THE REPLACE MIND

La mente che prende il tuo posto di lavoro

E.L. DE VITO



The ReplaceMind

La mente che prende il tuo posto di lavoro

di E.L. De Vito

Lo sviluppo di questo libro è stato portato avanti con il supporto di Claude, ChatGPT e Grok; parti del testo e del codice sono state scritte con l'aiuto dell'intelligenza artificiale.

Indice

Introduzione 5
Capitolo 1 Produzione, occupazione e distribuzione del reddito 9
Capitolo 2 Compiti, esposizione e adozione dell'AI 19
Capitolo 3 Partecipazione, disoccupazione e scoraggiamento 29
Capitolo 4 Domanda e offerta di lavoro 40
Capitolo 5 Redditi da lavoro, redditi da capitale e consumo 50
Capitolo 6 Il modello e le simulazioni appaiate 60
Capitolo 7 Flussi in uscita e ricollocamento 70
Capitolo 8 Il primo ingresso nel lavoro 78
Capitolo 9 La riconversione professionale 88
Capitolo 10 Valore aggiunto, reddito e regioni 99
Capitolo 11 Entrate pubbliche e debito 108
Capitolo 12 Calibrazione, parametri e riproducibilità 117
Capitolo 13 Valutazione delle politiche pubbliche 135
Capitolo 14 Risultati aggregati ed eterogeneità 145
Capitolo 15 Revisione del modello 154
Capitolo 16 Analisi di sensibilità 164
Capitolo 17 Coesione sociale e istituzioni 171
Capitolo 18 Limiti del modello e verifica empirica 180
Capitolo 19 Rassegna delle evidenze 189
Capitolo 20 Basi imponibili e finanza pubblica 202
Capitolo 21 Scenari al 2036 208
Capitolo 22 Interventi, responsabilità e tempi 224
Capitolo 23 Struttura causale del modello 233

Capitolo 24 Formazione e apprendimento 240
Capitolo 25 Qualità del lavoro e retribuzioni 250
Capitolo 26 Adozione dell'AI nelle piccole imprese 257
Capitolo 27 Proprietà del capitale e concentrazione 268
Capitolo 28 AI e servizi sanitari 276
Capitolo 29 Consumo energetico dell'AI 284
Capitolo 30 Mobilità e differenze territoriali 292
Capitolo 31 Valutazione d'impatto degli interventi 301
Capitolo 32 Risultati e limiti della conoscenza 308
Capitolo 33 Sintesi dei risultati: lavoro e redditi 313
Capitolo 34 Effetti di retroazione tra occupazione e redditi 317
Capitolo 35 Sintesi delle politiche e scelte aperte 320
Capitolo 36 L'ultima previsione 324
Capitolo 37 Il rischio sociale 340
Conclusioni Risultati e questioni aperte 349
Note ai capitoli 353
Riferimenti bibliografici 361
Appendice Le formule spiegate passo per passo 370
Simboli e definizioni 393
Il codice del libro 394

Introduzione

Ti diranno che è già successo.

Che ogni volta che una macchina ha preso il posto di un uomo, qualcuno ha annunciato la fine del lavoro, e il lavoro è tornato. I telai meccanici, i trattori, i computer: ogni volta la paura, ogni volta la ripresa.

Nel lungo periodo è vero. Ma chi te lo racconta di solito dimentica due cose.

La prima è quanto è durato il lungo periodo. Nell'Inghilterra dei primi decenni dell'Ottocento la produzione per lavoratore cresceva anno dopo anno, mentre i salari reali restavano fermi. Per trent'anni. Una generazione intera ha lavorato dentro la rivoluzione industriale senza vederne i frutti. Il lavoro è tornato, sì: ai figli, in altre città, in altre professioni. Non sempre a chi lo aveva perso.

La seconda cosa è ancora più importante. Ogni volta c'era un posto dove andare. Chi lasciava i campi trovava la fabbrica. Chi lasciava la fabbrica trovava l'ufficio, lo sportello, il servizio. Il lavoro di testa era il rifugio: la parte che le macchine non sapevano fare.

Questa volta la macchina entra proprio lì. Legge, scrive, classifica, risponde, controlla. E insieme ai robot comincia ad avvicinarsi anche al lavoro manuale. Se si chiudono tutti e due i rifugi, dove si va?

I segnali ci sono già, e non sono incoraggianti.

Il primo riguarda la ruota che finora ci ha salvato: la nascita di compiti nuovi, che solo le persone sanno svolgere. Daron Acemoglu e Pascual Restrepo l'hanno misurata negli Stati Uniti. Fino al 1987, per ogni compito che le macchine toglievano alle persone, ne nasceva quasi uno nuovo. Dopo il 1987, circa mezzo. La ruota gira ancora, ma gira a metà velocità. E questo prima dell'intelligenza artificiale.

Il secondo riguarda chi entra nel mondo del lavoro. Negli Stati Uniti, dalla fine del 2022 all'estate del 2026, i ragazzi fra i 22 e i 25 anni occupati nelle professioni più esposte all'AI sono diminuiti di quasi il 13 per cento, mentre i coetanei nei lavori meno esposti sono aumentati dell'8. Nell'ultimo anno il calo è del 4,4 per cento, più del doppio di quello dei coetanei meno esposti, e comincia a toccare chi ha fra 26 e 30 anni. Nessuno li ha licenziati. Semplicemente, non sono stati assunti.

Il terzo riguarda chi incassa. Da vent'anni, in tutto il mondo, la parte della ricchezza prodotta che va a chi lavora si sta restringendo. Anche questo è cominciato prima dell'AI. L'AI spinge nella stessa direzione.

Questo libro sostiene una tesi, e la dice subito. Nei prossimi vent'anni l'intelligenza artificiale renderà le economie più ricche e, nello stesso tempo, ridurrà le occasioni di lavoro in una parte importante delle attività. I lavori nuovi arriveranno, ma non abbastanza, non abbastanza presto e non per le stesse persone. A pagare per primi saranno i giovani, per i quali la porta d'ingresso si stringe senza rumore. E se le regole non cambiano, il valore prodotto dalle macchine finirà soprattutto a chi le possiede.

Per mettere alla prova questa tesi è stato costruito un modello dell'economia mondiale: tre grandi regioni, famiglie divise per reddito, imprese, uno Stato che incassa e spende. Quattromila futuri possibili, ognuno calcolato due volte, con la nuova ondata di AI e senza, partendo dalle stesse condizioni. È il modo più onesto che esista per isolare l'effetto della tecnologia da tutto il resto.

Ed ecco il punto che rende il risultato difficile da ignorare. Il modello è stato costruito con ipotesi prudenti, quasi generose verso l'AI: non simula macchine capaci di fare quasi tutto, e lascia che l'esposizione delle attività cresca al massimo del 60 per cento. Eppure, anche così, il quadro è chiaro. L'economia cresce. Ma la metà più povera del mondo consuma meno di quanto consumerebbe

senza AI, la parte della ricchezza che va ai salari si restringe di quasi sei punti, e nelle economie avanzate la disoccupazione sale per un decennio senza tornare al punto di partenza.

Questo succede con ipotesi prudenti. Il caso in cui AI e robot chiudono davvero entrambi i rifugi il modello macroeconomico lo esclude per prudenza. Lo affronta il capitolo 36, con la previsione del libro professione per professione, domanda compresa: per l'impiegato d'ufficio, al 2046, circa sei posti su dieci in meno; per lo sviluppatore software, quattro su dieci; per il medico e l'infermiere, dove la domanda di cure cresce, meno di uno su dieci. Il capitolo 37 porta la stessa previsione dal lavoro alla tensione sociale, paese per paese.

Il libro è pensato anche per chi non ha studiato economia. Ogni concetto parte dalla domanda a cui serve rispondere e, quando aiuta, da un esempio con i numeri. Tabelle, grafici e formule portano poi dentro l'analisi tecnica, e le relazioni più complesse sono spiegate nell'appendice, con i simboli e i passaggi.

Tre regole valgono per tutte le pagine che seguono. Ogni dato reale ha la sua fonte. Le ipotesi del modello sono elencate una volta sola, alla fine del capitolo 6, e non si ripetono a ogni pagina. Il codice è pubblico: chiunque può scaricarlo e rifare i conti. Il modello non è passato da una revisione fra pari, e il codice aperto serve proprio a permettere a chiunque quella verifica.

Un'ultima cosa, che non va nascosta. Questo libro è stato preparato anche con l'aiuto di strumenti di intelligenza artificiale (Claude, ChatGPT e Grok) per parti del testo e del codice. Sono prodotti di aziende che vendono AI e che hanno tutto l'interesse a raccontarla bene. È una ragione in più per non fidarsi delle parole e controllare i numeri. Le scelte, le conclusioni e la responsabilità di ciò che è scritto non sono state delegate a nessuna macchina.

Il titolo dice che nessuno può dirti con certezza che cosa farà l'AI al tuo lavoro. Questo libro ti dice che cosa è più probabile, e

perché. Non sapere tutto non è una buona ragione per non fare niente. Chi aspetta la certezza arriva quando il danno è già fatto.

Cominciamo da una domanda che sembra banale e non lo è: quando diciamo che un'economia cresce, che cosa cresce, esattamente? E per chi?

Capitolo 1

Produzione, occupazione e distribuzione del reddito

Nel 2023, in un'azienda americana di assistenza clienti, 5.179 operatori ricevono un nuovo collega. Non ha una scrivania, non prende ferie e non si stanca: è un assistente basato sull'intelligenza artificiale, che suggerisce le risposte mentre l'operatore parla con il cliente. Gli economisti che seguono l'introduzione dello strumento misurano tutto. Dopo pochi mesi gli operatori risolvono in media il 14 per cento di problemi in più ogni ora; i più giovani e meno esperti arrivano al 34 per cento in più. L'assistente ha imparato dalle conversazioni dei colleghi migliori e passa quell'esperienza a chi non ce l'ha.

Per l'impresa è un aumento di efficienza. Per i clienti, attese più brevi e risposte migliori. Per chi ci lavora, le conseguenze dipendono da ciò che succede dopo. Aumentano gli ordini? Cambiano le mansioni? Si riducono gli orari? Si assumono nuove persone, o se ne assumono meno? Se un principiante con l'assistente lavora quasi come un veterano, e un veterano con l'assistente fa il lavoro di uno e mezzo, quanti operatori serviranno l'anno prossimo? Lo studio non lo dice, perché non era la sua domanda. È la domanda di questo libro: che cosa succede alle persone quando un'attività produce valore impiegando meno lavoro umano?

Il miglioramento tecnico è solo il punto di partenza. Un'attività più efficiente può convivere con famiglie in difficoltà, oppure portare più produzione e nuove occasioni di lavoro: la produttività da sola non dice quale strada prevale. L'intelligenza artificiale e la robotica cambiano il rapporto fra produzione, lavoro e distribuzione della ricchezza in quattro modi: aumentano ciò che siamo capaci di produrre, sostituiscono attività umane, rendono possibili servizi nuovi, cambiano chi riceve il reddito generato. Questo libro misura quanto pesa ciascun effetto, e con quale ritmo.

Per orientarsi servono tre domande: quanto si produce, quante persone lavorano, a chi arriva il reddito. Sono collegate, ma ognuna guarda un aspetto diverso. Più produzione può accompagnarsi

a più occupazione, o a meno. E anche quando il reddito complessivo cresce, i benefici possono dividersi in modo molto diverso fra le famiglie. Questo capitolo prepara gli strumenti per leggere questi cambiamenti; i successivi presentano i dati e il modello, che copre il periodo dal 2026 al 2046.

Due economie con lo stesso PIL

Contare le visite mediche, le pratiche completate o i pacchi consegnati aiuta a descrivere un'attività. Per confrontare un'economia intera serve una misura che metta insieme beni e servizi diversissimi. La più usata è il prodotto interno lordo, il PIL: il valore aggiunto generato in un territorio in un certo periodo.

«Valore aggiunto» è un'espressione da prendere alla lettera. Serve a non contare due volte la stessa cosa lungo una filiera: il mugnaio vende la farina al fornaio, il fornaio vende il pane, e nel PIL non si sommano il prezzo della farina e quello del pane, ma ciò che ciascuno ha aggiunto. Un'impresa che compra materiali e vende un prodotto contribuisce con il valore che aggiunge, non con l'intero prezzo di vendita. Allo stesso modo, un'impresa di trasporti non produce il valore delle merci che consegna, fabbricate magari altrove: il suo contributo è il servizio di trasporto, al netto di carburante e servizi usati. Portare un prodotto costoso non vuol dire generare un grande valore aggiunto nel trasporto.

Poi bisogna separare l'aumento della produzione dall'aumento dei prezzi. Se il prezzo di un servizio sale mentre la quantità resta uguale, cresce il suo valore in euro, ma non sono stati forniti più servizi. Quando il libro parla di crescita reale si riferisce a misure che tolgono l'effetto dei prezzi con gli indici dei prezzi. Il compito si complica quando cambia la qualità o compaiono servizi nuovi: quanto vale, in termini reali, un servizio che dieci anni fa non esisteva?

Il PIL è il termometro preferito dei governi, e risponde bene a una domanda: quanto si produce. Per capire come vivono le famiglie servono altre informazioni: redditi, distribuzione, possibilità di lavoro. E la differenza non è accademica. Immagina due piccole economie, identiche all'inizio: entrambe producono 100 e impiegano 100 persone. Dieci anni dopo entrambe producono 120, un bel 20 per cento di crescita, lo stesso titolo di giornale. Ma nella prima lavorano 110 persone, nella seconda 80.

Tabella 1 – Produzione e occupazione

Misura	All'inizio	Esito A	Esito B
Valore aggiunto	100	120	120
Occupati	100	110	80

La produzione finale è identica, e il numero degli occupati segue due strade opposte. Nella prima economia la crescita ha portato lavoro. Nella seconda venti persone su cento sono rimaste fuori, mentre i titoli parlavano di ripresa. Sapere che l'economia è cresciuta non ti dice in quale delle due colonne ti trovi. Ogni volta che senti dire che l'intelligenza artificiale farà crescere il PIL, la domanda da fare è proprio questa.

La produzione, da sola, non dice quanti posti ci saranno. E anche gli occupati non dicono tutto: ottanta persone possono lavorare molte più ore a testa di cento, e chi lavora meno può ricevere trasferimenti o altri redditi. Per passare dalla produzione ai posti bisogna conoscere la produttività, la domanda dei prodotti, gli orari, l'organizzazione, le competenze.

Molte contraddizioni apparenti nascono così: chiedendo a un indicatore di rispondere a una domanda per cui non è stato costruito. Un dato positivo sul PIL può essere vero e lasciare aperta la questione dell'occupazione. Un dato negativo sulle assunzioni dei giovani può essere vero senza che l'economia stia crollando.

Lo schema che segue mette in fila i collegamenti che il libro seguirà.

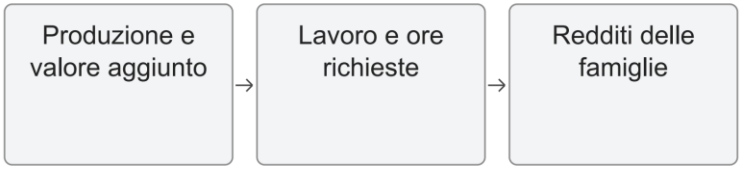


Figura 1 – Produzione, lavoro e redditi sono collegati.

A chi va il valore

Per una famiglia la crescita diventa qualcosa di concreto solo attraverso i soldi che riceve e ciò che può comprare. Bisogna quindi seguire il valore prodotto fino a dove arriva.

Chi lavora riceve un salario. Chi possiede il capitale riceve profitti, dividendi o altri redditi, secondo la forma dell'impresa e i suoi risultati. Una parte di tutti questi redditi paga tasse e contributi, e lo Stato la restituisce alle famiglie in servizi, pensioni e sussidi. Queste categorie descrivono da dove viene il reddito, non gruppi di persone separati: un lavoratore può avere risparmi investiti, un pensionato può ricevere una pensione e un affitto. Parlare di lavoro e capitale non vuol dire immaginare due tribù.

L'indicatore che misura questa divisione è la quota del lavoro: la parte del reddito totale che va a chi lavora.

$$Quota\ del\ lavoro\ = \frac{Redditi\ attribuiti\ al\ lavoro}{Reddito\ totale}$$

Il reddito di un artigiano o di un professionista è in parte lavoro e in parte capitale, e le fonti lo dividono in modi diversi: per questo, quando si confrontano dati, si controllano le definizioni.

Un esempio mostra perché conta. Il reddito totale passa da 100 a 120, e i redditi da lavoro da 60 a 66. All'inizio la quota del lavoro è il 60 per cento; alla fine, 66 diviso 120, è il 55. Chi lavora riceve di più, sei in più, eppure la sua fetta si è ristretta, perché il totale è cresciuto più in fretta. Tutto il resto della crescita è andato altrove. Nessuno ha rubato niente: è il modo in cui il valore si divide quando le macchine fanno una parte maggiore del lavoro.

Entrambe le informazioni contano, quella in euro e quella in quota. E per una famiglia serve anche il suo reddito, ciò che deve pagare e ciò che riceve: una quota calcolata sull'intera economia non è una busta paga.

Una tecnologia può far crescere la produzione e distribuire il guadagno fra salari, prezzi più bassi e redditi del capitale in proporzioni molto diverse. L'organizzazione delle imprese, la concorrenza, la contrattazione e le politiche pubbliche cambiano quelle proporzioni. E un dato di fondo esiste già: negli ultimi vent'anni, prima ancora dell'AI generativa, la quota del lavoro nel mondo è scesa. Questo libro si chiede che cosa succede se una nuova tecnologia spinge nella stessa direzione, e più forte.

Che cosa nasconde il totale degli occupati

Ogni mese esce il dato sugli occupati. Se resta stabile, sembra che non stia succedendo niente. Ma il numero degli occupati è una fotografia: non dice chi è entrato e chi è uscito per arrivarci. Per capire il cambiamento servono i movimenti: chi perde un posto, chi ne trova un altro, quanto dura il passaggio.

E bisogna cercare anche chi avrebbe potuto entrare e non è entrato. Un'impresa può tenere tutti i suoi dipendenti esperti e sem-

plicemente ridurre le assunzioni dei principianti. Il totale non si muove, nessuno viene licenziato, nessun titolo di giornale. Il cambiamento si vede prima nei flussi di ingresso che nel numero degli occupati: il totale sembra stabile mentre peggiorano le possibilità di chi comincia.

È quello che succede negli Stati Uniti. Dalla fine del 2022 ad agosto 2026, fra i ragazzi di 22–25 anni, gli occupati nelle professioni meno esposte all'intelligenza artificiale sono aumentati di circa l'8 per cento; in quelle più esposte sono diminuiti di quasi il 13. Nell'ultimo anno, da agosto 2025 ad agosto 2026, i più esposti calano del 4,4 per cento, i meno esposti del 2. La differenza non viene da licenziamenti di massa, ma da assunzioni che non ci sono state. Gli anni non pesano tutti allo stesso modo: il 2022 e il 2023 risentono delle assunzioni eccessive del dopo-Covid e del rialzo dei tassi, e il libro li conta poco. Il capitolo 3 racconta come si misura.

Chi cerca il primo impiego, poi, affronta condizioni diverse da chi deve ricollocarsi dopo vent'anni di lavoro. Responsabilità familiari, istruzione, possibilità di trasferirsi cambiano i percorsi. E l'età da sola non dice quanto una persona sia esposta all'AI: contano le attività che svolge, la professione, il contesto.

Per questo il libro guarda la quota di persone che lavorano, quella che cerca lavoro e quella che ha smesso di cercare. Una persona scoraggiata sparisce dai disoccupati senza aver trovato un lavoro. Il capitolo 3 spiega le tre misure e presenta i primi dati per età.

Il mondo che non c'è

Un'impresa adotta l'AI e, l'anno dopo, riduce il personale. Colpa della tecnologia? Forse. O forse avrebbe ridotto comunque, perché i clienti calavano, o perché avrebbe riorganizzato il lavoro, o

automatizzato con altri strumenti. O forse, senza l'AI, la riduzione sarebbe stata più grande, o avrebbe chiuso del tutto. La successione dei fatti, da sola, non basta a dare la colpa, o il merito, alla tecnologia.

Per sapere che cosa ha fatto la tecnologia dovremmo vedere un mondo che non esiste: lo stesso, identico, senza AI. Gli economisti lo chiamano controfattuale, cioè il confronto con ciò che sarebbe successo altrimenti. Nella realtà non lo si può osservare. In un modello sì.

È quello che fa questo libro. Ogni futuro simulato viene calcolato due volte, in una coppia di mondi con le stesse condizioni di partenza: in uno arriva la nuova ondata di intelligenza artificiale, nell'altro no. Il mondo senza AI non è fermo: conserva la stessa demografia e lo stesso progresso tecnico ordinario. L'unica differenza è la tecnologia.

$$Differenza\ AI\ =\ Valore\ con\ AI\ -\ Valore\ senza\ AI$$

Quando il libro dice che nel 2036 la metà più povera del mondo consuma l'1 per cento in meno, intende: meno di quanto consumerebbe, nello stesso anno, nel mondo gemello senza AI. È l'effetto dell'AI calcolato dal modello. Il capitolo 18 spiega come verificarlo sui dati reali.

E il quadro che esce da quattromila confronti non è quello che molti si aspetterebbero. Non c'è nessun crollo. Nel 2036 il PIL mondiale è più alto dell'1,3 per cento, nel 2046 del 3,2: l'economia cresce di più. Ma nel 2046 la metà più povera della popolazione consuma il 3,3 per cento in meno di quanto farebbe senza AI, la fetta dei salari si è ristretta di quasi sei punti, e nelle economie avanzate la disoccupazione sale per quasi un decennio e alla fine dell'orizzonte non è ancora tornata al punto di partenza. Un mondo più ricco, e non più giusto.

I confronti, poi, devono avere la stessa scala. Una regione accanto al mondo intero, o uno scenario accanto a una media di scenari diversi, possono sembrare in contraddizione anche quando non lo sono. Per questo nei confronti sul lavoro il libro dichiara sempre territorio, unità e campione. E la distanza fra domanda e offerta di lavoro ha un grafico tutto suo, con una scala che non la schiaccia dentro quella del PIL.

Nel libro, infine, incontrerai numeri di tre tipi, e conviene riconoscerli subito.

Tabella 2 – Tre tipi di informazione

Informazione	**Che cosa rappresenta**
Dato osservato	Una misura con fonte, territorio, periodo e definizione
Esempio didattico	Numeri scelti per spiegare un meccanismo
Simulazione	Un risultato condizionato dalle equazioni e dalle ipotesi

I dati osservati sono misure del mondo reale, con la loro fonte: il 34 per cento dei principianti del call center, il calo dei giovani nelle professioni esposte. Gli esempi, come le due economie della tabella 1, servono a far vedere un meccanismo. I risultati delle simulazioni sono le conseguenze delle equazioni e delle ipotesi del modello, elencate una volta sola alla fine del capitolo 6. Le ipotesi sono scritte e il codice è aperto: chi non è d'accordo può cambiarle e rifare i conti.

Il libro usa anche un secondo strumento: un modulo che segue le persone per età, cioè chi entra per la prima volta, chi perde il lavoro, chi si scoraggia. Riceve dal modello principale la domanda di lavoro e simula ingressi, uscite e scoraggiamento. Il capitolo 26 chiude il cerchio: riporta la disoccupazione del modulo nei salari e nei sussidi del modello principale, e mostra quanto cambiano i risultati.

Per seguire il libro non serve conoscere in anticipo tutti gli strumenti. Nel testo compaiono solo le relazioni semplici che aiutano a capire un esempio; le formule più complicate sono raccolte nell'appendice, con domande, spiegazione dei simboli ed esempi, e ogni rimando indica la sezione giusta. Davanti a un grafico conviene cercare tre cose: la domanda, gli assi, il termine di confronto. E il capitolo 12 spiega come rifare i calcoli, perché la discussione possa arrivare fino ai numeri.

La domanda iniziale ora si può porre con più precisione. Per capire che cosa succede quando serve meno lavoro umano bisogna misurare la produzione, seguire l'occupazione e ricostruire la distribuzione dei redditi. Il prossimo capitolo comincia da ciò che viene prima di tutte queste misure: il lavoro stesso. Una professione non è un blocco unico, ma un insieme di attività, alcune delle quali una macchina sa già svolgere. La domanda utile non è se l'AI ti sostituirà, ma quali delle tue attività sostituirà, e che cosa cambia quando viene usata davvero.

Capitolo 2

Compiti, esposizione e adozione dell'AI

Prova a descrivere un lavoro qualsiasi, il tuo o quello di una persona che conosci, con un solo verbo. Non ci si riesce. Chi lavora in contabilità raccoglie documenti, verifica informazioni, applica regole, riconosce le anomalie, parla con i clienti. Chi scrive software interpreta richieste, scrive codice, controlla i risultati, decide come correggere un problema. Anche il lavoro che sembra ripetitivo contiene situazioni che chiedono attenzione e giudizio.

Per capire che cosa farà l'intelligenza artificiale ai posti di lavoro bisogna partire da qui. Automatizzare una fase può ridurre le ore necessarie, cambiare le responsabilità, oppure rendere conveniente allargare l'attività. Prima di parlare di posti bisogna ricostruire di che cosa è fatto il lavoro, e distinguere ciò che una tecnologia sa fare da ciò che un'organizzazione decide di affidarle.

Una professione fatta di compiti

Nella ricerca le attività che compongono una professione si chiamano compiti, task nei lavori tecnici. La distinzione fra compito e professione è il punto di partenza del modello di questo libro, e di quasi tutta la ricerca economica sull'automazione degli ultimi vent'anni.

Una tecnologia può svolgere alcuni compiti senza saper fare il lavoro intero. Può cercare informazioni in un secondo, preparare una prima bozza, fare i controlli di routine, e lasciare a una persona la revisione e la decisione finale. In altri casi sostituisce un'attività in modo abbastanza completo da ridurre il tempo di lavoro necessario. E anche quando tutte le attività che si vedono sembrano automatizzabili, restano domande di organizzazione. Chi risponde di un errore? Chi cambia la procedura quando cambiano le condizioni? Quali attività nuove nascono con il nuovo sistema? Una macchina non ha sempre bisogno di una persona

accanto; ma una capacità tecnica non diventa subito autonomia operativa.

Prendi il lavoro in un porto, o in un grande magazzino. Dentro la stessa professione convivono compiti molto diversi, e ciascuno pone una domanda diversa a chi pensa di automatizzarlo.

Tabella 3 – Attività dentro una professione

Compito	**Possibile uso della tecnologia**	**Questione da verificare**
Documenti	Estrazione di informazioni	Affidabilità dei risultati
Percorsi	Ottimizzazione	Gestione degli imprevisti
Movimentazione	Mezzi e gru autonomi	Condizioni operative
Anomalie	Analisi e segnalazione	Decisione e responsabilità
Emergenze	Supporto informativo	Coordinamento e limiti

La tabella mette in ordine le verifiche da fare prima di trasformare una capacità tecnica in una stima sui posti.

Che una tecnologia sappia fare qualcosa, poi, non vuol dire che venga usata. È il passaggio dall'esposizione all'adozione, e confonderle è l'errore più diffuso nei titoli di giornale. L'esposizione dice che le attività di una professione possono essere toccate dalla tecnologia. L'adozione dice che la tecnologia viene usata davvero. Sono due grandezze diverse, ciascuna con il suo denominatore.

Una professione può essere molto esposta e lavorare in imprese che adottano lentamente. Un sistema può funzionare benissimo ed essere troppo caro per un'impresa piccola. Possono mancare dati utilizzabili, l'integrazione con il resto del lavoro, la formazione, le autorizzazioni. Oppure l'adozione accelera di colpo quando arrivano strumenti economici e facili da inserire nel lavoro di tutti i giorni. Conta il risultato in un'organizzazione vera, non la prova di

laboratorio: qualità, affidabilità, costo totale. E anche il controllo costa: una bozza scritta in un secondo fa risparmiare poco se poi servono due ore per verificarla.

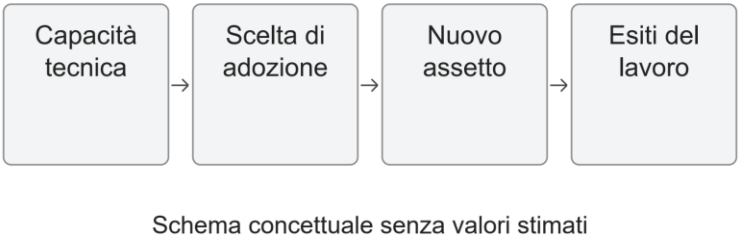


Figura 2 – Dalla capacità tecnica al cambiamento del lavoro. I passaggi possono rallentare o fermarsi; lo schema non indica una probabilità e non impone che l'esito finale sia una perdita di occupazione.

Nel modello la nuova ondata di adozione parte nel 2026, in aggiunta all'automazione che le imprese usano già. E la tecnologia non entra in tutte le imprese insieme. Come quasi tutte le innovazioni del passato, parte piano, accelera, e poi rallenta vicino al limite: una curva a S. L'esposizione, invece, dice quanta parte delle attività può essere toccata, e cresce anche prima che le imprese adottino gli strumenti; nel modello non supera il 95 per cento. La forma della curva è l'ipotesi che pesa di più su tutti i risultati, come mostra il capitolo 16. La sezione A1 dell'appendice spiega il calcolo.

Quaranta per cento di che cosa?

Avrai letto che l'intelligenza artificiale riguarda il 40 per cento dei lavori del mondo. È la stima del Fondo monetario internazionale, nel rapporto Gen-AI: Artificial Intelligence and the Future of Work del 2024. L'Organizzazione internazionale del lavoro, con

l'istituto polacco NASK, nel rapporto Generative AI and Jobs: A Refined Global Index of Occupational Exposure del 2025, guarda invece alla fascia di esposizione più alta all'AI generativa e arriva al 3,3 per cento dell'occupazione mondiale.

Le due cifre non si contraddicono, perché rispondono a domande diverse. Il primo numero misura un perimetro largo: tutti i lavori in cui una parte dei compiti può essere toccata dalla tecnologia. Il secondo misura un nocciolo: i lavori più esposti, in una classificazione costruita da un altro studio, con un'altra definizione di tecnologia e un'altra soglia. E nessuno dei due dice quanti posti spariranno.

Tabella 4 – Misure di esposizione all'AI

Misura	**Significato**
Esposizione	Possibilità tecnica secondo il metodo della fonte
Adozione	Utilizzo effettivo della tecnologia
Sostituzione	Trasferimento di compiti dal lavoro alla tecnologia
Occupazione	Persone occupate nel perimetro definito

Per questo il libro accompagna ogni percentuale con la domanda della fonte. Chi vuole spaventarti userà il 40; chi vuole tranquillizzarti, il 3,3. Nessuno dei due ti sta dicendo che cosa succederà al tuo lavoro.

E l'età non sostituisce una misura delle attività. Per dire che i giovani sono più esposti bisogna sapere quali professioni svolgono, quali compiti, con quale classificazione.

La formula più semplice e le sue trappole

La misura più semplice della produttività del lavoro mette in rapporto quanto si produce e le ore usate per produrlo.

$$p = \frac{Q}{H}$$

Q è la quantità di un prodotto o di un servizio ben definito, H le ore di lavoro, p quanto si produce in un'ora. Si possono contare pratiche completate o pezzi lavorati, sapendo che unità diverse richiedono tempi diversi. Per confrontare economie intere servono invece misure del valore aggiunto e dei prezzi.

Supponi che un ufficio completi cento pratiche in cento ore: la produttività è una pratica all'ora. Arriva una tecnologia, e le stesse cento pratiche richiedono ottanta ore. La produttività sale a 1,25. L'aumento è del 25 per cento, mentre le ore necessarie scendono del 20. Le due percentuali sono diverse perché partono da basi diverse. Fin qui è una buona notizia. Ma quante persone servono?

Tabella 5 – Produttività e lavoro necessario

Situazione	Quantità Q	Ore H	Q / H
Prima	100	100	1,00
Dopo con Q uguale	100	80	1,25
Dopo con Q +25%	125	100	1,25
Dopo con Q +50%	150	120	1,25

Dipende da quante pratiche arriveranno. La produttività resta 1,25 in tutti i casi dopo l'adozione, ma le ore necessarie cambiano con la quantità richiesta. Se le pratiche restano cento, bastano ottanta ore: un quinto del lavoro non serve più. Se diventano 125, servono di nuovo cento ore. Se diventano 150, ne servono centoventi, più di prima. La relazione si può riscrivere così:

$$H = \frac{Q}{p}$$

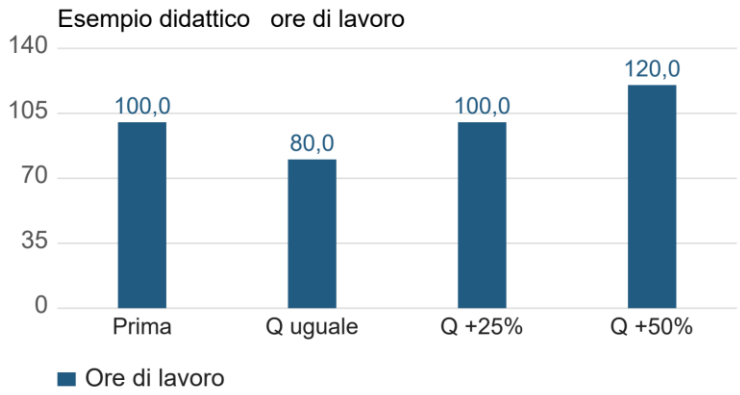


Figura 3 – Ore necessarie in un esempio con produttività maggiore. Le colonne derivano dalla tabella didattica e non rappresentano dati osservati o una previsione sull'AI.

La formula non contiene salari, competenze o investimenti. Ma contiene il cuore del dibattito sull'AI. Gli ottimisti scommettono sull'ultima colonna: i prezzi scenderanno, la domanda crescerà, servirà più lavoro. I pessimisti sulla prima: la domanda non crescerà abbastanza. La risposta dipende da quanto il mondo vorrà più pratiche, più consulenze, più traduzioni, più software quando costeranno meno. Un aumento di produttività, da solo, non dice che cosa succede ai posti.

Nel modello la capacità di produrre cresce per una tendenza di fondo e per tre contributi dell'AI: il risparmio sui compiti automatizzati, l'aiuto alle persone nei compiti che restano, la creazione di compiti nuovi. I pesi dei tre contributi sono fra le ipotesi elencate alla fine del capitolo 6. E la capacità di produrre di più deve poi trovare qualcuno che compri. La sezione A2 dell'appendice mostra il calcolo completo.

Le ore, poi, non sono posti. Due imprese possono usare le stesse ore con un numero diverso di persone: una tutte a tempo pieno, l'altra con più persone a orario ridotto. Un calo delle ore necessarie può diventare meno straordinari, contratti non rinnovati, meno

assunzioni, orari più corti, o licenziamenti. Anche quando il posto resta, il lavoro può cambiare: mansioni, autonomia, ritmi, paga, responsabilità. Un posto conservato non è per forza lo stesso posto di prima.

E per parlare di occupati bisogna contare persone, non contratti. Una persona può avere più contratti nello stesso anno; un'impresa può assumere chi lavora già altrove. Per questo i registri amministrativi delle assunzioni e le indagini sulle persone rispondono a domande in parte diverse. Il capitolo 3 parte proprio da questa differenza.

La gara fra due forze

Pensa a un servizio di trasporto che diventa più economico grazie alla guida automatica. Il costo più basso fa crescere la domanda, e recupera una parte del lavoro risparmiato. Quanto se ne recupera dipende dai volumi e dalle attività richieste: non tutti gli autisti diventeranno controllori dei robot.

Il modello distingue due forze. Da una parte c'è la sostituzione: alcune attività passano dalle persone al capitale, che comprende le tecnologie. Dall'altra c'è la creazione di compiti nuovi, o il recupero di vecchi, in cui il lavoro umano torna a contribuire alla produzione. Nel quadro teorico usato dal libro, quello di Acemoglu e Restrepo, questa seconda forza si chiama reintegrazione, reinstatement in inglese. È la forza che, nella storia, ha riportato il lavoro dopo ogni ondata di macchine.

I compiti nuovi non corrispondono sempre a nuove professioni riconoscibili: spesso entrano dentro lavori che esistono già. E la loro comparsa non dice quanti posti nasceranno: servono la domanda di quell'attività e il tempo necessario per svolgerla. Conta anche come sono distribuite le competenze: un posto può restare

vuoto mentre una persona cerca lavoro nella stessa strada, perché le due cose non si incontrano.

E conta il calendario. L'attività sostituita sparisce in fretta. Quella nuova compare dopo anni. Nel frattempo una famiglia deve pagare l'affitto, la spesa, magari un corso di formazione. Un saldo positivo a vent'anni non racconta che cosa succede nei vent'anni in mezzo.

Nel modello il contenuto di lavoro umano scende quando i compiti vengono sostituiti e sale quando ne compaiono di nuovi, e i due movimenti cadono in anni diversi. Il mondo senza AI conserva i cambiamenti di fondo. La contrattazione può restituire al lavoro una parte del reddito perso, ma senza creare posti. La sezione A3 dell'appendice spiega le relazioni fra compiti e quota del lavoro.

Riconvertirsi, infine, non è un gesto istantaneo. Una persona può avere bisogno di un corso, di esperienza pratica, di qualcuno che le dia la prima occasione. Può incontrare ostacoli economici, geografici, familiari. Un sistema che crea compiti nuovi non garantisce che chi cerca lavoro abbia le competenze richieste o possa raggiungere i posti.

Per questo il libro aggiunge al modello principale un modulo che segue le persone per età: il primo ingresso, il ricollocamento, lo scoraggiamento. Le economie avanzate partono dalla situazione dell'Unione europea. Fra i suoi casi di studio ce n'è uno con riconversione lenta e uno con sostituzione persistente: mostrano che cosa succede quando i compiti nuovi non compensano abbastanza in fretta il lavoro sostituito.

Per verificare che cosa sta succedendo davvero bisogna collegare attività e persone: servono dati sull'adozione, sulla composizione delle professioni, sugli ingressi e sulle uscite. E per dire che la causa è l'AI bisogna separarla dal ciclo economico, dalla domanda di un settore, dagli altri cambiamenti organizzativi. Confrontare

attività più e meno esposte aiuta, perché i due gruppi vivono lo stesso ciclo; guardare il periodo precedente e la composizione del campione aiuta a scartare le spiegazioni alternative. Per questo ogni grafico del libro dice chi viene contato, in quale periodo, con quale unità. La curva di un indice non è un tasso di disoccupazione, e il dato di un campione non è il totale di un paese.

C'è poi una conseguenza che pochi vedono. I compiti più facili da automatizzare sono spesso quelli che si affidavano ai principianti: le prime pratiche, le ricerche semplici, le bozze da far correggere. Erano noiosi, ma erano anche il modo in cui si diventava esperti: sbagliando su cose piccole, osservando chi sapeva fare, guadagnandosi un po' di responsabilità alla volta. Se quel percorso sparisce, bisogna capire dove si costruirà l'esperienza che serve per i compiti successivi.

Il prossimo capitolo segue proprio questa porta. Distingue le persone che lavorano già dai movimenti che portano altre persone al lavoro, presenta i primi dati osservati e pone una domanda che i numeri complessivi tendono a nascondere: quante occasioni di cominciare restano aperte?

Capitolo 3

Partecipazione, disoccupazione e scoraggiamento

Un'impresa può tenere tutto il suo personale esperto e smettere, semplicemente, di assumere principianti. Per qualche anno il numero dei dipendenti cambia poco. Nessuno viene licenziato, nessun sindacato protesta, nessun giornale ne parla. Ma le possibilità di cominciare una carriera si restringono. È uno dei motivi per cui, per capire il futuro del lavoro, non basta guardare quante persone lavorano: bisogna guardare chi riesce a entrare. Questo capitolo definisce questi movimenti e gli indicatori che permettono di seguirli, e presenta i primi dati osservati.

Entrare e imparare

Molti mestieri si imparano per gradi: prima attività relativamente semplici, poi l'osservazione dei colleghi, la correzione degli errori, responsabilità che crescono. Una parte si impara a scuola o all'università; un'altra si impara solo partecipando a situazioni reali. Per secoli questo è stato il modello dell'apprendistato. In Inghilterra lo Statuto degli artefici del 1563 fissava in sette anni la durata dell'apprendistato per molti mestieri: sette anni accanto a un maestro prima di poter lavorare da soli. Le forme sono cambiate, ma l'idea è rimasta: l'esperienza si costruisce facendo, a partire dalle cose piccole.

Quando una tecnologia esegue le attività iniziali, l'organizzazione guadagna efficienza. Ma deve trovare un altro modo per preparare chi un giorno affronterà quelle complesse. L'AI può anche aiutare a imparare: dare riscontri immediati, rendere accessibili attività che prima richiedevano anni di esperienza.

Le due cose possono convivere. Un giovane già assunto può ricevere strumenti che lo rendono più capace, mentre altri giovani trovano meno posizioni da cui partire. La produttività di chi entra e la probabilità di entrare sono domande diverse, e richiedono misure diverse. Un percorso formativo interrotto oggi pesa sulle

competenze di domani; per misurarlo servono dati su accesso, compiti iniziali, formazione e carriera.

Per vederla nei numeri bisogna distinguere due cose. Il numero degli occupati è una fotografia in un momento: gli economisti lo chiamano stock. I movimenti che cambiano la fotografia si chiamano flussi. Se si confondono i due livelli, si può non vedere una trasformazione in corso.

$$E_{t+1} = E_t + I_t - X_t$$

E sono gli occupati, I gli ingressi nel lavoro durante il periodo, X le uscite. La relazione vale se il perimetro è coerente e comprende tutti i movimenti: se cambia il territorio o la popolazione osservata, bisogna tenerne conto. La X serve a non confondere le uscite con la U dei disoccupati.

Tabella 6 – Ingressi e uscite dall'occupazione

Movimento	Primo anno	Secondo anno
Occupati iniziali	1.000	1.000
Ingressi	100	60
Uscite	100	60
Occupati finali	1.000	1.000

Nell'esempio gli occupati restano mille in entrambi gli anni. Ma gli ingressi scendono da cento a sessanta. Anche le uscite calano, e così il totale non si muove. La porta d'ingresso si è ristretta del 40 per cento senza che la fotografia degli occupati mostri niente. Per questo bisogna misurare i flussi. Può succedere anche il contrario: un'attività perde occupati e continua ad assumere molte persone, perché le uscite sono ancora di più. Saldo e movimenti raccontano cose complementari.

I flussi possono contare anche episodi ripetuti: una persona può entrare, uscire e rientrare nello stesso anno. A seconda della fonte si contano persone o eventi. Una serie amministrativa di contratti non si confronta direttamente con un modello che permette una sola assunzione a persona in un periodo.

E non tutte le assunzioni sono uguali. Un'impresa può assumere una persona alla prima esperienza, una che torna al lavoro dopo un periodo di disoccupazione, oppure una che passa direttamente da un altro impiego. Per l'impresa sono tutti nuovi assunti. Per il mercato del lavoro sono movimenti diversi.

Tabella 7 – Assunzioni e primo ingresso

Movimento	**Situazione precedente**
Primo ingresso	Nessuna esperienza occupazionale nel perimetro definito
Ricollocamento	Precedente impiego seguito da un periodo senza lavoro
Cambio diretto	Passaggio da un altro impiego
Rientro dall'inattività	La persona non lavorava e non cercava attivamente

Il primo ingresso richiede di conoscere la storia di una persona. A volte si sa che non ha mai lavorato; a volte solo che non risulta occupata nei registri disponibili. Il ricollocamento richiede di conoscere un lavoro precedente e il periodo senza lavoro che lo segue. La qualità dei dati decide quanto bene si possono distinguere i percorsi. L'età aiuta a individuare i gruppi, ma non sostituisce la storia: un ventiquattrenne può lavorare da anni, una persona più adulta può cercare il primo lavoro pagato. I grafici per età e quelli per tipo di ingresso rispondono a domande diverse.

Il modulo aggiunto al modello distingue chi cerca il primo lavoro da chi cerca dopo un'esperienza, e dà loro probabilità di ingresso diverse, fissate fra le ipotesi del modello.

Chi conta come disoccupato

Le statistiche del lavoro dividono la popolazione in occupati, disoccupati e inattivi, secondo criteri precisi. La forza lavoro è la somma di occupati e disoccupati. E non basta non avere un lavoro per essere disoccupati: bisogna anche cercarlo ed essere disponibili, secondo regole stabilite dalla fonte.

Gli inattivi sono una galassia: chi studia, chi si occupa della famiglia, chi è in pensione, chi vive altre situazioni. Non sono tutti scoraggiati. Lo scoraggiamento è un fenomeno preciso: smettere di cercare perché le opportunità sembrano troppo poche. Per riconoscerlo nei dati servono informazioni in più.

Tre indicatori si usano più di tutti. P è la popolazione della fascia considerata, E gli occupati, U i disoccupati; la forza lavoro è E più U.

$$Tasso\ di\ occupazione\ = \frac{E}{P} \times 100$$

$$Tasso\ di\ disoccupazione\ = \frac{U}{E\ +\ U} \times 100$$

$$Tasso\ di\ partecipazione\ = \frac{E\ +\ U}{P} \times 100$$

Il tasso di occupazione dice quante persone lavorano su tutta la popolazione della fascia. Il tasso di disoccupazione dice quale parte di chi è nella forza lavoro cerca senza trovare. Il tasso di partecipazione dice quanta parte della popolazione è nella forza lavoro. I denominatori sono diversi. Per questo occupazione e disoccupazione non si sommano come se dovessero fare cento, e un 20 per cento in un indicatore non vuol dire la stessa cosa di un 20 per cento in un altro.

C'è un modo in cui la disoccupazione può scendere senza che nasca un solo posto. Prendi cento persone: sessanta lavorano, dieci

sono disoccupate, trenta inattive. La forza lavoro è settanta. Il tasso di occupazione è il 60 per cento, quello di disoccupazione circa il 14,3. Ora cinque delle dieci persone disoccupate smettono di cercare e diventano inattive. Gli occupati restano sessanta. La forza lavoro scende a sessantacinque. Il tasso di disoccupazione crolla a circa il 7,7 per cento. Il tasso di occupazione resta il 60.

Tabella 8 – Scoraggiamento e denominatori

Misura	Prima	Dopo
Popolazione	100	100
Occupati	60	60
Disoccupati	10	5
Inattivi	30	35
Tasso di occupazione	60,0%	60,0%
Tasso di disoccupazione	14,3%	7,7%
Partecipazione	70,0%	65,0%

Il titolo del giornale direbbe: disoccupazione dimezzata. Ma non è nato nessun posto. Cinque persone hanno solo smesso di sperare. Per questo occupazione, partecipazione e ragioni dell'inattività vanno guardate insieme.

Per non perdere queste persone, l'estensione del modello conserva gli scoraggiati in una misura di offerta potenziale: tutti quelli che lavorerebbero, compresi quelli che hanno smesso di cercare. È una misura del modello, diversa dagli indicatori ufficiali di sottoutilizzo del lavoro e dai giovani che non studiano e non lavorano.

La prima fotografia osservata

Passiamo dagli esempi ai dati. L'indagine europea sulle forze di lavoro, pubblicata da Eurostat, permette di confrontare l'Italia con

l'Unione europea a ventisette. Per questo libro sono stati archiviati i dati annuali dal 2019 al 2025 e costruite quattro fasce d'età: 15–24, 25–34, 35–49 e 50–64 anni. Per mettere insieme più gruppi d'età si sommano occupati e popolazione e poi si calcola il rapporto, invece di fare la media dei tassi: i gruppi più numerosi devono pesare di più. Le segnalazioni della fonte sono conservate, e si tiene conto del possibile cambiamento di metodo del 2021.

Tabella 9 – Dati osservati del 2025, arrotondati. Il tasso di occupazione ha come denominatore la popolazione della fascia; il tasso di disoccupazione la forza lavoro della fascia. Fonte Eurostat, serie lfsa_pganws, elaborazione dei gruppi quinquennali archiviati nel progetto.

Età	IT occup. %	IT disocc. %	UE occup. %	UE disocc. %
15–24	17,9	20,6	34,5	15,2
25–34	68,5	9,0	79,6	7,2
35–49	77,5	5,5	84,4	4,8
50–64	66,5	3,8	71,9	4,4

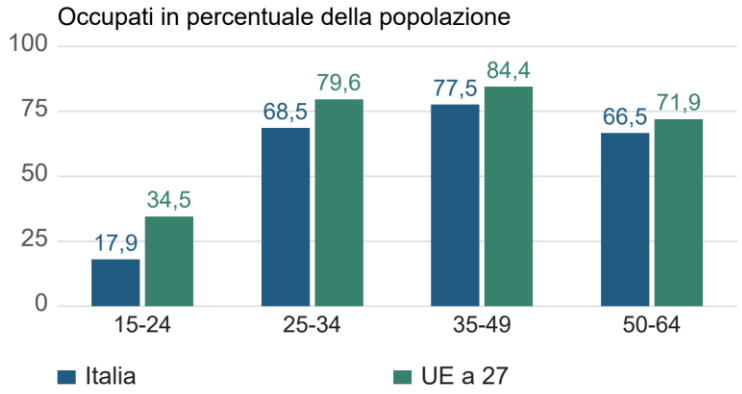


Figura 4 – Quota di persone occupate nel 2025 per fascia di età. Tutte le professioni, Italia e UE a ventisette. Fonte Eurostat.

In Italia, nel 2025, lavora meno di un giovane su cinque fra i 15 e i 24 anni: il 17,9 per cento, contro il 34,5 della media europea. Fra quelli che cercano, uno su cinque non trova: la disoccupazione giovanile è al 20,6 per cento, contro il 15,2 europeo. Anche nelle fasce successive l'Italia resta sotto l'Europa per occupazione: 68,5 contro 79,6 fra i 25 e i 34 anni, 77,5 contro 84,4 fra i 35 e i 49, 66,5 contro 71,9 fra i 50 e i 64.

Il dato sui giovanissimi non è pura esclusione: molti studiano, e le differenze fra paesi riflettono anche percorsi di studio diversi, il lavoro durante gli studi, la struttura dell'economia. Queste differenze hanno radici molto più vecchie dell'AI. Ma una cosa la fotografia la dice: in Italia la porta d'ingresso era già stretta prima che arrivasse l'intelligenza artificiale.

Un segnale fra i giovani americani

Per capire l'effetto di una tecnologia serve un confronto fra attività simili, tenendo conto dei clienti, dei prodotti e dei cambiamenti già in corso. Per l'AI, il dato più osservato oggi viene dagli Stati Uniti. Il Canaries Dashboard, costruito da ricercatori di Stanford con i dati delle buste paga di ADP, una delle più grandi società americane di elaborazione degli stipendi, segue l'occupazione in gruppi di professioni più o meno esposte all'AI. Il nome viene dai canarini che i minatori portavano in galleria: quando il canarino smetteva di cantare, c'era gas nell'aria. Il campione è quello delle imprese clienti di ADP: è americano, e non comprende tutto il mercato.

Le fasce d'età della fonte sono 22–25, 26–30, 31–34, 35–40, 41–49 e 50 anni o più. Sono diverse dalle fasce Eurostat, e il libro le lascia come sono. Per leggere il grafico basta l'indice con base cento.

$$Indice_{\mathrm{t}} = \frac{Valore_{\mathrm{t}}}{Valore\ iniziale} \times 100$$

Se un gruppo passa da duecento a centottanta occupati, il suo indice scende da cento a novanta. Se un altro passa da duemila a duemiladuecento, il suo indice sale a centodieci. Gli indici confrontano variazioni relative, non numeri di persone, e la distanza fra due indici non è un tasso di disoccupazione.

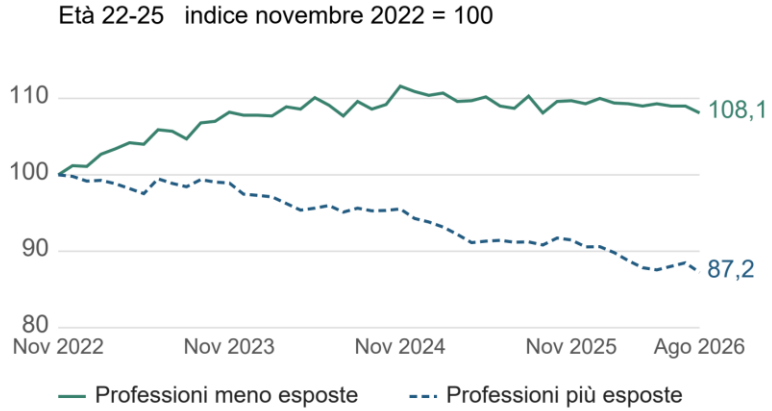


Figura 5 – Occupazione dei lavoratori tra 22 e 25 anni nel campione Stanford/ADP, professioni meno e più esposte. Base novembre 2022 uguale a cento. Versione dei dati del 17 settembre 2026, osservazioni fino ad agosto 2026.

Ad agosto 2026, fatto cento novembre 2022, l'indice dei ragazzi fra 22 e 25 anni è circa 108,1 nelle professioni meno esposte e 87,2 in quelle più esposte. I primi sono cresciuti di circa l'8,1 per cento, i secondi sono diminuiti di circa il 12,8. La distanza è di circa 20,9 punti di indice: non sono punti di disoccupazione, né una percentuale di posti persi nell'intera economia. In meno di quattro anni, fra coetanei con la stessa età e lo stesso mercato, le due strade si sono separate di venti punti.

Non tutti questi anni dicono la stessa cosa sull'AI. Il 2022 e il 2023 risentono delle assunzioni eccessive del dopo-Covid e del rialzo dei tassi; il 2025 e il 2026 sono gli anni in cui l'AI generativa entra davvero nelle imprese. Per questo il libro dà a ogni anno un peso: il 100 per cento al 2026 e al 2025, il 50 al 2024, il 5 al 2023,

l'1 al 2022. Ogni variazione mensile conta con il peso del suo anno. Con questi pesi, i ragazzi fra 22 e 25 anni nelle professioni più esposte perdono il 4,2 per cento l'anno, quelli nelle meno esposte lo 0,3. Fra i 26 e i 30 anni, meno 2,2 contro più 0,3. Nell'ultimo anno, da agosto 2025 ad agosto 2026, il calo dei più esposti è del 4,4 per cento contro il 2 dei meno esposti, e fra i 26 e i 30 anni del 3,1 contro più 0,1.

Gli autori della ricerca, con l'analisi dei flussi, mostrano che la divergenza nasce soprattutto da meno assunzioni, non da più uscite: il capitolo 36 ci torna. La serie conservata nel progetto comincia a settembre 2021, prima della base del grafico.

Il lavoro sul posto collega il lavoro di oggi alle competenze di domani. Affiancare una persona esperta costa subito, ma costruisce capacità che le attività già automatizzate non insegnano più. Se le posizioni iniziali si riducono, la formazione dei futuri esperti può cambiare. Un'impresa può reagire con percorsi nuovi, simulazioni, tutoraggio, strumenti di AI; un'altra può rinviare il problema. L'esito non si ricava dal numero di assunzioni di un anno: serve osservare nel tempo.

Nel seguito il libro misura separatamente, nelle simulazioni, il primo ingresso, la perdita del lavoro e il ricollocamento. I dati Eurostat sulle transizioni non hanno le età, e per l'Italia i flussi dei giovani richiedono le fonti amministrative e i microdati, che il libro non ha ancora usato.

Così la domanda diventa verificabile: quante persone possono cominciare, quali competenze imparano, dove trovano il lavoro successivo? Il numero degli occupati dà una parte della risposta; i percorsi ne danno un'altra. E le difficoltà possono essere due, anche insieme: persone che hanno bisogno di lavoro ma non hanno le competenze o i mezzi per raggiungere i posti, oppure posti troppo pochi per tutti quelli che cercano. Il prossimo capitolo introduce domanda e offerta di lavoro e la difficoltà di farle incon-

trare, con grafici che tengono separati il mondo e le economie avanzate, chi cerca attivamente e chi lavorerebbe se potesse.

Capitolo 4

Domanda e offerta di lavoro

Cento persone che cercano lavoro e cento posti liberi non fanno per forza cento assunzioni. Possono mancare le competenze giuste, i collegamenti, orari compatibili con la vita di chi cerca. Se invece i posti sono solo ottanta, far incontrare meglio persone e posti aiuta, ma non cancella il fatto che i posti non bastano. Sono due problemi diversi, e per separarli bisogna prima definire bene domanda, offerta e unità di misura.

