottare misure per garantire che questi divari vengano colmati e offrire nuove opportunità di istruzione e formazione.

Una delle sfide della nuova era sarà quella di garantire che i salari siano sufficientemente alti per i nuovi tipi di impiego che andranno a crearsi così da prevenire l'erosione continua della percentuale di salari nel PIL, che è calata in modo sostanziale dagli anni '70.<sup>25</sup> Se l'automazione avrà per effetto una maggiore pressione sui salari di molti lavoratori, potrebbero essere considerate e testate nuove idee, ad esempio i crediti di imposta maturati sui redditi, un reddito di base universale, trasferimenti condizionali, settimane lavorative più brevi e reti di sicurezza sociale adeguate. Se il lavoro cambia ad alta velocità nei vari settori, luoghi, attività e in termini di competenze richieste, molti lavoratori potrebbero necessitare di un supporto per adattarsi alla nuova era.

**I lavoratori dovranno operare a più stretto contatto con la tecnologia, avranno più tempo per concentrarsi sulle capacità umane intrinseche non ancora accessibili alle macchine** Donne e uomini sul posto di lavoro dovranno entrare più in contatto con le macchine che faranno parte delle loro attività quotidiane. Una maggiore integrazione con la tecnologia offrirà più tempo ai lavoratori, inclusi i manager, per concentrarsi pienamente sulle attività per le quali possono offrire competenze che le macchine ancora non padroneggiano. Questo potrebbe rendere il lavoro più complesso e difficile da organizzare, con un maggiore dispendio di tempo nel coaching da parte dei manager.<sup>26</sup>

---

<sup>22</sup> Jason Furman, "Is this time different? The opportunities and challenges of artificial intelligence," remarks at AI Now: The Social and Economic Implications of Artificial Intelligence Technologies in the Near Term conference in New York, July 7, 2016.

<sup>23</sup> Tim O'Reilly, "Don't replace people. Augment them," Medium.com, 17 luglio 2016.

<sup>24</sup> The age of analytics: Competing in a data-driven world, McKinsey Global Institute in collaborazione con McKinsey Analytics, dicembre 2016.

<sup>25</sup> Poorer than their parents? Flat or falling incomes in advanced economies, McKinsey Global Institute, luglio 2016.

<sup>26</sup> Daron Acemoglu e Pascual Restrepo, "The race between machines and humans: Implications for growth, factor shares and jobs," Vox, 5 luglio 2016.

Nel fare scelte in ambito educativo e di carriera, sarà importante essere consapevoli dei fattori che spingono all'automazione in determinati settori, in modo che si possano identificare le competenze che potrebbero essere utili sul mercato occupazionale e le attività che possono integrare quelle che probabilmente verranno automatizzate.<sup>27</sup>

Probabilmente ci sarà una forte richiesta di manodopera altamente qualificata che lavori a contatto con la tecnologia e che potrebbe riuscire a trarre beneficio dalle nuove opportunità di lavoro indipendente mano a mano che l'ambiente corporate cambia e le aziende esternalizzano i loro progetti. I lavoratori con competenze di medio livello le cui attività hanno il maggiore potenziale tecnico di automazione (attività fisiche prevedibili, raccolta e analisi dati) possono cercare opportunità di aggiornamento professionale per prepararsi ai cambiamenti nelle loro attività e muoversi verso attività complementari rispetto a quelle che verranno svolte dalle macchine.

I lavoratori scarsamente specializzati che lavorano con la tecnologia saranno in grado di ottenere di più in termini di output e produttività ma potrebbero subire la pressione salariale derivante da un'offerta potenzialmente ampia di lavoratori con competenze analoghe.

I sistemi di istruzione dovranno evolversi di fronte ad uno scenario lavorativo che cambia, la politica dovrà collaborare con la sfera dell'istruzione per migliorare le competenze di base (STEM) nel campo della scienza, della tecnologia, dell'engineering e della matematica e mettere l'accento sulla creatività e sul pensiero critico e sistematico. In generale, sviluppare agilità, resilienza e flessibilità sarà importante in un momento in cui qualunque lavoro potrebbe cambiare in qualche misura.

Infine, l'automazione creerà un'opportunità per chi nel lavoro si avvale di abilità umane che difficilmente le macchine possono replicare: il pensiero logico, le competenze di problem solving, le capacità sociali ed emotive, l'expertise, il coaching, lo sviluppo degli altri, la creatività. Al momento il mondo del lavoro si aspetta che uomini e donne svolgano mansioni che non sfruttano come potrebbero queste capacità innate. Mano a mano che le macchine assumono incarichi di lavoro quotidiani sempre più prevedibili, queste capacità verranno premiate. L'automazione potrebbe renderci tutti più umani.



L'automazione svolgerà un ruolo fondamentale nel favorire almeno la produttività, di cui l'economia avrà bisogno nei prossimi 50 anni, a fronte del calo della popolazione attiva. Essa contribuirà in modo sostanziale alla crescita del PIL pro capite, sebbene da sola non possa aiutare le economie emergenti a raggiungere i loro obiettivi di crescita rapida. Dati gli innumerevoli scenari di velocità e portata dell'adozione delle tecnologie dell'automazione, ci saranno senza dubbio delle sorprese. Nel prossimo secolo assisteremo a cambiamenti su vasta scala nel mondo del lavoro. Queste tendenze sono già in atto. Legislatori, business leader e lavoratori non possono attendere: già oggi ci sono azioni che possono essere adottate per prepararsi, così che l'economia globale possa sfruttare le opportunità offerte dall'automazione, evitandone gli svantaggi.

---

27. Erik Brynjolfsson e Andrew McAfee, *The second machine age: Work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies*, W. W. Norton & Company, 2014.

**[www.mckinsey.com/mgi](http://www.mckinsey.com/mgi)**

E-book versions of selected MGI reports are available at MGI's website, Amazon's Kindle bookstore, and Apple's iBooks Store.

Download and listen to MGI podcasts on iTunes or at [www.mckinsey.com/mgi/publications/multimedia/](http://www.mckinsey.com/mgi/publications/multimedia/)

Cover image © Oli Scarff/Staff/Getty Images News.



McKinsey Global Institute  
January 2017  
Copyright © McKinsey & Company  
[www.mckinsey.com/mgi](http://www.mckinsey.com/mgi)

 @McKinsey\_MGI  
 McKinseyGlobalInstitute