Chi offre e chi domanda

In economia le parole domanda e offerta sembrano capovolte rispetto all'esperienza di tutti i giorni. Una persona «domanda» un impiego, ma in realtà offre il proprio lavoro. Un'impresa «offre» un posto, ma in realtà domanda lavoro per produrre beni e servizi. In questo libro la domanda di lavoro è il fabbisogno delle imprese e delle altre organizzazioni; l'offerta sono le persone, le ore e le competenze disponibili.

Non è una pedanteria: evita di leggere male i grafici. Se l'offerta di lavoro cresce, non vuol dire che crescano gli annunci delle imprese. Se la domanda scende, non vuol dire che le persone vogliano lavorare meno. Prima di interpretare una curva bisogna sapere chi rappresenta.

E bisogna sapere che cosa conta. Un'organizzazione può avere bisogno di un certo numero di ore, di un certo numero di persone, o di competenze molto specifiche. Nelle equazioni del modello la domanda è misurata in unità di lavoro normalizzate; nei grafici diventa un indice.

Tabella 10 – Domanda e offerta di lavoro

Soggetto	Azione	Misura
Persone	Offrono lavoro	Ore persone competenze
Organizzazioni	Domandano lavoro	Fabbisogno per produrre
Modello	Confronta le quantità	Unità normalizzate

Il capitolo precedente ha introdotto la forza lavoro attiva. L'estensione per età segue anche chi ha smesso di cercare, e lo tiene nell'offerta potenziale. Così si vede una difficoltà che nella sola disoccupazione diventerebbe invisibile. I capitoli 7–9 descrivono chi ne fa parte.

Nella forma più semplice, la distanza fra l'offerta L e la domanda D è questa:

$$F = L - D$$

Un valore positivo vuol dire che ci sono più persone disponibili che lavoro richiesto; un valore negativo, il contrario. La formula misura la quantità; le difficoltà di incontro fra competenze e posti vengono dopo.

Nel modello macroeconomico originale l'occupazione dipende dalla domanda, con un tetto legato all'offerta, e c'è un tasso di disoccupazione strutturale fissato nella calibrazione. Anche il mondo senza la nuova ondata di AI ha quindi una certa distanza fra domanda e offerta, che non va attribuita all'intelligenza artificiale.

Per separare le due cose, in ogni simulazione si confronta la domanda con AI e quella senza. Se l'offerta è la stessa nei due mondi, la forbice aggiuntiva è semplicemente la differenza fra le due domande:

$$\Delta F = D_0 - DAI$$

ΔF è la forbice aggiuntiva, D_0 la domanda senza AI, DAI quella con AI. In generale, una forbice più ampia può dipendere da una domanda più bassa, da un'offerta più alta, o da entrambe. E nell'estensione per età anche l'offerta attiva cambia, attraverso lo scoraggiamento: lì il libro tiene separati i movimenti di domanda e di offerta.

Il grafico che nascondeva la forbice

Le prime versioni dei grafici di questo progetto avevano un difetto, e vale la pena raccontarlo perché è un errore molto comune. Mettevano accanto le economie avanzate e il mondo intero, e confrontavano uno scenario con la mediana di tutte le simulazioni. Non erano viste dello stesso confronto. La revisione ha separato territorio, campione e scala, perché differenze di composizione non sembrassero contraddizioni economiche.

Una parte della differenza veniva dalla geografia: la forza lavoro poteva diminuire nelle economie avanzate e crescere nel mondo. Un'altra parte veniva dalla selezione delle simulazioni, che rendeva poco chiaro il confronto fra le due pagine mondiali. Un confronto attribuito all'AI deve usare lo stesso campione.

E c'era la scala. Quando il PIL e altri indicatori in crescita occupano quasi tutta l'altezza del grafico, la distanza fra le curve del lavoro diventa visivamente minuscola. Non vuol dire che sia zero. Negli indici finali, per esempio, l'offerta mondiale arrivava a circa 115 e la domanda con AI a circa 106. La differenza c'era, ma accanto a un PIL vicino a 178 l'occhio non la vedeva. Un grafico può dire la verità e nasconderla nello stesso momento.

Per il libro i grafici sono stati ricostruiti direttamente dal codice. Entrambe le versioni, con e senza AI, usano tutte le stesse quattromila estrazioni, senza scegliere uno scenario in una sola curva.

Domanda e offerta hanno uno spazio tutto loro. La scala è coerente dentro ogni confronto, e la base degli indici è dichiarata.

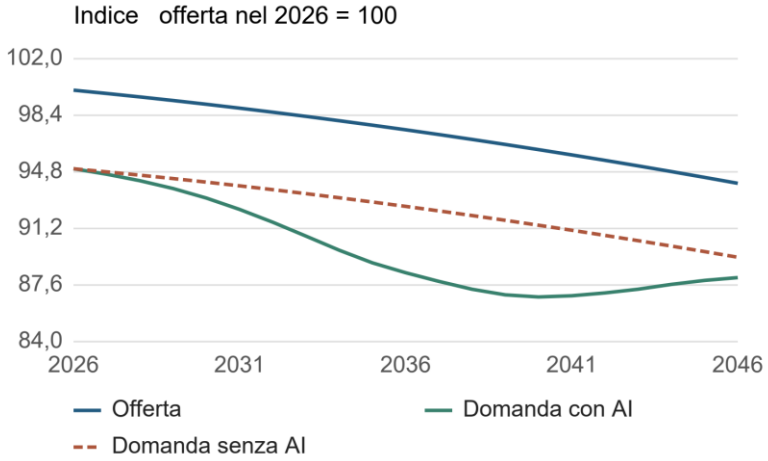


Figura 6 – Economie avanzate, modello macroeconomico originale. Mediane delle stesse 4.000 simulazioni appaiate, 2026–2046. Base cento uguale all'offerta di lavoro del 2026. La domanda iniziale è inferiore a cento perché il modello include disoccupazione strutturale. Risultati simulati, non dati osservati. Simulazioni del modello.

Nelle economie avanzate l'offerta scende, seguendo le ipotesi demografiche: meno giovani, più pensionati. La domanda senza AI mantiene la distanza legata alla disoccupazione strutturale. La domanda con AI si allontana durante la diffusione dell'automazione, e nella seconda metà del periodo recupera solo una parte della distanza.

Qui bisogna guardare due spazi diversi. Il primo è fra l'offerta e la domanda con AI: è la forbice complessiva nel modello. Il secondo è fra la domanda senza AI e quella con AI: è il cambiamento dovuto alla nuova ondata di tecnologia nella coppia simulata. Non sono la stessa misura. Le differenze sono espresse in punti percentuali rispetto al tasso di disoccupazione strutturale iniziale delle economie avanzate, che il modello fissa al 5 per cento. Il capitolo 14 presenta il quadro completo.

Il calo dell'offerta, quindi, non risolve il problema da solo. «Mancheranno lavoratori, quindi l'AI arriva al momento giusto» è un argomento che si sente spesso. Funziona solo se la domanda scende più piano dell'offerta e se i compiti nuovi, la produzione e i salari recuperano abbastanza. Nel modello non succede.

Il mondo, poi, non ha una sola traiettoria. Il modello lo divide in tre grandi regioni: economie avanzate, economie emergenti e a reddito medio, paesi a basso reddito. Dentro ogni regione ci sono differenze enormi: le regioni rappresentano le dinamiche comuni, non i singoli paesi.

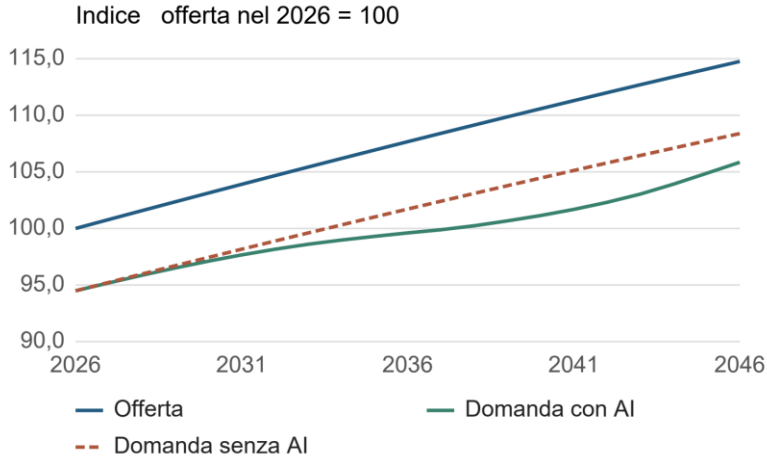


Figura 7 – Aggregato mondiale ricostruito con i pesi regionali del modello originale. Stesse 4.000 estrazioni per le curve con e senza AI. Base cento uguale all'offerta mondiale del 2026. I pesi sono approssimazioni regionali della calibrazione, non una serie ufficiale di forza lavoro mondiale. Simulazioni del modello.

Nel mondo l'offerta cresce, perché le regioni con popolazione in aumento compensano il calo delle economie avanzate. La domanda può crescere anch'essa e restare sotto l'offerta. E può crescere con l'AI e restare comunque sotto la domanda che ci sarebbe stata senza AI.

È una distinzione che torna in tutto il libro: migliorare rispetto all'inizio non vuol dire migliorare rispetto a ciò che sarebbe successo altrimenti. Una domanda di lavoro in crescita può convivere con una difficoltà maggiore rispetto al mondo senza AI. Per misurare l'effetto dell'AI il libro calcola prima le differenze in ogni coppia di mondi, poi le loro mediane; il capitolo 6 spiega perché. Le figure di questo capitolo mostrano i livelli per facilitare la lettura.

Quando i posti ci sono ma non si riempiono

Una distanza complessiva non racconta tutto. Nel 2010 il premio Nobel per l'economia andò a Peter Diamond, Dale Mortensen e Christopher Pissarides proprio per aver spiegato perché, in un mercato del lavoro, posti liberi e persone disoccupate possono convivere a lungo: cercarsi e trovarsi costa tempo e fatica. Gli Stati Uniti lo hanno visto in modo spettacolare nel 2022, quando c'erano circa due posti vacanti per ogni disoccupato, e intanto milioni di persone cercavano lavoro.

Immagina un'organizzazione che cerca dieci tecnici per la manutenzione dei robot, e dieci persone con esperienza nella movimentazione manuale delle merci che cercano lavoro. Dieci posti e dieci candidati, ma l'incontro non è garantito. Mancano le competenze, oppure la disponibilità a spostarsi, oppure condizioni di lavoro accettabili. La ricerca economica chiama matching l'incontro fra domanda e offerta, e mismatch il disallineamento fra le caratteristiche dei posti e quelle delle persone. Una persona può cercare lavoro nella stessa città in cui un'impresa cerca competenze diverse, e non incontrarsi mai.

Il modello originale rappresentava l'aggiustamento in modo aggregato. L'estensione per età aggiunge probabilità di ingresso e di ricollocamento, e permette che una parte dei posti resti vuota.

Chi cerca il primo impiego e chi deve cambiare professione incontrano ostacoli diversi, e il modulo per età permette di seguirli separatamente. Le fasce sono quattro: 15–24, 25–34, 35–49 e 50–64 anni, e le persone invecchiano nel corso della simulazione passando da una fascia all'altra. Per distribuire la domanda fra le fasce il modello usa pesi di accessibilità, elencati fra le ipotesi del capitolo 6.

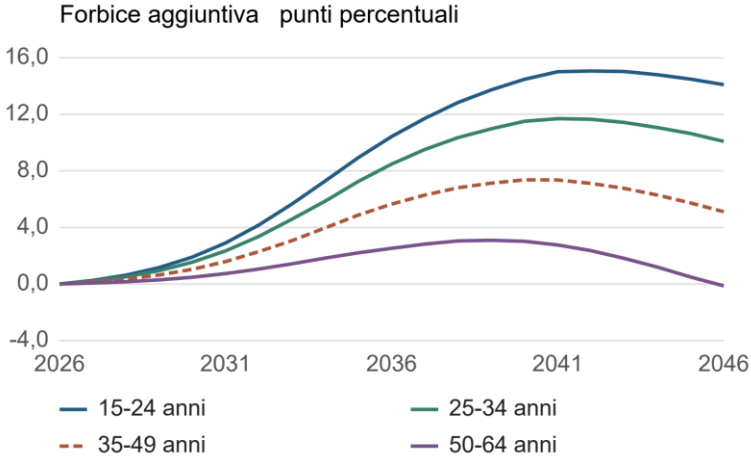


Figura 8 – Economie avanzate, modulo per età, scenario di riconversione lenta. Differenza tra forbice potenziale con AI e senza AI, calcolata dentro ciascuna coppia e poi riassunta con la mediana. Punti percentuali dell'offerta potenziale contemporanea. Le quattro fasce mantengono la classificazione del modello. Parametri di riconversione assunti, non stimati.

Questa misura tiene gli scoraggiati dentro l'offerta potenziale: se sale, la distanza peggiora rispetto alla coppia senza AI. Il mondo senza AI della coppia ha lo stesso mercato lento, così all'AI non viene attribuita la difficoltà che esisterebbe comunque. La curva mostra perché la velocità della riconversione è una delle cose più importanti da conoscere.

Il prezzo del lavoro non risolve tutto

Resta il salario. Un lavoro che costa meno può rendere conveniente usare più persone in certe attività. È la risposta classica: se c'è disoccupazione, i salari scendono e le imprese assumono di nuovo. Ma quanto funziona dipende dalla domanda del servizio, dalla tecnologia disponibile, dalle competenze.

Il modello è stato rivisto proprio su questo punto. La prima versione faceva recuperare alla domanda di lavoro la distanza dall'offerta troppo facilmente. Quella usata nel libro ricava la domanda dalla produzione e dai compiti, e le dà una sensibilità limitata ai salari. Per capire che cosa vuol dire, prendi un'elasticità pari a 0,3: se il salario scende dell'1 per cento, tenendo ferma la produzione e il resto, la quantità di lavoro richiesta sale di circa lo 0,3 per cento. La sezione A4 dell'appendice spiega la relazione.

E questa relazione, da sola, non vede le conseguenze dei salari sui consumi. Se una famiglia guadagna meno, spende meno. Ciò che riduce il costo per un'impresa può ridurre gli incassi di un'altra. Nel modello un salario più basso può rendere conveniente assumere, ma il recupero è limitato. Le imprese chiedono lavoro in base alla produzione, ai compiti umani e al costo relativo del lavoro. L'occupazione non può superare l'offerta disponibile, al netto della disoccupazione strutturale. I salari reagiscono alla produttività e alla situazione del lavoro. E la contrattazione cambia la divisione del reddito senza creare posti per magia. La sezione A4 tiene distinti questi passaggi.

La distanza fra domanda e offerta descrive un problema di quantità. L'accessibilità dei posti aggiunge competenze, luoghi e tempi. Per capire le conseguenze per le persone bisogna seguire anche i soldi: quelli disponibili mentre si cerca, e quelli che arrivano dopo l'assunzione. Il prossimo capitolo segue salari, profitti, trasferimenti e consumi, e mostra come uno stesso aumento di

produttività possa diventare esperienze molto diverse per famiglie diverse.

Capitolo 5

Redditi da lavoro, redditi da capitale e consumo

Nel gennaio del 1914 Henry Ford annunciò che avrebbe pagato i suoi operai cinque dollari al giorno, circa il doppio della paga corrente. Da allora la storia viene raccontata così: Ford voleva che i suoi operai potessero comprare le auto che costruivano. Gli storici sono più cauti. Il motivo principale era un altro: alla catena di montaggio il lavoro era così pesante e ripetitivo che gli operai se ne andavano in massa, e nel 1913 la Ford aveva dovuto assumere ogni anno un numero di persone pari a più volte la sua intera forza lavoro, solo per sostituire chi se ne andava. Il salario alto serviva a tenerli.

Ma la versione leggendaria è sopravvissuta per una ragione: contiene un'idea vera. Un salario non è solo un costo per chi lo paga. È anche il reddito con cui qualcuno comprerà qualcosa. Questo capitolo segue il valore prodotto da un'attività più efficiente fino a dove arriva: salari, redditi della proprietà, prezzi più bassi, investimenti. Il percorso dipende da chi riceve le risorse e da come le usa, e per capirlo bisogna passare dalla produzione al reddito delle famiglie.

Una famiglia e le sue entrate

Una famiglia può ricevere salari, redditi da lavoro autonomo, pensioni, sussidi, redditi da patrimonio. E paga tasse e contributi. Quello che resta per spendere e risparmiare si chiama reddito disponibile. Per ragionare basta un'identità semplice:

$$Yd = Entrate - T$$

T sono le tasse e i contributi. Le entrate sono quelle elencate, contate una volta sola: una pensione o un sussidio non si sommano due volte.

Il reddito disponibile in euro, però, non basta. Bisogna sapere che cosa compra. La stessa somma permette scelte diverse se

cambia il costo della casa, del cibo, dei trasporti, degli altri servizi. Parlare di reddito reale vuol dire tenere insieme i soldi e i prezzi. E un prezzo medio non descrive ogni esperienza: famiglie che spendono in modo diverso subiscono effetti diversi. Un servizio reso economico dall'AI può essere importantissimo per una persona e irrilevante per un'altra.

Dall'altra parte c'è l'impresa, che non trasforma automaticamente ogni ora risparmiata in profitto. Può investire, pagare servizi tecnologici, abbassare i prezzi. Può vendere di più, o perdere clienti. Per capire che cosa succede bisogna conoscere tutti i costi e tutte le entrate.

Il modello usa una rappresentazione aggregata che distingue redditi da lavoro e da capitale. Serve a studiare come cambia la distribuzione quando i compiti umani diminuiscono. Ma la quota del lavoro non decide da sola il salario di ciascuno: contano anche quanto si produce e quante persone lavorano. In forma semplice il monte salari si scrive così:

$$W = w \times E$$

W è il monte retribuzioni, w il salario medio per unità di lavoro, E l'occupazione. Se cambiano sia w sia E, il monte salari può scendere per due strade. E c'è una trappola nelle medie: il salario medio può salire quando escono i lavoratori pagati meno, senza che chi resta abbia avuto un euro di aumento. La composizione fa parte della lettura.

Per il capitale bisogna distinguere patrimonio e reddito. Il patrimonio è ciò che si possiede in un momento: case, impianti, azioni. Il reddito è ciò che quel patrimonio rende ogni anno. Non si somma il valore di un impianto con i redditi annuali, come se fossero la stessa cosa. E una quota di ricchezza non equivale a una quota di reddito, anche se le due sono collegate.

La torta cresce, le fette cambiano

Il PIL può crescere mentre il reddito di una parte delle famiglie scende rispetto al mondo senza AI. È uno dei meccanismi centrali di questo libro, e si capisce separando la crescita della torta da come la si taglia.

Prendi un'economia che produce un valore aggiunto di cento: sessanta vanno al lavoro, quaranta al capitale. Dopo un cambiamento tecnologico produce centoventi. In un primo esito il lavoro riceve di più in euro ma una quota più piccola. In un secondo esito al lavoro arrivano cinquantacinque e al capitale sessantacinque: la produzione è cresciuta del 20 per cento, e il reddito totale del lavoro è diminuito.

Tabella 11 – Distribuzione dei redditi e consumo

Misura	Prima	Esito A	Esito B
Valore aggiunto	100	120	120
Reddito del lavoro	60	66	55
Reddito del capitale	40	54	65
Quota del lavoro	60%	55%	45,8%

La produzione finale è identica nei due esiti. Nel primo il lavoro guadagna in valore assoluto e perde quota; nel secondo perde anche in valore assoluto. Per arrivare ai redditi delle famiglie bisogna poi aggiungere tasse, trasferimenti, proprietà e la distribuzione dei salari.

E anche una crescita diffusa non raggiunge ogni persona. Un modello che raggruppa milioni di persone perde le differenze interne. La mediana di un gruppo non descrive un licenziamento, una famiglia indebitata, una persona che trova un lavoro migliore.

Nel modello il reddito delle famiglie arriva da lavoro, capitale e trasferimenti, al netto delle tasse. La distribuzione dipende sia dai

salari sia dalla proprietà. Ogni gruppo consuma una parte del suo reddito; ciò che risparmia, insieme ai profitti che le imprese trattengono e che appartengono ai proprietari, fa crescere il patrimonio, e quindi cambia la distribuzione degli anni successivi. È un meccanismo che si alimenta da solo: chi possiede capitale riceve redditi, ne risparmia una parte, e possiede ancora più capitale. La sezione A5 dell'appendice mostra come si tengono insieme questi conti.

Spendere e risparmiare

Pensa a un bar vicino a un porto. Se i portuali guadagnano meno, spendono meno al bar, e il bar incassa meno. Chi riceve i profitti del porto automatizzato può spendere altrove, e spendere una parte diversa del suo reddito.

La quota del reddito che si spende in consumi si chiama propensione al consumo. La forma più semplice è:

$$c = \frac{C}{Yd}$$

C è il consumo, Yd il reddito disponibile. Questo c è un rapporto medio, diverso da quanto si spende di un euro in più, che si chiama propensione marginale. Nel modello i gruppi hanno coefficienti medi diversi, e la scelta pesa sulla domanda totale.

Una famiglia che spende novanta su cento ha una propensione di 0,9. Un'altra che spende sessanta e risparmia quaranta ha 0,6. Spostare dieci euro di reddito dalla prima alla seconda può ridurre i consumi totali, a parità di tutto il resto. L'economista inglese Joan Robinson riassunse il pensiero del polacco Michał Kalecki con una frase diventata famosa: i lavoratori spendono quello che guadagnano, i capitalisti guadagnano quello che spendono.

Ma che fine fa il risparmio? Può finanziare investimenti, restare in attività finanziarie, o trovare poche occasioni produttive. Il ri-

sparmio non sparisce dall'economia, ma non diventa nemmeno, automaticamente, nuova domanda capace di compensare ogni calo dei consumi.

C'è poi una parola che cambia significato. Nel capitolo precedente la domanda riguardava il lavoro; qui riguarda beni e servizi. Un'impresa può chiedere meno lavoro per ogni prodotto mentre i suoi clienti chiedono più prodotti. Oppure può ridurre il lavoro e trovarsi con meno clienti. La domanda di beni e servizi, nella contabilità nazionale, si scrive così:

$$AD = C + I + G + NX$$

C sono i consumi, I gli investimenti, G gli acquisti pubblici, NX le esportazioni nette. I trasferimenti alle famiglie, come pensioni e sussidi, non sono acquisti pubblici di beni e servizi: entrano nel reddito delle famiglie, che poi lo spendono in consumi. Non vanno contati due volte. Nel modello la domanda comprende consumi, investimenti e acquisti pubblici, e il collegamento fra regioni passa soprattutto dai redditi da capitale che si spostano; il commercio mondiale non è rappresentato. Il capitolo 10 spiega la versione del modello.

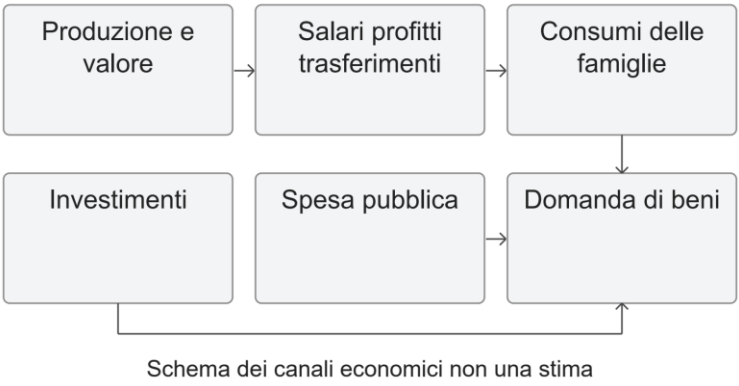


Figura 9 – Percorsi del reddito nel quadro del modello. Lo schema include produzione, redditi, consumi e investimento e il ruolo dei trasferimenti.

La produzione possibile e quella venduta possono separarsi. Nel modello gli investimenti reagiscono alla quota dei profitti; consumi, trasferimenti e acquisti pubblici fanno la loro parte nella domanda. La produzione genera reddito, il reddito genera consumi, e il calcolo risolve tutti questi passaggi insieme. Se la domanda non basta, la produzione scende sotto la capacità, rispetto al mondo senza AI. La sezione A6 dell'appendice rende leggibile il collegamento.

Perché la domanda non crolla

All'inizio di questa ricerca c'era una catena che sembrava logica: l'automazione riduce i redditi da lavoro, i redditi più bassi riducono i consumi, i consumi più bassi mettono in crisi i profitti. È la versione moderna della storia di Ford. La sua forza si misura contro gli altri canali: nuovi investimenti, risparmi di costo, servizi meno cari, spesa pubblica.

E il risultato del modello è chiaro: la domanda insufficiente può ridurre la produzione rispetto alla capacità, ma nei risultati centrali

non produce nessun collasso. Quello che emerge, più netto della caduta della produzione, è altro: la concentrazione dei benefici e le difficoltà di chi cerca lavoro. L'analisi di sensibilità, nel capitolo 16, lo conferma: i parametri sugli investimenti e sulla trasmissione della domanda spiegano una parte piccola della variabilità dei risultati.

C'è anche una scelta tecnica da dichiarare. La versione senza AI segue un percorso vicino al potenziale, e le difficoltà di domanda della versione con AI si misurano rispetto a quel percorso. È una scelta di chiusura del modello, spiegata nel prossimo capitolo.

Per vedere chi vince e chi perde, il modello divide la popolazione di ogni regione in tre gruppi: la metà con i redditi più bassi, il quaranta per cento centrale, il dieci per cento più ricco. Le quote di reddito e di patrimonio servono a costruire gruppi rappresentativi. Dentro la metà più povera ci sono persone con lavori e protezioni molto diverse, e la dimensione media di un effetto non dice quanto pesa per chi perde il posto. Per questo i capitoli sul lavoro e quelli sulla distribuzione vanno letti insieme.

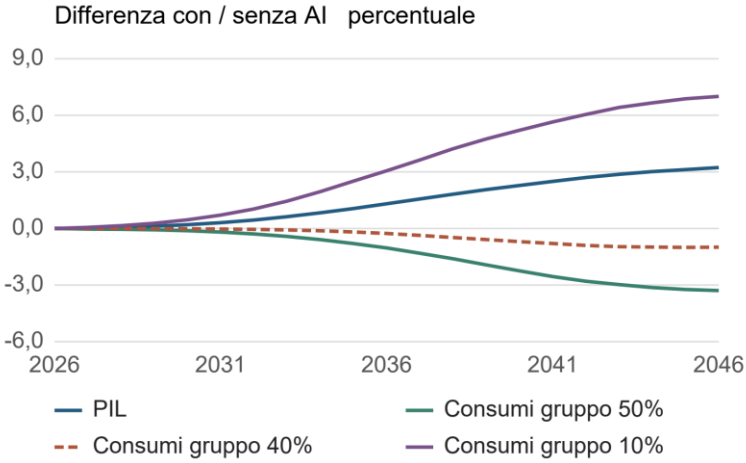


Figura 10 – Modello macroeconomico originale, mediane delle differenze appaiate rispetto al mondo senza AI. Il PIL misura produzione; le tre curve di gruppo misurano la variazione del consumo reale pro capite modellato, usato nel modello come

indicatore di potere d'acquisto. Percentuali relative al confronto, 2026–2046. Simulazioni del modello.

Nel 2036 il PIL mondiale, nella simulazione mediana, è circa l'1,3 per cento più alto che nel mondo senza AI. Il consumo della metà più povera è circa l'1 per cento più basso. Nel 2046 il PIL è più alto del 3,2 per cento, e il consumo della metà più povera più basso del 3,3.

Attenzione a come si legge. Non vuol dire che nel 2046 quella metà consumi meno che nel 2026. Le percentuali confrontano due mondi nello stesso anno. Si può star meglio di vent'anni prima e peggio di come si starebbe senza la nuova ondata di AI. È la stessa distinzione usata per la domanda di lavoro. E il consumo non è tutto il benessere: tempo libero, qualità del lavoro, accesso ai servizi, sicurezza economica contano anche loro, e il capitolo 14 ne tiene conto a parte.

I benefici possono arrivare alle famiglie anche con prezzi più bassi, non solo con redditi più alti. È un canale importante, e va misurato: non basta elencare i servizi che l'AI potrebbe rendere economici e dar loro un valore a piacere.

E conta il luogo dove arriva il reddito. Un'impresa può usare una tecnologia in un paese e pagare servizi o proprietari in un altro. Nel modello un parametro misura quanta parte dei redditi da capitale creati dall'AI si concentra in alcune regioni. Non ricostruisce le basi fiscali delle multinazionali, ma spiega una cosa importante: perché un territorio può attraversare una transizione del lavoro senza ricevere una parte equivalente dei nuovi redditi.

Una produzione più grande può accompagnarsi a perdite per alcuni gruppi. Per questo il libro tratta la distribuzione come uno dei meccanismi che muovono consumi, lavoro e conti pubblici, non come un dettaglio da aggiungere dopo la crescita. Nei capitoli sulle politiche vedrai quali interventi la cambiano e quanto costano, di-

stinguendo sempre la protezione di un reddito dalla creazione di un posto.

Prima però bisogna entrare nella macchina che produce i numeri. Il prossimo capitolo mostra come si costruiscono due mondi comparabili, come si scelgono i parametri, e perché quattromila simulazioni non sono quattromila osservazioni del futuro.

Capitolo 6

Il modello e le simulazioni appaiate

Nel 1747, a bordo della nave HMS Salisbury, il medico scozzese James Lind prese dodici marinai malati di scorbuto, li divise in sei coppie con condizioni il più possibile simili e diede a ogni coppia un rimedio diverso: sidro, aceto, acqua di mare, arance e limoni, e altri ancora. Dopo sei giorni i due marinai che avevano mangiato agrumi erano quasi guariti. È considerato uno dei primi esperimenti controllati della storia. L'idea è semplice e potentissima: per sapere che effetto ha qualcosa, bisogna confrontarlo con qualcosa di identico in tutto tranne che in quella cosa.

Il modello di questo libro fa lo stesso con l'intelligenza artificiale. Ma c'è una difficoltà in più: il termine di confronto non può essere un mondo fermo. Paragonare un'economia con AI a un passato immobile attribuirebbe alla tecnologia anche l'invecchiamento della popolazione e il progresso che ci sarebbe stato comunque. Per questo il libro costruisce due percorsi che partono dalle stesse condizioni e cambiano nel tempo, e rende esplicita l'unica differenza: la nuova ondata di AI.

Che cosa contiene il modello

Un modello sceglie quali parti della realtà rappresentare per rispondere a una domanda. Questo segue imprese, famiglie e Stato, in tre regioni e con tre gruppi di reddito. Va avanti anno per anno, dal 2026 al 2046: la tecnologia cambia i compiti e la produttività, e questi cambiamenti arrivano ai salari, all'occupazione, ai consumi, agli investimenti, ai conti pubblici.

Tabella 12 – Componenti del modello.

Componente	Perimetro
Regioni	Economie avanzate emergenti e a basso reddito
Famiglie	Gruppi 50% 40% 10% in ciascuna regione
Produzione	Tecnologia domanda lavoro e prezzi
Stato	Imposte trasferimenti e debito
Tempo	Passi annuali dal 2026 al 2046

Le categorie del modello mettono insieme persone con esperienze molto diverse. Il vantaggio è che si possono seguire i collegamenti dell'economia; il prezzo è che un gruppo di reddito o una regione non dice com'è la situazione di ciascuno. I capitoli 2, 4, 5, 10 e 11 seguono i meccanismi, con rimandi alle relazioni complete dell'appendice; il capitolo 12 spiega come rifare i calcoli. Qui si guarda come vengono costruiti i due mondi e come si legge la loro differenza.

La prima cosa da sapere è che nel modello le macchine non arrivano tutte il primo giorno. L'adozione cresce lungo una curva che dipende da tre cose: il livello massimo raggiungibile, l'anno in cui la diffusione è più veloce, la velocità. Tecnicamente è una curva logistica che parte da zero nel 2026.

La capacità tecnica viene prima dell'uso. Un compito esposto può essere sostituito oppure solo assistito; le capacità nuove e la robotica allargano l'esposizione nel tempo. Il risparmio sui compiti automatizzati fa crescere la produttività in proporzione al loro peso nella produzione: un grande miglioramento in una piccola attività non diventa lo stesso miglioramento nell'intera economia. I compiti umani nuovi arrivano in ritardo, e quanti sono rispetto a quelli sostituiti, e dopo quanto tempo, decide molto dei risultati.

Poi bisogna capire quante persone servono davvero. Se le macchine fanno una parte maggiore delle attività, per produrre la stessa quantità serve meno lavoro umano. Se la produzione cresce, una parte del lavoro torna. L'effetto netto dipende da entrambe le cose. Nel modello la domanda di lavoro si costruisce a partire dalla produzione e dai compiti umani rimasti. Il salario del mondo senza AI fa da riferimento, e i salari effettivi cambiano il fabbisogno secondo un'elasticità: quanto cambia il lavoro richiesto quando cambia il suo costo.

Una versione precedente ricavava il lavoro dividendo il monte salari per il salario, e così chiudeva troppo facilmente la distanza fra domanda e offerta: per costruzione, il lavoro tornava sempre. Il capitolo 15 racconta questa correzione.

Le condizioni di partenza

Le condizioni iniziali mescolano dati osservati, adattamenti dei dati e ipotesi. La calibrazione assegna i valori al modello: alcuni vengono da statistiche pubblicate, altri approssimano una regione, altri rappresentano possibilità ancora incerte. La tabella mostra alcuni degli intervalli.

Tabella 13 – Parametri e intervalli.

Parametro	Intervallo	Interpretazione
Ritardo nuovi compiti	4–10 anni	Compensazione differita
Nuovi compiti ψ	0,25–0,85	Per unità sostituita
Elasticità salariale ε	0,15–0,75	Domanda rispetto al salario
Risposta salariale ϰ	0,05–0,50	Al divario di disoccupazione
Automazione θ	0,25–0,70	Quota dei compiti esposti sostituibili
Anno centrale adozione	2030–2040	Diffusione tecnologica

I compiti nuovi arrivano dopo un periodo fra 4 e 10 anni. Per ogni compito sostituito ne nascono fra 0,25 e 0,85. La domanda di lavoro reagisce al salario con un'elasticità fra 0,15 e 0,75. I salari reagiscono alla disoccupazione con un coefficiente fra 0,05 e 0,50. La quota dei compiti esposti che si automatizza va dal 25 al 70 per cento, e l'anno centrale della diffusione cade fra il 2030 e il 2040. Il capitolo 12 li presenta tutti, con le loro fonti.

Ogni parametro incerto viene estratto a caso nel suo intervallo, con la stessa probabilità per ogni valore, e indipendentemente dagli altri. Le bande dei grafici mostrano quindi quanto cambiano i risultati dentro questi intervalli; la demografia e alcuni valori iniziali restano fissi.

Due mondi gemelli

Ecco il cuore della procedura. Per ogni insieme di condizioni si calcola prima il mondo senza la nuova ondata di AI, poi quello con AI, con tutti gli altri parametri identici. Si sottraggono i risulta-

ti dello stesso anno dentro la coppia. Solo dopo si mettono insieme le differenze di tutte le coppie. Come le coppie di marinai di Lind: prima si confronta dentro la coppia, poi si guarda che cosa è successo in tutte.

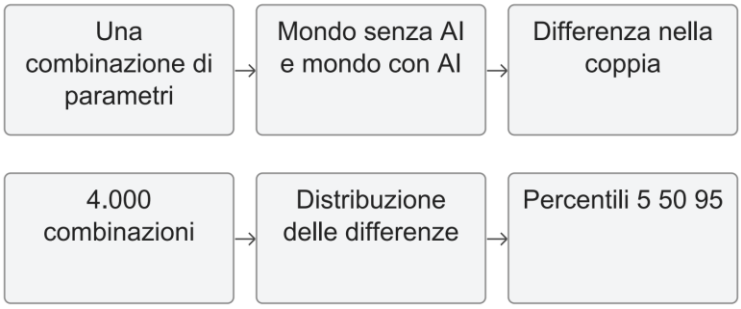


Figura 11 – Procedura delle simulazioni appaiate. Prima si calcola la differenza dentro ogni coppia; poi si riassume l'insieme delle differenze. Il mondo senza AI conserva il progresso tecnico ordinario e le altre condizioni previste dal modello.

Per i grafici del libro la procedura è stata ripetuta 4.000 volte, con il seme numerico 20261010. Codice, configurazione e seme permettono a chiunque di rigenerare esattamente le stesse estrazioni. La coppia elimina le differenze arbitrarie fra i due mondi; un errore presente in entrambi, però, resta anche nella differenza.

Quattromila coppie danno quattromila differenze, e vanno riassunte. La mediana è il valore che sta al centro quando le metti in fila; la media si ottiene sommando e dividendo per il numero dei valori. E una simulazione che sta al centro per il PIL può non stare al centro per la disoccupazione: le mediane di indicatori diversi non descrivono per forza lo stesso mondo. I percentili indicano altre posizioni: il quinto lascia sotto di sé circa il 5 per cento dei

valori, il novantacinquesimo circa il 95. Fra i due sta il 90 per cento centrale delle estrazioni di quell'indicatore.

Tabella 14 – Differenze nel 2036 rispetto al mondo senza AI, modello macroeconomico originale. Le percentuali di PIL e consumo sono variazioni relative; la disoccupazione è espressa in punti percentuali. Percentili di 4.000 estrazioni, non intervalli di confidenza empirici. Simulazioni del modello.

Differenza nel 2036	P5	Mediana	P95
PIL %	0,3	1,3	3,5
Consumi gruppo 50% %	−4,9	−1,0	0,1
Disoccupazione ADV p.p.	1,4	4,3	10,7

Nel 2036 il PIL è più alto dell'1,3 per cento nella mediana, e il 90 per cento dei futuri sta fra lo 0,3 e il 3,5. Il consumo della metà più povera è più basso dell'1 per cento nella mediana, e va da meno 4,9 a più 0,1: nel futuro migliore su venti, la metà più povera guadagna appena un decimo di punto. La disoccupazione nelle economie avanzate è più alta di 4,3 punti nella mediana, e va da 1,4 a 10,7. Anche nel futuro più favorevole su venti, sale. Il capitolo 14 approfondisce.

Si può anche contare quante estrazioni soddisfano un criterio: è una frequenza. Il capitolo 21 usa le frequenze per dare un nome ai futuri: inclusivo, polarizzato, discontinuità. Il modulo per età, invece, studia alcuni casi precisi, come la riconversione lenta: che cosa succede se il lavoro torna lentamente e trovare un posto è difficile? La risposta serve a scegliere quali dati raccogliere e quali politiche esaminare.

I conti che tornano

Il modello segue pagamenti, risparmi e investimenti fra famiglie, imprese, Stati e regioni, e ogni euro deve avere un mittente e un destinatario. Nella riproduzione fatta per il libro, il massimo scarto

dell'identità contabile è dell'ordine di 10 alla meno 16: i conti chiudono a meno degli arrotondamenti del computer. Le verifiche del modulo per età controllano anche che le persone si conservino da un anno all'altro, che i flussi tornino, che nessun gruppo diventi negativo.

I conti che tornano dicono che il calcolo è coerente; i comportamenti si verificano con la storia, con prove esterne e con risultati non usati nella calibrazione. Il capitolo 18 indica quali.

Per capire quali ipotesi muovono di più i risultati, il libro usa l'analisi di Sobol, che separa il contributo di ciascun parametro e delle loro interazioni. Contano soprattutto il ritmo e l'ampiezza dell'automazione, il ritorno dei compiti umani e il modo in cui si aggiusta il mercato del lavoro. Il capitolo 16 la legge con calma.

Il modulo per età riceve la domanda dal modello macroeconomico e segue occupati, persone in cerca di lavoro e scoraggiati. Il capitolo 26 chiude il cerchio: riporta la disoccupazione nei salari e nei sussidi, e ricalcola tutto.

Le ipotesi, una volta per tutte

Ecco tutte le ipotesi del modello, in un posto solo. Nel resto del libro non vengono ripetute: ogni risultato vale dentro questo elenco.

La struttura. Tre regioni: economie avanzate, emergenti e a reddito medio, paesi a basso reddito. In ciascuna tre gruppi di reddito: la metà più povera, il quaranta per cento centrale, il dieci per cento più ricco. Un anno alla volta, dal 2026 al 2046. Niente inflazione, cambi e commercio fra paesi; il tasso d'interesse è dato. Le regioni sono legate dai redditi da capitale dell'AI: fra il 20 e il 60 per cento di quelli nati nelle economie emergenti e povere viene registrato in quelle avanzate.

La tecnologia. L'esposizione di partenza è quella stimata dal Fondo monetario: 60 per cento dell'occupazione nelle economie avanzate, 40 in quelle emergenti, 26 nei paesi poveri. Cresce fino al 60 per cento in più entro il 2046, senza superare il 95 per cento. Del lavoro esposto, fra il 40 e il 70 per cento è sostituibile; della parte sostituibile, fra il 25 e il 70 per cento viene automatizzata entro il 2046. Il modello non contiene un'AI capace di fare quasi tutto.

L'adozione. Una curva a S che parte da zero nel 2026, con l'anno di massima velocità fra il 2030 e il 2040 nelle economie avanzate e una pendenza fra 0,25 e 0,60. Le economie emergenti seguono con 1–5 anni di ritardo, i paesi poveri con 3–10.

La produttività. Il risparmio sui compiti automatizzati vale fra il 15 e il 45 per cento del loro costo; l'aiuto sui compiti assistiti fra lo 0 e il 30 per cento. I compiti nuovi entrano nella crescita con un peso di un mezzo. Senza AI, il contenuto di lavoro dei compiti si erode comunque fra lo 0,1 e lo 0,35 per cento l'anno.

Il lavoro. Per ogni compito sostituito ne nascono fra 0,25 e 0,85 nuovi, dopo 4–10 anni. La domanda di lavoro viene dalla produzione e dai compiti umani, con un'elasticità al salario fra 0,15 e 0,75. Compiti umani e automatici si sostituiscono con elasticità pari a uno. I salari seguono la produttività con una trasmissione fra 0,3 e 1 e reagiscono alla disoccupazione con un coefficiente fra 0,05 e 0,50. La contrattazione restituisce ai lavoratori fra lo 0 e il 30 per cento della quota persa. L'offerta di lavoro segue le proiezioni demografiche delle Nazioni Unite.

La domanda. Il mondo senza AI lavora al potenziale. Con l'AI, un deficit di domanda passa alla produzione con un coefficiente fra 0,3 e 1, e gli investimenti reagiscono alla quota dei profitti con un'elasticità fra 0 e 1.

La distribuzione e lo Stato. Quote di reddito e di patrimonio dal World Inequality Report; propensioni al consumo diverse per

gruppo; regole fiscali ipotetiche, uguali nei due mondi; tassi sul debito che possono spostarsi di un punto in più o in meno.

Il modulo per età. Quattro fasce, 15–24, 25–34, 35–49 e 50–64 anni. Probabilità di primo ingresso, di rientro e di scoraggiamento e pesi di accessibilità per fascia fissati dal libro; le economie avanzate partono dalla situazione dell'Unione europea.

I dati osservati. Le serie sul lavoro, Stanford/ADP per gli Stati Uniti ed Eurostat per l'Italia e l'Europa, si leggono con un peso per anno: il 100 per cento al 2026 e al 2025, il 50 al 2024, il 5 al 2023, l'1 al 2022. Il 2022 e il 2023 risentono delle assunzioni del dopo-Covid e del rialzo dei tassi. Le serie complete restano nel libro.

Il campionamento. Ventuno parametri estratti in modo uniforme e indipendente nei loro intervalli, quattromila coppie di mondi, seme 20261010.

Che cosa resta fuori. Le differenze dentro i gruppi di reddito; le età nel modello principale, che il modulo aggiunge a parte; i costi dell'energia; i benefici che i consumi non misurano, trattati a parte con un parametro fra lo 0 e il 5 per cento dei consumi.

La previsione per professione del capitolo 36 va oltre questo modello e ha le sue regole, elencate lì una volta sola. Prima, però, i prossimi capitoli guardano le persone: chi perde il posto, chi entra, e quanto dura l'attesa.

Capitolo 7

Flussi in uscita e ricollocamento

Negli anni Ottanta tre economisti, Louis Jacobson, Robert LaLonde e Daniel Sullivan, seguirono migliaia di lavoratori della Pennsylvania che avevano perso il posto in licenziamenti di massa, dopo molti anni nella stessa azienda. Molti ritrovarono un lavoro, anche in imprese simili a quelle di prima. Ma per chi lasciava un'impresa in crisi dopo tanti anni, la perdita di lungo periodo era in media di circa un quarto dei guadagni ogni anno, rispetto a colleghi simili che il posto non l'avevano perso. Lo studio, pubblicato nel 1993, è diventato un classico per una ragione semplice: ha mostrato che ritrovare un lavoro non cancella il costo di averlo perso.

Un mese e tre anni senza reddito sono esperienze diverse. E anche un rientro rapido può portare a una paga, a orari o a una stabilità diversi da prima. Questo capitolo guarda come il modello rappresenta le uscite dal lavoro, le assunzioni e il tempo necessario per tornare a lavorare.

Il lavoro fotografato e il lavoro attraversato

Il numero degli occupati in una certa data non dice quali strade sono state percorse per arrivarci. Due economie possono avere lo stesso totale e storie opposte: in una quasi tutti tengono il proprio posto, nell'altra molti lo perdono e altri lo trovano. Per i redditi, le famiglie e le competenze sono mondi diversi.

Ai concetti di consistenza e di flusso, visti nei capitoli precedenti, bisogna aggiungere il tempo. Chi perde un impiego e torna a lavorare dopo un mese non vive la stessa esperienza di chi rientra dopo tre anni. E neppure un rientro rapido garantisce che salario, orari e stabilità siano rimasti uguali. Per descrivere una transizione servono una situazione di partenza, i passaggi fra uno stato e l'altro, e le caratteristiche dell'arrivo.

Il modello macroeconomico lavora soprattutto con quantità annuali aggregate. L'estensione per età registra invece le uscite ordi-

narie, i tagli dovuti alla mancanza di posti, le assunzioni e le uscite dalla ricerca attiva. Le biografie individuali e i contratti richiedono altri dati.

Tabella 15 – Movimenti distinti. Un'uscita dall'occupazione non identifica da sola una perdita involontaria; le uscite dal perimetro del modello richiedono una lettura separata.

Movimento	**Significato nel modulo**
Separazione ordinaria S	Ricambio assunto senza motivazione individuale
Taglio aggiuntivo K	Occupati rimasti oltre la capacità dei posti
Uscita a 65 anni	Confine assunto del perimetro 15–64
Uscita di partecipazione X	Occupati oltre la capacità aggiornata

Una cessazione registrata negli archivi amministrativi è un'altra cosa ancora. Può riguardare un contratto che finisce mentre la persona ne ha un secondo, oppure un cambio di datore di lavoro senza un giorno di disoccupazione. Contare i contratti cessati e chiamarli «persone espulse dal lavoro» farebbe sembrare il fenomeno più grande o più piccolo a seconda di come si traccia il perimetro.

Come nasce una perdita nel modello

Nel modulo per età ogni anno segue un ordine preciso. Prima le persone invecchiano di un anno. Poi si aggiorna quante di loro possono partecipare al lavoro. Poi una parte degli occupati esce per il normale ricambio. A questo punto il programma confronta gli occupati rimasti con la domanda di lavoro assegnata alla loro età. Se sono di più dei posti, la differenza diventa un taglio. Solo dopo avviene l'incontro fra i posti rimasti liberi e chi cerca lavoro.

Il taglio si scrive così:

$$K = max(0, E\ prima - D)$$

E prima sono gli occupati rimasti dopo i passaggi precedenti, D i posti accessibili nello stesso gruppo. La funzione max sceglie il più grande fra zero e la differenza. Se restano novanta occupati per ottanta posti, il taglio è dieci. Se restano settanta occupati per ottanta posti, il taglio è zero, e il problema diventa chi riuscirà a occupare i dieci posti liberi.

L'ordine delle operazioni ha conseguenze importanti. Se le uscite ordinarie riducono già abbastanza gli occupati, una domanda più debole si manifesta con meno assunzioni, non con tagli aggiuntivi. Il programma non trasforma ogni calo della domanda in un licenziamento. E lo stesso succede nella realtà: un'impresa che deve ridurre il personale, spesso, non licenzia. Aspetta che qualcuno vada in pensione o se ne vada, e non lo sostituisce.

Per questo una serie di tagli quasi nulla può convivere con un'occupazione più bassa che nel mondo senza AI: il peggioramento passa per i posti non rimpiazzati, per un ingresso più difficile, per un ricollocamento lento.

Prima di guardare le uscite conviene vedere il risultato complessivo. La figura mostra il tasso di occupazione delle quattro fasce d'età nelle economie avanzate, nello scenario in cui riconvertirsi è lento. Ogni pannello confronta la versione con AI e quella senza, con le stesse condizioni di base dentro ogni coppia.

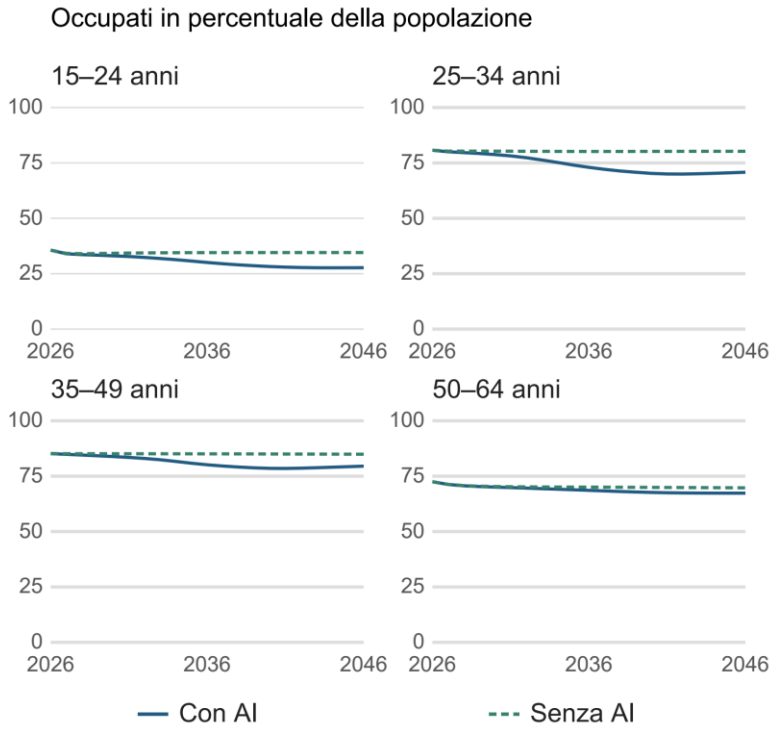


Figura 12 – Tasso di occupazione simulato, economie avanzate, scenario di riconversione lenta. Percentuale della popolazione di ciascuna fascia. Mediane di 4.000 estrazioni per versione. Scala verticale comune ai pannelli. Le fasce descrivono le età in ciascun anno, non quattro gruppi di persone immutabili. Profilo iniziale UE usato come proxy; parametri AI e di incontro assunti.

Il tasso di occupazione mette gli occupati in rapporto con tutta la popolazione, e quindi mostra una difficoltà anche quando alcune persone smettono di cercare. Le differenze fra le età dipendono dalle condizioni iniziali, dai pesi di accessibilità e dalle probabilità di ingresso; l'esposizione all'AI dipende dalle professioni e dai compiti, non dall'età in sé.

Chi ha ventiquattro anni nel 2026 ne ha trentaquattro nel 2036. Il modello fa invecchiare le persone, e il pannello dei 15–24enni

raccoglie, ogni anno, chi in quel momento ha quell'età: segue una fascia, non le stesse persone.

Nel 2036 il tasso di occupazione dei 25–34enni è più basso di circa 6,8 punti rispetto al mondo senza AI, come mediana delle differenze dentro le coppie, calcolata come spiega il capitolo 6.

Pochi licenziamenti, meno assunzioni

L'occupazione può scendere anche attraverso uscite che non vengono sostituite. In quel caso il calo si vede nelle assunzioni prima che in un'ondata di tagli. La figura successiva confronta due tipi di uscite simulate fra i 50 e i 64 anni. Le separazioni ordinarie sono il ricambio normale: pensionamenti anticipati, dimissioni, contratti che finiscono. I tagli, invece, sono la riduzione in più imposta quando gli occupati rimasti superano i posti disponibili.

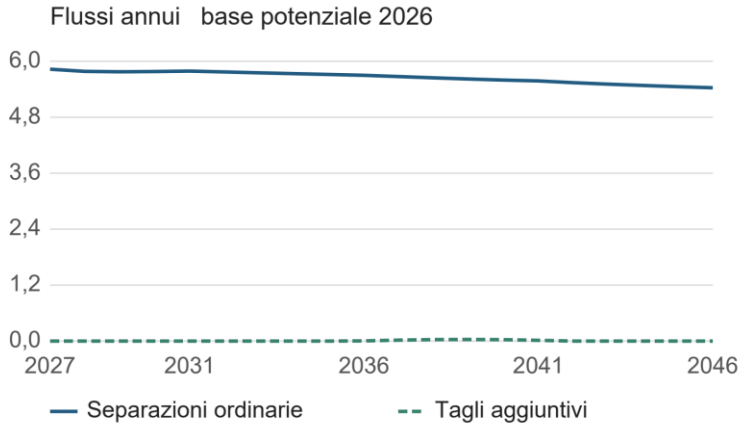


Figura 13 – Separazioni ordinarie e tagli aggiuntivi simulati, fascia 50–64, economie avanzate, scenario di riconversione lenta con AI. Flussi annuali in percentuale dell'offerta potenziale della fascia nel 2026. Il primo anno mostrato è il 2027: il 2026 inizializza gli stati e non misura flussi. Mediane; la curva dei tagli è quasi nulla alla scala del ricambio ordinario.

Nel file dei risultati la mediana dei tagli nelle prime tre fasce d'età è zero in tutti gli anni dello scenario lento. Fra i 50 e i 64 anni il massimo della mediana annuale è circa lo 0,035 per cento dell'offerta potenziale iniziale. In alcune simulazioni i tagli ci sono, ma nella mediana il calo dell'occupazione passa quasi tutto da un'altra parte.

Il motivo è il ricambio. Ogni anno una parte degli occupati lascia il proprio posto, e la domanda può ridursi assorbendo queste uscite. Se molti escono e pochi vengono sostituiti, l'occupazione scende senza una grande ondata di tagli. È la forma più silenziosa di una crisi del lavoro: nessuno viene mandato via, semplicemente nessuno viene più chiamato. L'attenzione va quindi sulle assunzioni.

Il taglio mediano piccolo non vuol dire che il problema non esista: vuol dire che il problema ha la forma delle assunzioni mancate, non dei licenziamenti.

C'è poi un effetto che sembra un paradosso. Se le separazioni ordinarie sono una quota degli occupati, un'economia con meno occupati ha anche meno separazioni in valore assoluto. Non vuol dire che protegga meglio i lavoratori: si è solo ristretta la base su cui si calcola la quota.

Lo stesso problema compare quando si confrontano territori di dimensioni diverse. Un flusso misurato sugli occupati di inizio anno risponde a una domanda; un flusso misurato sull'offerta potenziale del 2026, come nel grafico, risponde a un'altra. Il libro usa la seconda base per tenere confrontabili tutti i movimenti; il rischio di chi ha già un lavoro si legge con la prima.

I conti delle persone

Perché un'uscita per età non sembri un'espulsione dal lavoro, il bilancio di ogni anno deve usare lo stesso perimetro. Con le età già aggiornate:

$$E\,finale = E\,aggiornato - X - S - K + H$$

E aggiornato sono gli occupati dopo il passaggio delle età. X raccoglie le uscite dovute ai limiti di partecipazione, S le separazioni ordinarie, K i tagli, H le assunzioni. E finale è quello che resta dopo tutti questi movimenti.

L'uscita a sessantacinque anni avviene prima, quando le persone invecchiano. È il confine del perimetro 15–64 scelto dal modulo, non un'età di pensione per tutti.

Una buona contabilità impedisce di far sparire le persone dentro le formule. Ma non dice che cosa hanno perso. Per una famiglia possono contare il reddito fra un lavoro e l'altro, un trasferimento forzato, il costo di un corso, la rinuncia a un contratto incompatibile con la cura dei figli o dei genitori. Il libro le misura quando arriva alle politiche.

Lo studio della Pennsylvania lo ricorda. Rientrare chiude un periodo senza lavoro, ma non riporta le condizioni di prima. Per capire un rientro servono la durata dell'attesa, il salario, le ore, la stabilità del nuovo contratto. E per collegare il lavoro perso e quello ritrovato servono dati che seguano le stesse persone nel tempo.

Il prossimo capitolo usa le assunzioni e le probabilità di rientro per guardare dentro questa distanza. E incontra chi un primo lavoro non l'ha mai avuto: le persone che cercano di cominciare. Per loro la domanda non è come recuperare un posto perso, ma come ottenere l'esperienza che serve per averne uno.

Capitolo 8

Il primo ingresso nel lavoro

«Cercasi giovane con esperienza.» È la battuta più vecchia del mercato del lavoro, e non fa ridere nessuno che abbia vent'anni. L'esperienza è spesso il requisito per essere assunti. Ma si costruisce proprio con il primo impiego.

Per decenni il circolo è stato spezzato in un modo semplice: le imprese assumevano principianti per i compiti facili, e lì li formavano. Il ragazzo dello studio legale che fotocopiava e archiviava, la praticante che preparava la prima bozza, il neoassunto del call center che rispondeva alle domande più banali. Se l'intelligenza artificiale fa i compiti facili, quel varco si restringe. Questo capitolo prova a misurare quanto.

E non è una questione da poco, perché un ingresso difficile non costa solo un anno. La ricerca sui giovani che entrano nel lavoro durante una recessione lo mostra con chiarezza. Lisa Kahn ha seguito i laureati americani usciti dall'università fra il 1979 e il 1989: chi si è laureato quando l'economia andava peggio ha cominciato con salari più bassi, e la differenza è rimasta visibile per tutto il periodo osservato, molti anni dopo. Oreopoulos, von Wachter e Heisz, sui laureati canadesi, hanno trovato che una recessione forte, con la disoccupazione più alta di cinque punti, costava all'inizio circa il 9 per cento dei guadagni; la perdita si dimezzava in cinque anni e spariva in circa dieci. Dieci anni. Il momento in cui si entra lascia un segno.

Due attese diverse

Un ragazzo che cerca il primo impiego e un quarantenne che cerca un nuovo lavoro compaiono nella stessa statistica dei disoccupati. Ma non sono nella stessa situazione. Il secondo ha già attraversato almeno un rapporto di lavoro: ha un curriculum, dei contatti, una professione che un selezionatore riconosce. Il primo deve ancora ottenere la sua prima possibilità. I loro ostacoli sono diversi: com-

petenze, reti di conoscenze, segnali che chi assume sa leggere, disponibilità ad accettare certe condizioni.

E l'età non basta a separarli. Un ventitreenne può aver già cambiato tre lavori; un trentacinquenne può cercare il primo dopo studi lunghi o altre attività. Per questo il libro non chiama «primo ingresso» ogni assunzione di un giovane e «ricollocamento» ogni assunzione di un adulto. Quello che conta è da dove arriva la persona, non la sua data di nascita.

Il modulo che segue le età divide chi cerca lavoro in due gruppi. Il gruppo F raccoglie chi cerca il primo lavoro. Il gruppo U chi cerca dopo un'occupazione precedente. Da ciascun gruppo, ogni anno, esce un flusso di assunzioni: le assunzioni di primo ingresso e quelle di rientro. Tenerle separate permette di vedere movimenti diversi che il totale delle assunzioni nasconderebbe.

$$H = H\,primo + H\,rientro$$

H è il totale degli ingressi nel lavoro simulati nell'anno. Non comprende chi passa direttamente da un datore di lavoro a un altro senza restare disoccupato.

I giovani che ogni anno entrano nell'età di lavoro vengono divisi fra i due gruppi con quote fisse: «primo ingresso» è una categoria del modello, che si avvicina al primo contratto della vita senza coincidere con esso.

Quanto è larga la porta? Il numero di assunzioni dipende da quante persone aspettano e da quanto è facile entrare. Un flusso può crescere perché cresce la fila, anche se ognuno ha meno probabilità di essere assunto. Oppure può calare perché la fila si accorcia, mentre chi resta entra più facilmente. Per capire la porta servono sia il flusso sia il denominatore giusto. Il tasso di primo ingresso si misura così:

$$Tasso\ primo\ ingresso\ = \frac{H\ primo}{F\ ammissibili} \times 100$$

Al denominatore ci sono i giovani del gruppo F che cercano lavoro prima che, nell'anno, incontrino i posti disponibili. Al numeratore, quanti di loro vengono assunti. Gli studenti che non cercano e chi non è in fila non stanno nel denominatore.

Nel codice le assunzioni vengono costruite in due passaggi. Prima si calcola un'offerta di assunzioni, a partire da probabilità di base, da un fattore di incontro fra persone e posti, e da una barriera che cresce con l'adozione dell'AI. Poi i posti effettivamente disponibili mettono un tetto. Una probabilità alta non produce assunzioni infinite quando i posti sono pochi. E chi cerca il primo lavoro e chi rientra si contendono gli stessi posti.

Tabella 16 – Esempio didattico. Le assunzioni aumentano da venti a trenta, ma il tasso fra i cercatori scende dal quaranta al trenta per cento perché il bacino raddoppia. Non sono dati del modello.

Misura	**Prima**	**Dopo**
Cercatori ammissibili	50	100
Assunzioni	20	30
Tasso di ingresso	40%	30%

Nell'esempio le assunzioni passano da venti a trenta: sembra una buona notizia. Ma i ragazzi in fila sono raddoppiati, da cinquanta a cento, e la probabilità di entrare scende dal 40 al 30 per cento. Una città può annunciare più assunzioni e avere una fila più lunga davanti alla porta. Un gruppo può ottenere meno contratti solo perché è più piccolo, senza che la selezione sia diventata più dura. Quando guardi un grafico sul lavoro, chiediti sempre se stai guardando un conteggio, un flusso o un tasso fra chi cerca davvero.

Che cosa dice il modello

La figura che segue mostra le assunzioni di primo ingresso dei giovani fra 15 e 24 anni nelle economie avanzate, nello scenario in cui riconvertirsi è lento. Le due curve usano la stessa base: tutti i giovani di quella fascia disponibili a lavorare nel 2026. Così si confrontano volumi, senza spacciare indici per persone reali.

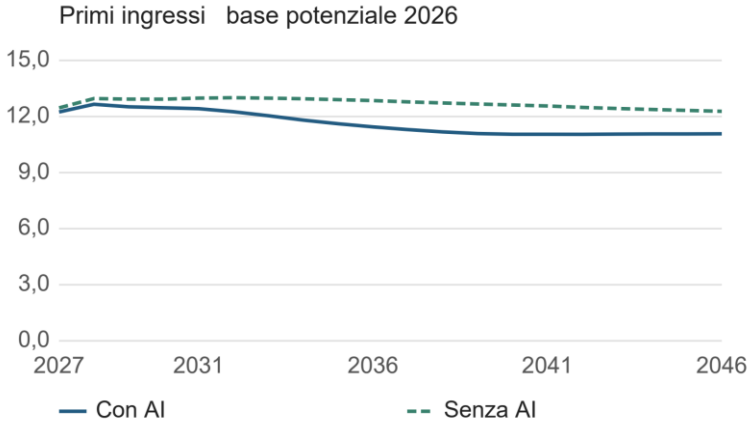


Figura 14 – Assunzioni della categoria di primo ingresso, fascia 15–24, economie avanzate, riconversione lenta. Flussi annuali in percentuale dell'offerta potenziale della fascia nel 2026, dal 2027 al 2046. Mediane delle versioni appaiate con e senza AI. La classificazione iniziale e dei nuovi cercatori è assunta; non sono primi contratti osservati.

Nel 2036 la differenza fra il mondo con AI e quello senza è di circa 1,37 assunzioni in meno ogni cento giovani della base iniziale. Detto così sembra poco. Ma guardalo dal punto di vista di chi è in fila. Nello stesso anno la probabilità che un giovane in cerca del primo lavoro venga assunto nel corso dell'anno è più bassa di circa 14,3 punti percentuali. I due numeri non si contraddicono: hanno denominatori diversi, e raccontano due facce della stessa cosa. Il primo misura quanti ingressi mancano rispetto a tutti i giovani. Il secondo misura quanto si è stretta la porta per chi ci sta davanti.

Quattordici punti, per chi cerca il primo impiego, sono la differenza fra una porta socchiusa e una porta che si chiude.

Lo scenario ha compiti nuovi che arrivano tardi, lavoro umano che non viene ricreato del tutto, barriere più alte per chi non ha esperienza. Il mondo senza AI ha le stesse condizioni di partenza: la differenza fra i due è l'effetto dell'AI sull'ingresso. È una media delle economie avanzate, non il numero di ogni paese o di ogni professione.

Il capitolo 3 ha mostrato il dato americano: i ragazzi fra 22 e 25 anni nelle professioni più esposte all'AI nell'ultimo anno sono diminuiti del 4,4 per cento, più del doppio dei coetanei nei lavori meno esposti, per mancate assunzioni. È una misura diversa, l'occupazione in un campione di buste paga. Ma il modello e la realtà, partendo da strade diverse, indicano lo stesso punto: la porta d'ingresso.

C'è poi una cosa che il modulo non vede, e che rende il problema più grave di quanto calcola. Il primo lavoro non produce solo un risultato: produce esperienza. Il principiante impara a riconoscere un'anomalia, a capire un cliente, a coordinarsi con gli altri. Se quei compiti vengono automatizzati, l'organizzazione deve decidere come costruirà l'esperienza che serve per tutto il resto. La tecnologia può aiutare, con esercitazioni, simulazioni, assistenza. Ma avere lo strumento e imparare sul lavoro restano due cose diverse.

Il modulo attuale non contiene questa accumulazione di competenze. Una probabilità di ingresso più bassa non peggiora, nel modello, le capacità future di chi aspetta: manca una variabile che trasformi l'attesa in esperienza perduta. Gli studi su chi entra durante una recessione dicono che quella perdita esiste e dura anni. Gli effetti reali, quindi, durano più a lungo di quanto il modello calcola.

Il paradosso dell'assistente

Torniamo al call center del primo capitolo. Brynjolfsson, Li e Raymond, nella versione del 2023 del loro studio (Generative AI at Work), hanno seguito l'introduzione graduale di un assistente conversazionale fra 5.179 addetti all'assistenza clienti. I problemi risolti per ora sono aumentati del 14 per cento in media, e del 34 per cento per i principianti e i meno qualificati; per i più esperti l'effetto è stato piccolo. Fonte: https://doi.org/10.3386/w31161.

È una buona notizia per chi è già dentro. Ma qui c'è un paradosso. Più l'assistente rende bravi i principianti, meno principianti servono per fare lo stesso lavoro. E più rende autonomi gli esperti, meno serve affiancarli con giovani. Lo stesso strumento che aiuta chi è entrato può rendere più difficile entrare a chi è fuori.

Lo studio non poteva misurarlo: guardava le persone già assunte. I ragazzi mai assunti non compaiono in nessun registro aziendale. Sono la parte invisibile di ogni esperimento sulla produttività: il beneficio per chi lavora già e la difficoltà di chi non entra si misurano separatamente.

E risolvere più problemi all'ora apre una domanda che riguarda il contratto: cambiano la paga, gli orari, la pressione? Sono le decisioni dell'impresa e la divisione del guadagno a collegare la capacità tecnica alle condizioni di chi lavora.

C'è infine la domanda che lo studio lascia aperta, e che conta più di tutte per un giovane. Un principiante che lavora bene con l'assistente impara davvero? Saprebbe fare lo stesso lavoro se l'assistente si spegnesse? Riconoscerebbe una risposta sbagliata? Imparerebbe cose che si portano in un altro lavoro, o si abituerebbe solo a un programma? Il capitolo 24 mostra un esperimento in una scuola che dà una risposta preoccupante.

Lo stesso vale per chi seleziona. Un risultato dipende dalla persona, dagli strumenti e dalla supervisione. Escludere chi usa l'AI

sarebbe assurdo. Attribuire automaticamente alla persona tutte le capacità dello strumento sarebbe altrettanto sbagliato.

La porta di chi rientra

Chi ha già lavorato passa da un'altra porta: quella del rientro. Qui il denominatore sono i cercatori del gruppo U, prima di incontrare i posti dell'anno.

$$Tasso\ di\ rientro\ = \frac{H\ rientro}{U\ ammissibili} \times 100$$

Un tasso che migliora può convivere con molte persone ancora fuori, se la fila si allunga. Un tasso che peggiora può restare invisibile nel totale degli occupati per un po', perché chi ha un posto continua a lavorare. Per questo il libro mostra il ricollocamento separato dall'occupazione e dal primo ingresso.

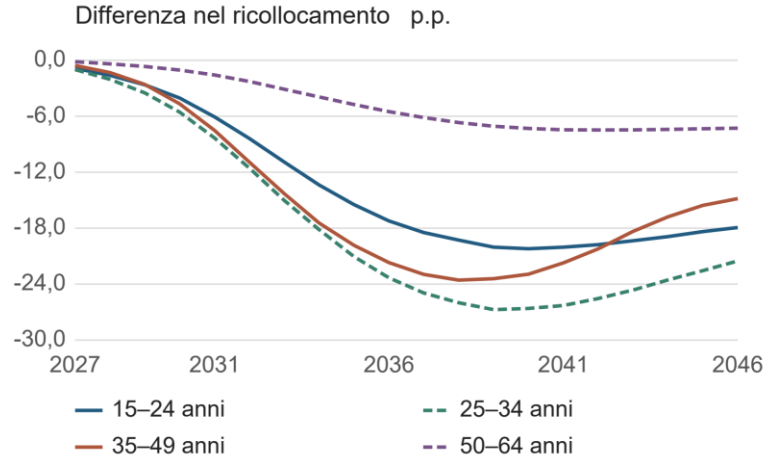


Figura 15 – Differenza con AI meno senza AI del tasso annuo di ricollocamento, economie avanzate, riconversione lenta. Punti percentuali dei cercatori ammissibili della categoria U; mediane delle differenze nelle 4.000 coppie, dal 2027 al 2046.

Nello scenario lento, nel 2036, i 25–34enni hanno una probabilità di ricollocarsi più bassa di circa 23,3 punti percentuali rispetto

al mondo senza AI. Non perché siano diventati meno capaci o meno volenterosi. Il risultato dipende dall'incontro fra persone e posti e da quanti posti ci sono. Quando un sistema genera pochi posti accessibili, dare la colpa a chi «non si aggiorna» trasforma un problema dell'economia in un giudizio sulla persona.

E anche chi rientra non racconta tutta la storia. Il codice registra che una persona torna a lavorare. Non sa con quale paga, a quale distanza da casa, con quante ore, se il nuovo lavoro usa le sue capacità. Un ricollocamento può migliorare una situazione precaria o peggiorare un buon lavoro perso. Il tasso risponde alla domanda «quanti rientrano?», non a «come rientrano?».

C'è poi un inganno nelle medie. Chi ha le competenze più richieste trova lavoro per primo. Chi resta in fila, l'anno dopo, è in media chi ha più difficoltà. Così il tasso può peggiorare anche se la porta non è cambiata: è cambiata la fila. Il modulo semplifica tutto questo in età e probabilità; sui dati reali, per separare la barriera dalla selezione servono esperienza, studi, professione cercata e territorio.

Il modulo distingue, infine, i posti che ci sono da quelli che si riescono a occupare. Possono esserci posti liberi e persone in fila, se l'incontro non riesce.

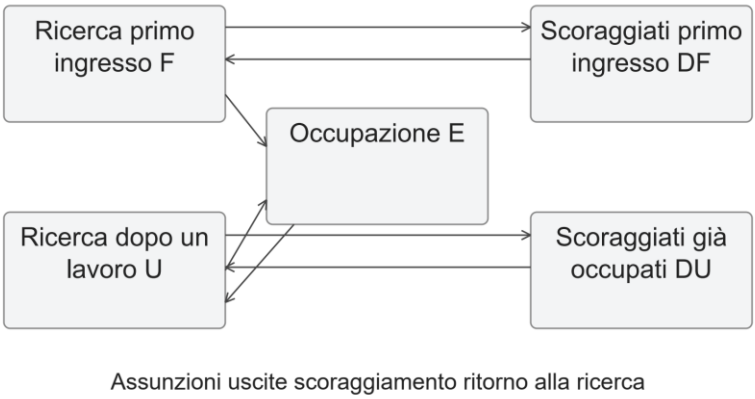


Figura 16 – Stati e movimenti rappresentati dal modulo. Due categorie di cercatori possono entrare nell'occupazione oppure nello scoraggiamento; da quest'ultimo possono tornare alla ricerca.

Lo schema riassume i percorsi: chi cerca il primo lavoro, chi cerca dopo averne avuto uno, chi lavora, chi si scoraggia e chi torna a cercare.

Per riempire lo schema con dati reali servono storie lavorative lunghe: la serie Eurostat delle transizioni distingue occupati, disoccupati e inattivi, ma non ha le età.

Una cosa però non ha bisogno di schemi. Un ingresso che arriva tardi ritarda tutto il resto: l'esperienza, la paga, l'autonomia, la casa, i figli. Gli studi sulle recessioni dicono che il segno dura anni.

Il prossimo capitolo affronta la risposta che tutti danno a questo problema: la riconversione. Basta formare le persone per i lavori nuovi. Ma i lavori nuovi, quando arrivano? E chi aspetta, nel frattempo, come vive?

Capitolo 9

La riconversione professionale

Dal 1962 gli Stati Uniti hanno un programma pensato proprio per chi perde il lavoro a causa di un grande cambiamento economico: la Trade Adjustment Assistance, nata per i lavoratori colpiti dalla concorrenza delle importazioni. Offre formazione, sussidi durante il corso, aiuti per cercare lavoro altrove. Nel 2012 una valutazione nazionale del programma, condotta da Mathematica Policy Research, ha confrontato i partecipanti con lavoratori simili che non vi avevano partecipato. Nei quattro anni successivi, i partecipanti avevano guadagnato in media meno dei loro pari. Una parte della spiegazione è semplice: mentre seguivano i corsi non lavoravano, e quando li finivano dovevano ripartire da capo in una nuova professione.

Non vuol dire che la formazione non serva. Vuol dire che riconvertirsi richiede che due tempi si incontrino: quello che serve per imparare, e quello entro cui un lavoro adatto diventa disponibile. Un corso può finire prima che nascano i posti nuovi, oppure arrivare quando la perdita di reddito ha già reso impossibile frequentarlo. Per valutare una transizione bisogna seguire entrambe le sequenze.

Che cosa vuol dire riconvertirsi

La parola riconversione indica cose diverse. Un'impresa che cambia attività. Una professione che cambia i suoi compiti. Una persona che impara qualcosa di nuovo. Un territorio che cerca altre occasioni di produrre. Sono movimenti collegati, ma non avvengono per forza insieme. Un corso può finire prima che esista un posto adatto; un posto può esistere prima che chi cerca riesca a raggiungerlo.

Il modello distingue due meccanismi. Il primo è la nascita di compiti umani nuovi, che compensano una parte di quelli sostituiti: cambia quanto lavoro serve, nel modello macroeconomico. Il

secondo è l'incontro fra chi cerca e i posti accessibili: decide quanta di quella domanda diventa davvero occupazione, nel modulo per età. Confonderli farebbe sembrare automatica una transizione che le equazioni tengono separata.

Il primo meccanismo ha due numeri: quanto si recupera e con quanto ritardo. Il parametro ψ dice quanti compiti nuovi nascono per ogni compito sostituito, nella relazione del modello. Il ritardo dice quando il recupero comincia a farsi sentire.

Il secondo meccanismo usa probabilità di base, limiti di posti e fattori legati all'adozione dell'AI. Non contiene un catalogo di corsi, professioni di arrivo o trasferimenti da una città all'altra.

Il modulo confronta quattro casi. Lo scenario di riferimento conserva gli intervalli originali del modello e aggiunge i flussi per età. La compensazione efficace mette più compiti nuovi e un incontro più facile. La riconversione lenta riduce il recupero e allunga i ritardi. La sostituzione persistente combina recupero debole, automazione più ampia e incontro più difficile.

Tabella 17 – Ipotesi configurate nel progetto, non stime empiriche. ψ descrive i nuovi compiti per unità di sostituzione; il ritardo è in anni; il fattore di incontro moltiplica le probabilità di base. Gli scenari cambiano anche altre condizioni dichiarate nel codice.

Scenario	ψ	Ritardo anni	Incontro
Riferimento	0,25–0,85	4–10	1,00
Compensazione efficace	0,85–1,20	2–6	1,20
Riconversione lenta	0,25–0,65	6–12	0,80
Sostituzione persistente	0–0,35	8–16	0,65

Nello scenario efficace ψ può superare uno: il modello permette che i compiti recuperati siano più di quelli sostituiti. I posti, però, non crescono della stessa quantità: contano anche l'adozione, la produzione, i salari e l'incontro. E la sostituzione persistente cam-

bia anche l'ampiezza dell'automazione e dell'esposizione: fra un caso e l'altro si muovono più leve insieme.

La distanza che resta alla fine

La figura segue i 25–34enni delle economie avanzate. Per ogni scenario mostra quanto il loro tasso di occupazione nel mondo con AI si allontana da quello del mondo senza. Lo zero vuol dire tassi uguali; i valori negativi, un tasso più basso con l'AI.

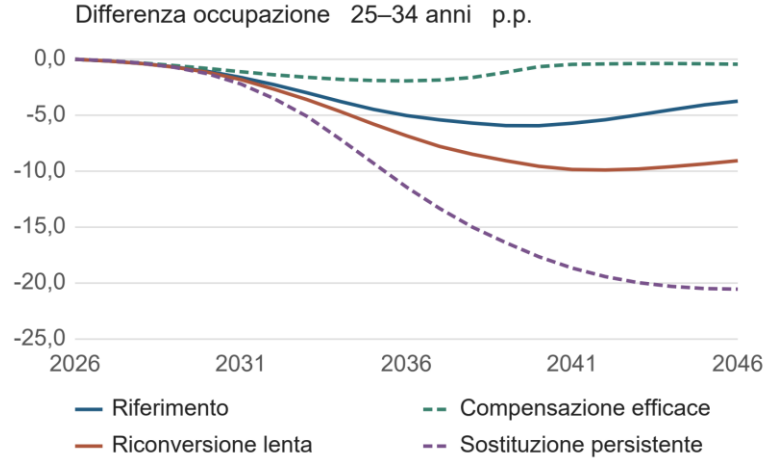


Figura 17 – Differenza con AI meno senza AI del tasso di occupazione nella fascia 25–34, economie avanzate. Punti percentuali della popolazione della fascia; mediane delle differenze appaiate. Quattro scenari esplorativi, 2026–2046, senza probabilità assegnate. Ogni confronto conserva il proprio incontro di base senza AI; fra scenari cambiano più parametri.

Nel 2046 la differenza mediana è di circa meno 0,4 punti nello scenario efficace, meno 3,7 nel riferimento, meno 9,1 nella riconversione lenta e meno 20,5 nella sostituzione persistente. Fra il caso migliore e il peggiore c'è la distanza fra un problema quasi riassorbito e una generazione in cui uno su cinque, fra chi avrebbe lavorato, resta fuori.

La domanda decisiva è questa: il recupero arriva abbastanza presto, e raggiunge abbastanza persone, da compensare la sostituzione? La figura mostra che da quella risposta dipende quasi tutto, e quindi dove cercare prove e quali politiche preparare. E nel 2046, l'ultimo anno simulato, la differenza è ancora negativa in tutti e quattro i casi.

C'è poi la questione di quanto dura l'attesa. Il tasso di ricollocamento del capitolo 8 aiuta a ragionarci, ma non è una distribuzione delle durate. Un esempio astratto chiarisce il legame. Se una persona ha ogni anno la stessa probabilità p di trovare lavoro, resta in cerca e non le succede nient'altro, la probabilità di essere ancora in attesa dopo n anni è:

$$Probabilità\ ancora\ in\ attesa\ = (1 - p)^n$$

Con p pari a 0,5, dopo tre anni è ancora in attesa il 12,5 per cento. Con p pari a 0,25, il 42,2 per cento. Basta che la probabilità annuale scenda da metà a un quarto perché, dopo tre anni, le persone ancora in attesa passino da una su otto a più di due su cinque. È questo l'effetto cumulativo di un ostacolo che si ripete: una probabilità di poco più bassa ogni anno diventa una differenza enorme dopo qualche anno.

Nel modulo la probabilità cambia nel tempo, le persone invecchiano, escono dalla ricerca, trovano posti limitati; la formula serve a vedere l'effetto cumulativo. E chi smette di cercare non va contato come ricollocato.

Quando l'attesa esce dalle statistiche

Il modello conserva chi si scoraggia in due gruppi: chi cercava il primo lavoro e chi aveva già lavorato. La ricerca attiva può diminuire senza che crescano gli occupati. Per questo una disoccupazione più bassa può convivere con una difficoltà più ampia di

quella che il solo tasso mostra. Per vederla, il modulo definisce l'offerta potenziale e la non occupazione ampia:

$$P* = L + DF + DU$$

$$B = \frac{P* - E}{P*} \times 100$$

L è chi cerca attivamente, DF e DU i due gruppi di scoraggiati, E gli occupati. P stella non è tutta la popolazione: comprende chi partecipa al lavoro e chi ha smesso di cercare. B misura la parte di questo insieme che non lavora.

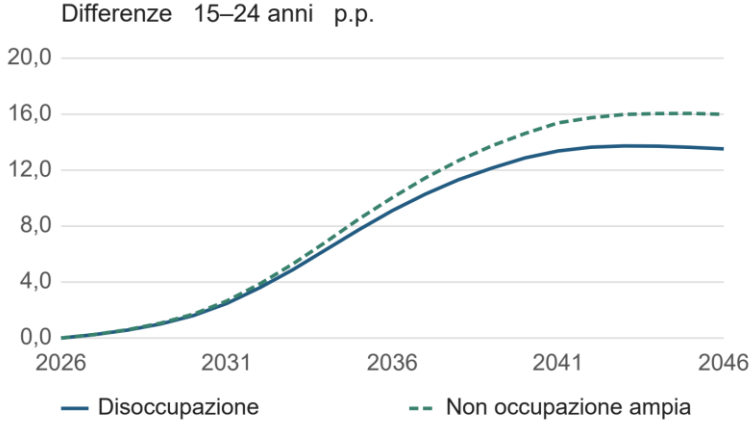


Figura 18 – Fascia 15–24, economie avanzate, riconversione lenta. Differenze con AI meno senza AI del tasso di disoccupazione simulato e della non occupazione ampia, in punti percentuali. Denominatori diversi: offerta attiva per il primo, potenziale per il secondo. Mediane delle differenze nelle coppie; non sottrarre le due curve per contare gli scoraggiati.

Nel 2036, fra i 15–24enni nello scenario lento, la disoccupazione simulata è più alta di circa 9,1 punti rispetto al mondo senza AI; la non occupazione ampia di circa 10 punti. Tenere dentro gli scoraggiati rende visibile una parte della difficoltà che il solo tasso di disoccupazione nasconde.

Il modulo permette anche di tornare dallo scoraggiamento alla ricerca. Quel ritorno allarga la fila di chi cerca, ma non è un'assunzione. Una politica che aiuta le persone a ricominciare a cercare fa salire la disoccupazione prima che aumentino gli ingressi nel lavoro: guardato da solo, quell'indicatore scambierebbe un miglioramento per un peggioramento.

La formazione può essere una parte della risposta. Ma per valutarla bisogna distinguere l'iscrizione, la frequenza, l'apprendimento e l'ingresso in un lavoro. Sapere quando comincia un corso non dice quando si tornerà a lavorare. Un corso finito non è un lavoro trovato, e il capitolo 31 spiega come capire se un lavoro trovato è merito del corso.

E servono condizioni che il modello non descrive: tempo libero, possibilità di spostarsi, strumenti per studiare, un reddito mentre si aspetta. Due persone ugualmente capaci di imparare possono avere destini diversi se una può rinunciare per un po' allo stipendio e l'altra deve accettare subito un lavoro che non le lascia il tempo per il corso. È quello che la valutazione della Trade Adjustment Assistance ha mostrato: il tempo della formazione è tempo senza reddito. Queste dimensioni legano il lavoro alla distribuzione del reddito, il tema del capitolo 5.

Tabella 18 – Esiti diversi da osservare nella valutazione di una transizione. Il modulo attuale copre soltanto alcune dimensioni; nessuna riga, da sola, misura il successo complessivo di una politica.

Dimensione	Misura da distinguere
Ingresso	Primo lavoro e rientro dopo un lavoro
Tempo	Attesa completa e periodi ancora aperti
Qualità del lavoro	Salario ore stabilità e corrispondenza
Partecipazione	Ricerca scoraggiamento e ritorno
Formazione	Accesso apprendimento e occupazione

Nei capitoli sulle politiche bisognerà dire ogni volta quale leva viene mossa. Un trasferimento può proteggere il reddito senza creare un posto. Un investimento può aumentare la capacità produttiva senza garantire che una persona in cerca la raggiunga. Un corso può migliorare l'incontro senza compensare una domanda di lavoro troppo debole. Il valore di un intervento dipende dal problema che affronta e da ciò che si misura davvero.

Il posto che resta vuoto

Le difficoltà burocratiche e il mancato riconoscimento delle competenze possono allungare una transizione anche quando la formazione esiste. Un elettricista che si trasferisce in un altro paese può dover rifare esami per lavorare. Il modello comprime questi ostacoli in parametri.

Per capire quale di questi ostacoli pesa di più, il libro ha fatto un esperimento. Tiene fisso il percorso macroeconomico ai valori centrali e fa variare quattro leve dell'incontro fra persone e posti: l'efficienza dell'incontro, da 0,5 a 1,5; la barriera per chi cerca il primo lavoro, da zero a 0,9; il disallineamento fra competenze e posti, da zero a 0,8; lo scoraggiamento aggiuntivo, da zero a 0,07.

Gli intervalli sono abbastanza ampi da contenere tutti i casi del modulo. Il disegno, detto di Saltelli, parte da 4.096 combinazioni e richiede 24.576 calcoli del modulo, ognuno con e senza AI. La domanda è quale leva faccia variare di più il risultato.

Tabella 19 – Sensibilità del modulo per età: indici totali, comprensivi delle interazioni. Occupazione: differenziale AI meno senza AI per i 25–34enni; primo ingresso e mancata occupazione ampia: 15–24enni. ADV. Percorso macro centrale fisso, quattro intervalli assunti. Sono stime numeriche degli indici, non quote di persone o efficacia delle politiche.

Ipotesi	**Occupaz. 2036**	**Occupaz. 2046**	**Ingresso 2036**	**Non occup. 2036**
Incontro	0,6170	0,4088	0,4187	0,2467
Barriera iniziale	0,4154	0,5219	0,6100	0,7634
Disallineamento	0,0282	0,2828	0,0205	0,0245
Scoraggiamento	0,0002	0,0161	0,0004	0,0005

La barriera del primo ingresso pesa più di tutto sulle due misure dei giovani nel 2036. L'efficienza generale dell'incontro pesa di più sull'occupazione dei 25–34enni nello stesso anno. Nel 2046 la barriera diventa la leva più importante anche per loro, e il disallineamento acquista peso. Il messaggio è netto: nel modello, quello che decide la sorte dei giovani non è tanto quanto funziona il mercato in generale, ma quanto è alta la soglia per chi non ha esperienza.

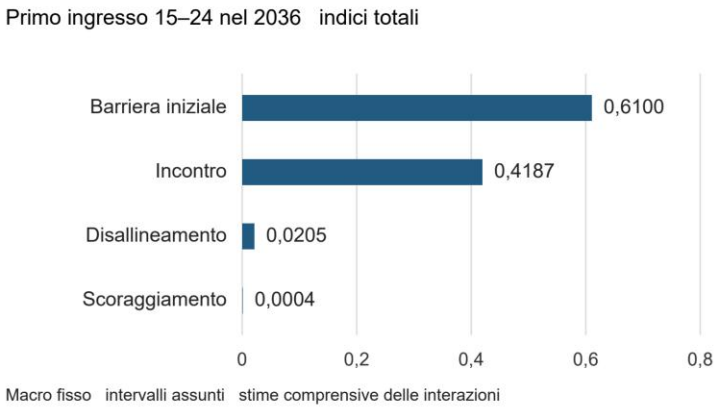


Figura 19 – Indici totali per il differenziale del primo ingresso 15–24 nel 2036, ADV. Stime Jansen, percorso macro fisso. Le barre comprendono le interazioni e non vanno sommate come componenti disgiunte.

Per leggere questi indici, immagina di cambiare un'ipotesi lasciando ferme le altre, e di ripetere il confronto in molte configurazioni. L'indice totale confronta la variabilità prodotta così con quella complessiva, e comprende le interazioni fra le leve. Un valore alto indica una leva importante. La formula è nella sezione A7 dell'appendice.

E un indice piccolo vuol dire solo che il risultato cambia poco quando quel parametro si muove: pesare poco nella varianza del modello non rende irrilevante un fenomeno sociale.

Per i contributi vicini allo zero, come lo scoraggiamento, la precisione numerica è limitata e l'ordine fra loro non conta: per lo scoraggiamento, sull'occupazione del 2036, l'indice del primo ordine è 0,0018 e quello totale 0,0002. Le grandi differenze fra barriera, incontro e disallineamento, invece, sono nette.

Chi teme una riconversione lenta e chi crede in una compensazione efficace hanno la stessa cosa da guardare: i tempi di accesso, la domanda delle nuove professioni, le persone che entrano davvero nei posti creati.

Per studiare un intervento concreto si cambia una sola condizione alla volta: il capitolo 24 lo fa con tre politiche per l'ingresso dei giovani.

Il capitolo 26 riporta queste traiettorie nei salari e nei sussidi del modello principale. Intanto una cosa è chiara: la durata della riconversione lega il mercato del lavoro alle risorse con cui le persone possono permettersi di aspettare. Il prossimo capitolo allarga lo sguardo al territorio: dove si produce il valore, dove arriva il reddito, e quali servizi rendono possibile il passaggio.

Capitolo 10

Valore aggiunto, reddito e regioni

Nel luglio del 2016 l'istituto di statistica irlandese annunciò che il PIL del paese, nel 2015, era cresciuto del 26 per cento. Non era successo nulla di straordinario nelle fabbriche, nei negozi o negli uffici irlandesi. Alcune grandi multinazionali avevano spostato in Irlanda la proprietà di brevetti e di altri beni immateriali, e con loro i profitti che quei beni generavano. Sulla carta l'Irlanda produceva molto di più; i suoi abitanti non se ne accorsero. L'economista Paul Krugman la chiamò «economia dei leprecauni», e l'Irlanda fu costretta a creare un nuovo indicatore, il reddito nazionale modificato, per misurare quanto restava davvero nel paese.

È la storia più chiara che esista di una verità che questo capitolo segue da vicino: il valore prodotto in un territorio non coincide per forza con il reddito che resta ai suoi abitanti. I proprietari e i fornitori possono stare altrove; i lavoratori possono spendere in un altro posto. Per capire che cosa fa l'automazione a un luogo bisogna definire il confine del conto e seguire chi riceve i pagamenti.

Ricavo e valore aggiunto

Un prezzo dice quanto si paga in una transazione. Ma per sapere quanto quella transazione aggiunge alla produzione bisogna separare ciò che è stato comprato da altri da ciò che l'attività ha aggiunto. Il valore delle merci trasportate non è il valore aggiunto del trasporto: le merci possono essere state prodotte altrove, mentre l'impresa di trasporti presta un servizio. Un bar compra caffè, latte, tazze, macchine, energia. Il valore della sua vendita non si può sommare per intero a ogni acquisto lungo la filiera, altrimenti alcune cose verrebbero contate più volte. Il valore aggiunto serve a evitarlo.

Prendi un servizio che incassa cento e compra quaranta di beni e servizi da altri. La differenza, sessanta, è il valore aggiunto. Da lì

si pagano il lavoro, il risultato dell'attività e le altre voci; il conto completo comprende anche tasse, sussidi e l'usura del capitale. I cento incassati non sono quindi un fondo di cento da distribuire a piacere. E il valore dei beni su cui si presta il servizio è un'altra cosa ancora.

Comprare un bene che dura anni non è come comprare un servizio che si consuma subito. L'investimento ha un posto a parte nei conti: la macchina perde valore nel tempo, va mantenuta, va pagata. I sessanta dell'esempio sono al lordo di quest'usura. Per arrivare a un profitto netto servono altre informazioni.

Quantità movimentata, ricavo e valore aggiunto descrivono tre cose diverse: la prima un'attività fisica, la seconda una transazione, la terza il contributo alla produzione. Il volume può crescere mentre il prezzo unitario scende, e allora quantità e valore in euro si separano. I percorsi di crescita del modello sono reali, cioè depurati dalle variazioni dei prezzi.

Il valore aggiunto paga il lavoro e la proprietà, e contribuisce alle risorse pubbliche. Il reddito da lavoro diventa consumi, risparmio e tasse. Il reddito da capitale fa lo stesso, ma va a persone diverse, che spendono in modo diverso. Per seguirlo il modello costruisce tre gruppi in ogni regione: la metà con i redditi più bassi, il quaranta per cento centrale, il dieci per cento più ricco. Sono gruppi di persone ordinate per reddito, non tre professioni, tre generazioni o tre quartieri.

Chi possiede che cosa

La tabella seguente descrive il punto di partenza del modello. Le quote di patrimonio sono decisive, perché stabiliscono a chi va una parte dei redditi da capitale, e quindi come una stessa innovazione raggiunge i diversi gruppi. Le percentuali sono quote del reddito o del patrimonio.

Tabella 20 – Distribuzione iniziale. In ogni cella: fascia inferiore, intermedia, superiore. Ancoraggi: World Inequality Report 2022; alcune voci sono ipotesi del modello.

Regione	Quote del reddito	Quote del patrimonio
ADV	17%; 43%; 40%	4%; 34%; 62%
EME	12%; 40%; 48%	3%; 27%; 70%
LIC	9%; 36%; 55%	2%; 23%; 75%

Nelle economie avanzate la metà più povera riceve il 17 per cento del reddito, il quaranta per cento centrale il 43, il dieci per cento più ricco il 40. Ma il patrimonio è molto più concentrato: alla metà più povera va il 4 per cento, al centro il 34, al vertice il 62. Metà della popolazione possiede quattro centesimi di tutto.

Gli ancoraggi vengono dal World Inequality Report 2022. Il reddito delle economie avanzate combina l'Europa, dove il dieci per cento più ricco riceve il 36 per cento, e il Nord America. Quello delle economie emergenti usa come riferimento l'Asia orientale, dove il dieci per cento più ricco riceve il 43, e l'America Latina, dove arriva al 55. Per i paesi a basso reddito, il rapporto indica meno del 10 per cento del reddito alla metà più povera nell'Africa subsahariana. Per il patrimonio delle economie avanzate il riferimento europeo è 4, 38 e 58, e il rapporto ricorda quote del 60–80 per cento al dieci per cento più ricco nelle diverse aree. Le distribuzioni del patrimonio delle economie emergenti e povere stanno dentro gli intervalli del rapporto.

Le quote dei redditi da lavoro dei gruppi sono ricavate in modo che salari più redditi da capitale, distribuiti secondo il patrimonio, riproducano le quote complessive di reddito. È il modo in cui la distribuzione iniziale si lega ai conti del modello.

Quanto spende ogni gruppo? Nelle economie avanzate le propensioni al consumo sono 0,85 per la metà più povera, 0,58 per il centro e 0,40 per il vertice. L'ancoraggio è uno studio di Fisher e

coautori del 2020, con i quintili americani ricondotti ai tre gruppi del modello. Lo 0,85 vuol dire che quel gruppo spende in consumi l'85 per cento del suo reddito disponibile.

Mettendo insieme i pezzi si capisce il meccanismo. Se l'innovazione fa crescere soprattutto i redditi legati alla proprietà, e la proprietà è così concentrata, anche i benefici si concentrano.

Il proprietario che vive altrove

Il luogo dove si produce un bene non è per forza quello dove si incassa il reddito della proprietà. Nel modello una quota ζ del reddito da capitale aggiuntivo generato dall'AI nelle economie emergenti e povere, al netto del prelievo ipotetico, viene pagata al dieci per cento più ricco delle economie avanzate. È una regola di attribuzione geografica, e la sua intensità varia fra il 20 e il 60 per cento.

Non ogni pagamento verso l'estero è una «fuga». Comprare un servizio, pagare un dividendo e pagare una rendita sono cose diverse. Il modello rappresenta un canale preciso: quello dei redditi da capitale dell'AI.

Gli statistici hanno un nome per questa distinzione. Il reddito nazionale lordo, secondo la definizione dell'OCSE, parte dal PIL e aggiunge il saldo dei redditi da lavoro e da proprietà scambiati con l'estero. I pagamenti a proprietari non residenti possono far divergere il prodotto interno e il reddito dei residenti, come in Irlanda. E la distinzione riguarda dove si risiede economicamente, non il passaporto. Per esempio, una piccola economia produce sessanta, non riceve redditi dall'estero e paga dodici a proprietari stranieri: il suo reddito nazionale è quarantotto. Quei dodici restano produzione interna, ma non sono reddito delle famiglie che ci vivono.

Su un marciapiede il conto è ancora più complicato. Chi vive in un quartiere può ricevere uno stipendio da un'impresa di un'altra

città, una pensione, un affitto da lontano. Chi ci lavora può tornare la sera altrove. Anche gli acquisti del bar hanno fornitori locali e lontani.

Il modello comprime tutto questo in tre grandi regioni. La regola sulle rendite internazionali ha però una contropartita: ciò che una regione paga, l'altra lo riceve. Permette di esplorare un canale di distribuzione senza ricostruire ogni proprietario. E allargando il confine dal territorio al mondo cambia il significato di un pagamento: nel totale mondiale un trasferimento fra regioni non crea reddito. Cambia chi lo riceve, e quindi può cambiare consumi, risparmi e investimenti, anche se la somma resta uguale.

Tre economie, tre punti di partenza

Le economie avanzate, emergenti e a basso reddito mettono insieme popolazioni con crescita, esposizione alla tecnologia e risorse molto diverse. Prima di confrontarle bisogna conoscere da dove partono; pensioni e debito tornano nel prossimo capitolo. E attenzione ai pesi: le quote di PIL usano i cambi di mercato, quelle demografiche la popolazione adulta, e non sono intercambiabili.

Le economie avanzate producono il 57 per cento del PIL mondiale, quelle emergenti il 40, quelle a basso reddito il 3. La fonte è il World Economic Outlook del FMI, a cambi di mercato.

Ma la popolazione adulta è divisa in modo quasi opposto: 14 per cento nelle economie avanzate, 70 nelle emergenti, 16 nei paesi a basso reddito. La fonte sono le World Population Prospects dell'ONU del 2024.

La quota del reddito che va al lavoro è del 55,4 per cento nelle economie avanzate, del 50 nelle emergenti, del 38,5 nei paesi a basso reddito. La fonte è l'ILO; il valore delle economie emergenti è scelto perché la quota mondiale torni al 52,4.

L'esposizione iniziale all'AI è del 60 per cento nelle economie avanzate, del 40 nelle emergenti, del 26 nei paesi a basso reddito, secondo Cazzaniga e coautori (2024). Esposizione non vuol dire perdita del posto.

La crescita annua reale di base è dell'1,6 per cento nelle economie avanzate, del 4 nelle emergenti, del 4,5 nei paesi a basso reddito, secondo le prospettive di medio periodo del FMI.

L'offerta di lavoro, fra il 2026 e il 2046, scende nelle economie avanzate, da meno 0,2 a meno 0,4 per cento l'anno; cresce nelle emergenti, da più 0,6 a più 0,2; cresce molto nei paesi poveri, da più 2,6 a più 2,3. È ricavata dalla popolazione fra 20 e 64 anni nelle proiezioni ONU.

Le entrate pubbliche valgono il 36,3 per cento del PIL nelle economie avanzate, il 26 nelle emergenti, il 15 nei paesi poveri: dati FMI DataMapper per le prime, approssimazioni del Fiscal Monitor per le altre. Il debito pubblico lordo, nel 2025, è il 108 per cento del PIL nelle economie avanzate, il 75,3 nelle emergenti, il 48,2 nei paesi poveri, secondo il Fiscal Monitor di aprile 2026. Il saldo primario è negativo ovunque: meno 1,6, meno 3,5 e meno 0,8 per cento del PIL, ricavato dal saldo complessivo del Fiscal Monitor meno gli interessi ipotizzati. Le pensioni pubbliche costano l'8,1 per cento del PIL nelle economie avanzate, secondo Pensions at a Glance 2025 dell'OCSE, e per ipotesi il 4 nelle emergenti e l'1,2 nei paesi poveri.

Una cifra, fra queste, va guardata due volte: la regione che produce il 57 per cento della ricchezza mondiale ospita il 14 per cento degli adulti. Una media pesata sulla produzione e una pesata sulle persone raccontano mondi diversi. Per questo non si può trasformare la crescita del PIL mondiale in un miglioramento per la famiglia media moltiplicando o dividendo una sola cifra. Servono la distribuzione dentro ogni regione e i pesi che collegano le regioni.

Un esempio mostra quanto conta il peso. Due regioni: la prima ha dieci adulti e produce ottanta, la seconda ha novanta adulti e produce venti. La prima cresce del 10 per cento, la seconda resta ferma. Il totale passa da cento a centotto: più 8 per cento. Ma se si pesa ogni adulto allo stesso modo, la crescita media è dell'1 per cento. Il primo conto misura quanto è cresciuta la produzione; il secondo dà lo stesso peso a ogni persona. Sono entrambi corretti, e rispondono a domande diverse.

Per il lavoro il problema è ancora più vicino. Una regione con molti adulti può avere pochi partecipanti, molti giovani o molti pensionati. Per ottenere il tasso di disoccupazione di un aggregato bisognerebbe pesare ogni regione con la sua forza lavoro. Ogni aggregato richiede tre informazioni: che cosa si conta, chi si include, quanto pesa ciascuno.

Resta ciò che il modello non vede. Il benessere dipende anche dal tempo che serve per curare un familiare, raggiungere un medico, seguire un corso. Avere un reddito non vuol dire trovare un servizio raggiungibile. Il modello misura produzione, redditi, consumi, occupazione e conti pubblici; quanti medici ci sono, quanto costa ogni casa e a che ora passano gli autobus li affrontano i capitoli 28 e 30.

Per questo la sola produttività di un'attività dice poco. Se le macchine rendono un servizio più economico, una famiglia può guadagnarci senza che il suo reddito cresca di un euro. Se un servizio essenziale diventa più difficile da raggiungere, un reddito più alto può non bastare a compensarlo. Il parametro ω conta i benefici dei servizi AI che il consumo non cattura, fra zero e il 5 per cento del consumo. Il capitolo 14 ne mostra l'effetto, e il capitolo 28 torna sul caso concreto delle cure.

E l'automazione di una fase non è tutta l'economia. I servizi manuali e di relazione possono continuare a richiedere persone: manutenzione, cura, assistenza. Ma la loro esistenza non garantisce

che i nuovi posti siano abbastanza o raggiungibili da chi ha perso il suo. La compensazione richiede quantità, tempi, competenze, salari, accesso. Non basta elencare le professioni che resistono: bisogna vedere quante persone ci possono entrare, con quale paga, dopo quanta attesa. Un'attività necessaria può restare senza soldi, oppure essere svolta gratis dentro le famiglie: un bisogno sociale diventa un posto pagato solo se qualcuno, impresa o Stato, ne paga il costo.

Ed è lì che porta il prossimo capitolo. Se cambia la divisione dei redditi fra lavoro e proprietà, bisogna vedere come le regole fiscali del modello trasformano quei redditi in entrate pubbliche, e come quelle entrate fanno fronte alle spese.

Capitolo 11

Entrate pubbliche e debito

Nel febbraio del 2017, in un'intervista, Bill Gates propose una cosa che sembrava una provocazione: se un robot fa il lavoro di una persona, anche il robot dovrebbe pagare le tasse. Proprio in quei giorni il Parlamento europeo, votando un rapporto sulle regole per la robotica, aveva respinto l'idea di tassare i proprietari di robot per finanziare la formazione di chi perdeva il lavoro. Da allora la domanda non è più sparita: se le macchine fanno una parte crescente del lavoro, chi paga le tasse che pagava chi lavorava?

Gates suggeriva di tassare il lavoro di un robot più o meno come quello della persona che sostituiva, e di usare i soldi per finanziare lavori di cura e di assistenza. L'idea aveva un merito: indicare il problema. E un difetto: dava per scontato che un robot si potesse contare come si conta un dipendente.

Questo capitolo prende la domanda sul serio, ma da un'altra parte. Non parla di robot da tassare: parla di redditi che cambiano strada. Una tecnologia può far crescere la produzione mentre diventa più difficile finanziare i servizi pubblici. Il risultato dipende da come si compongono i redditi e dalle regole su entrate e spese. Per vedere il meccanismo il capitolo usa le regole di un paese immaginario.

Un euro che cambia strada

Supponi che in un paese non identificato il prelievo effettivo sia del 28 per cento sul reddito da lavoro e del 19 su quello da capitale. Sono valori medi su basi aggregate, contributi compresi. Con queste regole lo stesso reddito totale produce entrate diverse a seconda di come è composto.

Prendi un totale di cento: sessanta da lavoro, quaranta da capitale. Le entrate sono 16,8 dal lavoro e 7,6 dal capitale: 24,4 in tutto. Ora dieci unità passano dal lavoro al capitale. Il totale resta cento, ma le due basi diventano cinquanta e cinquanta. Le entrate scen-

dono a quattordici e 9,5: 23,5 in tutto. Lo Stato ha perso 0,9, cioè i nove punti di differenza fra le due aliquote applicati solo alla parte che ha cambiato strada. Nove centesimi per ogni euro che passa dal salario al profitto. Nessuno ha evaso niente: il reddito ha solo cambiato forma.

Ma la produzione può crescere. Se il prodotto sale da cento a centodieci e resta diviso a metà fra lavoro e capitale, ciascuna base arriva a cinquantacinque, e con le stesse aliquote le entrate diventano 25,85: più delle 24,4 iniziali. Qui la crescita compensa il cambiamento di composizione. Lo stesso cambiamento tecnologico può quindi portare entrate più basse o più alte, a seconda di quanto prodotto aggiunge e di come lo distribuisce. Per questo serve il calcolo completo.

E nel calcolo completo, per le economie avanzate simulate, il guadagno sulle tasse del capitale non compensa la perdita su quelle del lavoro. Intanto, durante la transizione, crescono alcune spese per la disoccupazione. Il reddito tassabile non sparisce: cambia composizione, e cresce il bisogno di protezione.

Il conto in parole

Prima delle formule, il conto detto a parole. Il saldo primario è ciò che resta delle entrate pubbliche dopo le spese, prima di pagare gli interessi sul debito. Un avanzo aiuta a ridurre il debito, un disavanzo lo fa crescere, e gli interessi sul debito già esistente si aggiungono al conto. Nel rapporto fra debito e PIL il debito sta sopra e la produzione sotto: un PIL che cresce può frenare l'aumento del rapporto, un PIL debole può accelerarlo. Bisogna seguire entrambe le grandezze.

Nel modello il conto pubblico somma le tasse su lavoro, capitale e consumi e sottrae acquisti pubblici, pensioni, sussidi e politiche aggiuntive: è il saldo primario. Il debito dell'anno dopo ag-

giunge gli interessi su quello esistente e sottrae l'avanzo, oppure aggiunge il disavanzo. La sezione A8 dell'appendice riporta tutte le voci. E far crescere il PIL non garantisce di migliorare il saldo: dipende dalle basi tassate, dalle aliquote e dalla spesa. Il risultato fiscale va letto insieme alla divisione fra lavoro e capitale, non solo alla crescita.

Un esercizio di un anno solo aiuta a non confondere disavanzo e debito. Il disavanzo è un flusso dell'anno; il debito è una consistenza che contiene tutto quello che si è accumulato prima. Da un disavanzo non si ricava il rapporto fra debito e prodotto. In un'economia immaginaria PIL e debito iniziali valgono cento, gli interessi tre, il saldo primario zero. Senza altre operazioni il debito finale è centotre. Se il PIL finale è centodue, il rapporto è circa il 100,98 per cento; se è centocinque, circa il 98,10. Il debito è cresciuto di tre in entrambi i casi, ma il suo peso è salito nel primo e sceso nel secondo. È stato il denominatore a cambiare la lettura. I numeri sono tutti nella stessa unità, e le variazioni del PIL sono nominali, così da confrontarle con gli interessi senza mescolare prezzi e quantità.

Aggiungi un avanzo primario di due. Il debito finale sarebbe centouno, e con un PIL di centodue il rapporto scenderebbe a circa il 99,02 per cento. Il prestito continua a costare, ma avanzo e crescita compensano gli interessi. La relazione del debito nella sezione A8 formalizza questa sequenza: interessi e crescita agiscono sul peso del debito passato, il saldo primario aggiunge o toglie. Per usarla bisogna tenere tassi e grandezze coerenti: mettere l'inflazione solo nel denominatore altererebbe il confronto senza dire come cambia il costo del finanziamento.

Il Fondo monetario indica proprio questi ingredienti per giudicare se un debito è sostenibile: saldo primario, crescita reale, interesse reale e livello del debito. L'esercizio serve a vedere il meccanismo, non a giudicare un paese: la valuta del debito, le scadenze, il

rifinanziamento e le operazioni che cambiano il debito senza passare dal disavanzo aggiungono altre condizioni. E il livello di partenza conta. Se il debito iniziale è centocinquanta invece di cento e il tasso resta al 3 per cento, gli interessi passano da tre a 4,5: lo stesso tasso su un debito più grande costa di più.

Su vent'anni il conto riparte ogni anno dal debito e dal prodotto aggiornati, mentre cambiano salari, entrate, sussidi e pensioni. Gli effetti si accumulano, e una variazione temporanea del saldo può lasciare una traccia sul debito anche dopo essere passata. E attenzione alle parole: un punto di PIL di disavanzo in più per un anno è un flusso di quell'anno; un punto di PIL di debito in più è una differenza nello stock, misurata sul prodotto di quella data. Si chiamano allo stesso modo, ma non sono la stessa cosa.

Il debito che c'era già

Il debito lordo delle economie avanzate nel 2025 è calibrato al 108 per cento del PIL. Senza AI, nel modello, arriva a circa il 132 per cento nel 2046. Pensioni e interessi spiegano gran parte di questa pressione di fondo: l'invecchiamento, non la tecnologia. L'ondata dell'AI si aggiunge a una traiettoria che saliva già.

Per questo il confronto richiede due percorsi del debito che cambiano nel tempo. Usare un debito fermo nel mondo senza AI attribuirebbe alla tecnologia cambiamenti che avverrebbero comunque. Le coppie usano gli stessi parametri di base: la differenza misura l'effetto dell'AI.

Nel 2036 il saldo primario delle economie avanzate peggiora di circa un punto di PIL nella mediana. Nel 2046 il rapporto fra debito e PIL è più alto di 11,2 punti, con un intervallo fra 3,4 e 26 punti fra il futuro migliore e il peggiore su venti. Quegli 11,2 punti sono la differenza fra due rapporti, non il livello del debito.

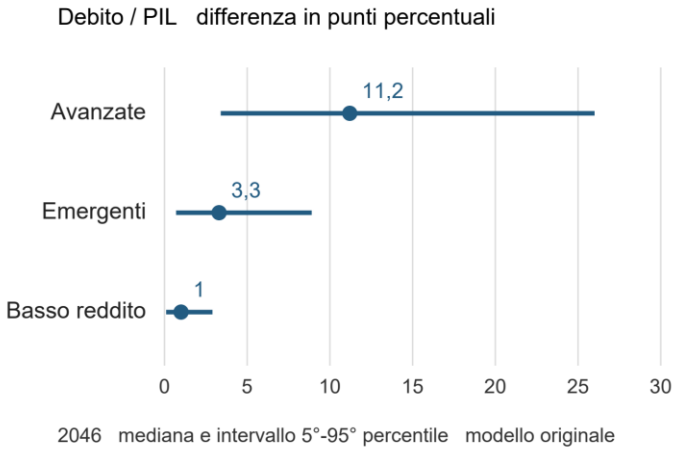


Figura 20 – Effetto aggiuntivo dell'AI sul rapporto debito pubblico lordo/PIL nel 2046. Mediana e intervallo quinto–novantacinquesimo percentile, in punti percentuali, per le tre regioni. Simulazioni del modello, 4.000 estrazioni appaiate.

Nelle altre regioni l'effetto è più piccolo: 3,3 punti nelle economie emergenti, con un intervallo da 0,7 a 8,9, e 1 punto nei paesi a basso reddito, da 0,1 a 2,9. Ma un effetto minore non vuol dire più capacità di finanziare i servizi: i livelli di partenza, le entrate e i vincoli del modello sono diversi. Un paese povero con entrate al 15 per cento del PIL ha meno margine di uno ricco, anche se il suo debito cresce meno.

Un aumento delle entrate da capitale, da solo, non dice nemmeno se il saldo pubblico migliora o peggiora. Bisogna leggere tutte le voci.

Tabella 21 – Variazioni mediane con AI rispetto al percorso senza AI nel 2036. Entrate e saldo primario sono espressi in punti percentuali di PIL; tra parentesi, quinto–novantacinquesimo percentile dove disponibile. Per LIC sono riportate soltanto le mediane di queste tre voci. Simulazioni del modello.

Voce	ADV	EME	LIC
Imposte sul lavoro	−1,26 (−2,98; −0,35)	−0,19 (−0,65; −0,02)	−0,01
Imposte sul capitale	+0,84 (+0,23; +1,98)	+0,19 (+0,02; +0,65)	+0,01
Saldo primario	−0,99 (−2,27; −0,28)	−0,22 (−0,76; −0,02)	−0,02

Nelle economie avanzate il guadagno mediano sulle tasse del capitale è di circa 0,84 punti di PIL; la perdita su quelle del lavoro di circa 1,26. Poi entrano le altre tasse e le altre spese. E la somma delle mediane delle singole voci è diversa dalla mediana del totale: il bilancio chiude in ogni simulazione, prima che i risultati vengano riassunti.

Perché? Un esempio con tre simulazioni e due voci, con numeri senza unità per non confonderli con l'analisi. Nella prima le voci valgono zero e cento, nella seconda uno e uno, nella terza cento e zero. La mediana della prima voce è uno, quella della seconda è uno: sommate fanno due. Ma i totali delle tre simulazioni sono cento, due e cento, e la loro mediana è cento. Un bilancio può chiudere perfettamente in ogni caso mentre una pagina di mediane non forma il bilancio di nessun caso. La mediana è una posizione nella fila, e casi diversi possono occupare quella posizione per voci diverse. La media di una somma, invece, con lo stesso campione e gli stessi pesi, è uguale alla somma delle medie: i due strumenti hanno proprietà diverse. Per questo il libro calcola prima ogni economia simulata e poi riassume.

Quanto bisognerebbe incassare

Prima di cambiare un'aliquota bisogna dire su quale base la si applica. Un prelievo sul solo reddito aggiuntivo e uno su tutto il reddito da capitale sono esperimenti diversi.

Nel 2036 circa 4,5 punti di PIL passano dal lavoro al capitale. Quanto bisognerebbe tassare quella sola porzione perché il saldo primario non peggiorasse? Il calcolo dà il 41 per cento, invece del 19 iniziale del modello. È più del 28 applicato al lavoro, perché il conto deve coprire anche i sussidi in più.

E un'aliquota che pareggia il conto non dice quanto si riuscirebbe a incassare davvero: il capitale si sposta, i redditi si concentrano. È anche diversa dall'aumento di cinque punti della tassa su tutto il capitale simulato nel capitolo 13, che ridistribuisce il gettito. Ed è qui che la vecchia proposta di Gates mostra il suo limite: il problema non è contare i robot, ma seguire i redditi.

Per controllare che la strada di partenza sia ragionevole, il percorso senza AI è stato confrontato con le proiezioni del Fondo monetario al 2031.

Tabella 22 – Debito lordo / PIL nel 2031. Modello senza AI a parametri centrali e proiezioni Fiscal Monitor del FMI, aprile 2026. Le regole sulle entrate sono ipotesi per paesi non identificati e non descrivono sistemi nazionali.

Regione	Modello / FMI	Differenza
ADV	113,6% / 114,8%	−1,2 punti
EME	85,8% / 88,9%	−3,1 punti
LIC	46,9% / 44,0%	+2,9 punti

Nelle economie avanzate il modello dà un debito del 113,6 per cento del PIL, il Fondo del 114,8: 1,2 punti di differenza. Nelle emergenti la differenza è di 3,1 punti, nei paesi a basso reddito di 2,9 nell'altro senso. Le proiezioni del Fondo non sono state usate per calibrare il modello: per questo il confronto ha un significato.

Il controllo contabile chiede un'altra cosa: che ogni risparmio, ogni risultato d'impresa, ogni saldo pubblico e ogni pagamento fra regioni abbia una contropartita. Il modello controlla insieme risparmio delle famiglie, risultati delle imprese, saldo pubblico e pagamenti fra regioni, e li confronta con produzione e spesa. Così nessuna somma può comparire o sparire per un errore. L'identità e le sue voci sono nella sezione A9 dell'appendice. In tutte le simulazioni lo scarto massimo è di 5×10^{-16} del PIL, cioè zero a meno della precisione del computer.

Il capitolo 26 riporta nei salari e nei sussidi la disoccupazione del modulo per età e ricalcola il debito: il risultato cambia poco, da 11,19 a 11,39 punti nel 2046.

Il prossimo capitolo apre la scatola: le ipotesi da cui dipendono tutte queste conclusioni, e come chiunque può cambiarle.

Capitolo 12

Calibrazione, parametri e riproducibilità

Nel 2010 due economisti di Harvard, Carmen Reinhart e Kenneth Rogoff, pubblicarono uno studio che sembrava chiudere una discussione: quando il debito pubblico supera il 90 per cento del PIL, la crescita crolla. Lo studio fu citato da governi e commissioni in mezzo mondo, negli anni dell'austerità. Tre anni dopo uno studente di dottorato dell'Università del Massachusetts, Thomas Herndon, provò a rifare i conti per un compito d'esame. Non tornavano. Con i suoi professori Michael Ash e Robert Pollin scoprì, fra le altre cose, che una formula del foglio di calcolo lasciava fuori alcuni paesi. Corretti gli errori, la crescita media dei paesi con debito oltre il 90 per cento non era più negativa, meno 0,1 per cento, ma positiva, circa più 2,2: il crollo spariva.

La lezione non è che gli economisti sbagliano. È che un risultato vale quanto la possibilità di controllarlo. Questo capitolo apre il modello del libro: mostra tutte le ipotesi, da dove vengono, che cosa succede quando le si spinge nella direzione più favorevole all'AI, e come chiunque può rifare i conti.

Quando un parametro è incerto, scegliere un solo valore può nascondere una parte decisiva del problema. Per questo il modello non sceglie un numero: sceglie un intervallo, e pesca a caso al suo interno.

Ogni parametro incerto viene estratto da una distribuzione uniforme entro limiti dichiarati. Uniforme vuol dire che la pesca non privilegia nessuna parte dell'intervallo.

E le pesche sono indipendenti: il modello non impone legami fra un parametro e l'altro. Un'adozione rapida potrebbe accompagnarsi a investimenti in formazione, oppure precederli: più avanti un esperimento prova proprio questi legami.

Le ventuno ipotesi

Ecco le ventuno ipotesi incerte del modello, con l'intervallo e l'ancoraggio usato per sceglierlo. Gli ancoraggi sono i punti di riferimento della ricerca. Non serve impararli a memoria: si consultano seguendo la domanda che interessa.

Le prime sei dicono quanto e quando si automatizza.

1. θ, la quota automatizzata dei compiti esposti: da 0,25 a 0,70. Ancoraggio: Eloundou e coautori (2024) trovano un'esposizione che va dall'1,8 al 46 per cento dei lavori, a seconda che si consideri solo il modello linguistico o anche il software che lo accompagna; McKinsey (2023) indica la metà delle attività entro il 2045 come limite superiore.

2. φ, la parte dell'esposizione che si può davvero sostituire: da 0,40 a 0,70. Ancoraggio: il FMI stima 33 punti su 60 nelle economie avanzate, cioè circa 0,55.

3. L'anno centrale dell'adozione nelle economie avanzate: fra il 2030 e il 2040. È un'ipotesi informata dalla ricerca sulla diffusione delle tecnologie di Comin e Hobijn (2010).

4. k, la pendenza della curva di adozione: da 0,25 a 0,60. È un'ipotesi: regola quanto in fretta l'adozione cresce intorno all'anno centrale.

5. Il ritardo delle economie emergenti: da 1 a 5 anni. Ipotesi, con riferimento a Comin e Hobijn.

6. Il ritardo dei paesi a basso reddito: da 3 a 10 anni. Ipotesi, con lo stesso riferimento.

I ritardi regionali distinguono quando una tecnologia esiste da quando si diffonde davvero. Ma per chi perde un compito conta anche un'altra cosa: quando arriva il compito successivo. Per questo, dopo l'adozione, vengono i parametri sui compiti nuovi.

7. ψ, i compiti nuovi per ogni compito sostituito: da 0,25 a 0,85. È l'ipotesi più delicata del modello. Acemoglu e Restrepo (2019)

misurano un rapporto di circa 1 fra il 1947 e il 1987 (0,47 di compiti nuovi contro 0,48 di sostituiti) e di circa 0,5 fra il 1987 e il 2017 (0,35 contro 0,70). L'intervallo segue l'esperienza recente ed esclude una compensazione completa. Più avanti vedrai che cosa succede se la si ammette.

8. Il ritardo dei compiti nuovi: da 4 a 10 anni. Ipotesi basata sulla «curva a J» della produttività (Brynjolfsson, Rock e Syverson, 2021) e sulla lenta comparsa di nuove professioni (Autor e coautori, 2024).

9. d_0, l'erosione annua della quota del lavoro non dovuta all'AI: da 0,001 a 0,0035, cioè dallo 0,10 allo 0,35 per cento l'anno. Ancoraggio: i dati ILO 2004–2024 e Acemoglu e Restrepo 1987–2017. Il parametro viene confrontato con questi stessi riferimenti nella verifica più avanti.

Poi vengono produttività e salari.

10. π, il risparmio sui compiti automatizzati: dal 15 al 45 per cento. Ancoraggio: Acemoglu (2025) stima un risparmio medio del 27.

Risparmiare sui costi e alzare i salari sono due passaggi diversi. Quanto del guadagno arriva ai lavoratori dipende dalla distribuzione e dalla contrattazione.

11. μ, il guadagno nei compiti in cui l'AI aiuta senza sostituire: da 0 a 0,30. Ancoraggio: lo studio sul call center di Brynjolfsson, Li e Raymond, più 14 per cento in media e più 34 per i meno esperti.

12. β, quanto della produttività passa ai salari: da 0,30 a 1. Ipotesi.

13. $\varkappa$, quanto i salari reagiscono alla disoccupazione (la pendenza della curva di Phillips salariale): da 0,05 a 0,50. Ancoraggio: una Economic Letter della Fed di San Francisco (2017–30) stima 0,45 fra il 1991 e il 2008 e 0,14 fra il 2009 e il 2015; uno studio della Bank of Canada (2019–8) trova lo stesso appiattimento dopo il 2008 in dieci economie avanzate.

14. s, la quota delle rendite dell'AI che va ai lavoratori: da 0 a 0,30. Ipotesi dello scenario a politiche invariate: contrattazione e partecipazione ai profitti.

Una parte del reddito diventa consumi, un'altra risparmio e investimenti, e alcune rendite finiscono fuori dalla regione. Per capire se la produzione trova chi la compra, il modello deve rappresentare anche queste risposte.

15. η, quanto gli investimenti reagiscono alla quota dei profitti: da 0 a 1. Ipotesi, legata al dibattito fra chi pensa che la domanda sia trainata dai salari e chi dai profitti.

16. ν, quanto un calo di domanda si trasmette alla produzione, dopo le compensazioni della politica monetaria e fiscale: da 0,30 a 1. Ipotesi.

17. ζ, la quota delle rendite AI delle economie emergenti e povere registrata all'estero: da 0,20 a 0,60. Ipotesi, legata alla concentrazione delle imprese dell'AI.

18. x, quanto cresce l'esposizione fino al 2046: da 1 a 1,60, cioè fino al 60 per cento in più. Ipotesi basata sull'ampliamento delle capacità e su una crescita dello stock di robot del 9 per cento l'anno (IFR, 2025). Ed è questo limite del 60 per cento che esclude lo scenario estremo, quello di un'AI capace di fare quasi tutto.

Le ultime tre scelte rispondono a tre domande diverse: i benefici che i redditi monetari non catturano, il costo degli interessi, la risposta della domanda di lavoro al salario.

19. ω, il benessere che i servizi AI danno senza passare per i consumi: da 0 al 5 per cento del consumo. È un'ipotesi usata solo nei risultati corretti per il benessere, mai nelle misure principali.

20. Δr, la variazione del tasso d'interesse reale: da meno un punto a più un punto percentuale. Attenzione: un punto, non l'1 per cento del tasso.

21. ε, quanto la domanda di lavoro reagisce al salario: da 0,15 a 0,75. Ancoraggio: Hamermesh (1993), con un valore di riferimento

di 0,30 e lo stesso intervallo; la meta-analisi di Lichter, Peichl e Siegloch (2015) trova una media di circa 0,25. Questo parametro è stato aggiunto con la revisione v2 del modello.

Nel codice i nomi sono, nello stesso ordine: theta, phi_s, mid_adv, k_slope, lag_eme, lag_lic, psi, lag_new, d0, pi_save, mu, beta_w, kappa, rent_share, eta, nu, zeta, exp_mult, omega, dr, eps. La tabella è generata dal file calibration/data.py, che contiene anche le costanti regionali e distributive del capitolo 10.

Il sacchetto delle possibilità

Il metodo che il libro usa per esplorare quattromila futuri ha una storia curiosa. Nel 1946 il matematico Stanisław Ulam, convalescente dopo una malattia, giocava a solitario e si chiese quale fosse la probabilità di vincere una partita. Calcolarla con le formule era impossibile. Gli venne un'idea più semplice: giocare moltissime partite e contare quante se ne vincono. Con John von Neumann trasformò l'idea in un metodo di calcolo per i problemi della fisica nucleare a Los Alamos. Il nome, ispirato al casinò di Monte Carlo che uno zio di Ulam frequentava, viene di solito attribuito al collega Nicholas Metropolis.

Il metodo Monte Carlo pesca a caso, ma pesca dentro possibilità scelte prima. Prima dell'estrazione qualcuno decide quali valori sono ammessi e quanto pesa ciascuno. Un computer può fare milioni di estrazioni, ma lavora sempre sulle distribuzioni che gli sono state date.

Immagina un sacchetto con dieci biglietti: sei dicono «perdita», quattro «guadagno». Se peschi molte volte, rimettendo ogni volta il biglietto, le perdite tenderanno al 60 per cento. Con nove biglietti «perdita» e uno «guadagno», tenderanno al 90. Nessuna velocità di calcolo ti dice quale sacchetto descrive il mondo. Serve una giustificazione di ciò che si mette dentro.

Nel modello i biglietti non riportano un esito: contengono valori dei parametri. Le equazioni trasformano ogni combinazione in una traiettoria. Ma il punto resta: le frequenze dei risultati dipendono dalla struttura del modello e dal peso dato alle combinazioni iniziali. Quando il libro dice che la metà più povera perde nel 92 per cento delle simulazioni, vuol dire che perde quasi sempre con i biglietti che il modello ha messo nel sacchetto. Il sacchetto è qui, aperto, e chiunque può cambiarlo.

Lo stesso metodo si usa in molti campi per portare l'incertezza dagli ingressi ai risultati. La NIST Uncertainty Machine, lo strumento dell'istituto americano degli standard per l'incertezza di misura, chiede tre cose: le distribuzioni degli ingressi, una funzione che li colleghi al risultato e, quando servono, le correlazioni fra gli ingressi. È lo stesso metodo.

Ora prendi due domande con due risposte ciascuna: l'adozione è veloce o lenta? La formazione è accessibile o difficile? Le combinazioni sono quattro. Se ogni risposta pesa metà e le domande sono indipendenti, ogni combinazione pesa un quarto.

Adesso immagina un mondo diverso, in cui metà dei casi combina adozione veloce e formazione accessibile, e l'altra metà adozione lenta e formazione difficile. Le singole risposte hanno ancora lo stesso peso: metà veloci e metà lente, metà accessibili e metà difficili. Ma le combinazioni sono cambiate. E un risultato che dipende dall'incontro fra velocità e accesso può cambiare anche se ogni singolo intervallo resta identico.

Gli intervalli, quindi, non bastano a descrivere un modello: conta anche come i parametri vengono combinati. Il modello usa estrazioni indipendenti, e il secondo esperimento di questo capitolo prova che cosa cambia con un legame.

C'è poi una questione di tempo, che il sacchetto non mostra. Il ritardo dei compiti nuovi rappresenta un periodo in cui possono

mancare reddito ed esperienza. Conta quanto dura, e quanto le persone riescono a resistere nell'attesa.

Ma attenzione a non confondere le scale. Un ritardo da quattro a dieci anni non dice quanto impiegherà una persona a trovare lavoro. Dice quando il modello rende disponibili nuovi compiti rispetto alla sostituzione. Il modulo per età aggiunge poi altri ostacoli all'incontro fra persone e posti.

E ψ, fra 0,25 e 0,85, merita attenzione: esclude per costruzione che ogni compito perso venga sostituito da uno nuovo. La scelta segue i dati recenti. Il prossimo esperimento prova che cosa succede se la si toglie.

Tre obiezioni, tre prove

È la prima obiezione degli ottimisti, ed è legittima: il modello è pessimista perché esclude che i compiti nuovi compensino del tutto quelli persi. Proviamo allora a togliere quel limite.

L'esperimento tiene ferme tutte le altre estrazioni e allarga ψ da 0,25–0,85 a 0,25–1,20: fino a più di un compito nuovo per ogni compito sostituito. Usa quattromila coppie di simulazioni, con e senza AI. ψ dice quanti compiti nuovi nascono; il ritardo continua a decidere quando. Ammettere ψ pari o superiore a uno apre la porta alla compensazione completa. Non la fa arrivare nello stesso anno della sostituzione.

Tabella 23 – Esperimento sui nuovi compiti. Mediane AI meno senza AI. Consumi della metà inferiore mondiale: percentuali; disoccupazione ADV: punti percentuali. Prima riga: intervallo ψ ampliato; seconda: sottoinsieme con ψ almeno uno. Gli altri parametri mantengono il proprio disegno; il sottoinsieme non è una nuova popolazione stimata.

Esperimento	Consumi 2036 %	Consumi 2046 %	Disocc. 2046 pp
ψ fra 0,25 e 1,20	−0,97	−2,15	+0,15

Esperimento	Consumi 2036 %	Consumi 2046 %	Disocc. 2046 pp
Solo ψ almeno 1	−0,80	+1,67	+0,00

Con l'intervallo allargato, la perdita mediana della metà più povera nel 2046 si riduce rispetto al capitolo 14, ma resta negativa. La disoccupazione in più nelle economie avanzate si avvicina a zero. Un recupero più forte cambia il quadro, con tempi ed effetti distributivi ancora da seguire.

Poi guardiamo solo i futuri più ottimisti, quelli in cui i compiti nuovi sono almeno quanti quelli persi. Sono 857 combinazioni, circa il 21,42 per cento. Qui, finalmente, il consumo mediano della metà più povera nel 2046 è positivo: più 1,67 per cento. La disoccupazione in più, nella mediana, è zero.

Ma guarda il resto. Fra il futuro peggiore su venti e il migliore su venti, i consumi vanno da meno 5,82 a più 9,45 per cento. Circa il 35,59 per cento di questi futuri ottimisti ha ancora una perdita. Per la disoccupazione, il futuro peggiore su venti arriva a più 3,32 punti. E lo zero della mediana è arrotondato: non vuol dire zero in ogni simulazione.

E c'è il tempo. Nel 2036, anche in questi futuri ottimisti, il consumo mediano della metà più povera è ancora negativo. I compiti nuovi possono essere abbastanza e arrivare troppo tardi. Nel frattempo restano i salari più bassi, la distribuzione delle rendite e l'erosione di fondo della quota del lavoro.

Questa prova dice una cosa precisa: se i compiti umani nuovi fossero abbastanza numerosi e accessibili, la perdita dei più poveri si ridurrebbe molto. È quindi quello il dato da osservare. E anche nei futuri più favorevoli, un terzo ha ancora una perdita.

Seconda obiezione: e se chi adotta prima l'AI fosse anche chi si prepara prima? Il secondo esperimento risponde alla domanda sui legami fra parametri.

Tiene gli stessi intervalli di adozione, ritardo e ψ del modello originale, e cambia il modo in cui vengono abbinati. Nella «preparazione coordinata» l'adozione precoce si accompagna a ritardi brevi e più compiti nuovi. Nella «preparazione tardiva» arriva con ritardi lunghi e pochi compiti nuovi. Un caso di controllo combina le tre cose in modo indipendente.

Per chi vuole il dettaglio tecnico: il legame si costruisce con una copula gaussiana. Si correlano variabili normali e le si trasforma in percentili degli intervalli. Le correlazioni usano un valore assoluto di 0,5. Le altre distribuzioni restano indipendenti, e per confrontare i tre casi si usano gli stessi estratti, diversi dal campione iniziale.

Tabella 24 – Adozione e preparazione abbinate: mediane delle differenze AI meno senza AI, 4.000 coppie per configurazione. Consumi: metà inferiore mondiale, percentuali. Disoccupazione: ADV, punti percentuali. Il controllo indipendente usa gli stessi estratti normali degli altri due casi.

Combinazioni	**Consumi 2046 %**	**Disocc. 2036 pp**	**Disocc. 2046 pp**
Preparazione coordinata	−3,14	+4,02	+1,28
Indipendenza	−3,34	+4,30	+1,37
Preparazione tardiva	−3,50	+4,51	+1,26

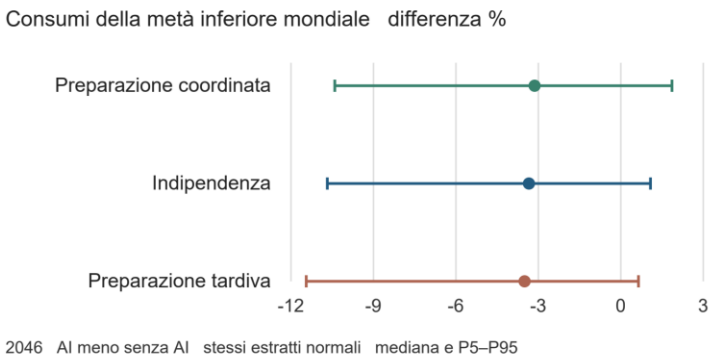


Figura 21 – Consumi della metà inferiore mondiale nel 2046: AI meno senza AI. Mediana e P5–P95 nei tre abbinamenti di adozione, ritardo e reintegrazione. Gli intervalli marginali restano quelli originali; cambia la dipendenza assunta. Stessi estratti normali nei tre confronti.

Prepararsi in tempo aiuta: riduce la perdita dei consumi nel 2046 e il salto della disoccupazione nel 2036. Prepararsi tardi peggiora entrambi. Ma in tutti e tre i casi il consumo mediano della metà più povera resta negativo.

E nel 2046 la disoccupazione non segue una classifica semplice: più 1,28 punti nel caso coordinato, più 1,26 in quello tardivo, più 1,37 nel controllo indipendente. Cambiare i tempi cambia il percorso, ma non la conclusione.

Per sapere quale legame vale nella realtà servono dati che colleghino adozione, formazione, compiti nuovi e ingressi dei giovani: è il lavoro che propone il protocollo del capitolo 18.

Terza obiezione: forse il modello sottovaluta i guadagni di produttività. Più produttività fa crescere il prodotto e attenua alcune perdite; per sapere chi ne beneficia bisogna rifare il conto della distribuzione.

Nel 2036 il PIL mondiale con AI è più alto dell'1,3 per cento nella mediana, con un intervallo fra il futuro peggiore e il migliore su venti dallo 0,3 al 3,5 per cento. Il limite stimato da Acemoglu

(2025), lo 0,66 per cento di produttività totale in dieci anni, corrisponde a circa lo 0,9 per cento di PIL. La mediana del modello sta quindi nella parte prudente della letteratura; le stime più alte richiedono un'adozione più rapida e più ampia. Allora guardiamo i futuri più favorevoli.

Tabella 26 – Controlli nei sottoinsiemi favorevoli. Variazioni rispetto alla simulazione appaiata senza AI; consumo come misura del potere d'acquisto.

Selezione delle simulazioni	**Fascia inferiore, 2036**	**Altri risultati**
Quinto con i maggiori risparmi di costo	Mediana −0,6%; peggiora nell'82% delle estrazioni	Nel 2046 mediana −2,1% per le simulazioni ad alto risparmio
Risparmi e guadagni nei compiti assistiti entrambi nel quinto superiore	Mediana −0,3%; peggiora nel 64% delle estrazioni	Il 10% superiore guadagna il 3,8%

Nel quinto dei futuri con i risparmi di costo più alti, la metà più povera perde comunque nell'82 per cento dei casi, con una mediana di meno 0,6 per cento nel 2036 e di meno 2,1 nel 2046. Quando risparmi e guadagni dell'assistenza sono entrambi nel quinto più alto, la perdita mediana scende a meno 0,3 per cento, ma i più poveri perdono ancora nel 64 per cento dei casi. E il dieci per cento più ricco guadagna il 3,8.

Più produttività attenua la perdita dei più poveri. Non cambia chi si prende il guadagno. Il problema non è che l'AI produca poco: è a chi va quello che produce.

E ω, il benessere che non passa per i consumi, va guardato accanto alle tabelle del potere d'acquisto, non dentro. Sono due domande diverse: quanti soldi riceve una persona, e quali servizi in più può usare.

Tre prove, e un'avvertenza che vale per tutte: più simulazioni riducono il rumore del campionamento, ma non correggono un parametro dimenticato o una relazione sbagliata.

Le bande dei grafici, fra il quinto e il novantacinquesimo percentile, descrivono il 90 per cento centrale dei futuri simulati.

E c'è un inganno più sottile. Una curva che prende la mediana di ogni anno può mettere insieme punti che vengono da simulazioni diverse. Prendi tre casi e tre anni. Il primo fa meno uno, più uno, più uno. Il secondo più uno, meno uno, più uno. Il terzo più uno, più uno, meno uno. Ogni anno la mediana è positiva. Eppure ognuno dei tre ha avuto un anno nero. Il grafico mediano disegna una strada sempre in salita che nessuno ha percorso davvero.

Seguire un percorso intero è diverso dal guardare un anno alla volta. Per le persone servono dati che le seguano nel tempo; per il modello, l'identità di ogni simulazione dall'inizio alla fine. Durata, momento d'ingresso, recupero accumulato: richiedono il percorso intero. Per questo il capitolo 14 guarda anche i picchi di disoccupazione di ogni singolo futuro.

Il passato come prova

Un modello che parla del futuro deve almeno non contraddire il passato. Ma va distinto un dato usato per scegliere un parametro da un dato tenuto da parte per controllarlo. Il primo confronto riguarda il calo della quota del lavoro avvenuto prima dell'AI generativa.

Tabella 25 – Confronti storici. Il terzo indicatore è una variazione percentuale del contenuto di lavoro; i primi due sono punti percentuali di una quota.

Riferimento	Dato osservato	Intervallo del modello
ILO, quota globale del reddito da lavoro, 2004–2024	−1,6 punti percentuali	−1,1 a −3,7 punti
Karabarbounis e Neiman (2014), quota del lavoro nelle imprese globali, 1975–2012	−5,0 punti percentuali	−2,3 a −7,8 punti
Acemoglu e Restrepo (2019), contenuto di lavoro dei compiti negli USA, 1987–2017	Circa −10%	Non disponibile

L'erosione annua che questi cali implicano è dello 0,15, dello 0,22 e dello 0,35 per cento. Tutte e tre stanno dentro l'intervallo scelto per d_0; l'ultima coincide con il limite superiore. I cali mondiali stanno nella metà bassa dell'intervallo del modello: usare solo i dati americani sopravvaluterebbe il calo globale.

Questi stessi riferimenti sono serviti a scegliere l'intervallo di d_0: il confronto è un controllo di coerenza, non una prova indipendente.

Il secondo controllo è un pezzo di storia. Friedrich Engels, nel 1845, descrisse la condizione degli operai di Manchester: la ricchezza delle fabbriche cresceva sotto i loro occhi, e la loro vita no. Lo storico dell'economia Robert Allen (2009) ha misurato quel periodo: nella Gran Bretagna fra il 1800 e il 1830 la produzione per lavoratore cresceva dello 0,63 per cento l'anno, mentre i salari reali restavano fermi.

Nella struttura per compiti del modello, una cosa del genere richiede una sostituzione netta di circa lo 0,6 per cento l'anno, con pochissimi compiti nuovi. La quota del lavoro scenderebbe di circa il 17 per cento in trent'anni. Valori bassi di ψ con un'adozione ra-

pida possono produrre una sostituzione di questa dimensione nelle economie avanzate. E non è un caso da museo: nella manifattura americana fra il 1987 e il 2017 la sostituzione è stata di circa l'1,1 per cento l'anno.

Il modello sa riprodurre la pausa di Engels. È la prova che il meccanismo è reale. Produzione che cresce e salari fermi per una generazione intera sono già successi.

L'ondata di AI simulata non è ancora avvenuta: nessun controllo sul passato la può verificare.

Quello che i controlli dicono è un'altra cosa, ed è importante: il risultato centrale del libro, crescita con distribuzione peggiore, sopravvive anche quando si spingono le ipotesi nella direzione più favorevole all'AI.

Rifare i conti da soli

Il codice è pubblico. Questa è la mappa per chi vuole aprirlo.

Il file aimodel/calibration/data.py contiene i valori di calibrazione e gli intervalli dei ventuno parametri. Il file aimodel/core/economy.py contiene le equazioni: compiti, mercato del lavoro, famiglie, imprese, Stato, regioni e controllo dei conti, cioè le relazioni dell'appendice A. Il file aimodel/core/run.py gestisce le simulazioni appaiate: la stessa estrazione dei parametri, con e senza l'ondata di AI. Il file aimodel/analysis/metrics.py calcola le misure dei risultati: PIL, quota del lavoro, consumi per gruppo e regione, disoccupazione, debito. Il file aimodel/analysis/montecarlo.py esegue il campionamento e l'analisi di sensibilità di Sobol. Il file aimodel/analysis/backtest.py esegue i confronti storici. Il file aimodel/analysis/policy.py contiene i nove interventi. Lo script run_all.py esegue tutto e salva i risultati nella cartella outputs. Le estensioni successive hanno configurazioni

proprie: il capitolo 26 distingue l'esperimento sul cerchio fra lavoro e redditi dai calcoli precedenti.

Serve Python 3.10 o successivo, con NumPy e SALib. I comandi sono tre: pip install numpy SALib per installare, python run_all.py per l'analisi completa, python run_all.py --fast per la versione rapida, che salta l'analisi di Sobol e usa 500 estrazioni per le politiche. Sul computer di sviluppo l'esecuzione richiede circa sei secondi; il tempo cambia da macchina a macchina.

Tabella 27 – File prodotti dal software. Lo script stampa anche i principali risultati, per il confronto con le cifre del libro.

File in outputs/	**Contenuto nel modello**
headline.json	Risultati aggregati, per gruppi di reddito e fiscali
backtest.json	Confronti storici
policy.json	Nove interventi
sobol.json	Sensibilità di Sobol

Le impostazioni sono fissate. Monte Carlo: 4.000 estrazioni appaiate, seme 20261010, distribuzioni uniformi indipendenti. Politiche: 2.000 estrazioni appaiate per intervento, con lo stesso seme e le stesse estrazioni del caso a politiche invariate. Sobol: campionamento di Saltelli con N pari a 1.024, cioè 23.552 simulazioni appaiate, seme 7, indici di primo ordine e totali. Orizzonte: dal 2026 al 2046, anno per anno. Controllo contabile: i saldi dei settori devono sommare a zero in ogni anno di ogni simulazione, con una violazione massima dichiarata di 5×10^{-16} del PIL, un errore di arrotondamento del computer.

I risultati sono stati rigenerati con il software prima della chiusura del testo e coincidono con le cifre del libro.

Il seme è il punto di partenza del generatore di numeri casuali. Con lo stesso seme, lo stesso algoritmo e la stessa sequenza di chiamate, il computer rigenera esattamente gli stessi valori. Nel

progetto del libro sono conservati i risultati e le copie dei dati originali: chi controlla può risalire dai numeri di una figura ai file usati davvero.

Quattromila estrazioni bastano? Dipende da che cosa guardi. Una mediana si stabilizza presto; una frequenza rara ha bisogno di più estrazioni; un risultato vicino a una soglia richiede più attenzione.

E c'è una regola che tiene in piedi tutto il libro: il confronto si fa dentro ogni coppia. Prendi due coppie qualsiasi. Nella prima il consumo senza AI vale 100 e con AI 98. Nella seconda, 150 e 151. Gli effetti sono meno due e più uno. Confrontare il 98 della prima con il 150 della seconda darebbe meno 52: un numero che mescola condizioni di partenza diverse con l'effetto della tecnologia. La stessa regola vale per le politiche.

Restringere o allargare un intervallo in data.py mostra quanto un risultato dipende da un'ipotesi. Aggiungere una voce in policy.py permette di provare un nuovo intervento sulle stesse estrazioni. Azzerare il parametro dell'AI riproduce il percorso senza AI. Chi non è d'accordo con la calibrazione è invitato a cambiarla e a pubblicare il risultato.

Conviene cambiare una cosa alla volta: cambiando insieme seme, definizioni e politiche non si capisce più quale modifica ha prodotto la differenza.

Il modulo per età ha la sua configurazione, nel file config/employment.json, e il capitolo 26 la collega ai conti pubblici.

Un esperimento serio deve poter dare torto a chi lo fa. Per ogni prova bisogna dire prima quale risultato conterebbe contro l'ipotesi. Se ogni esito viene reinterpretato come una conferma, l'esperimento non mette alla prova niente. Le due prove di questo capitolo, allargare ψ e legare adozione e preparazione, sono state costruite così: potevano smentire la tesi del libro. L'hanno attenuata in alcuni futuri. Non l'hanno rovesciata.

Accelerare la riconversione e dare reddito durante l'attesa affrontano problemi diversi. Una misura può migliorare i consumi senza aumentare gli occupati; un'altra può ridurre la disoccupazione aumentando la spesa pubblica.

E prima di leggere i risultati delle politiche bisogna fissare il confronto. Si può confrontare il mondo con AI e quello senza AI, con la stessa politica. Oppure una politica con il caso in cui non si fa niente. Non sono la stessa cosa. Un trasferimento utile anche senza AI può dare un grande beneficio rispetto a un mondo senza quel trasferimento, e lasciare comunque un effetto negativo dell'AI.

Il prossimo capitolo confronta gli interventi, tenendo esplicito obiettivo, costo e condizioni. Non troverai una ricetta garantita. Troverai le differenze fra le scelte, e che cosa costa ciascuna.

Capitolo 13

Valutazione delle politiche pubbliche

Dal 1982, ogni autunno, quasi ogni abitante dell'Alaska riceve un assegno. Non deve fare nulla per averlo: basta vivere nello Stato da almeno un anno. I soldi vengono da un fondo pubblico alimentato dai proventi del petrolio, e l'importo cambia ogni anno con i rendimenti del fondo, negli ultimi decenni spesso fra mille e duemila dollari a persona. Bambini compresi. Per quarant'anni i critici hanno previsto che un assegno senza condizioni avrebbe tolto la voglia di lavorare. Nel 2022 Damon Jones e Ioana Marinescu hanno controllato: l'occupazione complessiva in Alaska non è diminuita.

È uno dei pochi esperimenti reali che somigliano a una delle politiche discusse in questo capitolo: dare a tutti una parte dei redditi di una ricchezza comune. Ma sostenere il reddito, distribuire la proprietà e creare occasioni di lavoro sono cose diverse, che agiscono attraverso meccanismi diversi. Per confrontarle bisogna dire quale problema si vuole ridurre, e rispetto a quale alternativa. Un beneficio per i consumi non è automaticamente un posto in più.

Due confronti che cambiano la risposta

Nella seconda tabella di questo capitolo, un'imposta ipotetica sul capitale porta i consumi della metà più povera a più 8,2 per cento, mentre il dividendo AI si ferma vicino all'1. Sembra che la prima vinca di gran lunga. Ma la differenza non dimostra che la prima misura corregga meglio il danno dell'AI: i due numeri contengono quantità diverse di redistribuzione.

Il libro usa due confronti. Nel primo, il mondo con AI e con una certa politica si confronta con il mondo senza AI che applica la stessa politica. La domanda è: date quelle regole, introdurre l'AI migliora o peggiora la vita delle persone? Nel secondo, il mondo con AI e con la politica si confronta con il mondo senza AI e senza quella politica. Qui il risultato contiene anche la redistribuzione che l'intervento produrrebbe comunque, AI o non AI.

Entrambi i confronti hanno senso, ma rispondono a domande diverse. Un'imposta generale sul capitale fa crescere i consumi dei più poveri perché sposta risorse da un gruppo all'altro, e una parte di quello spostamento ci sarebbe anche senza automazione. Il primo confronto si scrive così, con P la politica, uguale nelle due simulazioni, e un esito qualsiasi, purché definito allo stesso modo:

$$\Delta AI(P) = Esito(AI, P) - Esito(senza\ AI, P)$$

Per sapere invece quanto una politica aiuta nel mondo con AI si confronta il mondo con AI e politica con il mondo con AI e nessuna misura. È il confronto utile per scegliere fra interventi.

Gli interventi del modello cominciano nel 2027. Ognuno è provato sulle stesse 2.000 estrazioni usate per il caso senza misure, e per questo le mediane di questo capitolo differiscono leggermente da quelle delle 4.000 estrazioni dei risultati generali.

Il lavoro che resta da trovare

La prima tabella riguarda il lavoro e la produzione. Per il 2036, la disoccupazione nelle economie avanzate è una differenza in punti e il PIL mondiale una variazione in percentuale, entrambi rispetto al mondo senza AI con la stessa politica.

Tabella 28 – Lavoro e prodotto nei nove interventi e nel caso a misure invariate. Mediane delle 2.000 simulazioni appaiate del modello per il confronto delle politiche. Per il pacchetto finanziato si aggiungono l'imposta sul capitale e la tassazione delle rendite dove utilizzate. Simulazioni del modello.

Intervento	Disocc. ADV pp	PIL mondo %
Misure invariate	4,44	1,31
Imposta sul capitale	4,42	1,34
Dividendo AI	4,43	1,33
Sostegno al reddito	4,42	1,34
Formazione e nuovi compiti	3,30	1,38
Contrattazione e profitti	4,43	1,32
Adozione ritardata	3,49	0,88
Rendite tassate dove usate	4,44	1,32
Pacchetto	3,30	1,39
Pacchetto finanziato	3,30	1,39

Il confronto delle politiche usa un campione suo, di duemila coppie di mondi. Lì, senza nessuna misura, l'AI aggiunge 4,44 punti di disoccupazione nelle economie avanzate nel 2036, poco sopra i 4,3 delle quattromila coppie del capitolo 6: la differenza viene solo dal campione. E la cosa che colpisce è quante righe restano vicine a quel numero. Dividendo, sostegno al reddito, contrattazione: cambiano le risorse e la loro distribuzione, ma quasi non toccano la disoccupazione. Un trasferimento sostiene un reddito senza creare un'assunzione.

Il grafico rende visibile questa distinzione per alcuni interventi. Le barre partono da zero e mostrano quanto la disoccupazione

supera quella del rispettivo mondo senza AI. Anche la barra più corta resta sopra zero.

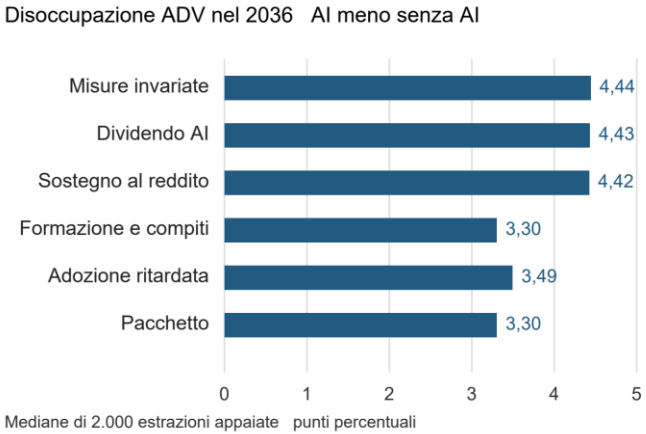


Figura 22 – Effetto aggiuntivo dell'AI sulla disoccupazione nelle economie avanzate nel 2036. Mediane della tabella 28. Il grafico mostra una selezione di interventi; la tabella 28 li conserva tutti. Simulazioni del modello.

Formazione e nuovi compiti riducono l'aumento da 4,44 a 3,30 punti: circa un quarto dell'aumento, non un quarto dei disoccupati. Il PIL mondiale cresce un po' di più. Conta sia quante attività nuove nascono sia quando nascono. Il riferimento empirico per questa politica sono i programmi di formazione legati a settori precisi, che secondo Katz e coautori (2022) hanno aumentato i redditi dei partecipanti fra l'11 e il 40 per cento. La politica simulata lega la formazione a una creazione più rapida di compiti nuovi in tutta l'economia.

E anche con la formazione la metà più povera perde ancora, rispetto al mondo senza AI, nell'81 per cento delle simulazioni del 2036, e nel 2046 resta l'1 per cento sotto. Recuperare lavoro non restituisce automaticamente i redditi già persi, né cambia come si dividono i guadagni. Sostenere la spesa durante l'attesa resta un obiettivo a parte.

Distribuire i redditi della proprietà

Il dividendo AI funziona come il fondo dell'Alaska, ma con un'altra fonte: metà dell'aumento dei redditi da capitale prodotto dall'AI va a un fondo, che lo distribuisce in parti uguali a ogni persona. La base è l'aumento aggiuntivo, non metà di tutti i profitti esistenti.

Il fondo cambia chi riceve i rendimenti. Nel 2036 l'effetto dell'AI sulla metà più povera diventa circa più 1 per cento, positivo nel 90 per cento delle simulazioni. Nel 2046 il beneficio scende a più 0,6, mentre la pressione sui salari continua.

Il costo diretto per lo Stato, nel modello, è piccolo, perché il meccanismo sposta redditi da capitale da una tasca all'altra. Nel mondo reale il fondo va costruito: chi conferisce le quote, come si misurano i guadagni dovuti all'AI, chi governa i diritti. L'Alaska ha un fondo alimentato da una risorsa naturale di proprietà pubblica; un fondo mondiale alimentato dalle rendite dell'AI è un'altra cosa. E il fondo risponde al problema del reddito: nel grafico l'aumento della disoccupazione resta quasi identico. Un dividendo non apre la porta a chi cerca il primo lavoro.

Il sostegno al reddito slegato dal lavoro guarda più direttamente a chi aspetta. Con il primo confronto, a parità di misura, l'effetto dell'AI sulla metà più povera nel 2036 diventa leggermente positivo, circa più 0,3 per cento; ma in circa un terzo delle simulazioni resta una perdita, e nel 2046, con la disoccupazione ancora alta, la perdita torna al 2 per cento.

Nella prossima tabella lo stesso sostegno mostra invece più 3,3 per cento nel 2036, perché lì il riferimento è il mondo senza AI e senza politica. È esattamente la distinzione di prima: il sostegno sposta anche risorse che non hanno niente a che fare con l'AI.

E un trasferimento utile ha un costo. Il sostegno costa circa lo 0,7 per cento del PIL all'anno e, se non viene finanziato, aggiunge

circa 11 punti di debito mondiale nel 2046 rispetto al caso senza misure. Bisogna dire chi paga.

Tabella 29 – Finanza pubblica e consumi negli stessi esperimenti della tabella 28. Saldo: differenza del saldo primario medio 2030–2040 in punti di PIL rispetto alle misure invariate. Debito: differenza del rapporto debito/PIL mondiale nel 2046, nello stesso confronto. Consumi: variazione percentuale pro capite della metà inferiore nel 2036 rispetto al mondo senza AI e senza la politica. Sono confronti diversi, indicati intenzionalmente. Simulazioni del modello.

Intervento	Saldo pp	Debito pp	Consumi %
Misure invariate	0	0	−1,1%
Imposta sul capitale	+0,35	−6,0	+8,2%
Dividendo AI	+0,05	−1,0	+1,0%
Sostegno al reddito	−0,71	+11,1	+3,3%
Formazione e nuovi compiti	−0,01	−1,4	−0,7%
Contrattazione e profitti	+0,07	−1,4	−0,4%
Adozione ritardata	+0,14	−1,2	−0,6%
Rendite tassate dove usate	0,00	−0,1	−1,1%
Pacchetto	−0,58	+7,0	+6,1%
Pacchetto finanziato	−0,24	+1,3	+15,1%

Sul timore che i soldi tolgano la voglia di lavorare, le prove reali sono più rassicuranti di quanto si dica. In Finlandia, nel 2017 e nel 2018, duemila disoccupati estratti a sorte hanno ricevuto 560 euro al mese senza condizioni: l'effetto sull'occupazione è stato piccolo, mentre sono migliorati il benessere e la fiducia. L'Alaska non ha visto calare il lavoro. In Kenya i trasferimenti in denaro hanno fatto nascere attività senza ridurre le ore lavorate. Il pregiudizio è smentito.

La contrattazione, il rinvio, il gettito

La contrattazione e la partecipazione dei lavoratori ai profitti aumentano la paga di chi lavora e migliorano leggermente i conti pubblici. Ma distribuiscono poco alla metà più povera, perché nella calibrazione quella metà riceve una parte piccola dei redditi da lavoro. E non creano posti. Una regola che migliora il salario di chi è occupato può arrivare poco a chi deve ancora entrare: per loro servono strumenti rivolti a un altro stato.

Se invece, in un paese immaginario, si alza di cinque punti il prelievo sul capitale e si restituisce il gettito a ogni persona, nel modello migliorano il saldo e il debito, che scende di sei punti rispetto al caso senza misure. Il più 8,2 per cento dei consumi contiene però redistribuzione che ci sarebbe anche senza AI. È una leva più ampia del dividendo, che colpisce solo i redditi aggiuntivi.

Rimandare l'adozione di due anni riduce l'aumento della disoccupazione a 3,49 punti nel 2036. Ma il guadagno di PIL scende dall'1,31 allo 0,88 per cento: si rinuncia a circa un terzo del beneficio di quell'anno. E la metà più povera non viene protetta. Il tempo guadagnato può valere molto, ma il rinvio da solo non porta proprietà condivisa, sostegno o nuove occasioni di ingresso. Crea una finestra; per riempirla servono servizi e interventi che le persone possano davvero usare.

Tassare le rendite dell'AI nel paese dove l'AI viene usata affronta invece il confine fra economie. Cambia poco il risultato complessivo della metà più povera, ma sposta gettito dalle economie avanzate verso quelle emergenti e povere. È la domanda del capitolo 10: dove resta il valore prodotto o pagato? Un totale mondiale quasi immobile nasconde una distribuzione fra territori molto diversa.

Le misure insieme, e la porta ancora chiusa

Il pacchetto mette insieme dividendo, sostegno al reddito, formazione con compiti nuovi, contrattazione e partecipazione ai profitti. Rispetto al mondo senza AI con le stesse politiche, la metà più povera passa a più 3 per cento nel 2036 e più 3,3 nel 2046. Solo lo 0,2 per cento delle simulazioni conserva una perdita: due su mille.

Il più 6,1 per cento della tabella 29 usa ancora il riferimento senza AI e senza politica, e in quel confronto il pacchetto finanziato arriva al 15,1. Una parte di quei numeri viene dalla redistribuzione generale.

Senza finanziamento, il pacchetto aumenta il debito mondiale di sette punti nel 2046 rispetto al caso senza misure. Aggiungendo l'imposta sul capitale e la tassazione delle rendite dove l'AI viene usata, l'aumento scende a 1,3 punti. È vicino alla neutralità fiscale; le pressioni dell'invecchiamento restano.

E qui c'è il limite che conta di più. La disoccupazione aggiuntiva resta a 3,30 punti nel 2036. Il pacchetto protegge molto meglio i consumi, ma non chiude la forbice del lavoro. Nessuno di questi strumenti agisce direttamente sulle assunzioni. Per questo il capitolo 24 prova altri tre strumenti, che agiscono proprio sulle assunzioni: incentivi, impiego pubblico e riduzione dell'orario.

Il limite pesa soprattutto sul primo ingresso: nessuna delle nove misure apre la porta a chi cerca il primo lavoro.

Resta la questione del tempo. In metà delle simulazioni il picco della disoccupazione cade fra il 2036 e il 2041: è una ragione forte per costruire gli strumenti prima della fase di maggiore pressione, non durante. La conclusione privilegia gli strumenti che cambiano la proprietà e la creazione di lavoro rispetto al semplice rallentamento della tecnologia. Consumi, occupazione e debito non danno sempre la stessa classifica: bisogna scegliere che cosa si vuole ottenere.

Le misure possono proteggere il reddito senza chiudere la distanza fra domanda e offerta di lavoro. I bisogni di cura, di manutenzione, di insegnamento non diventano da soli posti pagati: servono risorse, domanda e organizzazione. Il prossimo capitolo guarda come leggere tutti questi risultati senza nasconderli dentro una media.

Capitolo 14

Risultati aggregati ed eterogeneità

C'è una vecchia battuta sugli statistici: uno di loro annegò attraversando un fiume profondo in media un metro. Fa ridere perché è vera. Una media piccola può contenere punti in cui si affoga. Una perdita media contenuta può accompagnarsi a difficoltà molto grandi per una parte delle persone. Per leggere i risultati di questo libro bisogna sapere chi c'è dentro ogni gruppo, e quali differenze interne il modello riesce a vedere. Questo capitolo mette accanto produzione, distribuzione, occupazione e benefici dei servizi.

Quanto contiene un numero piccolo

Nel modello i consumi reali per persona misurano le risorse disponibili per comprare beni e servizi. «Reali» vuol dire che si confronta il potere d'acquisto, non solo una cifra in euro. La metà più povera è un gruppo definito dal reddito: non è una fascia d'età, una professione o l'insieme dei disoccupati. Dentro ci sono persone che tengono il lavoro e persone che lo perdono.

Nel 2036 la differenza mediana per questo gruppo è di circa meno 1 per cento rispetto al mondo senza AI. Non vuol dire che ognuno perda esattamente l'1 per cento. Il numero riassume il gruppo in ogni simulazione, e la mediana riassume poi le simulazioni. Chi perde il lavoro e chi cerca il primo subiscono danni molto più grandi della media.

La tabella che segue mette i due mondi sulla stessa pagina. Tutti i risultati riguardano il 2036, a regole invariate, e sono differenze fra simulazioni in coppia, con e senza AI. ADV indica le economie avanzate, EME quelle emergenti. PIL e consumi sono variazioni percentuali; quote, disoccupazione e rapporto debito/PIL sono punti. L'ultima colonna dice in quale parte delle simulazioni l'indicatore peggiora: per disoccupazione e debito, peggiorare vuol dire salire; per consumi, prodotto e quota del lavoro, scendere.

Tabella 30 – Due mondi nel 2036. Mediane, quinto e novantacinquesimo percentile e frequenza di peggioramento nelle 4.000 estrazioni del modello. La riga con benefici non misurati è una misura corretta con un'ipotesi aggiuntiva; resta distinta dai consumi principali. Simulazioni del modello.

Indicatore	Mediana	5°-95°	Peggiora
PIL mondiale	+1,3%	+0,3; +3,5%	0%
Quota lavoro mondiale	−3,0 pp	−7,6; −0,75 pp	100%
Consumi metà inferiore	−1,0%	−4,9; +0,1%	92%
Metà inferiore con benefici non misurati	−0,1%	−3,5; +1,9%	55%
Consumi fascia centrale 40%	−0,3%	−2,4; +0,6%	70%
Consumi 10% superiore	+3,1%	+0,7; +7,8%	0%
Disoccupazione ADV	+4,3 pp	+1,4; +10,7 pp	100%
Disoccupazione EME	+1,9 pp	+0,3; +6,0 pp	100%
Debito / PIL ADV	+1,5 pp	−0,3; +7,2 pp	88%

Nel mondo, il prodotto cresce dell'1,3 per cento e i consumi della metà più povera scendono dell'1. Il dieci per cento più ricco guadagna il 3,1 per cento nella mediana; il quaranta per cento centrale perde circa lo 0,3. La crescita totale e la distribuzione dei benefici prendono strade diverse.

Due regolarità reggono in quasi tutte le simulazioni. I guadagni si concentrano al vertice in tutte le estrazioni, e le regioni ne beneficiano in modo asimmetrico in quasi tutte. Quello che resta incerto è quanto è grande il danno: per la metà più povera si va da una perdita del 4,9 per cento nel futuro peggiore su venti a un guadagno dello 0,1 nel migliore. Anche nel caso più fortunato, la metà più povera guadagna un decimo di punto mentre il PIL cresce di oltre un punto.

Nel 2046 la distanza dei consumi della metà più povera arriva a meno 3,3 per cento, con il PIL mondiale più alto del 3,2 e la quota del lavoro più bassa di 5,9 punti. Aspettare non basta: la distanza continua ad allargarsi e si appiattisce solo dopo il 2044. Nel 2046 resta negativa nell'89 per cento delle simulazioni. Prodotto più alto, quota del lavoro più bassa e consumi divisi diversamente stanno insieme: la prima cifra non cancella le altre.

Il picco che la media nasconde

Nelle economie avanzate la traiettoria mediana della disoccupazione aggiuntiva tocca circa 4,9 punti nel 2039. Resta sopra i quattro punti dal 2036 al 2041, e nel 2046 è ancora a più 1,4. Ma ogni singola simulazione ha il suo picco in un anno diverso. Se si prende il picco di ognuna e se ne calcola la mediana, si arriva a 6,3 punti, con un intervallo da 2,6 a 12,8. Non coincide con il massimo della curva mediana.

Sono due domande diverse. La mediana anno per anno dice com'è un anno tipico. La mediana dei picchi dice quanto in alto arriva, prima o poi, un percorso tipico. Siccome i picchi non cadono tutti nello stesso anno, la curva riassuntiva sembra più bassa dell'esperienza più dura dei percorsi che riassume. È il fiume profondo un metro in media.

In sei simulazioni su dieci, nel 2046 la disoccupazione delle economie avanzate è ancora più alta di oltre mezzo punto. Nel quinto delle simulazioni in cui i salari sono più rigidi, la differenza finale è di quattro punti. Nelle economie emergenti l'aumento è di 1,9 punti nel 2036, arriva a circa 3,3 intorno al 2041 e resta a 2,3 nel 2046.

Quante persone sono? Applicando le differenze del 2036 a forze lavoro di circa 0,6 miliardi nelle economie avanzate e 2,5 miliardi in quelle emergenti, si arriva a circa 26 milioni di disoccupati in

più nelle prime e 47 milioni nelle seconde. Settantatré milioni di persone, più della popolazione dell'Italia. La popolazione mondiale nel 2036, secondo le proiezioni ONU del 2024, sarà di circa 8,95 miliardi. Sono ordini di grandezza, ricavati applicando i tassi del modello alle forze lavoro.

I servizi che costano meno

Non tutto va in una direzione sola. Una traduzione, un aiuto allo studio, una prima consulenza possono diventare molto più economici anche per chi ha perso reddito. Il libro considera consulenza, traduzione, tutoraggio e triage medico fra i servizi che l'AI potrebbe rendere meno cari. Il modello conta questo beneficio con un parametro separato, quello del benessere che i consumi non misurano.

Con quella correzione, nel 2036 la perdita mediana della metà più povera quasi sparisce: meno 0,1 per cento invece di meno 1. Il peggioramento compare nel 55 per cento delle simulazioni invece che nel 92, con un intervallo da meno 3,5 a più 1,9.

Un servizio utile può migliorare la vita senza pagare l'affitto. Il beneficio va contato, ma una volta sola: se il risparmio è già incluso in un'altra misura, non va aggiunto di nuovo. E per le distanze più grandi degli anni Quaranta la correzione non basta a compensare la perdita. Restano fuori, poi, buona parte delle conseguenze sulla qualità del lavoro, sull'ambiente, sulle relazioni.

Lo stesso vale per la salute. Una diagnosi più rapida non dice chi farà la terapia, quanto durerà l'attesa, quali cure saranno raggiungibili. La capacità tecnica si diffonde lentamente negli ospedali. Ignorare i benefici perché il lavoro peggiora sarebbe un errore; presentare una possibilità tecnica come cura già arrivata sarebbe l'errore opposto.

La tabella che segue mette insieme risultati del modello e valutazioni qualitative, dimensione per dimensione della vita quotidiana. L'ultima colonna dice su che cosa poggia ogni riga.

Tabella 31 – Vita quotidiana nei mondi con e senza AI. Confronti per dimensione, con basi e giudizi distinti. Anno 2036 salvo le date indicate. Simulazioni del modello ed evidenze citate nel testo.

Dimensione	Senza AI	Con AI e giudizio	Base
Redditi inferiori e intermedi	Crescita reale lenta; quota lavoro già in calo	Produzione circa +1%; quota lavoro −3 pp. Metà inferiore: consumi −1,0% nel 2036, −3,3% nel 2046; 40% intermedio −0,3% nel 2036. Peggioramento medio lieve, più intenso per gli espulsi.	Modello
10% superiore e potere	Crescita lenta	Consumi +3,1% mondiali, +5,7% ADV nel 2036. Beneficio per il gruppo, ma maggiore concentrazione di reddito, potere di mercato e base fiscale in poche imprese e paesi.	Modello; giudizio distributivo
Lavoro	Carenze dove la forza lavoro invecchia, compresa la Cina	Domanda mondiale −2,1% a offerta uguale. Disoccupazione ADV +4,3 pp nel 2036 (26 milioni), +1,4 pp nel 2046; EME +1,9 pp nel 2036 (47 milioni). Meno ruoli amministrativi, impiegatizi, professionali junior e assistenza clienti. Peggioramento persistente e diseguale.	Modello e letteratura
Giovani	Ruoli iniziali presenti; carriere lente	Meno assunzioni junior nei lavori d'ufficio esposti; prima tappa più difficile. Giudizio nettamente peggiore.	Evidenza; fuori dal macro originale

Dimensione	Senza AI	Con AI e giudizio	Base
Servizi ordinari	Salute, diritto, istruzione e assistenza amministrativa costosi e scarsi	Consulenza di routine, traduzione, tutoraggio, triage e documenti più economici e in più lingue. Miglioramento di grandezza ignota: potrebbe attenuare la perdita media di reddito.	Giudizio; effetto non misurato
Sanità	Progresso costante; carenze di medici e infermieri crescenti con età	Diagnosi e scoperta di farmaci probabilmente più rapide. Diffusione ai pazienti lenta attraverso regolazione e sistemi sanitari. Possibile miglioramento moderato e incerto.	Giudizio
Conti pubblici e welfare	Debito ADV da 108% verso 132% del PIL entro il 2046 per l'invecchiamento	Alla stessa pressione si aggiunge circa 1% del PIL di deficit primario ADV per il passaggio salari-profitti. Peggioramento lieve, salvo imposte che seguano i redditi da capitale.	Modello
Paesi a reddito basso e medio	Crescita da popolazione giovane e manifattura	Sostituzione con profitti locali in parte registrati fuori; metà inferiore EME −1,1%, LIC −0,4% nel 2036. Outsourcing a rischio; servizi economici per agricoltori, cliniche e scuole. Bilancio misto: accesso migliore, carriere più fragili.	Modello; giudizio sui servizi
Energia e ambiente	Domanda elettrica in crescita	Centri dati da 415 TWh nel 2024 a circa 945 nel 2030 nel caso base IEA 2025. Domanda maggiore; possibili benefici per reti e materiali. Bilancio misto.	IEA 2025; giudizio

Dimensione	Senza AI	Con AI e giudizio	Base
Anziani e cura	Carenze crescenti con la popolazione oltre 80 anni	Monitoraggio, assistenza e parte della robotica alleggeriscono il carico; cura personale soprattutto umana. Piccolo miglioramento secondo l'analisi.	Giudizio
Informazione e fiducia	Problemi noti di disinformazione	Più contenuti sintetici e capacità di sorveglianza, insieme a strumenti migliori contro frodi. Giudizio un poco peggiore, dipendente dal governo.	Giudizio

Fra queste righe, una riguarda l'energia. Nel caso base dell'Agenzia internazionale dell'energia (2025), i centri dati passano da 415 terawattora nel 2024 a circa 945 nel 2030. Un terawattora è un miliardo di kilowattora. Riguarda i centri dati, non tutta l'elettricità mondiale né solo l'AI; il capitolo 29 distingue questa stima dal suo aggiornamento. Quante emissioni e quanto costo porterà dipende dal sistema energetico: il capitolo 29 fa i conti.

Le parole devono reggere il peso dei numeri

La conclusione di questo capitolo si può dire in una frase: entro il 2036 il modello non produce una crisi generale. Ma la frase da sola sarebbe falsa. Va detta tutta: nessuna crisi generale, e insieme una redistribuzione marcata e un lungo aggiustamento del lavoro. Oltre quattro punti di disoccupazione in più nelle economie avanzate per diversi anni, perdite concentrate sulla metà più povera, una distanza ancora aperta alla fine dell'orizzonte. Separare la prima metà della frase dalla seconda vorrebbe dire raccontare un altro libro.

Per la metà più povera, presa in media, la perdita del 2036 è piccola: paragonabile a qualche mese di crescita normale. Per chi per-

de il lavoro, la caduta individuale può essere molto più grande. Per alcuni, servizi più economici la attenuano; per altri, il reddito mancato e l'esperienza mai fatta pesano molto di più.

I prossimi capitoli mostrano come sono state corrette le regole del calcolo, e quali ipotesi muovono di più le conclusioni.

Capitolo 15

Revisione del modello

Nel 1974, parlando ai laureati del California Institute of Technology, il fisico Richard Feynman disse che il primo principio della scienza è non ingannare se stessi, e che la persona più facile da ingannare siamo proprio noi. Questo capitolo racconta come il modello di questo libro, per un po', ha ingannato chi lo stava costruendo, e come l'inganno è stato scoperto.

Un grafico può cambiare perché cambiano i dati, oppure perché viene corretta una relazione del modello. Prima di confrontare due versioni bisogna sapere quale delle due cose è successa. Qui si guardano le regole che facevano tornare troppo facilmente la domanda di lavoro, e che cosa è cambiato quando sono state corrette.

Le versioni del modello

Lo sviluppo ha attraversato tre fasi. Prima un esercizio illustrativo, con ipotesi semplici e alcuni errori. Poi una prima versione strutturata, in cui il recupero dell'occupazione era in parte imposto dalla forma stessa delle equazioni. Infine la revisione v2, quella usata nel libro. Il modulo per età è un'estensione successiva, separata da queste versioni.

Il confronto che segue mette accanto l'esercizio illustrativo e la versione strutturata. Attenzione alle unità: la «famiglia mediana» del vecchio esercizio e la media della metà più povera del nuovo modello non sono la stessa cosa.

Tabella 32 – Dal modello illustrativo alla versione strutturata. Il vecchio −6% riguarda la famiglia mediana nel caso centrale; il nuovo −1,0% riguarda la metà inferiore e la mediana delle estrazioni. Le percentuali del PIL sono differenze rispetto al mondo senza AI nel 2036.

Caratteristica	Illustrativo precedente	Modello strutturato
Famiglie nel 2036	Famiglia mediana −6%, caso centrale	Metà inferiore −1,0%; 92% delle estrazioni negative
PIL mondiale 2036	+9%	+1,3% (0,3–3,5%)
Produttività	Guadagno arbitrario per unità automatizzata	Risparmio sui compiti automatizzati
Automazione	Fino al 38% delle ore eliminate direttamente	Esposizione × frazione sostituibile × adozione
Redditi da capitale	Concentrazione scelta ad hoc	Quote WID, evoluzione con risparmio
Investimento	Assente	Risponde alla quota dei profitti
Parametri	Scelti senza calibrazione	Calibrati o intervalli motivati; 4.000 estrazioni
Contabilità	Non controllata	Saldi alla precisione numerica
Mercato del lavoro	Occupazione senza limite, poi corretta	Occupazione limitata all'offerta; salari reagiscono alle carenze

Il cambiamento più importante riguarda la produttività. L'esercizio iniziale dava un grande guadagno di prodotto per ogni unità automatizzata, scelto senza base. La versione successiva lo lega al risparmio di costo sui compiti effettivamente automatizzati, che è solo una parte del loro valore. La produzione in più da distribuire diminuisce, e con lei diminuisce la dimensione degli effetti sulle famiglie. La direzione, però, non cambia: i guadagni si con-

centrano al vertice e la metà più povera perde. I vecchi guadagni e i vecchi danni risultano sopravvalutati di un fattore fra cinque e dieci; la tabella mostra su quali grandezze poggia questo giudizio.

Una correzione può ridurre un rischio e renderne più visibile un altro.

Un sospetto diventa una verifica

Durante lo sviluppo è stato fatto un controllo esplicito sulle possibili distorsioni a favore della tecnologia, nelle ipotesi, nelle equazioni e nelle interpretazioni. Non era una revisione indipendente fra pari. Ma partiva da una domanda giusta: il modello sta dicendo quello che i numeri mostrano, o quello che chi lo ha costruito preferirebbe sentire? Il controllo trovò sei problemi.

Il primo riguardava il recupero delle famiglie entro il 2046. Dipendeva dall'ipotesi che la domanda di lavoro crescesse più dell'offerta. Con una crescita neutrale della domanda, il recupero spariva. Una conclusione presentata come risultato veniva, in realtà, da una scelta iniziale molto favorevole.

Il secondo riguardava una parola: «temporaneo». Nello scenario di discontinuità le famiglie stavano ancora peggio nel 2046. Chiamare temporaneo quel danno non era coerente con i numeri.

Il terzo era un ragionamento circolare. Il legame fra domanda debole e profitti era stato giudicato poco importante sulla base di un parametro scelto nella versione precedente: il modello confermava ciò che gli era stato detto. Il nuovo modello lo valuta con l'analisi di sensibilità di Sobol, su un intervallo motivato dalla letteratura. Il capitolo 16 ne mostra i risultati.

Il quarto riguardava i punteggi degli scenari. La crescita inclusiva era stata considerata più plausibile della discontinuità, anche se richiedeva politiche non ancora adottate. Il confronto fu rifatto dando ai due scenari la stessa plausibilità. Una misura desiderabile

non può essere trattata come già realizzata solo perché rende migliore il finale.

Il quinto era un'asimmetria: si sottolineavano i benefici non misurati, come i servizi più economici, e si trascuravano i danni non misurati. Da allora il libro tiene separata la correzione per il benessere e discute entrambi i lati, compresi la qualità del lavoro, i costi e i vincoli materiali.

Il sesto non riguardava un'equazione, ma le parole. Espressioni come «una grande minoranza» o «leggermente peggio» attenuavano quello che i numeri del modello stessi mostravano. La revisione del linguaggio serve a rispettare i risultati, senza gonfiarli e senza attenuarli.

Durante la costruzione furono corretti altri due errori. Il primo: l'esposizione all'AI era tenuta ferma al livello di oggi, escludendo per costruzione che le capacità crescessero. Fu introdotto il parametro che allarga l'esposizione, fino al 60 per cento in più nel periodo; ed è quel limite che esclude ancora gli scenari di automazione quasi totale. Il secondo: un errore di calibrazione nascondeva il costo delle politiche di sostegno. Nella versione corretta gli interventi partono nel 2027, con la stessa calibrazione del 2026, e il capitolo 13 usa questi risultati, in cui il costo del sostegno e il debito in più sono visibili.

I posti che tornavano sulla carta

Poi c'era l'errore più importante: la regola che calcolava la domanda di lavoro.

Un esempio con numeri semplici. Con un monte salari di cento e una paga di dieci si possono pagare dieci persone; con una paga di cinque, venti. È aritmetica. Ma l'aritmetica non dice quali attività abbiano bisogno di quei venti lavoratori.

Nella prima versione strutturata, la domanda di lavoro si otteneva proprio così: monte salari diviso salario. Se il salario scendeva, si potevano pagare più persone, e il modello le assumeva. Il meccanismo riportava lavoro anche nei compiti che l'AI ormai faceva a costo minore. La domanda tornava verso l'offerta per costruzione: il modello, cioè, aveva già scritto nelle sue regole il lieto fine.

La revisione ricava invece il lavoro richiesto dalla tecnologia e dalla produzione: quanti compiti restano alle persone per ogni unità prodotta, valutati al salario del mondo senza AI. Poi i salari influenzano questa domanda con un'elasticità, a produzione costante, fra 0,15 e 0,75. Un salario più basso fa tornare solo una parte del lavoro perso. Le equazioni sono nel capitolo 4; qui c'è la ragione della loro forma. La vecchia relazione dava ai salari un potere enorme sui posti; quella nuova permette un recupero parziale, legato al lavoro umano che la produzione richiede ancora.

C'è anche un controllo incrociato: con un'elasticità pari a uno e senza partecipazione ai profitti, la nuova struttura riproduce la vecchia alla precisione del computer. E nella revisione la partecipazione ai profitti aumenta la paga senza toccare il meccanismo che decide i posti.

Anche il mondo senza AI può essere sbagliato

Due controlli vanno tenuti separati. Il primo riguarda quanto i salari reagiscono alla disoccupazione: se reagiscono poco, il costo del lavoro recupera pochi posti. Il secondo riguarda il mondo di confronto: se peggiora per un errore di costruzione, l'AI sembra migliore di quello che è.

La reazione dei salari alla disoccupazione si misura con la pendenza della curva di Phillips salariale. Il vecchio intervallo andava da 0,2 a 0,8; la revisione usa da 0,05 a 0,5. Gli ancoraggi sono una

stima americana che scende da circa 0,45 fra il 1991 e il 2008 a 0,14 fra il 2009 e il 2015, non significativamente diversa da zero, e l'appiattimento della curva dopo il 2008 in dieci economie avanzate. Dopo la grande crisi, insomma, i salari hanno smesso di reagire molto alla disoccupazione.

E fu corretto un errore nel mondo senza AI. Lì i salari seguivano la produttività mentre la quota del lavoro continuava a scendere per ragioni non legate all'AI: il salario cresceva più del monte salari, e la disoccupazione saliva anche nel mondo di confronto. Nella prima edizione arrivava a circa il 6 per cento nel mondo nel 2046 e al 7,8 nelle economie avanzate con salari molto rigidi. Nella correzione il salario di riferimento segue anche l'erosione non legata all'AI, e il mondo senza AI resta alla disoccupazione strutturale qualunque sia la reazione dei salari.

Con i vecchi intervalli, questa correzione sposta le mediane di non più di 0,2 punti. Ma elimina i piccoli effetti negativi dell'AI sulla disoccupazione dopo il 2040, che nascevano solo dal confronto con un mondo senza AI che peggiorava da sé. Un effetto favorevole dell'AI poteva essere prodotto da un termine di confronto sbagliato. Per questo bisogna controllare sempre entrambe le traiettorie: spostare per errore il riferimento può far apparire un recupero che l'AI non ha prodotto.

Che cosa è cambiato nei risultati

Altri tre intervalli sono stati rivisti. Il ritardo dei compiti nuovi è passato da 2–8 a 4–10 anni. I compiti nuovi per ogni compito sostituito da 0,25–1 a 0,25–0,85. La quota automatizzata da 0,15–0,7 a 0,25–0,7. Le scelte sono motivate dal ritardo storico e dall'esperienza recente della creazione di attività.

Tabella 33 – Risultati della prima edizione e della revisione v2. Gli effetti sono differenze rispetto ai rispettivi riferimenti senza AI; pp indica punti percentuali. Gli intervalli 2036 sono quinto–novantacinquesimo percentile; nel 2046 per la disoccupazione è riportato soltanto il novantacinquesimo oltre alla mediana. Le frequenze degli scenari non vanno sommate come categorie necessariamente esclusive.

Risultato	Prima edizione	Revisione v2
Disoccupazione ADV 2036	+1,2 pp (−0,1; +3,8)	+4,3 pp (+1,4; +10,7)
Disoccupazione ADV 2046	−0,2 pp; 95° +0,7	+1,4 pp; 95° +9,0
Mediana dei picchi individuali	+1,8 pp	+6,3 pp
Frequenze A / B / C	10% / 70% / 19%	8% / 23% / 74%
Metà inferiore 2036	−0,6%; 90% peggiora	−1,0%; 92% peggiora
Metà inferiore 2046	−0,4%; 59% peggiora	−3,3%; 89% peggiora
Quota lavoro mondiale 2046	−2,6 pp	−5,9 pp
Debito / PIL ADV 2046	+2,6 pp	+11,2 pp
Pacchetto metà inferiore 2036	+1,8%	+3,0%

La differenza è netta. Nella prima edizione la disoccupazione aggiuntiva delle economie avanzate era di 1,2 punti nel 2036 e diventava leggermente negativa nel 2046, meno 0,2: un problema che si risolveva da solo. Nella revisione è di 4,3 punti nel 2036 e resta a più 1,4 nel 2046, con un futuro su venti che arriva a più 9. Per la metà più povera, la perdita del 2046 passa da meno 0,4 per cento, in poco più di metà delle simulazioni, a meno 3,3, in quasi nove su dieci.

Le frequenze degli scenari A, B e C della revisione sommano a più di 100. Il libro conserva i valori calcolati e avverte che non sono categorie esclusive. A richiede che la metà più povera non peg-

giori; B combina una perdita inferiore al 2 per cento con un aumento della disoccupazione inferiore a tre punti; C scatta con una perdita di almeno il 2 per cento oppure con almeno tre punti di disoccupazione in più. A e C possono quindi sovrapporsi, quando i consumi tengono ma la disoccupazione supera la soglia. Gli scenari hanno un capitolo dedicato, il 21.

Il grafico isola due mediane della tabella, senza riprodurne gli intervalli. Mostra il passaggio da un lieve recupero finale a una disoccupazione aggiuntiva che dura.

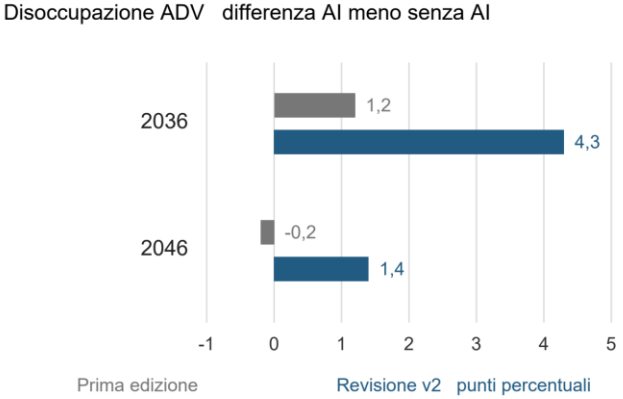


Figura 23 – Disoccupazione aggiuntiva nelle economie avanzate nel 2036 e nel 2046. Confronto delle mediane fra prima edizione e revisione v2, in punti percentuali. È un ridisegno didattico della tabella 33, non una nuova simulazione e non il confronto fra dati osservati.

La parte maggiore del cambiamento viene dalla ricostruzione della domanda di lavoro; il nuovo intervallo dei salari si aggiunge. Non regge più la conclusione della prima edizione, secondo cui il problema si sarebbe risolto nei primi anni Quaranta. Le perdite distributive conservano la direzione e diventano più grandi: per la metà più povera la distanza finale cresce invece di restringersi.

Un risultato più preoccupante non è più vero solo perché preoccupa: va controllato come gli altri, e il capitolo 18 dice con quali dati.

Il prossimo capitolo guarda quali parametri spiegano di più la variabilità dei risultati, e dove nuove prove potrebbero cambiare il quadro.

Capitolo 16

Analisi di sensibilità

Un pane riesce male. È colpa del lievito, della farina, del forno o del tempo di lievitazione? Se si cambia una cosa alla volta, si scopre qualcosa. Ma non tutto: poco lievito e lievitazione lunga possono dare lo stesso pane di molto lievito e lievitazione breve. A volte il risultato non dipende da un ingrediente, ma da come gli ingredienti si incontrano.

Il modello di questo libro ha ventuno ingredienti incerti. Quando un risultato cambia insieme a un parametro, la domanda utile è quanto cambia, e in combinazione con quali altre ipotesi. Lo studia l'analisi globale di sensibilità. Serve a concentrare i controlli sui meccanismi che pesano di più sui risultati.

Un numero alla volta non basta

Si può tenere fermo tutto e cambiare un solo parametro: anticipare l'adozione, aumentare la quota di compiti sostituibili, allungare il tempo della riconversione. Il confronto dà una risposta locale, intorno alla combinazione scelta. Ma la stessa prova può dare un altro risultato quando cambiano anche le altre condizioni. Un'adozione precoce ha effetti diversi se i compiti nuovi arrivano subito o dopo molti anni. Lo stesso calo dei salari richiama poco lavoro se le imprese reagiscono poco al costo del personale, e molto se reagiscono molto. Due parametri interagiscono quando l'effetto del primo dipende dal valore del secondo. Per questo una serie di prove isolate non basta.

Il metodo usato porta il nome del matematico russo Ilya Sobol, che lo propose all'inizio degli anni Novanta. Si guarda quanto i risultati si disperdono intorno alla loro media, cioè la varianza, e si cerca di attribuire quella dispersione alle ipotesi che sono cambiate. I risultati, qui, sono differenze fra i due mondi: consumi, PIL, disoccupazione, rapporto debito/PIL.

L'indice di primo ordine misura il contributo di un parametro da solo. L'indice totale comprende anche le interazioni a cui quel parametro partecipa, ed è quello mostrato nel grafico. Un valore di 0,48 vuol dire che la variabilità legata a quel parametro, interazioni comprese, spiega circa il 48 per cento della varianza del risultato.

E l'indice non dice in che direzione spinge un parametro. Un parametro può contare moltissimo nel separare futuri buoni e cattivi senza che l'indice dica quali rende buoni: per saperlo servono il meccanismo economico e altri confronti. Né gli indici totali si sommano come fette di una torta: un'interazione può essere attribuita a più parametri insieme.

Le 4.000 estrazioni principali descrivono come sono distribuiti i risultati. Per separare i contributi dei parametri serve invece un insieme di confronti costruito apposta. Il dettaglio tecnico è questo: un disegno di campionamento di Saltelli, con una numerosità di base N pari a 1.024 e ventuno parametri. Il codice calcola gli indici di primo ordine e quelli totali, non tutti quelli di secondo ordine. La costruzione richiede N moltiplicato per il numero dei parametri più due: 1.024 per 23, cioè 23.552 combinazioni. Ognuna viene calcolata nei due mondi: 23.552 coppie, 47.104 percorsi in tutto.

Il nome del disegno viene da Andrea Saltelli, uno statistico italiano che ha lavorato a lungo al Centro comune di ricerca della Commissione europea a Ispra, sul lago Maggiore, e che ha passato buona parte della carriera a ripetere un avvertimento: un modello va interrogato cambiando tutte le ipotesi insieme, non una alla volta, altrimenti si scambia per robusto un risultato che dipende da una combinazione fortunata.

Le due analisi rispondono a domande diverse: la sensibilità separa i contributi alla varianza, il Monte Carlo principale esplora la distribuzione dei risultati.

Che cosa decide i risultati

Il grafico va letto una colonna alla volta. I colori più scuri indicano indici più alti. Ogni colonna è un risultato in un anno: i consumi della metà più povera nel 2036 e nel 2046, il PIL nel 2036, la disoccupazione delle economie avanzate nel 2036, il loro debito nel 2046. Si confrontano le righe tenendo fermi risultato e anno.

Quali ipotesi spiegano la variabilità degli esiti

Indici Sobol di ordine totale interazioni incluse

	Metà inf. 2036	Metà inf. 2046	PIL 2036	Disoccup. 2036	Debito 2046
Calendario adozione	**0,48**	0,05	**0,60**	**0,43**	0,18
Estensione automazione	0,12	0,13	0,20	**0,27**	**0,25**
Flessibilità salariale	**0,26**	**0,25**	0	0,11	0,03
Nuovi compiti per sostituito	0,01	0,19	0	0,02	0,11
Elasticità domanda lavoro	0,05	0,19	0	0,05	0,15
Quota sostituibile esposizione	0,12	0,11	0,01	0,13	0,17
Risparmio compiti automatizzati	0,07	0,10	0,14	0,01	0,07
Ritardo nuovi compiti	0,04	0,09	0	0,07	0,10
Guadagno compiti potenziati	0,05	0,05	0,09	0,01	0,04
Rendite AI ai lavoratori	0,06	0,02	0	0	0,03
Velocità curva adozione	0,01	0,01	0,02	0,05	0,01
Ampliamento esposizione	0,01	0,03	0,02	0,03	0,03
Trasmissione ai salari	0,01	0	0	0	0

23.552 confronti appaiati N = 1.024 21 parametri
Disoccupazione e debito: economie avanzate

Figura 24 – Sensibilità globale. Sono mostrati tredici parametri, cinque esiti e tutti i valori stampati. Sono indici totali, comprensivi delle interazioni. Metà inferiore indica il consumo del gruppo; disoccupazione e debito riguardano le economie avanzate. Dei ventuno input sono mostrati tredici. I due parametri della domanda aggregata, esclusi dalla matrice, spiegano ciascuno al massimo circa 0,015 della varianza. Il file sobol.json conserva anche stime non arrotondate e incertezza numerica degli indici.

Nel 2036 un solo parametro domina: l'anno in cui l'adozione accelera di più. Il suo indice totale è vicino a 0,48 per i consumi della metà più povera, 0,60 per il PIL, 0,43 per la disoccupazione

nelle economie avanzate. Una parte grande della dispersione, a quell'orizzonte, dipende da dove cade il 2036 lungo la curva della diffusione: all'inizio, nel mezzo, o quando la corsa è già finita. Un processo in corso e uno quasi completato sembrano diversi nella stessa data. Per questo il libro guarda anche il 2046.

Nel 2046 il calendario conta molto meno per i consumi dei più poveri: l'indice scende a circa 0,05. Pesano di più la flessibilità dei salari, circa 0,25, i compiti nuovi per ogni compito sostituito, circa 0,19, e la reazione della domanda di lavoro al salario, anch'essa circa 0,19. Nel lungo periodo, cioè, non conta più quando arriva la tecnologia, ma che cosa succede al lavoro dopo: se nascono compiti nuovi e come reagiscono i salari.

E qui c'è un punto delicato. La nascita di compiti nuovi non garantisce che le persone sostituite possano svolgerli: un compito può nascere altrove, richiedere altre competenze, diventare accessibile dopo anni. E proprio su questa capacità le prove storiche sono deboli. Nel lungo periodo è l'ipotesi che pesa di più, ed è quella che si conosce peggio: è lì che serve la ricerca.

La flessibilità dei salari ha indici di circa 0,26 nel 2036 e 0,25 nel 2046 per i consumi. E non è un rimedio gratuito. Salari più bassi possono recuperare una parte del lavoro, ma il salario è anche il reddito di chi lavora. Un aggiustamento può ridurre la distanza fra domanda e offerta e, insieme, ridurre quanto una famiglia riceve per ogni ora di lavoro. E l'elasticità della domanda di lavoro dice quanto lavoro torna quando il salario scende: se la reazione è debole, un taglio dei salari richiama pochi posti. Creazione di compiti e reazione al costo del personale sono meccanismi diversi, e una produzione più alta non garantisce nessuno dei due.

Per la disoccupazione delle economie avanzate nel 2036, dopo il calendario dell'adozione vengono l'estensione dell'automazione, circa 0,27, e la parte dell'esposizione che si può sostituire, circa

0,13. La flessibilità dei salari pesa circa 0,11. Sono indici dello stesso risultato e non vanno confusi con quelli dei consumi nel 2046.

La distinzione fra esposizione e sostituzione resta essenziale. Un compito esposto può essere aiutato dall'AI senza togliere lavoro umano. La quota sostituibile dice quanto di quell'esposizione diventa rimpiazzo; l'estensione dell'automazione e il percorso dell'adozione decidono quanta capacità tecnica entra davvero nella produzione. Sono passaggi diversi della stessa catena.

Nella colonna del debito del 2046 l'estensione dell'automazione ha l'indice più alto fra quelli mostrati, circa 0,25. Spostare reddito dal lavoro al capitale cambia le basi tassate e le prestazioni necessarie durante la transizione. Il risultato fiscale non dipende solo dal PIL in più, come aveva mostrato il capitolo 11.

Le altre righe conservano informazioni che una sintesi in quattro numeri perderebbe: il risparmio sui compiti automatizzati, il ritardo dei compiti nuovi, il guadagno sui compiti assistiti, la parte delle rendite dell'AI che arriva ai lavoratori, la velocità della curva di adozione, l'allargamento dell'esposizione, la trasmissione dei guadagni ai salari.

Il circuito che pesava poco

C'è una parola che in economia indica due cose diverse: domanda. La domanda di beni e servizi è la spesa per i prodotti, e la reazione della produzione quando quella spesa manca. La domanda di lavoro è il lavoro che le imprese richiedono; la sua reazione al salario compare nella matrice e conta soprattutto per i consumi del 2046.

L'analisi controlla due parametri del circuito della domanda di beni: la reazione degli investimenti ai profitti e la trasmissione di una carenza di domanda alla produzione. Ognuno spiega al massimo circa l'1,5 per cento della varianza di qualsiasi risultato. Il grafico non li mostra, per questo. Il circuito da cui era partita questa

ricerca, salari più bassi, meno consumi, meno produzione, altre perdite, esiste nella struttura del modello. Ma con gli intervalli scelti pesa poco rispetto agli altri meccanismi.

Il libro conserva anche questo risultato, anche se complica l'intuizione da cui era nato. Una ricerca perde valore quando tiene solo ciò che conferma i timori iniziali. Il rischio per il lavoro può essere persistente e, nello stesso tempo, avere una causa principale diversa da quella immaginata all'inizio: non il crollo della domanda, ma la velocità della sostituzione e la lentezza dei compiti nuovi.

E una classifica di sensibilità non è un programma politico. Un parametro decisivo può essere difficilissimo da governare; uno meno importante può essere cambiato a poco prezzo. Le misure del capitolo 13 sono state valutate con confronti appaiati, non con questi indici.

La classifica dice però dove cercare prove: il calendario dell'adozione, le attività che ricompaiono, la possibilità reale di svolgerle. Il prossimo capitolo aggiunge ciò che una matrice di parametri non può descrivere: il rapporto fra difficoltà economiche, accesso ai servizi e fiducia nelle istituzioni.

Capitolo 17

Coesione sociale e istituzioni

Il 15 gennaio 2021 il governo dei Paesi Bassi si dimise in blocco. Non per una crisi economica o una guerra, ma per un sistema amministrativo. Per anni l'agenzia delle entrate olandese aveva accusato di frode decine di migliaia di famiglie che ricevevano i sussidi per l'asilo nido, chiedendo indietro somme enormi. Molte erano innocenti. Fra i criteri usati per individuare i casi «a rischio» c'era anche la doppia cittadinanza. Molte famiglie si trovarono a dover restituire somme che non potevano pagare. E per anni, chi provava a contestare non trovava nessuno con il potere di correggere l'errore.

È la versione estrema di una cosa che può succedere ovunque: un servizio può rispondere più in fretta senza risolvere più problemi. Quando un'amministrazione automatizza le comunicazioni, bisogna distinguere l'attività svolta, la possibilità di accedervi e il risultato. E la distinzione riguarda anche la fiducia: ricevere una conferma automatica è utile, ma sapere chi può correggere un errore è un'altra parte del rapporto con le istituzioni.

Una risposta non è una soluzione

Quando un'amministrazione automatizza i contatti, il numero delle pratiche elaborate sale, ed è la statistica che verrà mostrata. Ma non basta. Servono gli esiti, gli errori, i ricorsi, l'accessibilità, le differenze fra chi usa il servizio. Messaggi inviati e problemi risolti non sono la stessa cosa: un sistema può migliorare entrambi, oppure far crescere i primi lasciando fermi i secondi. Efficienza della procedura ed efficacia del servizio vanno guardate separatamente. E una responsabilità si riconosce solo se ci sono un referente, il potere di intervenire e un modo per comunicare l'esito.

Le istituzioni stanno in mezzo fra le difficoltà economiche e le tensioni sociali, e la fiducia si può studiare. L'OCSE ha pubblicato nel 2024 un'indagine sulla fiducia nelle istituzioni pubbliche in

trenta paesi, raccolta nel novembre 2023. Il 39 per cento delle persone diceva di avere fiducia alta o abbastanza alta nel proprio governo; il 44 per cento fiducia bassa o nessuna. Fra chi sentiva di avere voce nelle scelte del governo, aveva fiducia il 69 per cento; fra chi sentiva di non averne, il 22. Fonte: OCSE, OECD Survey on Drivers of Trust in Public Institutions, 2024 Results, https://doi.org/10.1787/9a20554b-en.

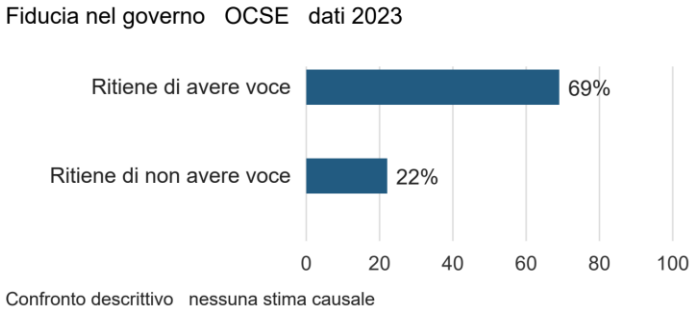


Figura 25 – Fiducia nel governo nazionale fra persone che dichiarano di avere o non avere voce nelle sue azioni. Indagine OCSE 2023, pubblicazione 2024, trenta paesi: 69% e 22%. Confronto descrittivo fra gruppi di rispondenti, non effetto causale di un intervento e non misura della probabilità di protesta.

Sessantanove contro ventidue: una distanza enorme. Il legame va in entrambe le direzioni: chi si sente ascoltato ha più fiducia, e chi ha fiducia si sente più ascoltato. E per misurare se le persone hanno davvero voce non basta contare gli incontri organizzati. Un'assemblea può essere aperta a tutti e tenersi quando chi lavora non può andarci. Una consultazione può raccogliere opinioni senza mai dire quali hanno contato. Contano l'accesso, la comprensione, la risposta e l'influenza sulle scelte. Il dato allarga la domanda del libro: oltre a proteggere redditi e lavoro, conta come le istituzioni trattano chi attraversa il cambiamento.

Protesta non è violenza

Quando si parla di AI e lavoro, prima o poi qualcuno evoca le rivolte. Conviene essere precisi. Riunirsi per discutere, chiedere o contestare non dimostra intenzioni violente. Protesta pacifica, disordini, criminalità e violenza politica hanno cause e significati diversi. Un corteo può esercitare un diritto e rendere visibile una difficoltà; un'aggressione è un altro problema. Mettere tutto in un indice di «violenza e instabilità sociale» fa sembrare patologica la democrazia.

Nel modello economico non esiste una formula verificata che trasformi ogni punto di disoccupazione in un certo numero di proteste, e il libro non ne propone una senza basi. Il capitolo 37 fa un'altra cosa: dichiara una regola e ne segue le conseguenze, senza presentarla come una stima. Quello che il modello fornisce sono condizioni che possono contare: perdite concentrate nella metà più povera, giovani che faticano a entrare, un lungo picco di disoccupazione, differenze fra regioni. Fra una difficoltà economica e una risposta collettiva ci sono reti sociali, organizzazioni, aspettative, tutele, possibilità di ricorso. Anche la possibilità di partecipare dipende da condizioni materiali, come orari e trasporti.

Che cosa dice la ricerca sui disordini? Hadzi-Vaskov, Pienknagura e Ricci, in un working paper del Fondo monetario del 2021, hanno analizzato dati trimestrali di 89 paesi dal 1990 al 2019, escludendo gli Stati considerati fragili. Usano un indice di disordini costruito sulla copertura dei giornali. Quando l'indice sale di una deviazione standard, il PIL resta in media circa 0,2 punti sotto il suo percorso dopo sei trimestri, un anno e mezzo; per un evento grave, circa un punto. Gli effetti variano con le motivazioni e con la solidità delle istituzioni. Fonte: The Macroeconomic Impact of Social Unrest, IMF Working Paper 21/135, https://www.imf.org/

-/media/files/publications/wp/2021/english/wpiea2021135-print-pdf.pdf.

La deviazione standard misura la dispersione: qui dà una scala alla variazione dell'indice. E sono dati precedenti all'AI generativa: dicono quanto costano i disordini, non quanti ne produrrà l'AI.

La tabella che segue mette insieme cinque passaggi fra difficoltà economiche e sicurezza, ciascuno con ciò che le prove mostrano e ciò che resta da dimostrare.

Tabella 34 – Difficoltà economiche e sicurezza. Confronto di cinque passaggi. Evidenze storiche e tecniche non sono previsioni individuali dei comportamenti; il riferimento normativo è precisato nel testo con l'articolo 5 del regolamento europeo.

Passaggio	**Evidenza nel modello**	**Ciò che resta da dimostrare**
Difficoltà economiche e disordini	Le proteste socioeconomiche sono seguite da contrazioni del PIL più forti di quelle politiche. Istituzioni solide e spazio fiscale attenuano il danno (Hadzi-Vaskov e altri, 2021).	Che perdite di lavoro dovute all'AI provochino disordini: l'analisi non identifica eventi attribuibili a questo canale.
Disordini ed economia	Aumento di una deviazione standard dell'indice FMI: PIL circa 0,2 punti sotto il riferimento dopo sei trimestri. Evento rilevante: circa un punto.	Effetti di lungo periodo e trasferibilità al futuro dell'AI.
Bilanci e automazione della sicurezza	Incentivo plausibile: i bilanci della sicurezza affrontano pressioni salariali analoghe ad altri servizi.	Risparmi superiori ad attrezzature, manutenzione, cybersicurezza, supervisione ed errori. Mancano prove robuste sui costi.

Passaggio	Evidenza nel modello	Ciò che resta da dimostrare
Diritto e sorveglianza AI	L'analisi richiama il divieto UE dell'identificazione biometrica remota in tempo reale per il contrasto in spazi pubblici, da febbraio 2025, con eccezioni autorizzate; richiama anche il social scoring pubblico.	Che altre giurisdizioni seguano gli stessi limiti. La sintesi normativa viene precisata nel testo.
Affidabilità del riconoscimento facciale	NISTIR 8280: in molti algoritmi tassi di falsi positivi diversi per fattori da 10 a oltre 100 fra gruppi demografici; alcuni dei migliori senza differenze rilevabili.	Che i sistemi installati impieghino gli algoritmi e le soglie migliori. Il risultato storico non descrive ogni sistema attuale.

Le proteste nate da difficoltà economiche sono seguite da cali del PIL più forti di quelle politiche, e istituzioni solide e conti pubblici in ordine attenuano il danno. Ma nessuno di questi dati riguarda l'AI. Dicono una cosa che vale anche per il futuro: il conto di una transizione gestita male non lo pagano solo quelli che perdono il lavoro.

E una perdita media piccola può essere una perdita enorme in un luogo preciso. Il modello lavora per grandi regioni e non vede i quartieri; due città con la stessa disoccupazione possono avere trasporti, case e servizi diversissimi. Ma segnala tre condizioni. Le perdite sono concentrate e possono restare quasi invisibili nei dati aggregati. Il picco della disoccupazione verso la fine degli anni Trenta coincide con la pressione delle pensioni e del debito. E i profitti possono spostarsi dalle economie emergenti a quelle avanzate mentre il lavoro si perde in entrambe. Queste condizioni generano richieste diverse e divergenze fra territori.

La telecamera e l'errore che diventa una fila

C'è un rischio meno visibile della protesta, e forse più probabile. Uno Stato con meno entrate e più bisogni può essere tentato di automatizzare la sicurezza: più telecamere, più algoritmi, meno persone. Il pericolo non è una decisione drammatica. È uno scivolamento: più sorveglianza e meno servizi, un passo alla volta, senza che nessuno l'abbia mai deciso esplicitamente.

Ma una telecamera non vuol dire, da sola, riconoscimento dei volti, classificazione dei comportamenti o decisioni automatiche: conta come viene usata, per che cosa, sotto la responsabilità di chi. Il libro distingue quattro cose. Assistere un operatore nella ricerca in un archivio. Pianificare i turni delle pattuglie. Far girare robot di pattuglia. Decidere in automatico un intervento coercitivo. Non sono equivalenti. La prima aiuta una persona; l'ultima introduce responsabilità e rischi di un altro ordine.

Il risparmio, poi, non si calcola contando gli addetti sostituiti. Servono acquisto, manutenzione, aggiornamenti, sicurezza informatica, controllo umano, gestione degli errori, durata dei sistemi. E il tempo liberato può essere usato altrove invece di ridurre la spesa. Il confronto economico deve comprendere il costo di un servizio affidabile e delle garanzie necessarie; e un tasso d'errore va letto insieme al tipo di errore, al numero dei controlli e alle conseguenze di una segnalazione.

L'istituto americano degli standard, il NIST, distingue i falsi positivi, che scambiano una persona per un'altra, dai falsi negativi, che non riconoscono una corrispondenza vera. Distingue anche la verifica uno a uno, come allo sblocco di un telefono, dalla ricerca uno a molti, come nel confronto con un archivio. Nel 2019, nel rapporto NISTIR 8280, ha documentato che in molti algoritmi i tassi di falsi positivi variavano fra gruppi demografici di dieci e fino a oltre cento volte, mentre alcuni dei migliori non mostravano

differenze rilevabili. Le prestazioni dipendono dall'algoritmo e dalla qualità delle immagini. Fonti: NIST, Face Recognition Technology Evaluation, Demographic Effects in Face Recognition, https://pages.nist.gov/frvt/html/frvt_demographics.html; rapporto storico NISTIR 8280, 2019, https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8280.

Perché anche un errore piccolo pesa? Un esempio, che non riguarda il riconoscimento facciale. Diecimila controlli, in cui solo dieci casi sono davvero quelli cercati. Un sistema ne individua nove: sensibilità del 90 per cento, sembra ottimo. Ma fra i 9.990 casi negativi ne segnala per errore dieci. Risultato: diciannove segnalazioni, di cui solo nove giuste.

$$\textit{Quota corretta delle segnalazioni} = \frac{\textit{Veri positivi}}{\textit{Veri positivi} + \textit{Falsi positivi}} \times 100$$

Nove diviso diciannove: circa il 47,4 per cento. Più della metà delle segnalazioni riguarda persone che non c'entrano, con un sistema che «funziona al 90 per cento». Quando ciò che si cerca è raro, anche pochi falsi allarmi pesano moltissimo sul lavoro di verifica, e sulle persone segnalate. Per giudicare un sistema servono popolazione, soglia, tassi d'errore e conseguenze operative: una percentuale isolata non basta. E una segnalazione da verificare non deve mai diventare, da sola, una prova di colpa. Nei Paesi Bassi era diventata proprio questo.

L'Unione europea ha già tracciato alcuni confini. Il regolamento sull'intelligenza artificiale, il 2024/1689, all'articolo 5 vieta l'identificazione biometrica a distanza in tempo reale negli spazi accessibili al pubblico a fini di polizia, salvo eccezioni circoscritte e a condizioni precise. I divieti si applicano dal 2 febbraio 2025. Non è un divieto di ogni telecamera o di ogni uso biometrico. E il

divieto dei sistemi di punteggio sociale non riguarda solo le autorità pubbliche: comprende le pratiche, descritte dalla norma, che producono trattamenti sfavorevoli fuori contesto oppure ingiustificati o sproporzionati. Fonte: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2024/1689/oj/eng, articolo 5; Commissione europea, First rules of the Artificial Intelligence Act are now applicable, 3 febbraio 2025. Altri paesi non tracciano gli stessi confini.

La conclusione del libro è questa. Un'assistenza in cui decide una persona identificabile è governabile. La coercizione decisa in automatico è una linea da non superare. Ma aggiungere una firma umana non rende affidabile qualunque procedura: chi decide deve poter capire, verificare e cambiare la proposta della macchina, e avere il tempo per farlo. Un controllo solo formale lascia intatto l'errore. E chi subisce un errore deve poter raggiungere qualcuno con il potere di correggerlo.

La regola che unisce questo capitolo è semplice. Ogni decisione automatica che tocca una persona deve lasciare una traccia: la richiesta, il referente, i tempi, il modo in cui l'esito viene comunicato. Registrare una richiesta con un nome e una data rende il passaggio controllabile. Ma poi bisogna vedere se l'impegno viene mantenuto, se le persone riescono davvero ad accedere al servizio, e se chi resta escluso compare nei dati. E quando più uffici concorrono allo stesso risultato, le loro dipendenze vanno tenute visibili: risolvere un pezzo può lasciare intatto l'ostacolo. Senza traccia, l'efficienza diventa impotenza per chi subisce l'errore.

Il prossimo capitolo affronta la domanda più onesta che un libro come questo possa farsi: che cosa non sappiamo, e come potremmo scoprirlo.

Capitolo 18

Limiti del modello e verifica empirica

Nell'aprile del 1992 il New Jersey alzò il salario minimo da 4,25 a 5,05 dollari l'ora. La vicina Pennsylvania non lo fece. Due economisti, David Card e Alan Krueger, ebbero un'idea semplice: intervistare 410 fast food nei due Stati, prima e dopo l'aumento, e contare i dipendenti. La teoria dei manuali diceva che dove il lavoro costava di più si sarebbe assunto di meno. I dati non lo mostrarono. Lo studio, pubblicato nel 1994, scatenò una polemica durata trent'anni, e nel 2021 contribuì al premio Nobel per l'economia assegnato a Card. Non per il risultato in sé, ma per il metodo: confrontare due gruppi simili, uno toccato da un cambiamento e uno no, per vedere che cosa sarebbe successo senza.

Un libro che fa previsioni deve dire dove potrebbe sbagliare, e come lo si potrebbe scoprire. Per sapere se un intervento funziona bisogna stabilire prima che cosa dovrebbe cambiare: frequentare un corso, imparare, trovare lavoro, guadagnare di più sono risultati diversi. Questo capitolo separa i limiti del modello dalle osservazioni che servirebbero per metterli alla prova, e costruisce il confronto con ciò che sarebbe successo senza.

Dieci cose che il modello non vede

La documentazione del modello contiene dieci avvertenze. Arrivati fin qui si possono leggere come domande rivolte a una città vera. Delimitano ciò che i numeri del modello permettono di dire.

La prima avvertenza riguarda il modo in cui macchine e persone si sostituiscono, e il modo in cui le persone entrano nel lavoro. Nel modello l'elasticità di sostituzione fra i compiti è pari a uno. L'elasticità di sostituzione dice quanto cambia la scelta fra macchine e persone quando cambia il loro prezzo relativo: una macchina più economica non rende sostituibili tutti i compiti allo stesso modo. Con un'elasticità pari a uno, quando i salari seguono il mondo senza AI, la quota del lavoro rispecchia il contenuto di lavoro dei

compiti. Se l'elasticità fosse più alta, la quota del lavoro potrebbe scendere più in fretta, come suggerisce la linea di ricerca di Karabarbounis e Neiman; se fosse più bassa, potrebbe scendere più piano, come indicano le stime sulla manifattura di Oberfield e Raval.

La stessa avvertenza riguarda la partecipazione. L'offerta di lavoro segue la demografia delle Nazioni Unite: non reagisce alla durata degli studi, alla partecipazione, alle migrazioni. E il modello non vede gli ostacoli di competenza, età e luogo che separano una persona espulsa da un compito nuovo disponibile. Questo può far sembrare più breve la disoccupazione di quanto sarebbe. Al contrario, la mancanza di una reazione della partecipazione può lasciare fra i disoccupati difficoltà che nella realtà diventerebbero inattività. Il modulo per età aggiunge ingressi, rientri e scoraggiamento, con parametri fissati dal libro.

La seconda avvertenza è l'assenza di distribuzione dentro i gruppi. La media dei lavoratori può migliorare mentre i giovani espulsi perdono moltissimo: il modello non ricostruisce queste differenze e può sottovalutare il disagio. La terza è l'assenza delle età nel modello principale: i dati sulle assunzioni dei giovani non entrano nelle sue equazioni.

La quarta riguarda l'adozione: la sua curva è decisa dall'esterno, e non cambia con salari, profitti e regole. La quinta riguarda i collegamenti macroeconomici che mancano: inflazione, cambi e commercio non ci sono, il tasso d'interesse è dato, e la compensazione di una carenza di domanda dipende da una reazione della politica economica assunta. Le regioni sono collegate solo attraverso i profitti dell'AI. Una città che commercia, importa energia e prende a prestito non vive dentro quei soli collegamenti.

La sesta è una geografia troppo larga: tre regioni, con Cina e India nello stesso gruppo. Nasconde differenze enormi di istituzioni, popolazione, specializzazione e reddito.

La settima, la più importante, è il confine tecnologico. Il modello esclude un'AI trasformativa estrema, capace di automatizzare la maggior parte delle attività cognitive e fisiche entro l'orizzonte, come quella discussa da Korinek e Suh. L'esposizione può crescere al massimo del 60 per cento. Vuol dire che tutti i risultati di questo libro valgono per uno scenario prudente. Se l'AI andrà più avanti, andrà peggio.

L'ottava riguarda le probabilità: gli intervalli uniformi dei parametri sono scelte ragionate, non distribuzioni stimate dai dati, e la frequenza di un esito nelle simulazioni dipende da quelle scelte. La nona riguarda il benessere non misurato: servizi più economici, salute, energia, qualità del lavoro possono cambiare la vita senza entrare bene negli indicatori principali. La decima riguarda la calibrazione: molte ipotesi regionali stanno dentro gli intervalli della letteratura, ma non diventano per questo dati osservati.

Dieci avvertenze di natura diversa: alcune richiedono nuove equazioni, altre nuovi dati, altre solo più prudenza nel leggere le curve. Alcune rendono il modello più pessimista del vero, altre più ottimista. La settima, la più pesante, va in una direzione sola: nella sua versione prudente, il modello rischia di sottovalutare il problema.

E c'è un limite in più, che riguarda le parole. Il modello conta chi lavora, ma non sa com'è quel lavoro. Essere occupati non dice quanto sono prevedibili le ore, quanto è continuo il reddito, com'è il lavoro. Il quadro dell'OCSE sulla qualità del lavoro distingue tre dimensioni: la qualità dei guadagni, la sicurezza nel mercato del lavoro, la qualità dell'ambiente di lavoro. Non misura da solo l'effetto dell'AI su una persona, ma dice che cosa bisognerebbe misurare. Fonte: OCSE, Job quality, https://www.oecd.org/en/topics/policy-issues/job-quality.html.

Una scheda individuale dovrebbe registrare separatamente la paga reale, le ore desiderate e quelle effettive, la continuità del red-

dito, le condizioni di lavoro; e, per il problema dell'accesso, i trasporti e la compatibilità con la formazione, definiti prima della ricerca. Senza sommarli in un indice arbitrario: una paga migliore può convivere con orari imprevedibili, e una media cancellerebbe proprio quel conflitto. Per valutare un ricollocamento servirebbero anche la durata del nuovo rapporto e la distanza dal reddito di prima. Essere occupati il giorno dell'intervista non prova che la transizione sia riuscita. Perdere un posto può lasciare cicatrici: un salario più basso, meno ore, la rinuncia a cercare.

Il confronto che manca

Anche senza AI cambiano i clienti, i tassi d'interesse, la composizione dei lavoratori, le condizioni dei settori. Guardare prima e dopo descrive una variazione; per attribuirla a una causa serve un confronto credibile con ciò che sarebbe successo senza. È il problema che Card e Krueger risolsero con i fast food.

Prendi due gruppi di professioni: uno più esposto all'AI, uno meno.

Tabella 35 – Esempio didattico: tasso di occupazione, percentuale della popolazione del gruppo.

Gruppo	Prima (%)	Dopo (%)
Professioni più esposte	60	55
Professioni meno esposte	70	68

Il gruppo più esposto perde cinque punti; quello meno esposto ne perde due. La differenza fra i due cambiamenti è meno tre punti. Non si confrontano i livelli finali, perché i due gruppi partivano da punti diversi: si confrontano le variazioni.

$$DID = (55 - 60) - (68 - 70) = -3\,p.p.$$

È la logica della differenza nelle differenze. Per darle un significato causale bisogna, fra le altre cose, che senza l'AI i due gruppi si sarebbero mossi in parallelo. Guardare gli anni precedenti aiuta a scoprire se questa ipotesi è smentita, ma non prova che cosa sarebbe successo dopo. Se il gruppo esposto subisce anche una crisi del suo settore, la differenza attribuirà all'AI qualcosa che non le appartiene. E se l'AI tocca anche il gruppo di confronto, cambia quello che il confronto misura.

E l'uscita di uno strumento alla fine del 2022 non vuol dire che tutte le imprese l'abbiano adottato quel giorno. Un'analisi nel tempo deve distinguere l'esposizione potenziale dall'uso reale, cercare effetti anticipati, seguire la composizione dei gruppi e l'incertezza delle stime. E i ventiduenni di un anno non sono i ventiduenni dell'anno dopo: seguire una fascia d'età e seguire le stesse persone sono due domande diverse.

Una ricerca scritta prima del risultato

Il segnale americano sui giovani è il più importante che abbiamo. Ma vale anche in Europa e in Italia, dove il lavoro è più protetto? Il libro propone un protocollo per scoprirlo. La finestra 2019–2026 serve a confrontare gli anni prima dell'AI con quelli dopo.

Tabella 36 – Protocollo europeo e italiano. Ipotesi da sottoporre a verifica, non risultati ottenuti.

Passaggio	Protocollo proposto nel modello
Domanda	Dalla fine del 2022, l'occupazione dei 22–25enni in professioni esposte all'AI è diminuita rispetto a quella dei coetanei meno esposti in Europa e in Italia?
Dati	Microdati scientifici EU-LFS Eurostat, mediante progetto di ricerca; rilevazione continua sulle forze di lavoro Istat; dati INPS accessibili ai ricercatori per assunzioni e controlli sulle imprese.

Passaggio	Protocollo proposto nel modello
Esposizione	Gradienti ILO 2025 collegati alle professioni ISCO-08 a quattro cifre; dettaglio e raccordi da verificare negli archivi autorizzati.
Metodo	Studio degli andamenti per età e quintile di esposizione, 2019–2026; differenza nelle differenze rispetto alle professioni meno esposte; effetti fissi impresa × tempo dove consentiti dai dati amministrativi.
Esiti	Occupazione, nuove assunzioni, cessazioni e salari. Disponibilità e definizioni dipendono dalla fonte.
Ipotesi prespecificate	1. Calo relativo dei giovani in professioni molto esposte e poco complementari all'AI. 2. Nessun calo comparabile oltre i 30 anni. 3. Aggiustamento attraverso assunzioni anziché cessazioni.
Contributo atteso	Verificare se il segnale statunitense si ritrovi in mercati con maggiore protezione del lavoro; fornire evidenza diretta per calibrare il canale giovanile. L'eventuale primato va verificato rispetto alla letteratura aggiornata.

Scrivere le ipotesi prima di guardare i risultati serve a resistere a una tentazione: scegliere dopo la curva che dà ragione. Se l'ipotesi sui giovani non trovasse conferma in Europa, quel risultato andrebbe pubblicato con la stessa chiarezza. Una maggiore protezione del lavoro cambia il canale con cui il mercato si aggiusta, non il fatto che si aggiusti.

L'accesso ai dati è un passaggio concreto. Per i microdati scientifici di Eurostat l'organizzazione deve essere riconosciuta come ente di ricerca, e il progetto deve seguire la procedura prevista. Istat e INPS hanno le loro condizioni, da verificare archivio per archivio. Il codice si può preparare fin da ora sulla documentazione pubblica. Questo libro non ha ottenuto né analizzato quei dati riservati. Fonte: Eurostat, Access to microdata, https://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/access.

Un aiuto prezioso verrebbe dai file longitudinali dell'Istat sulle forze di lavoro, che seguono le stesse persone a tre mesi di distanza. Permettono di studiare i passaggi da uno stato all'altro invece di confondere un saldo con una storia. Riguardano chi resta residente nello stesso comune nel periodo, e quindi chi si trasferisce richiede attenzione. Sono una possibilità diversa dalla serie pubblica Eurostat usata nel progetto, che non ha le età. Fonte: Istat, Rilevazione sulle Forze di Lavoro, dati longitudinali a 3 mesi, https://www.istat.it/microdati/rilevazione-sulle-forze-di-lavoro-dati-longitudinali-a-3-mesi-di-distanza/.

Per il primo ingresso serve una definizione ancora più attenta. Non avere un lavoro nel trimestre precedente non vuol dire non aver mai lavorato. Servono una storia abbastanza lunga, una domanda retrospettiva affidabile, o un archivio amministrativo con una copertura adeguata; e anche un primo contratto registrato può essere stato preceduto da lavoro non registrato. Per questo la categoria F del modulo resta una classificazione del modello, non un primo ingresso verificato. E chi non partecipa a un corso deve comparire accanto a chi lo completa, con la ragione quando si può: altrimenti si osserva solo chi è riuscito a entrare, e si perdono proprio le persone che hanno incontrato gli ostacoli più grandi.

Oltre ai giovani restano tre vuoti da riempire. Il primo sono i compiti nuovi, la reintegrazione che pesa così tanto sul futuro simulato e che si conosce così poco. Bisognerebbe estendere all'epoca dell'AI il lavoro sulle classificazioni delle professioni e sui titoli dei nuovi impieghi, come quello di Autor e coautori. Un titolo nuovo non basta: bisogna capire quali attività sono davvero nuove, quante persone impiegano e se compensano quelle sparite.

Il secondo vuoto riguarda le tasse. Manca una misura di come l'AI cambia la composizione delle entrate fiscali: servirebbero dati amministrativi per tipo di reddito e per settore. Vedere crescere i

profitti di un settore non dice quanto incassa lo Stato: contano residenza fiscale, imponibili, deduzioni e regole del periodo.

Il terzo vuoto è la distribuzione dentro i gruppi: collegare il modello ai dati sulle famiglie. Le medie regionali non dicono chi possiede capitale, quanti in famiglia lavorano, quali aiuti ricevono, quali costi affrontano. Lo stesso stipendio perso pesa in modo diverso in due famiglie diverse. E il collegamento richiede una procedura documentata e la tutela dei dati: non si ottiene dando a ognuno la media del suo gruppo.

In ogni caso la valutazione deve distinguere quattro domande: se l'opportunità esiste, chi riesce a raggiungerla, che cosa trova dopo essere entrato, e rispetto a quale alternativa si misura il cambiamento. Questi limiti non indeboliscono la tesi: dicono che cosa servirebbe per confermarla o smentirla. Il prossimo capitolo torna alle fonti, per vedere quali studi riguardano chi lavora già, quali chi cerca di entrare, e quali soltanto ciò che la tecnologia potrebbe fare.

Capitolo 19

Rassegna delle evidenze

Che cosa sappiamo davvero, oggi, dell'intelligenza artificiale e del lavoro? Molto meno di quanto dicano i titoli. Ma più di quanto ammetta chi ripete che «nessuno può saperlo». Questo capitolo mette in fila le prove. Non per sommare percentuali, come se fossero tutte la stessa cosa, ma per capire che cosa dimostra ciascuna. Ogni studio osserva una certa popolazione, in un certo periodo, un certo fenomeno.

La catena e i suoi anelli

All'inizio di questa ricerca c'era una catena: meno domanda di lavoro, redditi più bassi, consumi più deboli, possibili effetti sui profitti, più bisogno di protezione; e poi rischi per la fiducia e per un uso della sicurezza automatizzata. Ogni anello sembrava plausibile. Ma una catena di anelli plausibili non è una catena dimostrata. Alcuni anelli sono sostenuti dalla ricerca senza che la catena intera sia mai stata osservata. E spostare reddito verso chi spende meno, per esempio, non esclude che investimenti o trasferimenti compensino una parte della domanda persa.

Il modello del libro unisce il modello per compiti di Acemoglu e Restrepo con una contabilità coerente fra flussi e patrimoni, nella tradizione di Godley e Lavoie. Porta l'incertezza attraverso 4.000 coppie di simulazioni, studia la sensibilità dei risultati e confronta nove politiche sulla stessa base. Qui si torna alle prove che lo motivano. La tabella mette insieme valutazioni fatte in momenti diversi dello sviluppo, con le loro basi.

Tabella 37 – Ipotesi e valutazioni del modello. Valutazioni formulate in momenti diversi dello sviluppo, con le rispettive basi.

Questione	Valutazione e base
Compiti e professioni	Sostenuta: automatizzare un'attività può trasformare una professione composta da più compiti. La trasformazione è più probabile della sostituzione completa. ILO 2025; Acemoglu e Restrepo 2019.

Questione	Valutazione e base
Lavoro cognitivo	Sostenuta: l'AI amplia l'automazione oltre il lavoro manuale di routine. Esposizione alta in amministrazione, software, media e finanza. ILO 2025; FMI 2024.
Sostituzione e nuovi compiti	Rischio plausibile nella valutazione qualitativa e sostenuto come rischio nel modello. La reintegrazione storica scende da 1,0 a 0,5 per unità di sostituzione dopo il 1987 (Acemoglu e Restrepo 2019). La rassegna descrive esposizione ampia e impatto osservato ancora ristretto, senza deficit aggregato osservato: gli ingressi giovani sono un primo segnale. Nel modello a salari rigidi, differenziale ADV +4,3 punti nel 2036 e +1,4 nel 2046. Un crollo è sovrastimato nella tesi iniziale; la transizione è sottostimata.
Distribuzione e domanda	Meccanismo plausibile, grandezza empirica ignota. La quota mondiale del lavoro cala di 1,6 punti dal 2004; investimenti e trasferimenti possono compensare consumi persi. Nel modello il deficit compare in poche simulazioni ed è contenuto.
Domanda e profitti	Il crollo dei profitti è sovrastimato e non sostenuto nello spazio di parametri esplorato. Nel futuro peggiore dei 4.000 simulati la domanda manca per il 2,5% della produzione; in 95 futuri su cento resta sotto lo 0,8%, e in 7 su dieci non manca mai. I parametri della domanda spiegano al massimo 1,5% della varianza degli esiti. La concentrazione dei profitti è più robusta del loro crollo nel modello (capitoli 5 e 16).
Fisco e welfare	Erosione delle basi del lavoro e maggior bisogno di protezione: plausibili e ben formulati nella prima valutazione, sottostimati nelle conclusioni. Debito già vicino al 100% del PIL, capitale poco tassato e mobile, utenti AI e percettori delle rendite in luoghi diversi. Nel modello il rischio è gestibile se le imposte seguono i redditi da capitale (capitolo 11).

Questione	Valutazione e base
Robotica	Parzialmente sostenuta. 4,66 milioni di robot industriali nel 2024; robotica di servizio e umanoidi ancora iniziali e costosi.
Sicurezza e istituzioni	Il nesso fra insicurezza e sorveglianza è speculativo nella valutazione qualitativa, plausibile ma non quantificabile nel modello. Le istituzioni deboli possono favorirlo; il diritto UE lo limita. Le conclusioni giudicano inadeguata una lettura della sicurezza come semplice sostituzione fiscale: contano diritto e responsabilità. Capitolo 17.
Welfare contributivo	Preoccupazione formulata correttamente: pensioni e assicurazioni finanziate dai contributi sono le istituzioni più esposte secondo l'analisi.
Primo ingresso	Assente nella tesi iniziale; segnale osservato più chiaro secondo la rassegna delle evidenze. La chiusura degli ingressi minaccia anche la formazione delle competenze future.
Stabilità sociale	Prudenza appropriata: le istituzioni mediano gli effetti e una protesta non equivale a un collasso.

Due cose emergono con forza. La prima: il crollo dell'economia era sopravvalutato. La domanda tiene, i profitti non crollano; anzi, si concentrano. La seconda: la transizione era sottovalutata. Il danno non è un crollo, è un lungo aggiustamento in cui chi sta in basso perde e i giovani restano fuori. E il primo ingresso, che nella tesi iniziale non c'era nemmeno, è diventato il segnale più chiaro.

Un dettaglio di onestà contabile. Una versione precedente delle sintesi riportava come deficit massimo di domanda l'1,9 per cento della produzione, un'altra il 2,5. Rifacendo le 4.000 simulazioni del modello attuale, il deficit più grande, nel futuro peggiore e nell'anno peggiore, è circa il 2,5 per cento; in 95 futuri su cento resta sotto lo 0,8, e in sette futuri su dieci la domanda non va mai

in deficit. L'1,9 non corrisponde al modello attuale ed è stato corretto. La conclusione non cambia: nessuna crisi da domanda.

La ricerca più importante su automazione e lavoro è quella di Daron Acemoglu e Pascual Restrepo. Hanno scomposto la produzione americana in attività affidate alle macchine e attività affidate alle persone, e hanno misurato due forze: la sostituzione, che sposta compiti verso il capitale, e la reintegrazione, che crea compiti nuovi in cui le persone hanno un vantaggio. La seconda forza esiste. Ma non ha una velocità garantita.

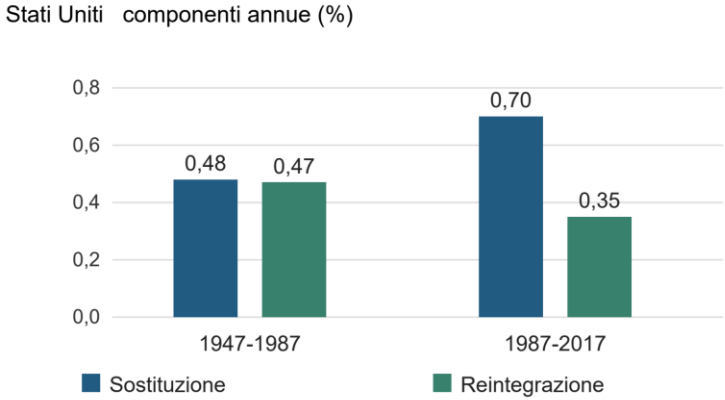


Figura 26 – Sostituzione e reintegrazione dei compiti, Stati Uniti. Componenti annue riportate nel modello da Acemoglu e Restrepo (2019), in percentuale; non tassi di perdita del posto. Figura di lettura della rassegna storica. Fonte: Acemoglu e Restrepo (2019).

Fra il 1947 e il 1987, negli Stati Uniti, le due forze si bilanciavano quasi alla perfezione: 0,48 per cento l'anno di sostituzione, 0,47 di reintegrazione. Fra il 1987 e il 2017 la sostituzione è salita a 0,70, la reintegrazione è scesa a 0,35. Per ogni compito tolto ne nasceva mezzo, e il contenuto di lavoro dei compiti è sceso di circa il 10 per cento. Nella manifattura la sostituzione arrivava all'1,1 per cento l'anno. Sono componenti di una scomposizione storica, non percentuali di persone licenziate ogni anno.

Nel 2022 gli stessi autori hanno stimato che la sostituzione dei compiti spieghi fra il 50 e il 70 per cento dei cambiamenti nella struttura dei salari americani in quarant'anni. È già successo, prima dell'AI generativa. E Korinek e Suh hanno studiato la corsa fra automazione e accumulazione di capitale: nelle loro simulazioni un'automazione lenta può accompagnarsi a salari in crescita, una rapida può deprimerli molto prima che l'automazione sia completa. Il libro ne usa il meccanismo, ma esclude dalle sue simulazioni l'ipotesi trasformativa estrema.

Il tempo che una macchina impiega a diventare un'organizzazione

Nel 1987 l'economista Robert Solow, premio Nobel quello stesso anno, scrisse una frase diventata famosa: l'era del computer si vedeva dappertutto, tranne che nelle statistiche della produttività. I computer c'erano, i guadagni misurati no. Arrivarono, ma un decennio dopo.

È che saper eseguire un'operazione non è avere un'organizzazione capace di usarla. Procedure, responsabilità e competenze richiedono più tempo dello strumento. Lo storico dell'economia Paul David lo ha mostrato con l'elettricità: sono serviti circa quarant'anni perché l'elettricità fornisse metà della forza motrice delle fabbriche americane. Comin e Hobijn, su 166 paesi, hanno trovato un ritardo medio di adozione di 45 anni, più breve per le tecnologie recenti. Brynjolfsson, Rock e Syverson descrivono una «curva a J» della produttività: all'inizio si investe in organizzazione, competenze e beni immateriali che le statistiche misurano male, e la produttività misurata sottovaluta il guadagno; poi può sopravvalutarlo, quando quegli investimenti cominciano a rendere senza essere stati contati prima.

E per l'AI il ritmo sembra più veloce. Uno studio NBER di Bick, Blandin e Deming riporta che alla fine del 2024 l'AI generativa assisteva fra l'1 e il 5 per cento delle ore lavorate negli Stati Uniti, con risparmi di tempo dichiarati pari all'1,4 per cento delle ore totali. Distingue quante persone provano uno strumento da quanta parte del lavoro viene davvero assistita. Fonte: The Rapid Adoption of Generative AI, NBER WP 32966, https://www.nber.org/papers/w32966.

Quattro percentuali, quattro domande

Le misure di esposizione del capitolo 2 classificano compiti e professioni con perimetri diversi. Eloundou e coautori trovano negli Stati Uniti circa l'1,8 per cento dei lavori con più di metà dei compiti esposti ai soli modelli linguistici, e circa il 46 per cento se si include il software che li accompagna. Cambiare il perimetro tecnico cambia la misura. E una professione comprende preparazione, controllo, assistenza, gestione degli imprevisti: automatizzarne una parte non decide da solo le ore richieste dalle altre, né quante persone servono.

La tabella raccoglie dieci misure, ognuna con la sua fonte.

Tabella 38 – Misure e stime delle fonti citate. Le righe hanno popolazioni, periodi e metodi differenti; non costituiscono un'unica serie né una previsione uniforme. Fonti: le pubblicazioni indicate nelle righe.

Misura	Valore e fonte
Occupazione esposta all'AI	Circa 40% mondiale, 60% economie avanzate, 26% basso reddito. FMI, Gen-AI and the Future of Work, 2024.
Professioni con esposizione alla GenAI	Un lavoratore su quattro; 3,3% nel grado più alto. ILO Working Paper 140, 2025.

Misura	Valore e fonte
Distanza occupazionale 22–25enni in lavori esposti	19% sotto il percorso dei coetanei meno esposti; nessuna distanza comparabile negli esperti. Con i pesi per anno del capitolo 3: −4,2% l'anno contro −0,3%. Brynjolfsson, Chandar e Chen, agosto 2026. Descrittivo.
Produttività nell'assistenza clienti	+14% medio; +34% per principianti. Brynjolfsson, Li e Raymond, NBER 31161. Versione 2023 distinta dal QJE 2025 nel testo.
Produttività totale dei fattori da AI, dieci anni	Non oltre +0,66% cumulato. Acemoglu, Economic Policy 2025. Stima condizionata.
Investimenti AI e crescita statunitense	Circa +0,5 punti di crescita del PIL nel 2025. IMF Annual Report 2026.
Quota mondiale del reddito da lavoro	52,4% nel 2024, da 53,0% nel 2014. ILO WESO, maggio 2025.
Robot industriali in funzione	4,66 milioni nel 2024; crescita annua +9%. IFR World Robotics 2025.
Ricambio di impieghi atteso dai datori al 2030	170 milioni creati, 92 milioni sostituiti. WEF Future of Jobs 2025. Indagine sulle aspettative, non posti già osservati.
Debito pubblico mondiale	Poco sotto 94% del PIL nel 2025; 100% entro il 2029. IMF Fiscal Monitor, aprile 2026. Livello e proiezione distinti.

Ogni riga risponde a una domanda diversa, su una popolazione diversa, in un periodo diverso. Messe insieme non fanno una previsione. Ma vanno tutte nella stessa direzione: esposizione ampia, uso in crescita rapida, primi segnali sui giovani, una quota del lavoro già in calo, sempre più robot.

La riga sull'assistenza clienti usa la versione del 2023 dello studio, discussa nel capitolo 8. L'articolo pubblicato nel 2025 sul Quarterly Journal of Economics aggiorna il campione a 5.172 ad-

detti e il guadagno medio a circa il 15 per cento. Fonti: NBER WP 31161, https://doi.org/10.3386/w31161; QJE, https://doi.org/10.1093/qje/qjae044.

E quello studio misura chi è già dentro; la riga di Stanford, nella versione di agosto 2026, misura il percorso dei giovani nelle professioni esposte. I due risultati stanno insieme: più efficienza per chi lavora già non garantisce più accesso per chi cerca di entrare.

Dalla scrivania al paese il passo è lungo. Acemoglu ha stimato un guadagno di produttività totale non superiore allo 0,66 per cento in dieci anni, mettendo insieme quanta parte delle attività è toccata e quanto si risparmia su ciascuna. Non è il 14 per cento del call center moltiplicato per tutti i lavoratori: la produttività totale riguarda ciò che si ottiene dall'insieme degli input, non i casi risolti in un'ora da un addetto. Fonte: The Simple Macroeconomics of AI, NBER WP 32487 e Economic Policy 2025, https://doi.org/10.3386/w32487. Altre stime sono molto più alte, e possono differire di dieci volte perché cambiano esposizione, diffusione, risparmi, complementarità e compiti nuovi. Ma tutte rispondono a una domanda sulla produzione. Chi riceverà il reddito è un'altra domanda.

Sul lavoro fisico, Acemoglu e Restrepo hanno stimato che nei mercati locali americani studiati un robot industriale in più ogni mille lavoratori abbia ridotto il rapporto fra occupati e popolazione di circa 0,2 punti e i salari dello 0,42 per cento. In Germania, Dauth e coautori hanno trovato che i posti persi nella manifattura sono stati compensati da posti nei servizi, ma che il costo è ricaduto sui giovani che dovevano entrare, non su chi era già occupato. Il totale nazionale può non mostrare la porta che si stringe in un settore. E i 4,66 milioni di robot industriali in funzione nel 2024, in crescita del 9 per cento, misurano le macchine installate, non i posti persi.

La distribuzione era già cambiata

La quota del lavoro stava già scendendo prima dell'AI. Karabarbounis e Neiman documentano un calo di circa cinque punti nel settore delle imprese a livello mondiale fra il 1975 e i primi anni Dieci, e ne attribuiscono circa metà al prezzo sempre più basso dei macchinari. La serie ILO passa dal 53 per cento nel 2014 al 52,4 nel 2024, con un calo di 1,6 punti dal 2004. Il calo viene prima dell'AI generativa.

Anche la facilità con cui macchine e persone si sostituiscono cambia fra le stime: 1,25 per Karabarbounis e Neiman, fra 0,5 e 0,7 per la manifattura americana secondo Oberfield e Raval. Autor e Dorn collegano la polarizzazione dei lavori e dei salari fra il 1980 e il 2005 al costo sempre più basso di automatizzare le attività di routine. E c'è un dato che consola, e va detto: secondo Autor e coautori, circa il 60 per cento dell'occupazione americana del 2018 era in professioni che nel 1940 non esistevano. Il lavoro nuovo nasce davvero. La domanda è se nascerà abbastanza in fretta, e per le persone giuste. E un titolo professionale nuovo non basta a misurare lavoro nuovo: servono attività, numero di persone, tempo per costruire le competenze.

Quanto spendono le famiglie quando ricevono un euro in più? Le stime annuali della propensione marginale al consumo vanno da 0,2 a 0,6; nelle simulazioni di Carroll e coautori, dallo 0,48 del quinto più povero allo 0,06 del decimo più ricco. La propensione media, cioè la spesa totale divisa per il reddito, è un'altra cosa: circa 0,97 nel quinto più povero e 0,48 in quello più ricco, secondo Fisher e coautori.

E la ricchezza è fortemente concentrata. Secondo il World Inequality Report 2026, il dieci per cento più ricco riceve il 53 per cento del reddito prima delle tasse e possiede circa il 75 per cento della ricchezza; la metà più povera riceve l'8 per cento del reddito

e possiede il 2 per cento della ricchezza. Queste quote motivano la divisione delle famiglie nel modello. L'AI arriva in un mondo già sbilanciato, e spinge nella stessa direzione.

Anche lo Stato ha i suoi tempi. Il finanziamento pubblico dipende da come sono composti i redditi e dalle pressioni che esistono già, come l'invecchiamento.

E c'è la storia. Nella Gran Bretagna fra il 1800 e il 1830, secondo Robert Allen, la produzione per lavoratore cresceva dello 0,63 per cento l'anno mentre i salari reali restavano fermi. Si sono ripresi dopo il 1830, e solo dopo il 1860 hanno cominciato a crescere più della produzione. Trent'anni di stallo sono gran parte della vita lavorativa di una persona. Per questo conta il percorso, e non solo il punto d'arrivo.

Alcune risposte sono già state provate. In Finlandia, nel 2017 e 2018, un reddito di base ha avuto piccoli effetti sull'occupazione e ha migliorato benessere, fiducia e sicurezza economica. In Alaska il dividendo permanente non ha ridotto l'occupazione complessiva, e ha fatto crescere il lavoro part-time. In Kenya i trasferimenti hanno fatto nascere imprese senza ridurre le ore lavorate.

La cassa integrazione a orario ridotto può conservare i posti, ma non garantisce che i lavoratori si spostino verso le imprese che crescono. Giupponi e Landais trovano forti effetti sul numero degli occupati e ricadute negative sulla crescita dell'occupazione in altre imprese. In Germania, nell'aprile 2020, quasi sei milioni di persone erano a orario ridotto. Conservare un rapporto di lavoro durante una recessione e costruire un percorso nuovo dopo una sostituzione permanente sono obiettivi diversi.

I programmi di formazione legati a settori precisi, studiati da Katz e coautori, hanno aumentato i redditi dei partecipanti fra l'11 e il 40 per cento, in modo duraturo, soprattutto perché li portavano in settori meglio pagati. Non basta contare i corsi completati: contano la selezione, l'accompagnamento e la domanda delle im-

prese. E gli accordi collettivi possono scrivere regole: nel 2023 il sindacato degli sceneggiatori americani, la Writers Guild of America, ha ottenuto che il materiale prodotto dall'AI non sia considerato testo letterario, che il suo uso non possa essere imposto agli autori e che le aziende debbano dichiararlo. Dimostra che le regole si possono scrivere.

La firma non sostituisce la verifica

Il confronto delle valutazioni rende visibili cose che una misura di prodotto non riassume: l'ingresso dei giovani, la geografia dei redditi, la continuità della protezione sociale. Mancano ancora variabili importanti: demografia, tempi di aggiustamento, luogo in cui si registrano i profitti, prezzi e investimenti come fonte di domanda. Il FMI stima che gli investimenti in AI abbiano aggiunto circa mezzo punto alla crescita americana del 2025. E l'invecchiamento e la scarsità di lavoratori possono convivere con persone senza un lavoro compatibile: luogo, competenza e tempi devono incontrarsi. Che gli ultrasessantacinquenni superino i bambini verso la fine degli anni Settanta di questo secolo, come prevede la demografia citata, non rende automatica la compensazione oggi.

Anche i problemi di misura sono concreti. Mettere sullo stesso asse PIL, redditività e un indice composto non rende confrontabili i loro significati. Protesta, criminalità e violenza politica non sono un unico esito sociale. Una media mondiale può nascondere percorsi regionali opposti.

La revisione del modello indica quattro meccanismi ulteriori da studiare: l'interruzione dell'apprendistato, con effetti sulle competenze dei futuri esperti anche dopo dieci o quindici anni; la sostituzione demografica nelle economie che invecchiano; i servizi più economici, da valutare insieme a qualità del lavoro, sorveglianza,

concentrazione ed energia; la concentrazione geografica delle rendite. I capitoli 13 e 22 confrontano gli strumenti e chi deve attuarli.

La rassegna copre gli studi fino a ottobre 2026 fra NBER, FMI, ILO, OCSE, BIS e riviste scientifiche.

Un nome prestigioso non rende un numero vero, e un sospetto sullo strumento non rende falso ogni numero: si controllano fonti, dati ed equazioni. Il prossimo capitolo torna ai soldi pubblici: dove nasce il reddito, dove arriva, e chi può tassarlo.

Capitolo 20

Basi imponibili e finanza pubblica

Nell'ottobre del 2021 136 paesi e giurisdizioni, riuniti nel quadro dell'OCSE e del G20, si accordarono su un principio che per decenni era sembrato impossibile: le grandi multinazionali dovranno pagare almeno il 15 per cento di tasse sui profitti, ovunque li registrino. Ci erano voluti anni di negoziati, scandali sui paradisi fiscali e la constatazione che le imprese digitali potevano vendere in un paese, registrare i profitti in un altro e pagare quasi niente in entrambi.

Quell'accordo parla di una cosa che l'intelligenza artificiale renderà ancora più importante. Un servizio può essere prodotto in un luogo, il reddito che genera può arrivare in un altro, e le tasse possono essere pagate in un terzo. Mentre i disoccupati restano nel primo. Un conto complessivo in attivo non dimostra che ogni territorio abbia le risorse di cui ha bisogno. Questo capitolo guarda questa separazione, un meccanismo che riguarda tutti.

Un euro che cambia strada

Riprendi l'esempio del capitolo 11. In un paese immaginario il prelievo è del 28 per cento su un euro di salario e del 19 su un euro di profitto. Quando un euro passa dal salario al profitto, lo Stato perde nove centesimi. Non perché qualcuno evada: il reddito ha solo cambiato forma.

L'esempio tiene fermo tutto il resto per isolare il meccanismo. Nell'economia simulata, invece, la produzione cresce, i redditi cambiano insieme, ci sono consumi, trasferimenti e sussidi. I nove centesimi non sono quindi il costo totale dell'AI. Spiegano perché un'economia più produttiva può incassare meno proprio su una certa base, quella dei salari, che finanzia pensioni e protezione sociale.

E una proposta fiscale, per funzionare, deve superare tre prove: trovare il reddito, riuscire a incassarlo, mandarlo dove serve. In un

modello stanno in una riga. Nella realtà coinvolgono persone, tempi e istituzioni diverse.

La tabella che segue riassume i conti pubblici per scenario, nelle economie avanzate. La quota del lavoro è un livello nel 2036; le altre colonne sono differenze rispetto al mondo senza AI. Il saldo primario esclude gli interessi; il debito accumula nel tempo gli effetti del bilancio. Si chiamano tutti «punti», ma le colonne non sono intercambiabili.

Tabella 39 – Quadro delle risorse pubbliche per scenario. Mediane condizionate alle definizioni degli scenari, salvo la riga complessiva. Punti percentuali indicati come pp; debito in punti di PIL. Le regole sulle entrate sono ipotesi per paesi non identificati e non descrivono sistemi nazionali.

Scenario	Quota lavoro 2036 %	Δ quota pp	Δ saldo 2036 % PIL	Δ debito 2046 pp
A inclusivo	51,2	−2,9	−0,7	+5,4
B polarizzato	52,2	−1,9	−0,4	+6,5
C discontinuità	48,7	−5,5	−1,2	+13,3
Tutte: mediana	49,7	−4,5	−1,0	+11,2 (P5–P95: +3,4 / +26,0)

Nello scenario inclusivo la metà più povera non perde potere d'acquisto. Ma lo Stato perde lo stesso: il saldo peggiora di 0,7 punti di PIL e il debito sale di 5,4 punti. Il nome «inclusivo» non promette che tutto migliori: anche lì disoccupazione e debito salgono. Proteggere le famiglie e proteggere i conti pubblici dipendono da meccanismi diversi. Un beneficio per le famiglie può costare al bilancio; un saldo migliore può venire da una protezione minore. Le colonne vanno lette insieme.

Nello scenario della discontinuità la quota del lavoro scende di 5,5 punti, il saldo peggiora di 1,2 punti di PIL e il debito sale di

13,3. Nella mediana di tutti i futuri, il debito è più alto di 11,2 punti nel 2046, e in un futuro su venti di oltre 26. Il confronto fra gli scenari B e C mostra quanto le condizioni delle famiglie e del bilancio possano allontanarsi dalla sintesi complessiva del capitolo 11. Ma le righe degli scenari non si sommano: ognuna riassume traiettorie diverse, e i conti si controllano dentro ciascuna traiettoria, non sommando mediane di insiemi diversi. E tutto questo si aggiunge a un debito che, per l'invecchiamento, cresceva già.

Una percentuale ha bisogno di una base

Il capitolo 11 calcolava che per pareggiare i conti servirebbe un prelievo del 41 per cento sul solo reddito che passa dal lavoro al capitale. La base è il reddito aggiuntivo spostato verso il capitale, non tutti i profitti esistenti. Cambiare la base di una percentuale è come cambiare il denominatore di un indicatore: cambia la domanda, e cambia il risultato.

E per passare da un conto a una legge servono tre cose: sapere a chi attribuire i redditi, riuscire a riscuoterli, prevedere come reagiranno le imprese. L'esperimento del capitolo 13 è un'altra cosa ancora: alza di cinque punti il prelievo su tutto il capitale, una base molto più ampia, e restituisce il gettito con trasferimenti. Sono due proposte diverse, non due versioni della stessa.

Poi c'è il luogo dove arriva il reddito. Immagina due paesi. Nel primo le imprese usano un servizio di intelligenza artificiale e riducono il personale. Nel secondo ha sede l'azienda che vende quel servizio. Il primo perde salari e contributi senza guadagnare la stessa base di profitti; il secondo incassa profitti e tasse. E il primo deve pagare i sussidi.

Il modello lo rappresenta: una parte dei profitti generati nelle economie emergenti e povere viene registrata in quelle avanzate. E vale anche dentro un paese, fra una provincia e l'altra, fra una città

e i suoi dintorni. Un conto mondiale capace di pagare tutti gli obblighi non garantisce che ogni territorio ci riesca. Il luogo che perde contribuenti può essere proprio quello che deve pagare formazione e servizi; quello che raccoglie le rendite può avere bisogni diversi. Il saldo globale nasconde questa separazione, se non lo si legge regione per regione. E il livello di un prelievo e il diritto di incassarlo rispondono a domande diverse: una regola può fissare l'aliquota senza dare a ogni territorio una base sufficiente. È esattamente il problema che l'accordo sul minimo globale ha cominciato ad affrontare.

Cinque strade, con i loro costi

Le strade possibili per finanziare la transizione sono almeno cinque, e nessuna è gratuita.

La prima cambia quanto contribuiscono i redditi da capitale. Segue lo spostamento del reddito, ed è la più diretta. Ma il capitale si sposta, e bisognerebbe osservare la sua mobilità, le basi tassate e la possibilità reale di applicare la regola.

La seconda usa le tasse sui consumi. Il consumo non ha bisogno di sapere se un euro viene da un salario o da un profitto: colpisce il reddito dovunque venga speso. Ma pesa di più sulle famiglie che spendono quasi tutto quello che hanno. Servono quindi trasferimenti per compensare, altrimenti si protegge lo Stato a spese dei più poveri. Aumentare il gettito non basta a dimostrare che la metà più povera sia protetta.

La terza guarda alle rendite, ai terreni, ai beni scarsi. È giusta in teoria e lenta in pratica: identificarli e valutarli richiede tempo.

La quarta allarga la proprietà, con fondi pubblici o partecipazione dei lavoratori. Il reddito da capitale arriva così a famiglie che prima avevano solo il salario. È la strada che il modello premia di più per la metà più povera. Ma servono capitale iniziale, regole di

governo e una decisione su chi partecipa. Costruirlo nella realtà non è gratis.

La quinta cambia gli incentivi fiscali che oggi favoriscono gli investimenti che sostituiscono lavoro. Per valutarla bisogna confrontare investimenti, assunzioni e produttività. E non ne segue che ogni automazione vada rallentata.

E la famosa «tassa sui robot», calcolata sul numero di macchine? Ha un problema di fondo: che cosa si conta? Un software, un servizio a distanza e un braccio meccanico non hanno un'unità fisica comune, economicamente equivalente. Si finirebbe per tassare ciò che si vede, non ciò che produce valore, con possibili effetti sulla produttività.

Prima di scegliere

Tutte queste strade partono da redditi, spese, proprietà e regole, non dal numero di macchine visibili. Ogni confronto deve seguire sia le risorse sia chi le riceve. E nessuna funziona se si comincia a costruirla quando il picco della disoccupazione è già arrivato.

Una politica si può provare in condizioni diverse senza sapere quale si avvererà. Ma bisogna capire come sono costruiti gli scenari che si usano per provarla. Il prossimo capitolo li apre, uno per uno.

Capitolo 21

Scenari al 2036

Negli anni Settanta la compagnia petrolifera Shell cominciò a usare un metodo nuovo per pensare al futuro. Invece di una previsione, preparava alcuni scenari diversi, ognuno coerente al suo interno, e chiedeva ai dirigenti: se succedesse questo, che cosa faremmo? Quando nel 1973 arrivò lo shock petrolifero, la Shell era una delle compagnie più preparate, perché uno dei suoi scenari aveva immaginato proprio un brusco aumento del prezzo del greggio. Gli scenari non servono a indovinare. Servono a non essere colti di sorpresa.

Gli scenari sul futuro, però, hanno spesso nomi scelti in partenza, rassicuranti o terrificanti: «il mondo dell'abbondanza», «il collasso». In questo libro succede il contrario. Inclusione, polarizzazione e discontinuità sono nomi dati a gruppi di risultati, non tre futuri con una probabilità nota. Le simulazioni partono dalle stesse condizioni nel 2026 e arrivano al 2046; le definizioni aiutano a leggere le differenze dentro quel periodo.

Il nome viene dopo il risultato

Nella prima versione del modello gli scenari erano combinazioni di parametri scelte a mano. Nella revisione le combinazioni vengono estratte a caso, e poi si classificano i risultati del 2036. Il nome dipende da ciò che succede alla metà più povera e alla disoccupazione nelle economie avanzate. Non è un'etichetta assegnata prima, per dire che la tecnologia è buona o cattiva.

Le regole sono tre. Il futuro è inclusivo se la metà più povera non perde potere d'acquisto rispetto al mondo senza AI. È una discontinuità se la metà più povera perde almeno il 2 per cento, oppure se la disoccupazione nelle economie avanzate sale di almeno tre punti. Tutto il resto è polarizzato.

Tabella 40 – Definizioni e frequenze degli scenari. Tutti i confronti sono con il mondo senza AI nel 2036. Il chiarimento su B esplicita la classificazione del codice.

Scenario e frequenza	Definizione nel 2036	Meccanismo nel modello
A inclusivo 8%	Metà inferiore non peggiore rispetto a senza AI	Risparmio sui compiti automatizzati 38%, contro 30% in B; più condivisione dei profitti. Disoccupazione ancora circa +4 pp.
B polarizzato 23%	Metà inferiore perde meno del 2% e disoccupazione ADV cresce meno di 3 pp; nel codice esclusi A e C	Adozione più tardiva, massima velocità circa 2038; automazione 38% dei compiti esposti.
C discontinuità 74%	Metà inferiore perde almeno 2%, oppure disoccupazione ADV cresce almeno 3 pp	Automazione 51% dei compiti esposti; adozione circa 2034; nuovi compiti dopo circa 7 anni.

Il futuro inclusivo capita in 8 casi su cento: le imprese risparmiano di più sui compiti automatizzati, il 38 per cento contro il 30 dello scenario polarizzato, e condividono di più i profitti. Il futuro polarizzato in 23: l'adozione arriva più tardi, con la massima velocità intorno al 2038, e l'automazione tocca il 38 per cento dei compiti esposti. La discontinuità in 74: l'automazione arriva al 51 per cento dei compiti esposti, l'adozione accelera intorno al 2034, e i compiti nuovi arrivano dopo circa sette anni.

Otto, ventitré e settantaquattro fanno centocinque, perché le categorie non sono del tutto separate: un futuro può essere inclusivo per i consumi e insieme avere molta disoccupazione, e quindi stare sia in A sia in C. Il codice chiama B tutto ciò che non è né A né C, e la definizione di B va letta così. La sovrapposizione è una proprietà dei criteri, oltre che degli arrotondamenti. E dice molto: anche nello scenario chiamato inclusivo la disoccupazione nelle eco-

nomie avanzate sale di circa quattro punti nel 2036. Proteggere il consumo dei più poveri non vuol dire includerli nel lavoro.

Con ipotesi prudenti, tre futuri su quattro finiscono nella discontinuità.

Sei finestre sullo stesso esperimento

Ogni pannello della figura che segue usa il mondo senza AI come riferimento. Zero vuol dire nessuna differenza, non assenza di produzione o di disoccupazione. Le linee sono mediane dentro ciascuno scenario, non il percorso di una singola economia.

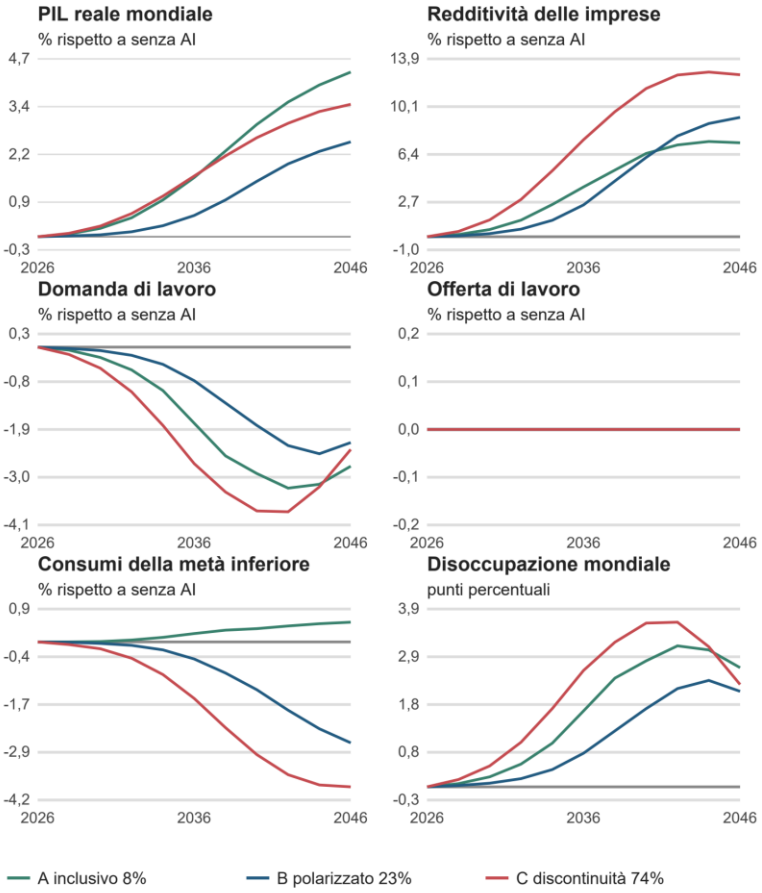


Figura 27 – Sei indicatori per A, B e C, dalle simulazioni del modello. Mediane di 4.000 simulazioni appaiate, anni 2026–2046. Differenze percentuali salvo disoccupazione in punti percentuali; l'offerta di lavoro ha differenza zero per costruzione.

La produzione cresce in tutti e tre gli scenari, mentre i consumi della metà più povera scendono in due su tre. Più produzione non assegna automaticamente il reddito in più alle stesse persone.

La redditività ha qui una definizione precisa: la quota del capitale moltiplicata per l'utilizzo della capacità produttiva. Non è il profitto totale delle imprese, né una quotazione di borsa. Nel 2036 sale di circa il 2,5 per cento nello scenario polarizzato e del 7,6 nella discontinuità, mentre i consumi della metà più povera scendono di circa lo 0,5 e l'1,5. Lo scenario inclusivo distribuisce abbastanza da rendere positivo quel consumo, anche se la domanda di lavoro resta sotto il mondo senza AI. La redditività cresce di più proprio dove le famiglie povere perdono di più.

La domanda di lavoro dice quante persone le imprese chiedono al salario corrente. L'offerta segue le proiezioni demografiche ed è identica nei due mondi. Quando si separano, nel modello nasce disoccupazione.

Tabella 41 – Definizioni dei sei indicatori.

Indicatore	Definizione	Lettura del risultato
PIL reale mondiale	Produzione a prezzi costanti	Produttività di compiti automatizzati e assistiti; C automatizza di più e produce di più.
Redditività delle imprese	Quota del capitale × utilizzo della capacità; non profitti totali	Sale quando cala la quota del lavoro; massima in C.
Domanda di lavoro	Lavoratori richiesti al salario corrente, confrontati con forza lavoro	Scende se sostituzione supera nuovi compiti; recupera lentamente, ancora sotto senza AI nel 2046.
Offerta di lavoro	Forza lavoro secondo proiezioni ONU	Identica con e senza AI.
Potere di acquisto metà inferiore	Consumo reale pro capite della metà inferiore di ogni regione	Cala con quota del lavoro, salvo condivisione dei guadagni; nuovi compiti possono favorire recupero.
Pressione sociale	Tasso di disoccupazione mondiale, in punti	Input misurabile di rischio, non previsione di disordini. Abbandonato indice composto non calibrabile.

L'etichetta «pressione sociale» del grafico indica la disoccupazione. Il vecchio indice composto di instabilità è stato abbandonato perché non si poteva calibrare.

Due curve aggregate, poi, possono quasi coincidere mentre il grafico del lavoro mostra una distanza netta. Per capire la differenza bisogna sapere territorio, scala e indicatore.

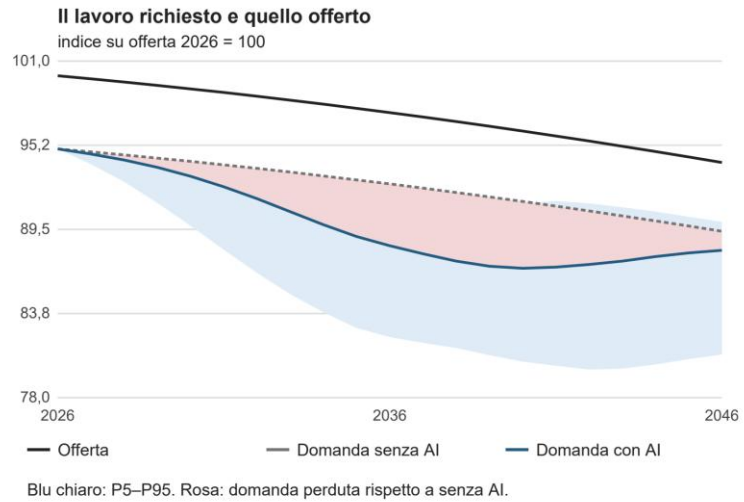


Figura 28 – Domanda e offerta nelle economie avanzate. Offerta del 2026 uguale a 100 per tutte le serie; mediana di 4.000 simulazioni. Banda della domanda con AI dal quinto al novantacinquesimo percentile; area rosa fra domanda con e senza AI. Gli indici non sono tassi percentuali di disoccupazione.

Nelle economie avanzate l'offerta scende lentamente, e la domanda senza AI parte già più in basso per la disoccupazione strutturale. L'AI apre una distanza in più. Nel 2039 domanda e offerta sono lontane circa 9,6 punti di indice, di cui circa 4,7 dovuti all'AI. Queste grandezze sono misurate sull'offerta del 2026; il tasso di disoccupazione di un anno usa invece l'offerta di quell'anno. Per questo il picco mediano di circa 4,9 punti di disoccupazione aggiuntiva non coincide esattamente con i 4,7 punti dell'indice.

Nel 2046 la domanda di lavoro avanzata resta circa 1,3 punti di indice sotto il mondo senza AI. Una parte della distanza si chiude, ma non da sola. E i salari, nel 2046, sono più bassi del 9 per cento nella mediana e del 25 nel futuro peggiore su venti. I posti possono tornare in parte, e i salari no. Recuperare l'occupazione e recuperare il reddito sono due prove diverse.

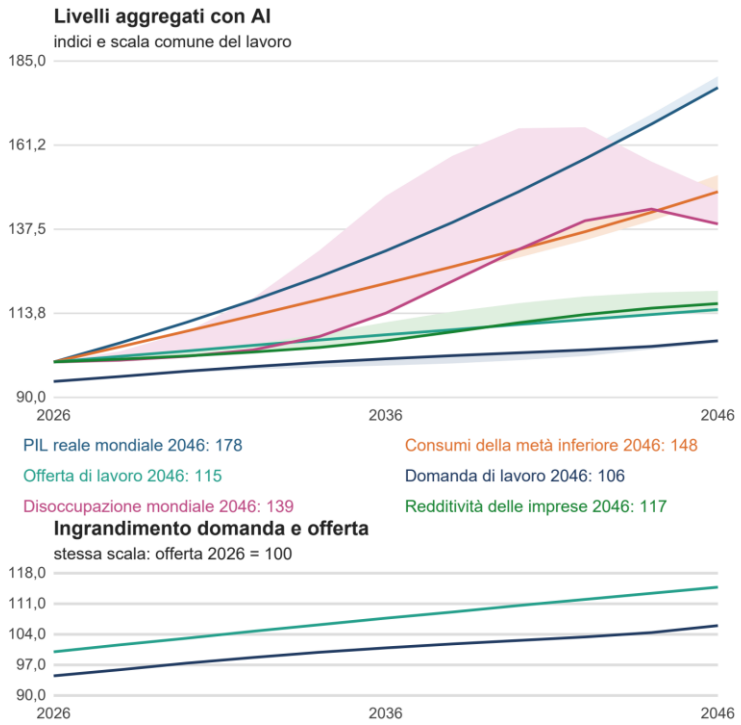


Figura 29 – Livelli mondiali con AI: scenario B e intervallo fra le mediane A e C. Simulazioni del modello; in basso ingrandimento delle sole serie del lavoro. PIL, consumi, redditività e disoccupazione sono indici con base propria 2026 = 100; domanda e offerta usano entrambe l'offerta del lavoro 2026 = 100. L'intervallo A-C non è una banda di percentili.

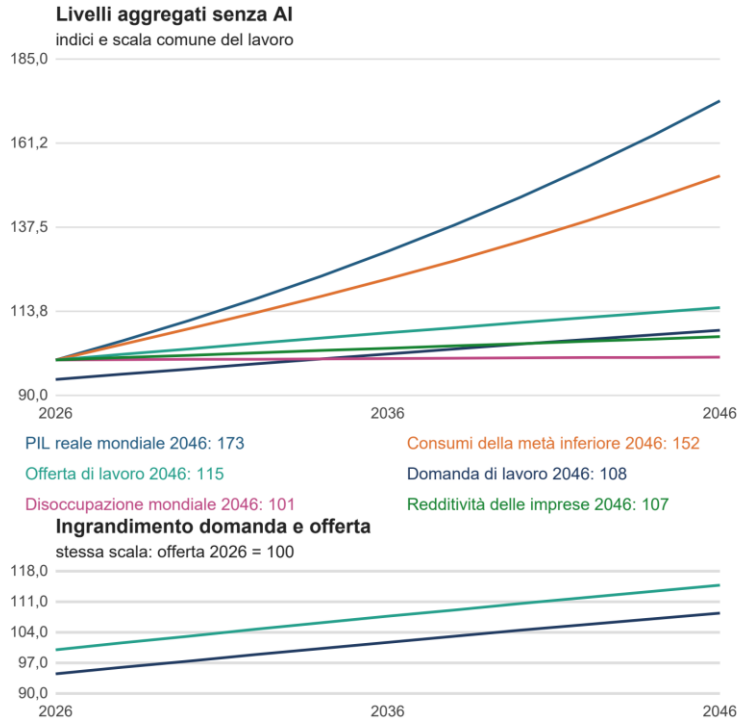


Figura 30 – Gli stessi indicatori senza l'ondata AI: mediana delle 4.000 simulazioni. Stesse convenzioni di base della figura 29 e ingrandimento del lavoro. Il progresso tecnico ordinario resta nel riferimento. Il confronto B con AI e complessivo senza AI non è la differenza appaiata condizionata a B: per l'effetto causale interno al modello si usano le figure delle differenze.

Le due figure usano gli stessi dati; la seconda ingrandisce il lavoro con scale coerenti, perché l'asse più ampio degli altri indicatori non nasconda la distanza. Nel 2046, con l'AI, il PIL mondiale arriva a circa 178, il consumo della metà più povera a circa 148, la redditività a 117, l'offerta a 115, la domanda a 106. Senza AI: circa 173 il PIL, 152 il consumo, 107 la redditività, 108 la domanda, con l'offerta sempre a 115.

L'indice della disoccupazione vicino a 139 con l'AI non vuol dire il 139 per cento di disoccupati: è il tasso rapportato al suo livello iniziale, mentre senza AI resta quasi piatto intorno a cento. La forbice mondiale esiste anche senza AI, per la disoccupazione di fondo, e con l'AI si allarga. La scala che deve contenere anche il PIL vicino a 180 la rende poco visibile, e il mondo intero attenua il profilo delle economie avanzate, perché le altre regioni adottano in tempi diversi. Più prodotto, meno consumo per chi sta in basso, più persone senza lavoro: per vederlo bisogna conoscere territorio, scenario, base e confronto.

Una fotografia non è tutta la storia

La classificazione usa il 2036. Ma una fotografia non contiene né la durata né l'ordine degli eventi: per descrivere la transizione bisogna seguire il percorso prima e dopo quella data.

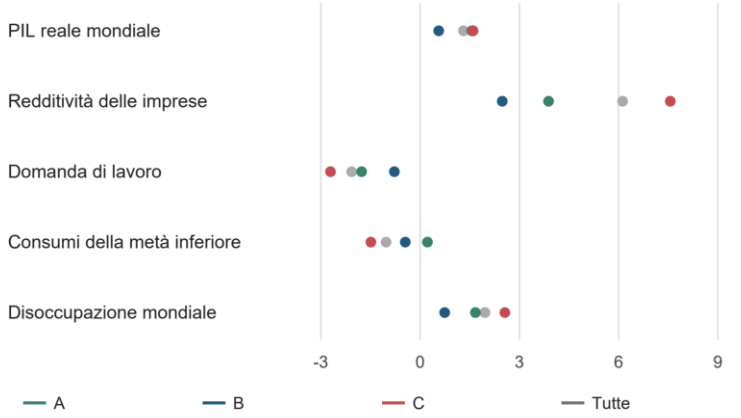


Figura 31 – Fotografia mondiale del 2036. Mediane A, B, C e campione complessivo (grigio). Differenze percentuali salvo disoccupazione mondiale in punti percentuali. Colori come figura 27; unità diverse esplicitate.

Attenzione a un dettaglio. La disoccupazione mondiale della fotografia non è quella delle economie avanzate delle tabelle. Nel mondo l'aumento è di circa 1,7 punti nello scenario inclusivo, 0,7 nel polarizzato, 2,6 nella discontinuità; nelle economie avanzate i valori corrispondenti sono circa 4, 2,1 e 5,3. Chiamarle entrambe «disoccupazione» senza dire dove crea una falsa contraddizione. Tenere il territorio permette di vedere dove si concentra la pressione.

Tabella 42 – Scenari, meccanismi e risultati. Consumi dei gruppi nel 2036 rispetto a senza AI; disoccupazione delle economie avanzate in punti percentuali. D ed E sono condizioni dentro i percorsi principali, non categorie esclusive aggiuntive.

Scenario	Meccanismo e frequenza	Metà inferiore 2036 %	10% superiore %	Disocc. ADV pp
C	Sostituzione supera nuovi compiti per un decennio; salari più bassi recuperano solo parte dei posti. 74%.	−1,5	+3,8	+5,3
B	Automazione più tarda e limitata; produzione e profitti crescono, quota lavoro cala e ingressi si indeboliscono. 23%.	−0,5	+1,2	+2,1
A	Più produttività e rendite ai lavoratori; metà inferiore guadagna con disoccupazione maggiore. 8%.	+0,2	+2,6	+4,0
D sostituzione demografica	Condizione in tutti gli scenari: offerta ADV −0,2 / −0,4% annuo; automazione copre carenze.	–	–	–
E adozione bloccata	Affidabilità, energia e integrazione frenano. 12% dei casi con PIL <+0,5% nel 2036; metà inferiore −0,4%.	–	–	–

Lo scenario della discontinuità ha una logica chiara: per un decennio la sostituzione corre più veloce dei compiti nuovi, e salari più bassi recuperano solo una parte dei posti. La metà più povera perde l'1,5 per cento, il dieci per cento più ricco guadagna il 3,8, la disoccupazione nelle economie avanzate sale di 5,3 punti. Nello scenario polarizzato l'automazione arriva più tardi ed è più limitata: produzione e profitti crescono, la quota del lavoro cala, gli ingressi si indeboliscono. In quello inclusivo produttività e rendite vanno di più ai lavoratori, e la metà più povera guadagna, pur con più disoccupazione.

Due condizioni attraversano tutti gli scenari. La prima è la sostituzione demografica: nelle economie avanzate la forza lavoro cala fra lo 0,2 e lo 0,4 per cento l'anno, e alcune automazioni possono coprire carenze reali. Ma coprire una carenza non garantisce che chi è stato espulso possa svolgere i compiti ancora richiesti. La seconda è l'adozione frenata da affidabilità, energia e costi di integrazione: nel 12 per cento delle simulazioni il guadagno di PIL nel 2036 resta sotto lo 0,5 per cento. Anche lì, però, la metà più povera perde circa lo 0,4.

La parola «discontinuità» dipende da una soglia. Con quattro punti di disoccupazione invece di tre, la sua frequenza scende a circa il 60 per cento; con cinque, al 50. Il solo criterio della disoccupazione porta oltre i tre punti il 46 per cento dei casi. Le etichette dipendono da una soglia; i numeri continui no: un aumento di 2,9 punti e uno di 3,1 sono quasi uguali per l'economia, anche se cadono ai lati opposti di una soglia a tre.

Le persone che la mediana non incontra

Le figure successive usano tutte le simulazioni, senza limitarle alle etichette dei tre scenari.

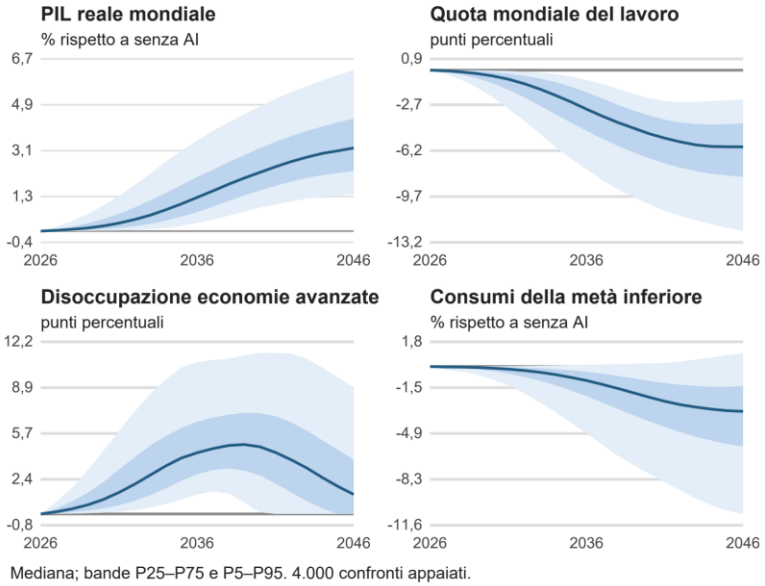


Figura 32 – Traiettorie aggregate. Mediana e bande P25–P75 e P5–P95 di 4.000 confronti appaiati. Percentuali per PIL e consumi; punti percentuali per quota del lavoro e disoccupazione avanzata. Le bande rappresentano incertezza dei parametri esplorati. Simulazioni del modello.

Prodotto, quota del lavoro e consumi vanno seguiti insieme: il miglioramento della prima curva non cancella le altre, e le bande mostrano quanto i percorsi si disperdono. Il PIL sale in quasi tutti i futuri, la quota del lavoro scende in quasi tutti, la disoccupazione sale e poi scende senza tornare a zero entro il 2046. E i tempi delle regioni sono diversi: un sostegno va giudicato anche per quanto dura, non solo per quanto vale in un anno.

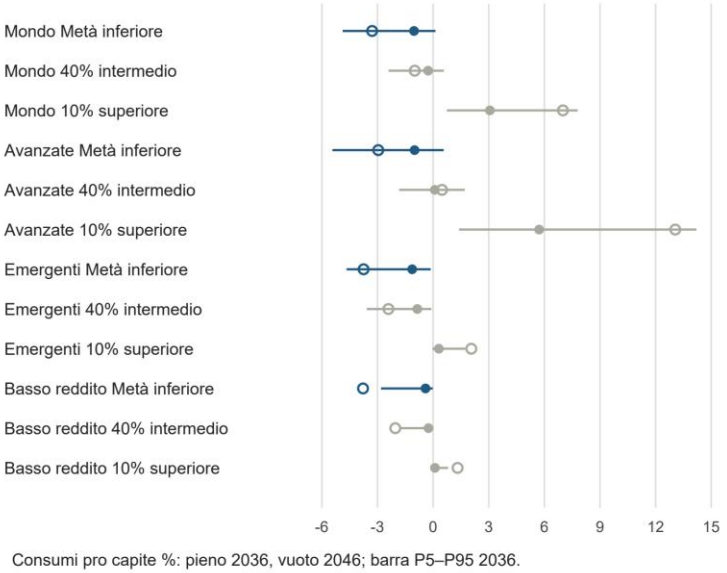


Figura 33 – Gruppi di reddito e regioni. Consumi reali pro capite rispetto a senza AI. Punto pieno: mediana 2036; barra: P5–P95 2036; punto vuoto: mediana 2046. I gruppi sono definiti dentro ogni regione, non seguono persone individuali nel tempo. Simulazioni del modello.

E qui c'è il risultato più netto del libro. Nel 2036 la metà più povera perde in tutte le regioni, nella mediana. Nelle economie avanzate perde circa l'1 per cento nel 2036 e il 3 nel 2046; il quaranta per cento centrale è vicino al pareggio, più 0,1 e più 0,5; il dieci per cento più ricco guadagna il 5,7 per cento nel 2036 e il 13,1 nel 2046, e nel futuro migliore su venti supera il 14 già nel 2036. Nelle economie emergenti perdono tutti tranne il dieci per cento più ricco, che guadagna circa lo 0,3: una parte dei profitti viene registrata altrove, e il capitale locale ne beneficia poco. Nei paesi poveri l'effetto parte piccolo, ma la metà più povera arriva a perdere il 3,8 per cento nel 2046.

Circa l'84 per cento della popolazione mondiale vive in gruppi che consumano meno che nel mondo senza AI. E dentro ogni gruppo una perdita media piccola si accompagna a danni individuali molto più grandi.

La domanda di beni resta relativamente forte in gran parte delle simulazioni; nel futuro peggiore il deficit arriva al 2,5 per cento della produzione, ma in sette futuri su dieci non compare mai. Ma la tenuta della domanda di prodotti è una cosa, la capacità di creare posti un'altra.

E il modello indica anche che cosa guardare nei prossimi anni per capire quale strada stiamo prendendo. Verso una transizione più dura: un calo delle assunzioni che si estende oltre i trentenni, disoccupazione nei territori esposti mentre il PIL cresce, una quota del lavoro che scende di più di mezzo punto l'anno. Verso l'inclusione: compiti nuovi visibili su larga scala, salari in crescita nei ruoli che lavorano con l'AI, regole fiscali capaci di seguire i redditi. Verso un'adozione frenata: spese aziendali per l'AI ferme e produttività piatta fino al 2030. Sono controllabili: chi vorrà sapere, fra cinque anni, se questo libro aveva ragione, saprà dove guardare.

Confrontare gli scenari permette ora di chiedersi quali interventi migliorano i risultati nel maggior numero di futuri, senza confondere la protezione del reddito con il recupero del lavoro. È il tema del prossimo capitolo.

Capitolo 22

Interventi, responsabilità e tempi

Una politica non si giudica dal comunicato stampa. Si giudica dal percorso che una persona deve fare per usarla. Un corso disponibile, un sostegno mentre si aspetta e un posto di lavoro alla fine sono tre cose diverse; se ne manca una, le altre due servono a poco. Questo capitolo mette alla prova nove interventi, poi li riunisce in un pacchetto, e infine dice chi dovrebbe fare che cosa, e quando. Il calendario viene dal modello, che arriva al 2046.

Due domande prima della classifica

Il confronto delle politiche usa 2.000 coppie di simulazioni, un campione diverso dalle 4.000 dei capitoli precedenti. Ogni politica viene applicata sia al mondo con AI sia a quello senza, e la differenza dice una cosa precisa: quanto quella politica cambia l'effetto dell'AI. Le tabelle del capitolo 13 conservano anche l'altro confronto, con il mondo senza AI e senza politica, che contiene la redistribuzione che ci sarebbe comunque.

È una distinzione che conta. Una riforma fiscale può far star meglio i poveri anche senza AI, e quel beneficio non va attribuito alla lotta contro gli effetti della tecnologia. Il dividendo del capitolo 13, per esempio, lascia ancora i consumi della metà più povera circa lo 0,4 per cento sotto il mondo senza AI con la stessa riforma: è lo svantaggio tecnologico che resta, separato dalla redistribuzione generale.

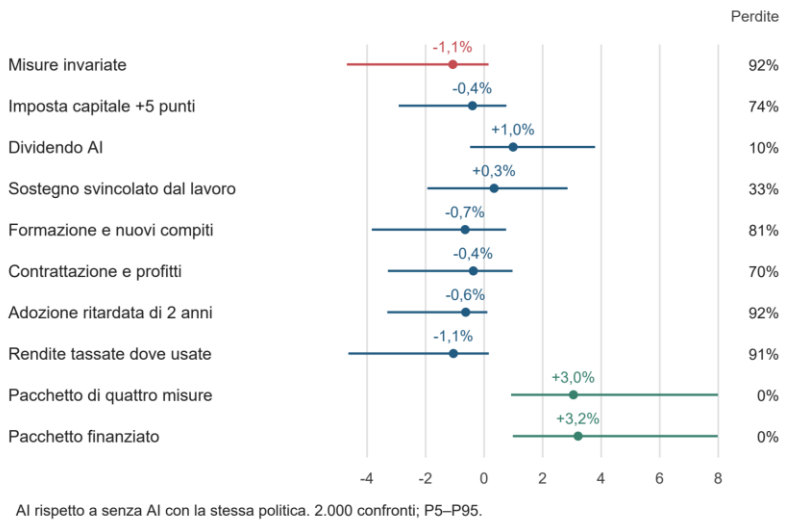


Figura 34 – Nove interventi e misure invariate. Simulazioni del modello: mediana e P5–P95 dei consumi della metà inferiore nel 2036, AI rispetto a senza AI con la stessa politica. A destra frequenza arrotondata delle perdite: 0% per i pacchetti non è una garanzia universale. Il riferimento non è il mondo privo della politica.

Il dividendo rende positivo il confronto per la metà più povera in nove futuri su dieci; nel 2046 il vantaggio si riduce a circa lo 0,6 per cento. E dare reddito non crea primi ingressi: chi non è stato assunto resta fuori, anche con il dividendo. Il fondo, poi, funziona nel modello distribuendo una parte dei profitti aggiuntivi; nella realtà servono quote, diritti e regole di gestione, discussi nel capitolo 27, e il modello non calcola quanto costa costruirlo.

Formazione e compiti nuovi riducono la disoccupazione in più. Ma per i consumi della metà più povera il confronto resta negativo nell'81 per cento dei casi nel 2036, e circa l'1 per cento sotto nel 2046. Questa leva unisce formazione e compiti nuovi in tutta l'economia.

La formazione funziona quando porta a un lavoro preciso. Le sintesi sui programmi legati a settori specifici riportano guadagni

dal 14 al 38 per cento secondo il Fondo monetario, dall'11 al 40 secondo Katz e coautori (2022); il capitolo 31 distingue le diverse versioni della ricerca. Misurano il salario di chi ha partecipato, non la disoccupazione di un paese.

Il sostegno al reddito slegato dal lavoro protegge l'attesa. A parità di misura, nel 2036 la metà più povera guadagna circa lo 0,3 per cento, ma un futuro su tre conserva una perdita; nel 2046 la perdita torna, circa il 2 per cento. Il costo e il finanziamento sono quelli del capitolo 13. Sostenere chi aspetta e accorciare l'attesa sono due compiti diversi.

La contrattazione e la condivisione dei profitti alzano la paga di chi lavora e migliorano un po' i conti pubblici, ma nel modello non creano posti. E siccome la metà più povera vive poco di salario, ne beneficia poco. Una regola che aiuta chi è dentro può non arrivare mai a chi deve ancora entrare.

Rimandare l'adozione compra tempo, e lo paga con una parte della crescita. Nella figura la metà più povera perde comunque in 92 futuri su cento. Il tempo comprato vale solo se qualcuno sa come usarlo.

Infine, attribuire le rendite dell'AI al paese in cui l'AI viene usata sposta entrate verso le economie emergenti e povere, e cambia poco il consumo mondiale dei più poveri. Ma cambia chi ha i soldi per aiutarli.

Quattro strumenti insieme, e una promessa da limitare

Nessuna politica da sola risolve il problema. Il pacchetto le unisce: dividendo, sostegno al reddito, formazione con compiti nuovi, condivisione dei profitti. Il risultato è netto. La metà più povera passa da una perdita di circa l'1,1 per cento a un guadagno di circa il 3 nel 2036 e del 3,3 nel 2046, rispetto al mondo senza AI con le

stesse politiche. Le perdite restano in circa lo 0,2 per cento dei casi: due futuri su mille. Lo zero arrotondato del grafico va letto come «quasi nessuna perdita», non come impossibilità.

La copertura del pacchetto usa le ipotesi del capitolo 13. Ma il modello dà per scontato che lo Stato riesca a raccogliere le tasse, erogare i soldi e raggiungere le persone in ogni territorio. Nella realtà ognuna di queste tre cose va costruita.

E il pacchetto non riporta la disoccupazione al livello del mondo senza AI: il recupero è parziale, come nel capitolo 13. Le nove politiche provano soprattutto proprietà, trasferimenti, formazione, salari e tempi di adozione. Per questo il capitolo 24 prova strumenti diversi, che agiscono direttamente su assunzioni, impiego pubblico e orari. Reddito e lavoro vanno tenuti su righe separate: vincere su uno dei due può lasciare incompleto l'altro, e richiede strumenti e verifiche diverse.

Che cosa arriva, di tutto questo, a una vita? Un servizio può diventare più facile da usare mentre diventa più difficile finanziarlo: i due effetti vanno guardati insieme, senza che uno cancelli l'altro. Un aiuto al reddito non è un lavoro. Un servizio gratuito non paga i trasporti né l'affitto: correggere i consumi per i servizi più economici attenua la perdita media, ma un beneficio di qualità non sostituisce una spesa in denaro.

Pensa a chi vive dentro questi numeri. Il laureato di ventiquattro anni, in Europa o in Nord America, che trova meno porte aperte in diritto, contabilità, software e marketing. L'impiegato a metà carriera, a cui restano più controllo e più contatto con i clienti. L'infermiera, l'elettricista, chi lavora nella cura, sostenuti per ora dalla scarsità. Il pensionato in Italia, in Giappone o in Germania, aiutato dai servizi ma con una pensione pagata da contributi che calano. L'addetto al call center o al back office nelle Filippine o in India, per cui quel lavoro era la scala per salire. L'agricoltore o l'operatore di una clinica nell'Africa subsahariana, che può guada-

gnare da un'informazione migliore, se ci sono energia e connessione. E il proprietario di capitale, che vede crescere i rendimenti.

Sono ritratti, per capire dove colpiscono i numeri.

Ogni azione ha un responsabile

La tabella collega azioni, leve del modello, responsabili e tempi. Trovare i soldi non basta: bisogna sapere chi può agire su ogni passaggio.

Tabella 43 – Dieci interventi, leve, responsabilità e tempi proposti.

Intervento	Azione proposta	Leva del modello	Responsabili e inizio proposti
Tassare capitale dove nascono rendite AI	Dividendi, plusvalenze, extraprofitti; estendere minimo societario e diritti ai paesi utilizzatori	Finanziare trasferimenti e colmare circa 1% PIL di divario ADV, 1,2% in C	G20, OCSE, tesori nazionali; 2028
Fondi di dividendo AI	Quote pubbliche o sovrane in AI e infrastrutture di calcolo, specialmente con denaro pubblico; dividendo a residenti. Precedenti Alaska e Norvegia	Dividendo: leva singola più forte sui redditi senza dipendere da aliquote	Governi nazionali, UE; 2030
Sostegno svincolato dall'impiego	Assicurazione salariale per espulsi, riduzione orario con sostegno convenzionale, soglia con imposta negativa, prestazioni portabili fra lavoro e autonomia	Sostegno: attenuare picco disoccupazione	Governi nazionali; 2030 prima del picco

Intervento	Azione proposta	Leva del modello	Responsabili e inizio proposti
Proteggere primo impiego	Crediti o sgravio contributi per junior esposti; apprendistato obbligatorio nelle grandi imprese che usano AI; programmi laureati pubblici	Nuovi compiti; continuità delle competenze	Governi e grandi datori; 2027 già urgente
Formazione settoriale finanziata dagli adottanti	Prelievi sui grandi utilizzatori AI per programmi settoriali; valutazioni USA: guadagni 14–38% (sintesi FMI)	Creazione nuovi compiti	Governi, datori, sindacati; 2028
Investire in settori con domanda e lavoro	Cura anziani, salute, istruzione, transizione energetica; invecchiamento sostiene domanda, AI integra lavoro	Nuovi compiti e assorbimento espulsi	Governi; 2028
Contrattare adozione AI	Consultazione, profitti condivisi legati a produttività, accordi come contratto sceneggiatori USA 2023	Condivisione profitti	Sindacati, datori, legislatori; 2029
Rimuovere incentivi alla sostituzione	Rivedere ammortamenti accelerati e agevolazioni pro macchine rispetto ad assunzioni; valutare impatto su servizi pubblici	Adozione più lenta e ordinata	Tesori e amministrazioni; 2028
Aiuto ai paesi di outsourcing	Formazione e infrastrutture digitali per Filippine, India e altri, finanziate da quota di gettito AI globale	Proteggere economie emergenti esposte	Banche multilaterali e G20; 2029
Pensioni oltre i contributi sul salario	Parte del finanziamento da gettito generale e capitale	Proteggere welfare con quota lavoro in calo	Governi nazionali; 2030

Una riga va guardata con attenzione: proteggere il primo impiego. È l'azione più urgente, e non è fra le nove politiche simulate. Crediti per assumere giovani, apprendistato obbligatorio nelle grandi imprese che usano l'AI, programmi pubblici per neolaureati richiedono una valutazione a parte: chi entra, che competenze acquisisce, che cosa sarebbe successo senza, quanto costa. Il numero della leva formazione non si può copiare sulla riga del primo impiego.

I fondi di Alaska e Norvegia mostrano che un fondo pubblico che paga dividendi si può costruire; non dimostrano che un fondo sull'AI renderà altrettanto o si distribuirà allo stesso modo. La cassa integrazione tedesca e il contratto degli sceneggiatori americani del 2023 mostrano strumenti possibili, non istruzioni pronte per le leggi di un paese.

Governi, imprese, sindacati e organismi internazionali hanno poteri diversi. Alcune azioni richiedono accordi fra paesi, altre una decisione locale, altre uffici capaci di far arrivare l'aiuto. E un ostacolo minuscolo nei totali mondiali può decidere la vita di una persona: la valutazione deve scegliere la scala giusta, senza confondere l'importanza per una persona con il peso nei totali.

Quando deve scattare l'allarme? Il libro propone tre soglie. Le assunzioni dei giovani nei lavori esposti cadono di più del 25 per cento, oppure il calo si estende oltre i trent'anni. La quota del lavoro scende di più di mezzo punto all'anno per due anni. Offerte e assunzioni nelle professioni esposte calano per due anni mentre il PIL cresce. Quando due soglie su tre vengono superate, il sostegno dovrebbe allargarsi in automatico.

Prima di usarle bisogna definire che cosa è esposto, come si contano le assunzioni e con quali fonti. Un segnale amministrativo arriva prima del tasso di disoccupazione.

Il calendario, se si vuole arrivare pronti, è questo. Fra il 2026 e il 2028, preparazione: regole fiscali, primo impiego, formazione,

monitoraggio. Fra il 2029 e il 2032, costruzione: sostegno portabile, fondi, servizi. Fra il 2033 e il 2036, assorbimento del picco: protezione delle pensioni e degli ingressi. Un sistema costruito dopo il picco arriva tardi in tutti i futuri.

Per controllare di non aver saltato nessun passaggio, il prossimo capitolo mette accanto schemi ed equazioni. Seguire i flussi chiarisce dove un risultato dipende da un comportamento ipotizzato e dove da un conto che deve tornare. E uno schema deve dichiarare anche le frecce che non disegna: la sua chiarezza serve solo se non nasconde i suoi limiti.

Capitolo 23

Struttura causale del modello

Nel 1949 un giovane economista neozelandese, Bill Phillips, costruì in un garage di Croydon, a sud di Londra, una macchina fatta di serbatoi, tubi e valvole. Si chiamava MONIAC, ed era un modello idraulico dell'economia britannica: l'acqua colorata rappresentava il denaro, e scorreva dai redditi ai consumi, dalle tasse alla spesa pubblica, dai risparmi agli investimenti. Aprendo una valvola si vedeva, letteralmente, dove andavano i soldi. Ne furono costruiti alcuni esemplari, e uno si trova ancora al Museo della scienza di Londra. La sua lezione è semplice: in un'economia ogni euro che esce da una parte deve entrare da un'altra.

Fra «l'AI automatizza» e «la gente sta peggio» ci sono almeno cinque passaggi: il lavoro, i redditi, i consumi, gli investimenti, le risorse pubbliche. Chi ne salta uno trasforma una possibilità in una certezza. È l'errore più comune nel dibattito sull'intelligenza artificiale, in entrambe le direzioni: dei catastrofisti e degli ottimisti. Questo capitolo mostra il disegno del modello, per vedere dove passa ogni euro e dove una conclusione dipende da un'ipotesi. E dichiara anche ciò che il disegno lascia fuori.

Il giro che passa da casa

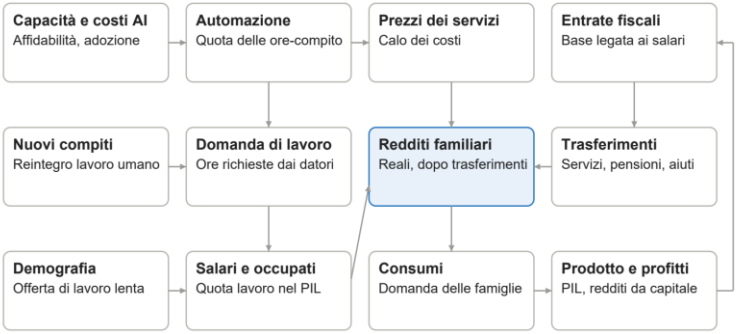


Figura 35 – Schema dei collegamenti economici. Dodici nodi e nessi condizionati, senza forza o segno netto stimati.

Segui il cerchio. Il reddito di una famiglia, dopo tasse e aiuti, decide quanto può spendere. La spesa diventa domanda di beni e servizi, e la domanda diventa produzione e reddito delle imprese. Produzione e profitti pagano le tasse; le tasse pagano servizi e trasferimenti, che tornano alle famiglie. Il giro si chiude dove era cominciato.

Un salario più basso può indebolire questo cerchio. Ma non lo spezza da solo: contano gli altri redditi, come si distribuiscono i profitti, quanto incassa lo Stato, come reagiscono i consumi. Lo schema mostra i passaggi attraverso cui la spirale può comparire, o essere fermata. Il risparmio non è consumo, e famiglie con redditi e patrimoni diversi non spendono allo stesso modo. Un sostegno può tenere in piedi la spesa; un investimento delle imprese può creare domanda prima che chi cerca lavoro lo trovi.

Le «famiglie» del disegno non sono tutte uguali. Il modello distingue la metà più povera, il quaranta per cento centrale e il dieci per cento più ricco, in ciascuna delle tre regioni, e per capire i loro

consumi bisogna conservarne le diverse fonti di reddito. C'è anche il tempo: l'automazione e i compiti nuovi possono arrivare in anni diversi, e la demografia cambia quante persone sono disponibili. Una regione con offerta di lavoro ferma o in calo vive la transizione diversamente da una piena di giovani in cerca del primo lavoro; queste differenze fanno parte della calibrazione.

E ci sono i prezzi. Un costo più basso può far crescere ciò che una famiglia ottiene con lo stesso stipendio. Ma dipende da quanto del risparmio arriva al prezzo, da quanto il servizio è raggiungibile, dalla sua qualità: non tutto il costo evitato arriva al cliente.

Due frecce mancano dal disegno, per renderlo leggibile: dai redditi da lavoro alle entrate pubbliche, e dagli investimenti in AI alla domanda e alla produzione, anche indipendentemente dai consumi. Mancano dal disegno, non dall'economia che il modello rappresenta.

Chi paga e chi riceve

Il secondo schema segue i pagamenti, cioè chi consegna denaro a chi, oltre a come si trasmettono gli effetti.

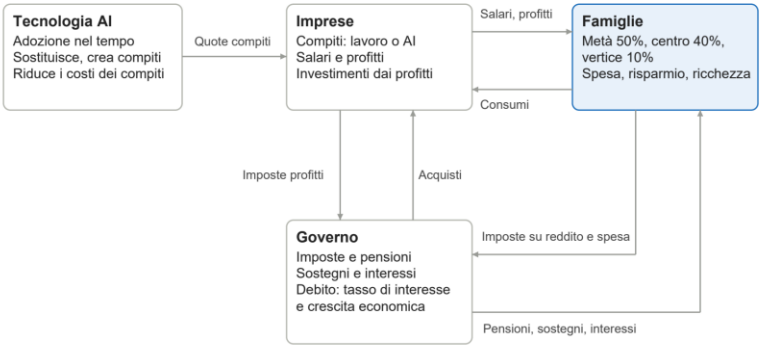


Figura 36 – Tecnologia AI, imprese, famiglie e settore pubblico. Lo schema mostra una regione; il modello ne collega tre attraverso la geografia dei profitti AI.

Le imprese pagano salari e distribuiscono profitti alle famiglie. Le famiglie comprano dalle imprese. Lo Stato incassa tasse su profitti, redditi e consumi, poi compra beni e servizi e paga pensioni, sostegni e interessi. La tecnologia cambia i compiti e i costi, ma non compare come una famiglia in più che consuma il salario risparmiato.

Ecco il punto che molti dimenticano. Un salario risparmiato non sparisce da tutti i conti: diventa un profitto, un prezzo più basso, un investimento, un prodotto diverso. Come nella macchina di Phillips, l'acqua non si perde. Ma passare da un tubo all'altro può cambiare la distribuzione del reddito, la quota che viene spesa e la base su cui si pagano le tasse. Il denaro c'è ancora: è cambiato chi lo riceve. E il fatto che i conti tornino non garantisce che ogni persona conservi il suo reddito, né che tutta la capacità produttiva venga usata.

Il controllo contabile verifica che ogni flusso abbia un mittente e un destinatario, e che i conti si chiudano. La verifica dei comportamenti è un'altra cosa: chiede se le regole del modello descrivono

bene come reagiscono persone e imprese. Un modello può avere i conti perfetti e sbagliare le reazioni.

E l'uso di una tecnologia e il reddito che produce possono stare in regioni diverse. Il modello assegna una parte dei profitti dell'AI alle economie avanzate; lo schema di una sola regione non mostra la fuga, ma la fuga c'è.

La freccia ha una memoria

Due relazioni reggono tutto. La prima collega l'AI ai compiti umani: la sostituzione ne toglie, l'erosione di fondo li riduce, i compiti nuovi ne aggiungono, ma in ritardo. La seconda collega l'AI alla crescita: risparmi sui compiti automatizzati, aiuto al lavoro umano, contributo dei compiti nuovi. La sezione A10 dell'appendice riporta entrambe le relazioni, termine per termine. Per arrivare a posti, redditi e tasse bisogna poi continuare il percorso, attraverso domanda, salari e conti pubblici.

Un grande risparmio su una mansione non è un grande risparmio per l'economia. Conta quanti compiti sono toccati, quanto costo si evita, quanto lavoro si crea o si conserva. E la produzione in più deve trovare qualcuno che la compri, secondo la chiusura descritta nel capitolo 5. Da qui si arriva al lavoro: contenuto di lavoro e produzione decidono quante persone servono al salario considerato; l'offerta limita quanti possono essere occupati; i salari si adattano secondo le ipotesi. Ma un salario più basso non ricrea tutti i compiti tolti. E per arrivare a consumi ed entrate pubbliche bisogna andare oltre l'equazione della crescita.

La sequenza, quindi, non porta da sola né alla povertà né al benessere. Mostra dove una conclusione dipende da un'ipotesi, e quale prova potrebbe cambiarla.

Prendi un bar che automatizza le ordinazioni. Il tempo risparmiato può diventare un servizio al tavolo migliore, meno ore paga-

te o un margine più alto. Se il risparmio diventa un canone pagato al fornitore del sistema, una parte del valore esce dal quartiere. Se diventa salario, torna negli acquisti delle famiglie vicine. Il bar rende visibili le frecce dello schema: il risparmio tecnico, il reddito distribuito e la spesa che ne segue sono tre passaggi diversi. Il numero di ordini gestiti in automatico non dice quale dei tre avverrà.

Le domande rimaste fuori

La qualità del lavoro, la libertà di scegliere, la cura, l'apprendimento accanto a chi sa: nessuna di queste cose si ricava dal PIL.

Il primo schema mostra i meccanismi; il secondo conserva i flussi. Come reagiranno le persone a una politica lo dicono i dati, con la verifica del capitolo 18.

I controlli dei capitoli 11 e 12 verificano punti di partenza, ordini di grandezza e coerenza delle simulazioni. I conti devono chiudersi ogni anno, non solo alla fine.

Se una domanda non trova posto nel disegno, ci sono solo due strade: allargare il modello o restringere la conclusione. Riempire il vuoto con l'interpretazione non è permesso.

Uno di questi vuoti riguarda l'apprendimento. Il parametro dei compiti nuovi ne esplora i tempi e l'ampiezza, ma non spiega come una persona impari a svolgerli. Il prossimo capitolo affronta proprio questo: la differenza fra essere aiutati da una macchina e saper fare.

Capitolo 24

Formazione e apprendimento

Nel Fedro di Platone, Socrate racconta un mito egizio. Il dio Theuth presenta al re Thamus la sua invenzione più preziosa, la scrittura, e la definisce un rimedio per la memoria. Il re risponde che farà l'esatto contrario: chi impara a scrivere smetterà di esercitare la memoria, e avrà l'apparenza della sapienza senza la sapienza. Sono passati ventiquattro secoli, e la scrittura non ci ha resi stupidi. Ma la domanda di Thamus non era sciocca, e torna ogni volta che una tecnologia fa al posto nostro qualcosa che prima dovevamo imparare a fare.

Con l'intelligenza artificiale torna in forma precisa. Fare bene un compito con l'AI e saperlo fare sono due risultati collegati, ma diversi. Uno strumento può migliorare la risposta di oggi senza insegnarti a riconoscere l'errore di domani. Per passare dalla formazione al lavoro servono quindi prove di apprendimento, e occasioni in cui usare le competenze imparate.

Il primo tentativo

Il primo lavoro di quasi tutti è fatto di compiti piccoli: controllare un documento, preparare una bozza, sistemare un archivio. Lì si fa pratica con responsabilità limitate e si ricevono correzioni. Se quei compiti vengono automatizzati, bisogna progettare occasioni equivalenti di pratica: vedere risposte giuste non produce, da solo, esperienza.

Il compito piccolo, in realtà, aveva sempre due prodotti. Uno era il controllo fatto per l'impresa. L'altro era la familiarità che il principiante acquistava con i documenti, le eccezioni, le persone. Il primo si vedeva subito nel conto della giornata. Il secondo emergeva molto dopo, il giorno in cui quella persona riconosceva un problema che non aveva mai visto.

Non è un motivo per conservare ogni mansione ripetitiva. L'esercizio si può costruire anche quando un'attività è automatiz-

zata: casi simulati, affiancamento, confronto fra soluzioni, responsabilità che crescono. Ma qualcuno deve organizzarli, dedicare tempo alle correzioni, verificare che funzionino. E bisogna separare due misure: il lavoro completato con gli strumenti disponibili, e ciò che una persona capisce e sa trasferire a un caso nuovo. Possono migliorare insieme, ma non è garantito. Una valutazione deve sapere quale delle due sta guardando.

Nel 2023 e nel 2024 Bastani e coautori hanno seguito quasi mille studenti di matematica in una scuola superiore turca. Le classi sono state assegnate a tre gruppi: senza AI, con GPT Base, una versione normale di GPT, e con GPT Tutor, progettato insieme agli insegnanti. I risultati sono stati pubblicati su PNAS nel 2025.

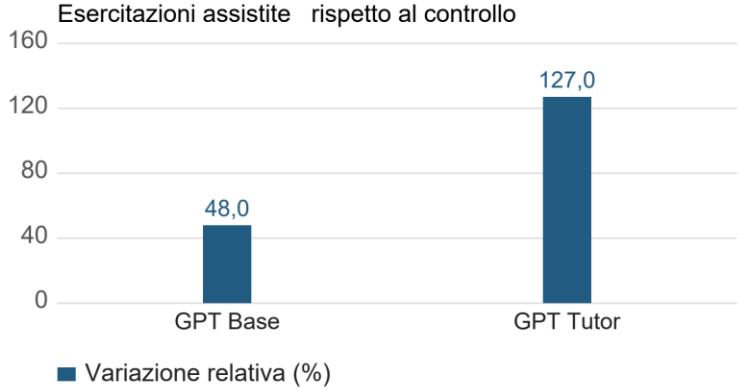


Figura 37 – Bastani e coautori, PNAS 2025: miglioramento relativo nelle esercitazioni assistite. Il grafico riporta le stime sintetiche pubblicate, senza intervalli; l'esame senza aiuti è distinto nella tabella 44.

Durante le esercitazioni con l'AI i risultati migliorano del 48 per cento con GPT normale e del 127 per cento con il tutor, rispetto al gruppo senza AI. Sembra un trionfo.

Tabella 44 – Due momenti della stessa valutazione. Fonte: Bastani e coautori, 2025.

Strumento	Pratica assistita	Esame senza aiuti
GPT Base	+48% relativo	−17% relativo
GPT Tutor	+127% relativo	Differenza non statisticamente significativa

Poi arriva l'esame, senza aiuti. Gli studenti che avevano usato GPT normale vanno peggio di chi non l'aveva mai usato: meno 17 per cento. Quelli del tutor non mostrano una differenza statisticamente significativa dal gruppo senza AI. Con lo strumento in mano, gli studenti sembravano più bravi. Senza, lo erano di meno. Avevano fatto gli esercizi senza impararli: Thamus avrebbe riconosciuto il problema. È uno studio di breve periodo, in un contesto preciso; ma è difficile da ignorare.

Per valutare le competenze bisogna chiedersi come si riconosce un errore della macchina, come si affronta una richiesta nuova, come si va avanti quando lo strumento non c'è. Una prova senza aiuti misura alcune capacità, una prova con aiuti ne misura altre, e una professione può richiederle entrambe. E saper lavorare da soli non vuol dire rinunciare alla tecnologia: vuol dire sapere quando fidarsi, quando controllare, quando chiedere aiuto. Ricevere una soluzione completa e spiegare una decisione prima di confrontarla con un'alternativa sono attività didattiche diverse.

Un'altra scuola dà un'altra risposta. De Simone e coautori, nel working paper 11125 della Banca Mondiale, del 2025, hanno valutato un programma di sei settimane in Nigeria, con un tutor AI e la guida degli insegnanti. L'effetto è di 0,31 deviazioni standard nella valutazione complessiva e di 0,23 in inglese, l'esito principale. Sono risultati del programma nel suo contesto, non del solo modello linguistico.

Una deviazione standard misura l'effetto rispetto a quanto variano i punteggi. Lo 0,23 non vuol dire 23 punti su cento, né il 23 per cento di stipendio in più. Un esempio traduce l'unità: se i punteggi variassero di dieci punti, un effetto di 0,23 deviazioni standard corrisponderebbe a 2,3 punti su quella scala.

$$0{,}23 \times 10 = 2{,}3\, punti\ (esempio)$$

I due studi non si sommano in un «effetto medio dell'AI»: il meno 17 dell'uno e lo 0,23 dell'altro hanno unità, materie e prove diverse. Insieme dicono un'altra cosa: l'AI può far imparare, oppure far finire il compito senza imparare. In Turchia gli studenti ricevevano risposte; in Nigeria erano guidati da insegnanti. La differenza la fa il progetto, non lo strumento.

Dal saper fare al posto

Anche una competenza imparata deve incontrare qualcuno che la paghi. Saper fare un'attività nuova non garantisce che un'organizzazione abbia soldi o clienti per aprire un posto. Nel modello il recupero dei compiti è rappresentato da ψ e il tempo dal ritardo; il modulo per età distingue accesso, competenze e incontro con la domanda. Una formazione migliore aiuta alcuni di questi passaggi, ma non crea un cliente, un'impresa o un posto finanziato. Va seguita fino all'assunzione, non fino all'attestato.

Una traccia di valutazione definisce prima che cosa si deve imparare, poi verifica le competenze su casi nuovi, poi segue candidature, colloqui, ingressi e durata del lavoro. Se il percorso si interrompe, bisogna distinguere se è mancato l'apprendimento, il trasporto, un'offerta accettabile, o semplicemente la domanda.

Tabella 45 – Traccia didattica per seguire formazione e accesso.

Passaggio	Cosa osservare	Cosa distinguere
Apprendimento	Prova prima e dopo	Aiuto disponibile e autonomia
Accesso	Presenze e abbandoni	Esiti di chi conclude e di chi esce
Ricerca del posto	Candidature e colloqui	Preparazione e opportunità disponibili
Ingresso e durata	Assunzioni e permanenza	Accesso iniziale e stabilità

La tabella impedisce di chiamare successo qualunque presenza registrata. Se cento persone cominciano un corso e sessanta arrivano alla prova finale, i risultati delle sessanta non raccontano il percorso delle altre quaranta, e spesso le quaranta sono proprio quelle che il corso voleva raggiungere. Un corso gratuito costa comunque tempo, spostamenti, qualcuno che badi ai figli. E se metà dei partecipanti trova lavoro, bisogna chiedersi quanti l'avrebbero trovato comunque, e quanti si sono iscritti proprio perché più capaci di finire il percorso. Che chi frequenta lavori di più non dimostra che il corso funzioni.

Tre modi di aprire la porta

I capitoli 13 e 22 hanno mostrato che si può proteggere il reddito. Ma il lavoro? Il libro ha fatto un esperimento che agisce direttamente sui posti, nel modulo per età, con tre strumenti: impiego pubblico, incentivo ad assumere giovani, riduzione dell'orario. Stesso budget per tutti: lo 0,7 per cento della produzione di ogni regione ogni anno, dal 2027. Quattromila combinazioni di ipotesi.

Il primo strumento crea posti pubblici: il budget diviso per il salario annuo dà il numero di posti in più, distribuiti fra le età secondo l'offerta potenziale. Sono posti disponibili che devono ancora

incontrare persone. E restano fuori le competenze richieste, l'organizzazione dei servizi, le risorse materiali: pagare uno stipendio non costruisce da solo un ambulatorio.

Il secondo è un incentivo per assumere chi ha fra 15 e 34 anni, pari a metà del salario annuo. Con una trappola nota a chiunque abbia studiato queste politiche: una parte delle assunzioni ci sarebbe stata comunque. Il modello assume che sia fra il 40 e l'80 per cento. Se sei assunzioni su dieci erano già decise, l'incentivo paga dieci persone ma ne aggiunge solo quattro. Contare i beneficiari non misura l'effetto.

Il terzo riduce l'orario. Lo stesso fabbisogno di lavoro viene diviso fra più persone, senza nuova produzione. Lo Stato integra il 60 per cento del salario perso per le ore tagliate; il lavoratore perde il restante 40, e il salario orario resta quello del percorso macroeconomico. A parità di ore totali, orari più corti possono far lavorare più persone; quante dipende dal budget, dalla parte di salario integrata e dalla quota del lavoro nel prodotto. Funziona se il lavoro si può dividere: turni, competenze e coordinamento possono impedirlo. La sezione A11 dell'appendice mostra il calcolo. Nel 2036 il taglio medio delle ore nelle economie avanzate è circa il 2,35 per cento, e chi era già occupato perde circa lo 0,94 per cento del reddito da lavoro. Il dato aggregato non dice se una certa famiglia può permetterselo.

Tabella 46 – Effetti delle tre politiche nel mondo con AI, rispetto allo stesso mondo senza intervento. ADV, scenario di riferimento, 2036, mediane in punti percentuali. Occupazione: occupati/offerta potenziale della fascia. Primo ingresso: assunti/bacino F ammissibile, 15–24 anni. Mancata occupazione totale: 1 − occupati/offerta potenziale, inclusi gli scoraggiati.

Intervento	Ingresso 15–24	Occupaz. 25–34	Non occupaz. totale
Posti pubblici	+1,28	+1,09	−1,16
Incentivo giovani	+3,54	+2,93	−0,97

Intervento	Ingresso 15–24	Occupaz. 25–34	Non occupaz. totale
Orario ridotto	+1,93	+1,79	−1,82

Per far entrare i giovani vince l'incentivo: più 3,54 punti nel primo ingresso, contro 1,93 dell'orario ridotto e 1,28 dei posti pubblici. Anche per l'occupazione dei 25–34enni l'incentivo è il più forte. Ma l'ultima colonna cambia la classifica. Se ti interessa quante persone, di tutte le età e compresi gli scoraggiati, restano senza lavoro, vince l'orario ridotto: meno 1,82 punti, contro 1,16 dei posti pubblici e 0,97 dell'incentivo. La misura che scegli sceglie la politica. Non esiste «la migliore» in astratto.

La figura mostra gli intervalli del primo ingresso sia nello scenario di riferimento sia in quello in cui riconvertirsi è lento: anche la classifica dipende dal contesto.

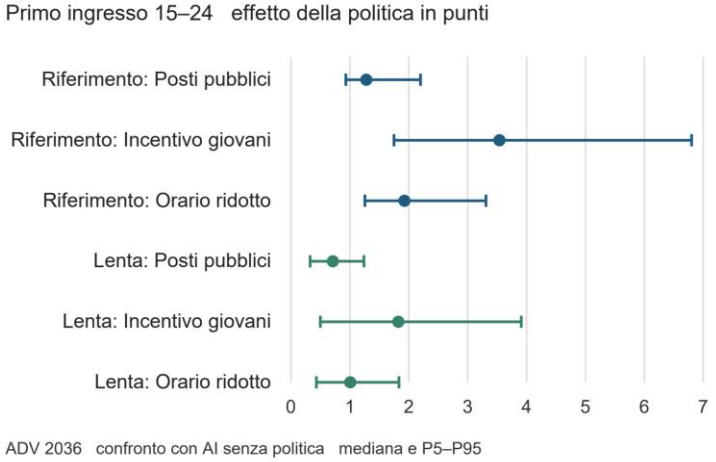


Figura 38 – Primo ingresso 15–24 nelle economie avanzate, 2036. Effetto della politica nel mondo con AI rispetto a misure invariate. Punto: mediana; barra: P5–P95 di 4.000 estrazioni. Blu: riferimento; verde: riconversione lenta. Budget annuo assunto pari allo 0,7% del PIL regionale.

E adesso il dato che pesa più di tutti. Nel codice anche il mondo senza AI riceve ciascuna politica, e così si può chiedere quanta distanza tecnologica resta dopo l'intervento. Con l'incentivo, il primo ingresso dei giovani resta circa 11,88 punti sotto il mondo senza AI con lo stesso incentivo. La politica aiuta, e il buco resta: le due cose sono vere insieme.

Il budget è lo stesso per le tre politiche, e il confronto è fra loro: i costi non sono ancora rientrati nelle tasse e nel debito del modello macroeconomico.

Resta il tempo di chi insegna. Affiancare un principiante costa: una persona esperta perde tempo, e per un po' i compiti completati calano. Ma quel costo costruisce la capacità di domani. Un'impresa può guardare solo al costo immediato e ai compiti risparmiati, oppure anche alla capacità futura di chi impara. La convenienza dipende da quanto quella capacità servirà, dalla possibilità di trattenere le persone formate, da chi si prende i benefici. Se la formazione produce vantaggi anche fuori dall'impresa, chi paga oggi può non recuperarli: il giovane formato può andare dal concorrente. È una ragione economica per discutere chi finanzia l'apprendimento.

E se molte imprese eliminano le attività iniziali e cercano solo personale esperto, chi formerà gli esperti di domani? Ogni impresa, da sola, fa una scelta conveniente; tutte insieme svuotano il serbatoio. Il rischio esiste anche quando ogni decisione singola sembra ragionevole. Per prepararsi si possono progettare ingressi diversi e verificarne i risultati: spiegare una decisione prima di vedere la risposta della macchina, esercitarsi sugli errori in un ambiente protetto, avere un referente per i dubbi.

Immagina una biblioteca in cui un sistema prepara la prima scheda dei nuovi volumi. Chi è appena arrivato può controllare autori, date e classificazioni, confrontare la proposta con le fonti, spiegare le correzioni. Oppure può ricevere un solo ordine: appro-

va, in fretta. Nel secondo caso la scheda viene completata, ma l'apprendimento non si vede. Una prova su un volume diverso, prima senza lo strumento e poi con lo strumento, dice quali capacità sono state acquisite.

Una formazione leggibile collega ciò che insegna, la prova che lo verifica e il lavoro in cui servirà. Ma entrare non basta. Dopo l'ingresso contano la paga oraria, le ore, il potere d'acquisto, la stabilità. Il prossimo capitolo separa queste dimensioni, e mostra perché un lavoro ritrovato può essere un lavoro peggiore.

Capitolo 25

Qualità del lavoro e retribuzioni

Il 31 dicembre 2020 il Tribunale di Bologna depositò una sentenza che fece il giro d'Europa. Riguardava l'algoritmo con cui una grande piattaforma di consegne a domicilio assegnava i turni ai suoi rider. Il sistema premiava chi si presentava ai turni prenotati e penalizzava chi non lo faceva, senza chiedersi perché: che il rider fosse malato, avesse un figlio da accudire o stesse partecipando a uno sciopero, per l'algoritmo era lo stesso. Il giudice lo ritenne discriminatorio, perché penalizzava allo stesso modo anche le assenze dovute a motivi tutelati dalla legge, come lo sciopero o la malattia: trattava come uguali situazioni diverse.

Le statistiche diranno che hai un lavoro. Non diranno a che ora finisce il turno, chi lo decide, se puoi contestarlo, se guadagni abbastanza per vivere. Un'offerta con una paga oraria più alta può dare meno reddito al mese, se offre meno ore. E anche rientrare nel lavoro può lasciare condizioni peggiori di prima. Per leggere un ricollocamento bisogna separare l'ingresso, il reddito, la continuità e la possibilità di organizzare la propria vita.

Due offerte, un numero che inganna

Prendi una persona che guadagna dodici euro l'ora per centosessanta ore al mese. Perde il lavoro e riceve due offerte. La prima: tredici euro l'ora, ma solo centoventi ore. La seconda: undici euro e ottanta, per centosessanta ore. Guardare solo la paga oraria nasconderebbe metà del risultato.

$$Reddito\ mensile\ =\ paga\ oraria\ \times\ ore\ pagate$$

Tabella 47 – Esempio di salario orario e reddito lordo mensile. Nessuna imposta, trasferimento, spesa di trasporto o variazione dei prezzi è inclusa nel conto.

Caso	Euro/ora	Ore pagate	Euro/mese
Prima	12,00	160	1.920
Rientro A	13,00	120	1.560
Rientro B	11,80	160	1.888

Prima guadagnava 1.920 euro lordi al mese. La prima offerta paga di più per ogni ora e porta 1.560 euro: 360 in meno. La seconda paga meno all'ora e porta 1.888 euro, quasi come prima. Chi guarda solo la paga oraria sceglie la prima e sbaglia. Ma per confrontarle con la vita di una persona servono altre informazioni: che cosa preferisce, quali vincoli ha, quali contributi matura, quanto sono prevedibili gli orari, quanto costa spostarsi. La formula chiarisce una misura; non sceglie al posto di nessuno.

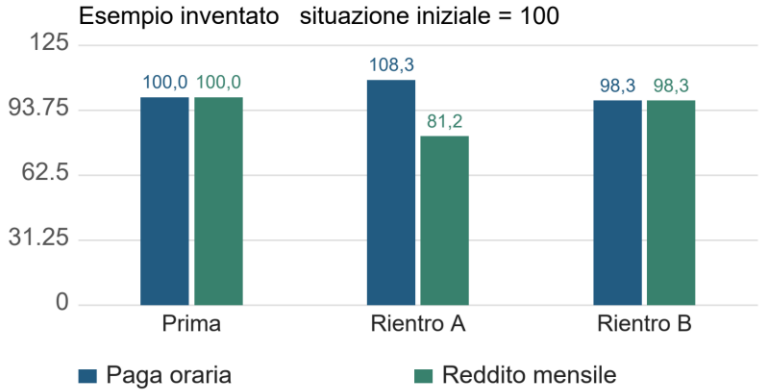


Figura 39 – Indici didattici calcolati dalla tabella 47, situazione iniziale uguale a cento. Paga oraria e reddito mensile possono muoversi diversamente. Esempio, non esito del modello né stima di una perdita osservata.

E un orario ridotto può essere desiderato, oppure imposto dalla mancanza di alternative. Lo stesso numero di ore non dice quale dei due casi si sta guardando. Anche chi ha un lavoro può non

avere le ore che vorrebbe, e la statistica che conta gli occupati non distingue chi lavora poco perché vuole da chi lavora poco perché non trova di più. Salario, ore e libertà di scelta richiedono misure separate.

Poi c'è il potere d'acquisto, che non è scritto nell'annuncio. Un salario si misura in ciò che compra, e la differenza fra reddito in euro e potere d'acquisto resta necessaria anche quando la paga sale. Se la paga sale da 100 a 110 e i prezzi da 100 a 115:

$$Indice\ reale = (110 / 115) \times 100 \approx 95{,}65$$

La paga reale scende a circa 95,65. Un aumento sulla carta, una perdita nel carrello. E il tempo conta quanto i prezzi: due lavori con lo stesso stipendio netto possono richiedere mezz'ora o due ore di viaggio al giorno. E la compatibilità con i trasporti può decidere se un posto è raggiungibile. Per questo il libro tiene separate le dimensioni, invece di sommarle in un indice unico del «buon lavoro».

Un lavoro ha più di una qualità

L'OCSE, in un lavoro di Cazes, Hijzen e Saint-Martin del 2015, divide la qualità del lavoro in tre parti. La qualità dei guadagni: quanto si guadagna e come sono distribuite le paghe. La sicurezza nel mercato del lavoro: il rischio di perdere il posto e le conseguenze economiche se succede. La qualità dell'ambiente di lavoro: le condizioni in cui si lavora. Il libro usa queste dimensioni per ordinare le domande.

Tabella 48 – Domande per leggere le condizioni del nuovo impiego. Le tre dimensioni riprendono il quadro OCSE; esempi e verifiche sono proposte di osservazione.

Dimensione	Domanda nella storia	Verifica proposta
Qualità dei guadagni	Quanto reddito arriva?	Paga, ore e continuità

Dimensione	Domanda nella storia	Verifica proposta
Sicurezza nel mercato	Quanto è fragile il rientro?	Durata, interruzioni e sostegni
Ambiente di lavoro	Come si vive il turno?	Carichi, autonomia e affiancamento

La continuità richiede di sapere come vengono decise e comunicate le ore. Una somma ricevuta una volta e uno stipendio prevedibile non sono la stessa cosa, anche se in un mese coincidono. Ore comunicate con un giorno di preavviso non sono ore su cui costruire una vita.

Il modello misura quante persone lavorano, non com'è il loro lavoro. E la disoccupazione che resta nel 2046 dice quanti non sono stati riassorbiti, non come stanno quelli che sono rientrati: anche se tornasse a zero, la seconda domanda resterebbe aperta.

Non tutto, però, va in una direzione. Le indagini OCSE pubblicate da Lane, Williams e Broecke nel 2023 hanno raccolto le opinioni di 5.334 lavoratori e 2.053 imprese della manifattura e della finanza, in sette paesi, intervistati all'inizio del 2022. Circa l'80 per cento di chi usava l'AI diceva che il proprio rendimento era migliorato; l'8 per cento diceva il contrario. Sono percezioni raccolte prima della nuova generazione di chatbot, ma vanno dette. Un sistema può togliere attività pericolose o ripetitive e migliorare il lavoro. Può anche accelerarne il ritmo. Il tempo liberato non decide da solo dove va: alla produzione, alle pause, alla paga, o a un carico più pesante. Bisogna guardare come viene diviso il beneficio.

Quando il programma assegna il turno

C'è un modo di usare i dati che riguarda già milioni di persone: la gestione algoritmica. Un programma assegna i compiti, prevede i

tempi, valuta le prestazioni. Per capirne gli effetti bisogna guardare sia l'utilità delle informazioni sia la regola che le trasforma in decisioni.

L'ILO distingue la gestione algoritmica dall'AI generativa: organizzare e valutare il lavoro con sistemi basati sui dati può includere regole che non imparano niente, e applicano soltanto. Uno studio congiunto del Centro comune di ricerca europeo e dell'ILO, di Rani, Pesole e González Vázquez, pubblicato nel 2024, ha esaminato casi nella logistica e nella sanità in Italia, Francia, India e Sudafrica. Ha trovato guadagni di efficienza, e insieme problemi per le condizioni di lavoro e per la sorveglianza.

La stessa istruzione può essere un aiuto, o un vincolo che ignora circostanze importanti. Descrivere il sistema non basta: serve sapere come viene usato e che cosa si può correggere. Pensa a un sistema che segnala un ritardo rispetto al tempo previsto. Il responsabile può chiedere che cosa è successo. Oppure può trattare la segnalazione come prova definitiva di scarso rendimento. La misura è la stessa; cambia la possibilità di spiegare e di correggere. È esattamente ciò che a Bologna mancava. Per essere responsabile, un'organizzazione deve rendere espliciti gli obiettivi, gli eventi che il sistema non vede e chi ha il potere di rivedere una decisione. Un punteggio non descrive un lavoro, e non sostituisce la verifica di un errore.

Il numero di chi è tornato

Dieci persone che rientrano nel lavoro non sono per forza le dieci che l'avevano perso, e il numero non dice in quali condizioni sono rientrate. Per valutare le persone servono dati che le seguano nel tempo. Una traccia di questo tipo registra il lavoro precedente, il tempo senza lavoro, il lavoro successivo e misure comparabili di qualità; distingue i cambi diretti, i rientri e i primi ingressi, e segue

anche chi abbandona. E a occupazione, assunzioni, cessazioni e salari aggiunge ore e condizioni, quando i dati lo permettono.

Guardare solo chi ha accettato un nuovo posto lascerebbe fuori chi non l'ha trovato. E c'è un inganno statistico frequente: la paga media dei ricollocati può salire anche se nessuno sta meglio, perché a rientrare sono stati soprattutto i più fortunati. Chi resta fuori sparisce dalla media. Chi perde il lavoro e chi ne trova uno non sono necessariamente le stesse persone: bisogna conservare il tempo fra uno stato e l'altro, e l'informazione su chi resta fuori.

Trasformare il tempo risparmiato dall'AI in orari più brevi a stipendio pieno è un'idea che torna spesso. Funziona solo se i guadagni ci sono davvero, se vengono distribuiti e se l'attività regge. Ridurre solo le ore pagate, come nell'esempio iniziale, riduce il reddito. Riduzione dell'orario, incentivi alle assunzioni e impiego pubblico vanno studiati: l'esperimento del capitolo 24 ne confronta alcune versioni a parità di budget. Un esperimento serio dovrebbe chiedersi se il tempo risparmiato diventa davvero tempo libero, se le persone conservano il reddito, se il servizio mantiene la qualità. E dovrebbe guardare l'intensità: fare lo stesso lavoro in meno ore può voler dire lavorare più in fretta.

Un'offerta può essere buona nel conto della paga e impossibile nel conto della giornata. Se il turno finisce dopo l'ultimo autobus, il ritorno richiede un'altra soluzione e un'altra spesa. Un orario comunicato con poco preavviso può rendere inutilizzabile anche l'asilo già prenotato. La tabella dello stipendio resta giusta, ma racconta solo una parte del confronto. Il caso dice quali informazioni aggiungere: orari effettivi, collegamenti, costi, prevedibilità.

Ore effettive, turni, paga, continuità, affiancamento: per capire perché cambiano bisogna guardare dentro l'impresa, ai suoi costi, ai suoi clienti, alla sua organizzazione, ai suoi fornitori. È il tema del prossimo capitolo.

Capitolo 26

Adozione dell'AI nelle piccole imprese

Nei grandi studi l'intelligenza artificiale entra nelle multinazionali. Ma in Italia circa il 95 per cento delle imprese ha meno di dieci addetti, secondo l'Istat: botteghe, studi professionali, negozi, piccole officine, laboratori. Lì l'AI non arriva con un piano strategico e una squadra di consulenti. Arriva con un abbonamento da trenta euro al mese. E il conto è diverso da quello che sembra.

Generare una bozza, controllarla, produrre il bene, consegnarlo: sono fasi diverse. Una piccola impresa può risparmiare tempo in una fase senza ridurre il personale, oppure tenere tutti e comprare meno servizi esterni. Per misurare l'effetto dell'AI bisogna seguire il lavoro dentro l'impresa e fuori.

Le imprese non partono insieme

Se l'AI accelera una fase, il collo di bottiglia si sposta alla fase successiva. Il beneficio complessivo dipende dal controllo, dalla preparazione e dalla domanda: il guadagno tecnico non diventa automaticamente produzione venduta.

E le imprese non partono insieme. Secondo Eurostat, nel 2025 usava almeno una tecnologia di AI il 17 per cento delle piccole imprese europee, il 30,36 per cento delle medie e il 55,03 per cento delle grandi. La rilevazione riguarda le imprese con almeno dieci addetti nei settori indicati, e misura l'adozione: non dimostra che crescere faccia usare l'AI.

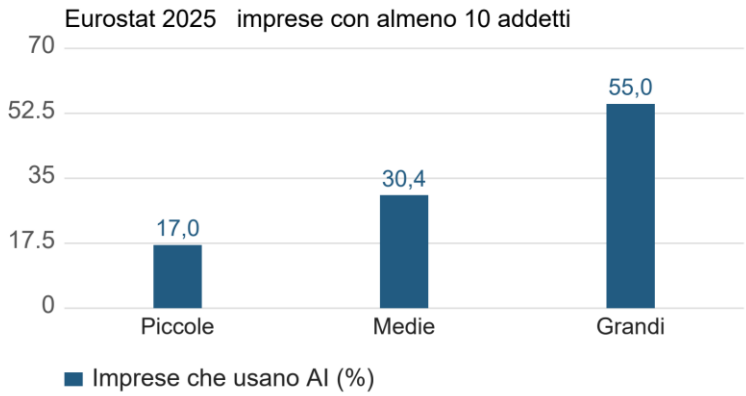


Figura 40 – Eurostat, 2025: imprese che usano almeno una tecnologia AI, per dimensione. Piccole: 10–49 addetti; medie: 50–249; grandi: almeno 250. Percentuali di imprese, non di posti sostituiti. La figura esclude le imprese sotto dieci addetti.

Le grandi corrono, le piccole seguono. E le microimprese, quelle sotto i dieci addetti, cioè la gran parte delle imprese italiane, nella rilevazione non ci sono. Non vuol dire che non usino l'AI: vuol dire che il campione non le vede.

L'abbonamento, poi, è solo la prima voce del conto. C'è il tempo per imparare a usare lo strumento, ci sono i tentativi da buttare, c'è il controllo di quello che produce. Facciamo il conto: un canone di trenta euro al mese, due ore di verifica valutate venticinque euro l'una, cinque euro di altre spese. Fanno ottantacinque euro ogni mese. Più dodici ore iniziali di preparazione, trecento euro, una volta sola.

Tabella 49 – Conto didattico di un'adozione. Il valore del tempo è un'ipotesi di costo opportunità: non è una paga osservata né denaro automaticamente incassato.

Voce	Importo	Quando
Canone	30 euro	Ogni mese
Verifica: 2 ore × 25	50 euro	Ogni mese
Altre spese	5 euro	Ogni mese
Totale ricorrente	85 euro	Ogni mese
Preparazione: 12 ore × 25	300 euro	Una volta
Beneficio: 4 ore × 25	100 euro	Ogni mese, per ipotesi

Se il programma libera quattro ore al mese, valutate allo stesso modo, il beneficio è cento euro. Tolti gli ottantacinque di costi ricorrenti, il saldo è quindici. Ma il primo mese, contando la preparazione, è meno duecentottantacinque. Un prezzo basso può nascondere un costo iniziale alto.

$$Saldo\ mensile\ =\ h\,v\ -\ C$$

Qui h sono le ore liberate nel mese, v il loro valore ipotizzato, C il costo ricorrente. Con h pari a quattro, v pari a venticinque e C pari a ottantacinque, il saldo è quindici euro; il costo iniziale resta fuori dalla formula mensile e va contato a parte. Ora cambia una sola ipotesi: il controllo richiede quattro ore invece di due. La verifica costa cento, più trenta di canone e cinque di altre spese: centotrentacinque. Il saldo diventa meno trentacinque. Basta cambiare un'ipotesi per cambiare il segno del risultato.

E quel tempo liberato, che cosa diventa? Può diventare una consegna in più, una pausa, un orario più corto, un'attesa. Chiamarlo subito ricavo nasconderebbe il passaggio fra capacità e vendita. Chiamarlo inutile nasconderebbe il valore di una giornata meno affannata.

Perché una proposta non è un ordine. Se l'AI ti permette di preparare dieci varianti invece di tre, ma i clienti restano gli stessi, il tempo risparmiato si consuma in varianti, e le consegne non aumentano. Se le varianti portano clienti nuovi, la produzione cresce. La differenza fra produttività e domanda vale anche per una bottega: ridurre le ore per un compito cambia l'occupazione a seconda di quanto aumenta la quantità richiesta. Il tempo risparmiato e il cliente da conquistare sono due parti dello stesso conto. E l'impresa può passare il risparmio ai clienti, tenerselo come margine o investirlo, mentre un concorrente può abbassare i prezzi per primo. Un'impresa può guadagnare di più senza assumere, un'altra assumere guadagnando meno.

Che cosa dicono le imprese

Un'altra fonte guarda le stesse imprese da un'altra parte. Una ricerca OCSE pubblicata nel 2025 ha intervistato nel 2024 5.232 imprese fino a 249 addetti in sette paesi, comprese le attività individuali; l'Italia non c'è. Fra quelle che usavano l'AI generativa, l'83 per cento diceva che il bisogno di personale era rimasto uguale, il 9,1 per cento che era diminuito, il 5,5 per cento che era aumentato. Sono risposte delle imprese, non posti persi o creati.

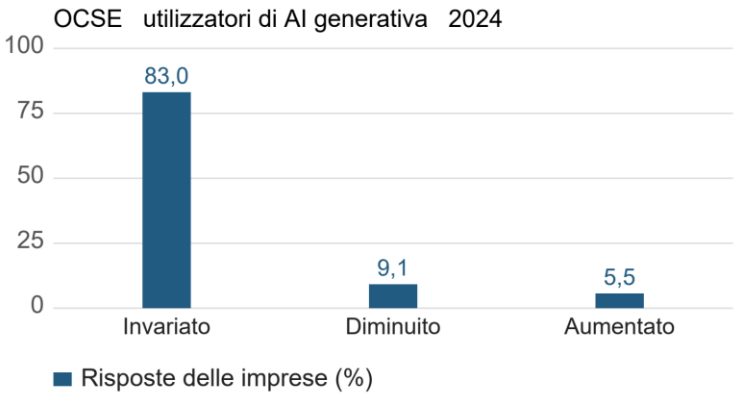


Figura 41 – OCSE, rilevazione 2024: fabbisogno di personale dichiarato dalle imprese che usano AI generativa. Le tre risposte riportate non esauriscono il totale.

Attenzione a come lo si legge. «Fabbisogno invariato» non vuol dire mansioni invariate: il lavoro può essere cambiato anche se le persone sono le stesse. E le tre colonne non misurano quanto: un'impresa che dice «aumentato» può aver assunto una persona o dieci, una che dice «diminuito» può averne lasciate andare una o molte. Senza le quantità e i pesi giusti, sottrarre le percentuali non dà un saldo di posti.

Tabella 50 – Due rilevazioni rispondono a domande differenti. Il confronto chiarisce il campo delle fonti; non costruisce una serie temporale comune.

Fonte e anno dei dati	**Campo**	**Oggetto**
Eurostat 2025	UE; almeno 10 addetti	Uso di tecnologie AI
OCSE 2024	Sette paesi; fino a 249 addetti, incluse attività individuali	AI generativa e fabbisogno dichiarato

Le due rilevazioni rispondono a domande diverse, e non formano una serie storica comune. E descrivono i primi anni dell'adozione.

C'è poi un effetto che le statistiche aziendali non vedono. Un'impresa che prima pagava un grafico esterno per le bozze, ora le fa in casa con l'AI. I suoi dipendenti restano gli stessi. Ma il grafico ha perso un cliente. Il personale interno non cambia, e un reddito sparisce lo stesso, fuori dalla porta. Il confine dell'impresa cambia la lettura del dato: un calo del personale interno può accompagnarsi a più lavoro affidato fuori, e viceversa. Seguire anche i fornitori permette di distinguere i due movimenti.

Dipendenti, collaboratori, autonomi e fornitori stanno in conti diversi. Spostare un'attività fra queste forme cambia continuità, tutele e rischi, anche se il lavoro totale resta simile. Una carriera può comprendere incarichi intermittenti oltre a un posto da dipendente, e il lavoro autonomo può essere libertà, oppure il modo in cui il rischio degli ordini viene scaricato su una persona sola: l'etichetta non dice quale dei due. E affidare una fase all'esterno, o alla macchina, non elimina la responsabilità del risultato, che per il cliente resta dell'impresa che consegna. Esternalizzare, automatizzare o fare in casa possono ridistribuire il tempo senza togliere il bisogno di verificare. Per questo bisogna seguire compiti e relazioni, oltre ai nomi delle professioni.

Nel modello, poi, l'adozione dell'AI segue un calendario deciso dall'esterno. È utile per confrontare scenari, ma non spiega perché un'impresa adotta a gennaio e un'altra rinvia di due anni. Nelle imprese vere contano scadenze, liquidità, ordini attesi, capacità di consegna. E aumentare la capacità produttiva non crea da solo clienti.

Una piccola impresa che risparmia non cambia l'economia. Centomila che lo fanno insieme sì. Se tutte tagliano la stessa spesa, chi vendeva quel servizio perde ordini. Se tutte aumentano la capacità nello stesso mercato, non tutte troveranno i clienti in più; se aprono mercati diversi, l'espansione può essere più ampia.

Il cliente che rinvia

E poi c'è il cerchio. Se le famiglie perdono reddito, comprano meno, e passano la difficoltà ad altre imprese. Se le imprese vendono meno, assumono meno.

Il modello collega già redditi e acquisti. Ma nella prima versione il modulo per età calcolava chi restava senza lavoro e non restituiva quel numero ai conti macroeconomici. Il nuovo esperimento chiude il cerchio. Restituisce una misura dell'occupazione ai salari e ai sussidi; il modello ricalcola la domanda, il modulo ricalcola quante persone lavorano, e le due parti si aggiornano a vicenda finché il percorso cambia meno di una tolleranza fissata. Anche il mondo senza AI segue lo stesso procedimento, così che il confronto abbia le stesse regole.

Il nuovo conto usa la quota di persone senza lavoro sull'offerta potenziale, scoraggiati compresi. Quella quota pesa sui salari e sulla spesa per sussidi: chi smette di cercare continua a contare in entrambi i canali.

L'esperimento usa quattromila estrazioni con le stesse ipotesi iniziali e cambia solo il collegamento fra le parti. Ogni colonna confronta il mondo con AI e quello senza, con la stessa architettura. I risultati riguardano regioni e gruppi, non gli ordini di una bottega.

Tabella 51 – Esperimento del collegamento a due vie. Consumi della metà inferiore mondiale nel 2036 nei tre scenari; le altre misure riguardano lo scenario di riferimento. Mediane di 4.000 estrazioni. Ogni colonna confronta AI e senza AI con la medesima architettura; unità e territorio sono indicati nelle righe.

Misura	**Una direzione**	Due direzioni
Consumi metà inferiore mondiale 2036 (%) – riferimento	−1,03	−1,39

Misura	Una direzione	Due direzioni
Consumi metà inferiore mondiale 2036 (%) – riconversione lenta	−1,43	−3,15
Consumi metà inferiore mondiale 2036 (%) – sostituzione persistente	−2,64	−7,24
Salario economie avanzate 2046 (%)	−9,37	−9,87
Saldo primario avanzate 2036 (punti di PIL)	−0,99	−0,97
Debito/PIL avanzate 2046 (punti)	+11,19	+11,39

Nello scenario di riferimento il cambiamento sembra piccolo: la perdita dei consumi della metà più povera del mondo nel 2036 passa dall'1,03 all'1,39 per cento.

Ma guarda gli scenari difficili. Se la riconversione è lenta, la perdita passa dall'1,43 al 3,15 per cento. Se la sostituzione dura, dal 2,64 al 7,24. In entrambi i casi più che raddoppia. Il piccolo cambiamento dello scenario di riferimento non permette di concludere che il cerchio conti poco: proprio quando rientrare è difficile, o la sostituzione dura, restituire la disoccupazione ai salari e ai sussidi moltiplica il danno. Ogni posto perso toglie reddito, il reddito perso toglie domanda, la domanda persa toglie altri posti.

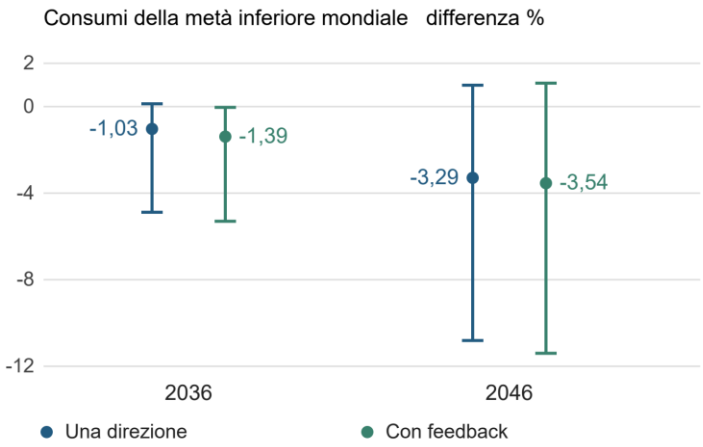


Figura 42 – Consumi della metà inferiore mondiale, AI meno senza AI, nel 2036 e nel 2046. Punti mediani e intervalli quinto–novantacinquesimo percentile dello scenario di riferimento, prima e dopo il feedback. I due anni sono mostrati separatamente. Fonte: esperimento sul collegamento, 4.000 estrazioni appaiate.

Non tutto peggiora, e va detto. Il debito delle economie avanzate nel 2046 cambia poco: da 11,19 a 11,39 punti in più. Il saldo primario del 2036 migliora appena: più persone senza lavoro fanno crescere i sussidi da pagare, ma i salari più bassi riducono l'importo di ciascuno. Chiudere il cerchio non rende peggiore ogni numero.

Nel 2046 il consumo della metà più povera del mondo resta sotto il mondo senza AI: la mediana passa da meno 3,29 a meno 3,54 per cento. In tutti gli scenari il calcolo ha raggiunto la tolleranza, e lo scarto contabile è rimasto sotto un millesimo di miliardesimo della produzione. I risultati sono numericamente coerenti.

Prendi una bottega che fa insegne e usa l'AI per preparare le bozze più in fretta. Il lavoro continua: verificare le misure, scegliere i materiali, stampare, montare. Se gli ordini restano quelli, le ore liberate nella progettazione non diventano fatturato: riducono un costo, o restano vuote. Se arrivano ordini nuovi, il limite diventa la stampa o il montaggio. Il conto dei costi di questo capitolo aiuta a

distinguere il risparmio lordo dal vantaggio vero, dopo canone, controllo e apprendimento.

E la bottega non è sola. Se tutte le botteghe della città adottano lo stesso strumento, le bozze diventano più rapide ovunque, e il vantaggio di ciascuna sulle altre sparisce. A quel punto il risparmio passa ai clienti sotto forma di prezzi più bassi, oppure si trasforma in canoni pagati al fornitore del software, che ora incassa da tutte. Il grafico che la bottega pagava un tempo per le bozze, intanto, ha perso non un cliente ma dieci. Ogni decisione, presa una per una, era sensata. L'effetto complessivo è un'altra cosa, ed è per questo che il libro segue sia la singola impresa sia l'economia intera.

Imprese di dimensioni diverse partecipano alla stessa economia, con tempi diversi. Il prossimo capitolo segue i soldi fino a chi li riceve, e distingue chi possiede, chi incassa e chi decide.

Capitolo 27

Proprietà del capitale e concentrazione

Nel 2013 un economista francese, Thomas Piketty, pubblicò un libro di centinaia di pagine sulla storia della ricchezza, Il capitale nel XXI secolo, pieno di tabelle e serie storiche. Diventò un bestseller mondiale, cosa che non succede quasi mai a un libro di economia. La sua tesi, riassunta in una disuguaglianza fra due lettere, era che quando il rendimento del capitale supera a lungo la crescita dell'economia, la ricchezza tende a concentrarsi in poche mani, perché chi possiede accumula più in fretta di quanto crescano i redditi di tutti gli altri. La tesi è stata discussa e contestata. Ma ha rimesso al centro una domanda che l'intelligenza artificiale rende urgente: chi possiede le macchine?

Quando una macchina fa il lavoro di una persona, il valore prodotto non sparisce. Va a qualcuno. La domanda decisiva non è quanto si produrrà, ma a chi andrà. Un'attività può combinare terreno, attrezzature, software e servizi che appartengono a soggetti diversi; per capire chi beneficia della produttività bisogna ricostruire i diritti sui redditi, non solo il luogo dove si produce. Gli esempi di questo capitolo tengono ferma la produzione e cambiano solo la distribuzione, per rendere visibile questo passaggio.

La macchina e il diritto al reddito

Chi lavora riceve un salario; chi possiede riceve profitti, dividendi, affitti. Molti ricevono un po' di entrambi. Ma le proporzioni contano. Una piccola partecipazione in un fondo può integrare uno stipendio, non sostituirlo; una quota grande può mantenere una famiglia anche senza lavoro.

Nel modello la popolazione è divisa in tre gruppi: la metà più povera, il quaranta per cento centrale, il dieci per cento più ricco. Il capitolo 19 ha ricordato che il dieci per cento più ricco del mondo possiede circa il 75 per cento della ricchezza, la metà più

povera circa il 2. Quando il reddito si sposta dal lavoro al capitale, si sposta verso chi possiede già.

E il patrimonio non è reddito. Il patrimonio è ciò che si possiede in un momento, al netto dei debiti se si parla di patrimonio netto; il reddito è un flusso in un periodo. Non ogni bene paga un dividendo ogni anno, e non ogni aumento di prezzo diventa subito denaro da spendere. Una casa o un'azione possono valere molto e non pagare la spesa del mese; un'impresa può fare utili senza distribuirli. Possesso, reddito maturato e soldi disponibili sono misure diverse.

Prendi cento persone, divise nei tre gruppi del libro. Cento unità di reddito da capitale, distribuite per intero. Produzione, salari e occupati restano fermi; cambia solo la ripartizione.

Tabella 52 – Due distribuzioni dello stesso reddito da capitale. Le dimensioni dei gruppi riprendono il libro; quote e importi sono didattici, non dati della calibrazione originale.

Gruppo	Persone	Reddito A	Reddito B
Metà inferiore	50	20	5
Centro	40	30	15
Vertice	10	50	80
Totale	100	100	100

Nel caso A la metà più povera riceve 20 unità, il centro 30, il vertice 50. Nel caso B, 5, 15 e 80. Il totale è lo stesso, cento. Il mondo è diverso.

$$Dg = pg\,\Pi$$

La formula dice una cosa sola: nell'esempio, in cui tutto viene distribuito, il reddito D del gruppo g è la sua quota p moltiplicata per il totale Π, e le quote sommano a uno. E separa le due cose

che contano. Il totale lo decide la tecnologia. La quota la decidono i diritti di proprietà.

Diviso per persona, nel caso A ognuno della metà più povera riceve in media 0,4 unità, ognuno del centro 0,75, ognuno del vertice 5. Nel caso B, 0,1, 0,375 e 8. Ottanta volte tanto fra il primo e l'ultimo.

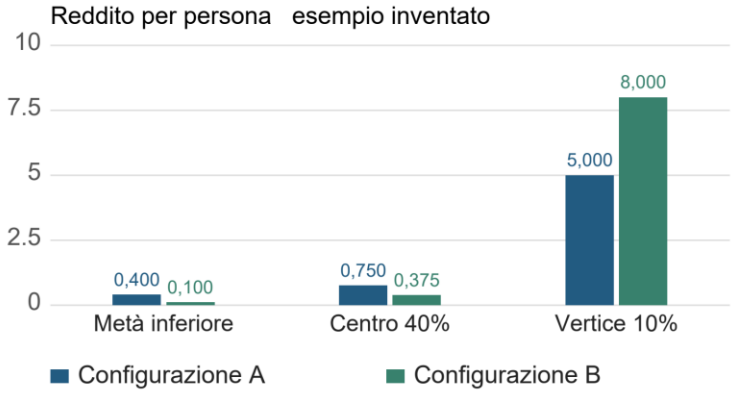


Figura 43 – Reddito medio per persona nelle due distribuzioni della tabella 52. Stesso totale distribuito.

Il grafico rende visibile la differenza fra la quota di un gruppo e l'importo medio per persona. E dice una cosa da tenere a mente. La produttività di una tecnologia non decide da sola a chi vanno i suoi benefici: i diritti sul valore entrano in gioco dopo, quando la capacità è cambiata e il peso del lavoro si è ridotto. Confondere i due piani fa sembrare inevitabile una distribuzione che in realtà è stata assunta. Chi dice che «l'AI renderà tutti più ricchi» sta facendo un'ipotesi sulla proprietà, senza dichiararla.

Dove si produce e dove si incassa

Nel modello il parametro ζ rappresenta la parte dei redditi dell'AI che va a proprietari o fornitori in altre regioni. Anche prima

dell'AI un territorio poteva ospitare la produzione e mandare altrove alcuni redditi; l'AI allunga questi percorsi.

Lo schema distingue il luogo della produzione, la remunerazione del lavoro, i redditi di beni e servizi forniti, la residenza di chi li riceve.



Figura 44 – Schema di lettura dei destinatari del valore e dei luoghi della spesa.

Un servizio comprato da un fornitore lontano migliora il lavoro di chi lo usa, e sposta un pagamento lontano. Se guardi solo la fattura, perdi il beneficio; se guardi solo il tempo risparmiato, perdi chi incassa. E il territorio non coincide con la sede scritta su un documento: produzione, proprietà, luogo di registrazione e residenza di chi riceve il reddito sono informazioni diverse.

Poi ci sono le imprese dentro la media. Autor, Dorn, Katz, Patterson e Van Reenen hanno mostrato nel 2020, sul Quarterly Journal of Economics, dopo un primo working paper nel 2017, che la quota del lavoro americana è scesa anche perché sono cresciute le imprese dominanti, le «superstar», che pagano al lavoro una parte più piccola del valore che producono. L'attività si è spostata verso imprese con meno lavoro per unità di valore, e questo

spostamento spiega una parte del calo complessivo. È storia di struttura dei mercati, prima dell'AI generativa.

Un esempio mostra il meccanismo. Due imprese: una dà al lavoro 60 su 100 di valore aggiunto, l'altra 30. Se pesano uguale, la media è 45. Se la seconda arriva a produrre tre quarti del totale, la media scende a 37,5, senza che nessuna delle due abbia cambiato le proprie regole. E l'AI ha esattamente la forma di una tecnologia che fa crescere chi la possiede.

Per capire se un mercato è concentrato non basta contare chi vende. Quattro imprese con il 25 per cento ciascuna, e quattro imprese con il 70, il 10, il 10 e il 10: stesso numero di venditori, mercati diversissimi. Per misurarlo si usa un indice chiamato HHI: la somma dei quadrati delle quote. Con le percentuali da zero a cento il massimo è diecimila; con quattro quote uguali fa 2.500, nel secondo mercato 5.200. Usando quote fra zero e uno cambierebbe la scala, non il confronto. Il calcolo è nella sezione A12 dell'appendice.

Tabella 53 – Due mercati con quattro venditori. Le quote si riferiscono allo stesso mercato ipotetico e allo stesso periodo.

Mercato	Quote percentuali	HHI
A	25; 25; 25; 25	2.500
B	70; 10; 10; 10	5.200

Un indice più alto descrive vendite più concentrate. Un mercato può concentrarsi perché un'impresa offre un prodotto migliore o più economico; oppure perché è difficile cambiare fornitore o competere. L'indice non dice quale delle due spiegazioni sia giusta. Cambiare fornitore di AI, poi, può costare tempo, formazione e compatibilità, oltre al prezzo del nuovo servizio. Sono costi che legano il cliente al fornitore.

Quota, importo, prezzo

Per ottenere la quota complessiva del lavoro, ogni impresa pesa per il valore aggiunto che produce: si sommano i redditi da lavoro e si dividono per il valore aggiunto totale. La sezione A12 riporta la relazione. Ecco un paradosso che serve tenere a mente. Due imprese, cento unità di valore ciascuna, e il lavoro riceve 90 su 200. Se l'impresa che paga meno il lavoro, quella con quota 30, cresce fino a trecento e l'altra resta a cento, il lavoro riceve 150 su 400. La quota scende al 37,5 per cento. Ma l'importo pagato ai lavoratori sale da 90 a 150.

Quota e importo rispondono a domande diverse. E per le famiglie contano anche quante persone, quali prezzi, quante ore, come si distribuisce il reddito dentro i gruppi. La crescita della produzione non decide da sola come viene divisa.

Un'impresa più efficiente può tenersi il risparmio, oppure abbassare i prezzi e vendere di più. Con un costo di otto e un prezzo di dieci, il margine è due per unità, prima degli altri costi. Se il costo scende a sei e il prezzo a nove, il margine sale a tre e il cliente paga meno. Se il prezzo scende a sette, il margine scende a uno. Il fatto che il cliente ci guadagni non decide, da solo, come si divide il valore fra lavoro e proprietà. Quanto del risparmio arriva ai prezzi dipende dalle alternative e dalla possibilità di cambiare fornitore.

Partecipare e decidere

Ricevere un dividendo, votare in assemblea, decidere i turni: sono tre poteri diversi. Una partecipazione minima può dare un reddito senza dare voce sugli investimenti o sull'organizzazione. Chi finanzia, chi riceve il reddito e chi influenza le decisioni sono domande distinte. Una proprietà più diffusa può distribuire proventi

senza garantire lavoro a chi partecipa: un dividendo ha valore, ma non è un'assunzione.

Proprietà, trasferimenti e servizi sono strade diverse attraverso cui il valore raggiunge le famiglie, da confrontare per costo, rischio, accesso e tempi. Allargare la proprietà, con fondi pubblici o partecipazione dei lavoratori, è la strada che il modello premia di più per la metà più povera. Ma va costruita: da dove vengono le quote, quanto costa acquisirle, chi le gestisce, chi paga le perdite. Il modello distribuisce i profitti con una riga; la realtà richiede istituzioni.

Prendi una biblioteca che compra un servizio automatico di ricerca e traduzione. Gli utenti stanno meglio. Ma il contratto paga un fornitore lontano. Il beneficio del servizio e il reddito che se ne va sono entrambi veri, e seguono strade diverse. Il bar accanto alla biblioteca può avere più clienti se crescono le visite, o non accorgersi di niente. Sapere dove si usa una tecnologia non dice dove finisce il valore: proprietà, contratti e spesa successiva collegano la produttività alla distribuzione.

E avere i soldi non basta a trovare un servizio. Il pagamento consente una prestazione solo se esistono le capacità, le persone e l'organizzazione per darla. Il prossimo capitolo guarda questo limite nel settore in cui pesa di più: la salute.

Capitolo 28

AI e servizi sanitari

Se c'è un settore in cui l'intelligenza artificiale promette di fare del bene, è la sanità. Leggere migliaia di immagini senza stancarsi, trovare il tumore che l'occhio umano non vede, liberare medici e infermieri dalla burocrazia. Alcune di queste promesse sono già state messe alla prova. I risultati sono veri, e sono più precisi, e più limitati, di quanto dicano gli annunci.

Prenotare una prestazione, riceverla e ottenerne un beneficio sono fasi diverse, e l'AI può migliorarne una senza sciogliere i nodi delle altre. Il modello macroeconomico di questo libro non misura la salute: per parlarne servono prove specifiche, e un'attenzione separata all'attività, alla qualità e all'accesso.

Le prestazioni e le persone

Un percorso di cura comprende la prenotazione, lo spostamento, l'incontro con il professionista, la valutazione, il trattamento, il seguito. Contarne una tappa sola può far sembrare concluso un servizio che non lo è. E quantità, qualità e accesso vanno tenuti separati. Più esami non dimostrano da soli più salute; una diagnosi migliore non serve a chi abita a due ore dall'ospedale e non ha l'auto. Ridurre la fatica e riconoscere un problema vale moltissimo, e la tecnologia lo fa in attività precise.

In Svezia lo studio MASAI ha confrontato due modi di leggere le mammografie di screening: la doppia lettura tradizionale, con due radiologi, e un protocollo in cui l'AI smista le immagini verso una o due letture e aiuta i medici. Le donne coinvolte erano 80.033, assegnate a caso. I risultati della prima analisi di sicurezza sono stati pubblicati da Lång e coautori nel 2023.

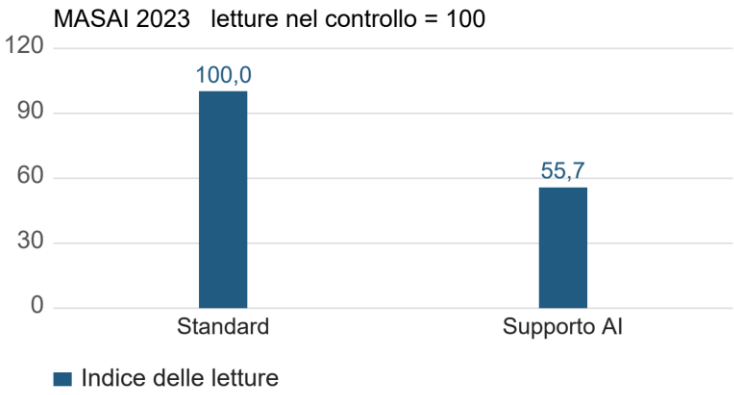


Figura 45 – MASAI, analisi 2023: indice del numero complessivo di letture, controllo uguale a cento. Il valore 55,7 deriva dalla riduzione pubblicata del 44,3%.

Le letture necessarie sono calate del 44,3 per cento: fatto cento il lavoro di lettura del metodo tradizionale, con l'AI ne serviva 55,7. Quasi metà del lavoro di lettura, in quel protocollo, non serviva più.

E che cosa diventa quel tempo? Se ci sono pazienti che aspettano, può servire più persone. Può andare ad altri compiti. Oppure può accompagnare una riduzione del personale. Il grafico non dice quale strada è stata scelta. Ma è esattamente il tipo di numero che, in un bilancio sotto pressione, diventa un taglio di organico.

Lo studio non si è fermato lì. Nel 2026 Gommers e coautori hanno pubblicato su The Lancet il dato che conta davvero: i tumori d'intervallo, quelli diagnosticati fra uno screening e il successivo, cioè quelli sfuggiti. Il rapporto fra i due gruppi è 0,88, con un intervallo di confidenza al 95 per cento fra 0,65 e 1,18. Il protocollo con l'AI soddisfa il criterio di non inferiorità fissato in partenza: non è peggiore di quello tradizionale oltre il margine stabilito. Ma quell'intervallo non dimostra, da solo, una riduzione certa dei tumori sfuggiti. La sensibilità, invece, migliora in modo significativo: dal 73,8 all'80,5 per cento, con la stessa specificità, il 98,5, in entrambi i gruppi.

Una prova di non inferiorità verifica che il nuovo metodo non peggiori il risultato oltre un margine deciso prima; dimostrare un miglioramento è un'altra domanda, e un risultato può rispondere alla prima senza rispondere alla seconda. E alcuni risultati richiedono anni. Meno lavoro, più tumori trovati allo screening, nessun peggioramento sui tumori sfuggiti: un risultato serio, che ha richiesto anni di attesa per essere verificato.

Un altro esperimento frena l'entusiasmo. Goh e coautori, su JAMA Network Open nel 2024, hanno assegnato a caso cinquanta medici a due gruppi: uno con accesso a GPT-4 oltre alle risorse tradizionali, l'altro solo con le risorse tradizionali, su casi clinici simulati. Punteggio mediano di ragionamento: 76 per cento contro 74. La differenza, corretta, è di due punti, con un intervallo da meno 4 a più 8. Nessun miglioramento statisticamente significativo. E non è una misura degli esiti su pazienti veri.

Tabella 54 – Tre valutazioni con domande differenti. Fonti: MASAI 2023 e 2026; Goh e coautori 2024.

Studio	Esito misurato	Risultato e confine
MASAI 2023	Numero di letture	−44,3%; non occupati o mortalità
MASAI 2026	Tumori d'intervallo	Rapporto 0,88; IC 95% 0,65–1,18; non inferiorità, margine 20%
Goh 2024	Ragionamento su casi simulati	Differenza aggiustata 2 punti; IC 95% −4–8; non significativa

Due prove, due risultati diversi, perché riguardano attività, strumenti e organizzazioni diverse: nel primo l'AI era dentro un protocollo progettato con cura per le immagini e le letture; nel secondo dei professionisti avevano a disposizione un chatbot su casi simulati. Insegnano la stessa cosa del capitolo 24: avere lo strumento non garantisce che venga integrato nel lavoro.

Una coda non scompare da sola

Prendi un servizio qualsiasi: arrivano cento richieste a settimana, se ne completano ottanta. Partendo da zero, ne restano venti in attesa. L'AI porta la capacità a novantasei. Ne restano quattro. Il servizio è migliorato, ma la coda continua a crescere.

$$Q_{t+1} = max(0, Q_t + A_t - S_t)$$

Q sono le richieste in attesa, A quelle che arrivano, S quelle completate nel periodo. Il massimo con zero evita una coda negativa, e le richieste completate non possono superare quelle disponibili. Se all'inizio la lista era di cinquanta, con cento arrivi e novantasei completamenti dopo una settimana è di cinquantaquattro. Il miglioramento rispetto a ottanta non basta a farla scendere: per accorciarla bisogna completare più richieste di quante ne arrivino, mantenendo un servizio adeguato.

Anche il numero di richieste completate non dice se le persone hanno capito che cosa è stato loro detto: sono due controlli diversi. Il tempo risparmiato può diventare meno fatica per il medico, più attenzione per il paziente, più capacità per il servizio; può anche essere assorbito da altre pratiche. E una parte del tempo passato con il paziente non è spreco: è il momento in cui il medico ascolta e scopre ciò che la richiesta non diceva. Eliminarlo velocizza la procedura e impoverisce la cura. Distinguere l'attesa evitabile dal tempo che serve alla qualità è ciò che significa migliorare davvero l'organizzazione.

Tabella 55 – Traccia di osservazione per distinguere accesso, attività ed esito.

Passaggio	Misura proposta	Domanda da conservare
Accesso	Arrivi e rinunce	Chi non raggiunge il servizio?
Attività	Prestazioni e tempi	Che cosa viene completato?
Qualità	Errori e verifiche	Il percorso mantiene qualità?

Passaggio	Misura proposta	Domanda da conservare
Esito	Risultati nel seguito	Che cosa cambia per le persone?

E chi controlla un risultato automatico usa competenze e tempo, e può incontrare un dubbio che richiede un'altra valutazione. Fra il 1985 e il 1987 una macchina per la radioterapia, il Therac-25, somministrò dosi enormi di radiazioni ad alcuni pazienti in Nord America, ferendoli gravemente e uccidendone alcuni, per un errore nel software. Gli operatori vedevano messaggi di errore incomprensibili, e il sistema permetteva di andare avanti. Da allora quel caso si studia in tutti i corsi di sicurezza dei sistemi. La lezione vale ancora: un controllo formale, senza la possibilità di capire, correggere o fermare il processo, non è supervisione. È una firma.

Il beneficio che il prodotto non riassume

Il parametro ω del modello esplora il benessere che i consumi non catturano. Un servizio migliore può contare senza far crescere la spesa; una famiglia può spendere di più per una necessità senza stare meglio.

Una visita vicino a casa risparmia ore di viaggio, e nessun prezzo lo registra; un accesso più difficile può invece togliere valore a una prenotazione velocissima. E una possibilità tecnica può richiedere investimenti, formazione e manutenzione, e far emergere bisogni prima invisibili: efficacia maggiore e fabbisogno di risorse possono crescere insieme.

C'è poi un modo di leggere i test che vale per la medicina e per ogni sistema che segnala qualcosa. Un esempio, separato dagli studi clinici: mille persone, cento con una certa condizione, novecento senza. Il test segnala ottanta dei cento casi e, per errore, diciotto persone sane. Restano venti casi non segnalati e ottocentottantadue negativi corretti.

Tabella 56 – Esempio di un test. La condizione e i numeri sono didattici; la tabella non descrive una malattia reale o le prestazioni di un sistema utilizzabile per decisioni cliniche.

Segnale	Condizione presente	Condizione assente	Totale
Positivo	80	18	98
Negativo	20	882	902
Totale	100	900	1.000

La sensibilità è la quota di casi veri che il test trova: ottanta su cento, l'80 per cento. La specificità è la quota di sani che il test non segnala: ottocentottantadue su novecento, il 98 per cento. Le due percentuali partono da gruppi diversi. E il 98 per cento di specificità riguarda le persone sane, non la probabilità che una persona segnalata sia malata: cambiare il gruppo di partenza cambia la domanda.

Fra le 98 persone segnalate, quante sono davvero malate? Ottanta su novantotto.

$$VPP = \frac{80}{80 + 18} \approx 81{,}6\% \ (esempio)$$

Circa l'81,6 per cento. Il denominatore definisce la domanda. Se i casi diventano dieci su mille, con la stessa sensibilità e la stessa specificità, ci si aspettano circa otto segnalazioni vere e circa venti false. Fra i segnalati, i malati diventano meno di un terzo. È lo stesso meccanismo del capitolo 17: quando ciò che cerchi è raro, anche un buon test produce molti falsi allarmi. E restano i venti casi che il test non ha trovato.

Torna allo studio sui medici: una differenza di due punti, con un intervallo da meno 4 a più 8. Non si sa nemmeno il segno dell'effetto, e il valore centrale non rende certo il beneficio. «Non significativo» non vuol dire «identico»: vuol dire che lo studio non

riesce a distinguere fra le differenze plausibili. Con cinquanta medici, lo strumento non ha mostrato un vantaggio misurabile.

Infine, chi resta fuori dalla misura. Guardare solo chi ha usato un servizio introduce una selezione: si descrive la sua esperienza, non quella di tutti quelli che ne avrebbero bisogno. Chi misura il successo di una prenotazione digitale contando solo chi l'ha completata vede un successo, e non vede chi ci ha provato e ha rinunciato, chi non sapeva usarla, chi non ci ha nemmeno provato. Un servizio aperto a tutti sulla carta non è un servizio raggiungibile da tutti.

Immagina uno sportello che risponde in pochi secondi e trova subito un appuntamento. Se le visite disponibili restano le stesse, il tempo amministrativo cala, e il limite vero, quante visite ci sono, resta dov'era. Se il tempo liberato permette al personale di occuparsi meglio dei pazienti, c'è un beneficio in più. E per chi usa il servizio contano anche la possibilità di correggere una prenotazione e un canale alternativo allo schermo. Prenotare non è essere curati.

Ogni servizio ha bisogno di apparecchiature, infrastrutture ed energia. Il prossimo capitolo conta quanta, tenendo separati ciò che serve tecnicamente e ciò che si ottiene davvero.

Capitolo 29

Consumo energetico dell'AI

L'intelligenza artificiale sembra immateriale: una risposta che appare su uno schermo, un servizio «nella nuvola». In realtà ogni risposta passa per edifici pieni di processori, raffreddati giorno e notte, collegati a una rete elettrica. Ogni servizio digitale dipende da macchine e infrastrutture fisiche, e anche quando riduce il lavoro in una fase continua a chiedere energia e capacità, nel luogo e nel momento in cui viene usato. Per valutarne il peso bisogna distinguere tre cose: la potenza, il consumo totale, il risultato ottenuto.

Il momento e l'anno

La potenza, misurata in kilowatt o megawatt, è il ritmo con cui si usa l'energia. L'energia, misurata in kilowattora o terawattora, è la quantità accumulata nel tempo. Dieci megawatt e dieci megawattora non sono due modi di dire la stessa cosa. Pensa a un rubinetto: la potenza è quanto è aperto, l'energia è quanta acqua hai raccolto, che dipende anche da quanto tempo lo lasci aperto.

$$E = P \times t$$

E è l'energia, P la potenza, t il tempo. Se la potenza cambia nel tempo, bisogna sommare i consumi dei diversi intervalli. Per esempio, un impianto da dieci megawatt costanti per tutte le 8.760 ore dell'anno consuma 87.600 megawattora, cioè 87,6 gigawattora. Ma il valore scritto sulla targhetta può indicare la capacità, il picco o l'assorbimento reale: un impianto non lavora per forza al massimo tutto l'anno. E un totale annuo non descrive i picchi: due impianti con lo stesso consumo annuo possono richiedere reti diverse, se uno consuma tutto in poche ore e l'altro in modo costante.

Tabella 57 – Unità e confini del conto energetico. Le definizioni aiutano a leggere le fonti; l'esempio numerico non calibra il modello economico.

Misura	Unità	Che cosa descrive
Potenza	kW, MW	Ritmo; capacità e uso effettivo distinti
Energia	kWh, MWh, GWh, TWh	Quantità nel periodo
Conversioni	1 MWh = 1.000 kWh	1 GWh = 1.000 MWh; 1 TWh = 1.000 GWh
Emissioni	kg o tonnellate	Richiedono un fattore coerente con il conto

Quanta energia consumano, oggi, i centri dati del mondo? Nel rapporto Key Questions on Energy and AI del 16 aprile 2026, l'Agenzia internazionale dell'energia stima 485 terawattora nel 2025, e ne prevede circa 950 nel 2030. Quasi il doppio in cinque anni. È l'aggiornamento della stima citata nel capitolo 14, che partiva da 415 terawattora nel 2024 e arrivava a 945 nel 2030: cambiano l'anno di partenza e la data della proiezione. Per dare un ordine di grandezza, la stessa Agenzia paragona il consumo previsto per il 2030 a quello attuale dell'intero Giappone. I numeri riguardano tutti i centri dati, non solo l'AI; ma secondo l'Agenzia è l'AI la spinta principale della crescita.

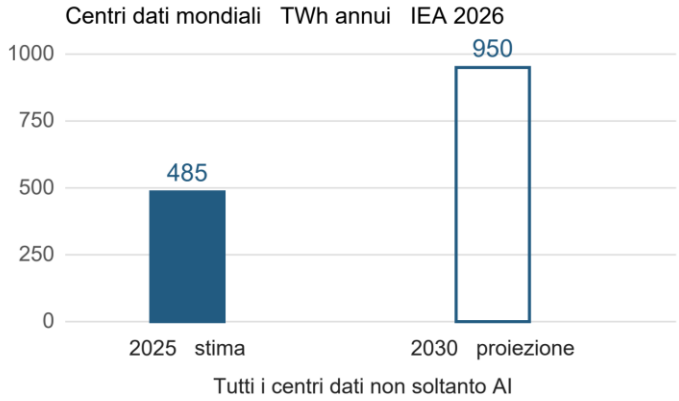


Figura 46 – IEA 2026: consumo elettrico mondiale dei centri dati. Barra piena: stima storica 2025; barra vuota: proiezione centrale 2030. Terawattora annui.

Il dato del 2025 è una stima del passato; quello del 2030 è una proiezione dell'Agenzia. Il consumo di un impianto locale non si ricava dividendo il totale mondiale per il numero degli edifici: servono i dati dell'impianto e il carico nel tempo.

«Quanta energia consuma una risposta dell'AI?» È una domanda che sembra semplice e non lo è. Bisogna definire il sistema, la lunghezza della risposta, il risultato, i dati, i tentativi scartati: una domanda breve e un lavoro lungo non pesano allo stesso modo. Bisogna separare l'addestramento di un modello dal suo uso quotidiano, e decidere se contare solo i processori o anche il raffreddamento e gli altri servizi dell'impianto. Il libro non assegna un consumo universale a ogni risposta, perché non esiste. Un esempio con unità dichiarate permette invece di capire come l'efficienza di una singola attività si combina con il volume totale.

Meno per ciascuna, più in totale

Ecco il meccanismo più importante del capitolo. Un servizio consuma un'unità di energia per ciascuna di cento attività: totale cento. Arriva una tecnica più efficiente, e il consumo per attività si di-

mezza. Se le attività restano cento, il totale scende a cinquanta. Ma se, visto che costa meno, se ne fanno duecentocinquanta, il totale sale a centoventicinque.

$$E = e \times N$$

e è l'energia per attività, N il numero di attività, considerate tutte uguali nell'esempio; se cambiano i tipi di attività, serve un conto per ciascun tipo.

Tabella 58 – Esempio di efficienza e quantità. Le unità energetiche sono convenzionali. La crescita delle attività è assegnata, non stimata dalla ricerca IEA né dal software del modello.

Caso	Energia per attività	Attività	Totale
Prima	1	100	100
Efficienza, stessa quantità	0,5	100	50
Efficienza, più attività	0,5	250	125

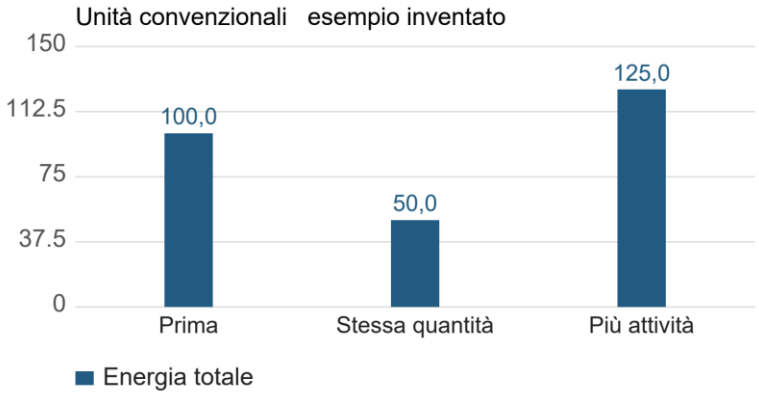


Figura 47 – Totali della tabella 58. Migliorare l'efficienza di ogni attività non garantisce una diminuzione del consumo complessivo. Esempio didattico, non previsione dell'uso futuro dell'AI.

Più efficienza, più consumo. Non è una curiosità. Nel 1865 l'economista inglese William Stanley Jevons, nel suo libro sulla questione del carbone, osservò che le macchine a vapore più efficienti non avevano ridotto il consumo di carbone in Gran Bretagna: lo avevano fatto crescere, perché usare il vapore era diventato conveniente per molte più cose. Da allora si parla di paradosso di Jevons, o di effetto rimbalzo.

La logica è la stessa del lavoro: se ogni compito richiede meno energia, o meno ore, il totale dipende anche da quanto si produce. Un costo più basso rende possibili usi prima troppo cari, ed è ciò che è successo con il vapore.

Il filo arriva in un luogo

L'energia deve arrivare dove serve, quando serve. Due impianti identici possono trovare una rete pronta in un posto e una rete satura in un altro: servono collegamenti e capacità dove c'è la domanda, non solo energia disponibile altrove. E un edificio finito non è un servizio funzionante: il collegamento alla rete può richiedere altri lavori, e anni. Questi tempi possono frenare l'adozione dell'AI.

E il lavoro? Un cantiere può richiedere molte persone durante la costruzione e poche durante l'esercizio. Un dato limitato alla costruzione può suggerire posti che non durano; un dato limitato all'esercizio dimentica un lavoro che è stato fatto davvero. Periodo, durata e competenze fanno parte del conto. Chi annuncia quanti posti creerà un centro dati deve dire se conta il cantiere o gli anni dopo.

Poi ci sono le emissioni. Il conto più semplice moltiplica l'energia per un fattore che dipende dal luogo, dal periodo e da come l'elettricità viene prodotta.

$$M = E \times f$$

M è la massa di emissioni, E l'energia, f il fattore. Per esempio, centomila kilowattora con un fattore di 0,1 chili per kilowattora fanno diecimila chili, dieci tonnellate. Con un fattore di 0,6, sessanta tonnellate. Stessa energia, sei volte le emissioni.

E il conto operativo non è tutto. La costruzione degli edifici, la produzione dei processori, il loro smaltimento, l'acqua e le altre risorse richiedono dati e confini propri, e un risultato su una parte non azzera le altre.

Chi paga il collegamento? Una nuova linea elettrica può servire soprattutto un centro dati, oppure un'intera rete di utenti. Se il costo finisce nelle bollette di tutti e il beneficio va a un'impresa sola, è un trasferimento; per discuterne gli effetti bisogna seguire costi e benefici per tutta la vita dell'opera.

Nel modello del libro i costi energetici sono trattati a parte, come dichiarato nel capitolo 6.

L'energia nel bilancio di un'impresa

Se produrre qualcosa costa cento, di cui dieci di energia e novanta di altre voci, raddoppiare il solo costo dell'energia porta il totale a centodieci: più 10 per cento, non più 100. Se intanto l'AI fa risparmiare otto su un'altra voce, il totale è centodue; se fa risparmiare quindici, novantacinque.

E consumo e spesa non sono la stessa cosa. Si può consumare di più e spendere di meno, se il prezzo scende abbastanza; o spendere di più consumando lo stesso. I terawattora misurano quantità fisiche; la bolletta dipende anche dai prezzi e dai contratti.

Anche l'ora conta. Se il fattore di emissione cambia nel corso della giornata, il totale si calcola sommando energia e fattore di ogni intervallo; una media semplice può pesare male. Un altro esempio: mille kilowattora in due periodi, uno con un fattore di 0,1 chili per kilowattora, l'altro di 0,6. Con cinquecento kilowattora

per periodo, le emissioni sono trecentocinquanta chili. Con novecento nel primo e cento nel secondo, centocinquanta. Stessa energia, meno della metà delle emissioni. Luogo e ora entrano nel conto. Alcuni lavori di calcolo si possono rimandare, altri richiedono continuità.

La domanda giusta, quindi, non è «quanta energia consuma l'AI», ma quale sistema ottiene quale risultato, con quali risorse, rispetto a quale alternativa. Guardare solo i consumi in più nasconde benefici e risparmi; guardare solo i vantaggi nasconde i costi.

Prendi una biblioteca che prima traduceva pochi avvisi e ora, con un servizio più efficiente, traduce anche cataloghi, guide e materiali didattici. Ogni traduzione consuma meno energia di prima, ma se ne fanno molte di più. È l'effetto rimbalzo di Jevons in una biblioteca: un miglioramento sulla singola operazione non decide da solo il consumo totale.

Potenza e consumo, energia ed emissioni, costruzione ed esercizio descrivono cose diverse. E tutte avvengono in un luogo. Anche il territorio cambia la possibilità di usare una tecnologia, e di raggiungere un lavoro. Il prossimo capitolo collega infrastrutture e giornate delle persone: lo stesso posto può essere raggiungibile in un luogo e irraggiungibile in un altro.

Capitolo 30

Mobilità e differenze territoriali

Nel 1968 l'economista americano John Kain pubblicò uno studio che diede un nome a un problema che molti vedevano senza riuscire a dirlo. Negli anni del dopoguerra le fabbriche e gli uffici di molte città americane si erano spostati in periferia, mentre molti lavoratori, soprattutto neri, restavano nei quartieri centrali, senza auto e con trasporti pubblici che non portavano dove c'era il lavoro. I posti esistevano. Le persone esistevano. Fra loro c'era la distanza. In seguito quell'idea prese il nome di spatial mismatch, il disallineamento nello spazio.

Un posto di lavoro a quaranta chilometri, per chi ha un'auto, un asilo vicino e nessuno da accudire, è un'opportunità. Per chi dipende dall'autobus e deve riprendere un figlio alle quattro, quel posto non esiste. La distanza sulla mappa non dice quanto costa, quanto tempo richiede e quanto è difficile attraversarla. Un'opportunità può esistere in una regione senza essere compatibile con la giornata di una persona. Per leggere gli effetti sui territori bisogna entrare dentro le grandi medie del modello, e distinguere reddito, servizi e possibilità di raggiungerli.

La regione non è una persona

Le tre regioni del modello hanno tempi di adozione, distribuzioni del reddito e risorse pubbliche diverse. Dentro la stessa grande regione ci sono territori con collegamenti, imprese, scuole e case diversissimi. Per un quartiere bisogna guardare dove nascono i posti, chi riesce a raggiungerli, chi riceve i redditi della proprietà, e quali servizi aiutano chi deve ricominciare. Anche un cambio di sede o di turno può rendere impossibile un tragitto che prima funzionava: la stessa distanza pesa in modo diverso secondo gli orari, i trasporti e le responsabilità di ciascuno.

Immagina due città, A e B. In entrambe una famiglia guadagna 1.800 euro netti al mese per le stesse ore di lavoro. Nella città A la

casa costa 600 euro, il trasporto 100, la cura dei figli necessaria per poter lavorare 200. Nella città B, 900, 200 e 250.

Tabella 59 – Due bilanci mensili. Stesso reddito netto, costi diversi. Unità monetarie convenzionali; nessuna città o famiglia reale.

Voce	Città A	Città B
Reddito netto	1.800	1.800
Abitazione	600	900
Trasporto	100	200
Cura	200	250
Residuo	900	450

$$R = N - A - T - C\ (esempio)$$

N è il reddito netto, A la casa, T il trasporto, C la cura necessaria a rendere possibile quel lavoro; R è ciò che resta. Nella città A restano 900 euro, nella B 450. Stesso stipendio, metà dei soldi disponibili. E il residuo non misura il benessere: con quei soldi bisogna ancora mangiare, pagare l'energia, affrontare gli imprevisti.

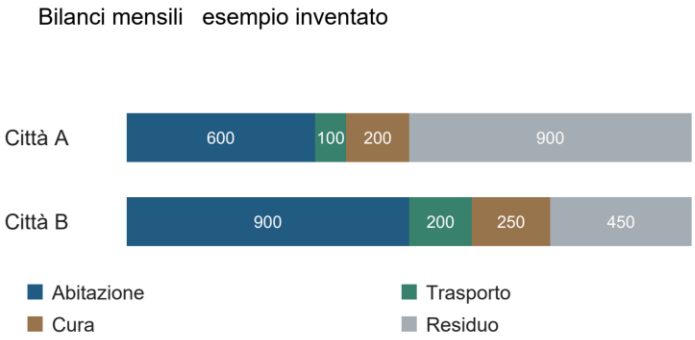


Figura 48 – Scomposizione dei due redditi mensili della tabella 59. Esempio didattico; il residuo non coincide con risparmio né con consumo complessivo.

La città B potrebbe offrire altro: prospettive di carriera, servizi migliori, altri vantaggi. E la qualità della casa e la sicurezza del tragitto contano anche al di là del loro prezzo.

Poi ci sono i minuti che non entrano nel salario. Due persone lavorano otto ore e guadagnano cento euro al giorno. La prima viaggia mezz'ora in tutto, la seconda due ore.

$$q = \frac{N}{h_l + h_v}$$

N è il reddito netto giornaliero, h_l le ore di lavoro, h_v quelle di viaggio, q il compenso per ogni ora impegnata. La prima persona riceve circa 11,76 euro per ogni ora della sua giornata di lavoro, la seconda 10. Lo stesso contratto, due paghe diverse. Non è il salario orario del contratto, perché include tempo che di solito non viene pagato; e non è tutta la giornata, perché mancano la preparazione, l'attesa, la cura, il riposo.

Un'offerta è un insieme di condizioni. Un posto nuovo può far crescere la domanda di un'impresa senza incontrare nessuno disponibile a quell'ora, in quel luogo, con quei vincoli.

Un paese dentro i numeri

Che cosa succede in Italia? Le serie annuali di Eurostat conservate nel progetto permettono di seguire occupazione e partecipazione fra il 2022 e il 2025 in quattro fasce d'età.

Il dataset si chiama lfsa_pganws e conta la popolazione nelle famiglie private per cittadinanza e condizione lavorativa. L'elaborazione usa il totale di uomini e donne e di tutte le cittadinanze, in migliaia. Per ogni fascia somma prima le classi di cinque anni e poi divide gli occupati per la popolazione aggregata: una media semplice dei tassi darebbe troppo peso alle classi più piccole. La partecipazione usa invece gli attivi al numeratore.

Tabella 60 – Variazioni osservate 2022–2025 in punti percentuali, dalla copia Eurostat archiviata il 10 ottobre 2026. Italia e UE27_2020; l'aggregato UE include l'Italia. Occupazione e partecipazione hanno come denominatore la popolazione della fascia nelle famiglie private.

Età	Occup. Italia Δ pp	Occup. UE Δ pp	Partecip. Italia Δ pp
15–24	−1,88	−0,18	−3,40
25–34	+2,41	+0,59	+0,67
35–49	+2,31	+0,82	+1,18
50–64	+4,98	+3,13	+4,17

Fra il 2022 e il 2025, in Italia il tasso di occupazione dei 50–64enni cresce di 4,98 punti, quello dei 25–34enni di 2,41 e quello dei 35–49enni di 2,31. Quello dei giovani fra 15 e 24 anni scende di 1,88 punti. In Europa, per la stessa fascia, scende di 0,18. Nell'ultimo anno, dal 2024 al 2025, i giovani italiani perdono 1,78 punti e quelli europei 0,38. Pesando ogni anno come nel capitolo 3, i giovani italiani perdono 1,35 punti l'anno, quelli europei 0,32.

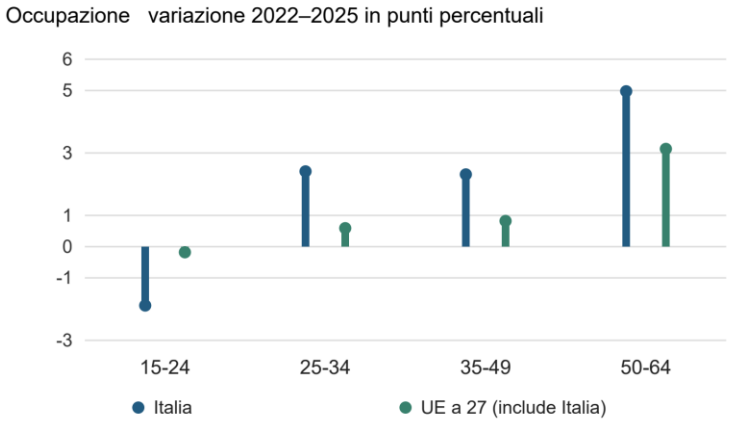


Figura 49 – Cambiamento del tasso di occupazione fra il 2022 e il 2025, per età. Italia e UE a 27, punti percentuali. Elaborazione dei conteggi annuali lfsa_pganws; stesso campo nelle due geografie.

Il totale migliora. I giovani perdono. È lo stesso disegno che i dati americani mostrano per i lavori esposti all'AI, e quello che lo studio tedesco sui robot ha trovato. La partecipazione dei giovani italiani al lavoro scende di 3,40 punti dal 2022 al 2025, 1,91 l'anno con i pesi: non è solo che trovano meno lavoro, una parte smette di cercarlo.

Con i pesi, in Italia il calo dei giovani è più di quattro volte quello europeo. La crescita degli occupati più anziani non compensa un ingresso più difficile: le due misure riguardano persone diverse. Questi dati dicono che in Italia la porta d'ingresso dei giovani si stava già stringendo mentre gli altri crescevano.

Il confronto parte dal 2022, dopo il cambio di metodo del 2021 segnalato nelle serie, e pesa gli anni come nel capitolo 3. Le osservazioni scelte non hanno segnalazioni di rottura o di bassa affidabilità. Fonte e metadati: Eurostat, https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/lfsa_esms.htm.

Un secondo archivio Eurostat segue i passaggi fra occupazione, disoccupazione e inattività da un trimestre all'altro. Il file importato copre Italia e Unione europea nel 2024–2025, ma senza le età: non permette di verificare l'ingresso dei giovani né di distinguere primo lavoro e ritorno. Per quella domanda l'Istat mette a disposizione dei ricercatori, con una richiesta dedicata, file sulle forze di lavoro a tre mesi di distanza. Il protocollo del capitolo 18 indica che cosa collegare: età, professione, istruzione e territorio, insieme all'esposizione all'AI. Fonte: https://www.istat.it/microdati/rilevazione-sulle-forze-di-lavoro-dati-longitudinali-a-3-mesi-di-distanza/.

Una statistica nazionale indica dove cercare un problema. Percorsi, fermate e orari spiegano come un corso aperto a tutti possa restare difficile da raggiungere.

Due precedenti e una città che cambia abitanti

Due studi sui robot industriali aiutano a capire che cosa succede a un territorio quando arriva l'automazione. Riguardano una tecnologia diversa dall'AI generativa, ma il meccanismo è lo stesso.

Tabella 61 – Due studi sui robot industriali. Sintesi delle pubblicazioni originali; nessuna stima degli effetti dell'AI generativa e nessuna attribuzione causale delle differenze fra paesi a una sola istituzione.

Studio	Perimetro	Risultato sintetico
Acemoglu e Restrepo 2020	Robot, mercati locali USA	Occupazione e salari in calo nella stima
Dauth e coautori 2021	Robot, dati tedeschi	Servizi compensano manifattura; ingresso giovane più colpito

Negli Stati Uniti Acemoglu e Restrepo, sul Journal of Political Economy del 2020, hanno studiato i mercati del lavoro locali fra il 1990 e il 2007. Un robot in più ogni mille lavoratori ha ridotto il rapporto fra occupati e popolazione di 0,2 punti e i salari dello 0,42 per cento. L'esposizione combina la diffusione dei robot nei settori con la struttura industriale di ogni luogo. In Germania, Dauth, Findeisen, Südekum e Wößner, sul Journal of the European Economic Association del 2021, hanno usato dati amministrativi: i posti persi nella manifattura sono stati compensati dai servizi, ma il costo è ricaduto soprattutto sui giovani che dovevano entrare. Per chi era già occupato, l'automazione si è accompagnata a più stabilità nell'impresa e a compiti nuovi.

La lezione tedesca è la più importante. Il totale può ricomporsi fra i settori mentre la porta d'ingresso si chiude, e il posto perso e il posto creato non appartengono alla stessa persona.

Un quartiere, poi, può sembrare più ricco perché sono cambiati i suoi abitanti, non perché chi c'era stia meglio. Dieci famiglie con un reddito di cento. Se tutte salgono a centodieci, la media cresce

del 10 per cento. Se invece due se ne vanno e arrivano due famiglie con duecento, mentre le altre otto restano a cento, la media sale a centoventi.

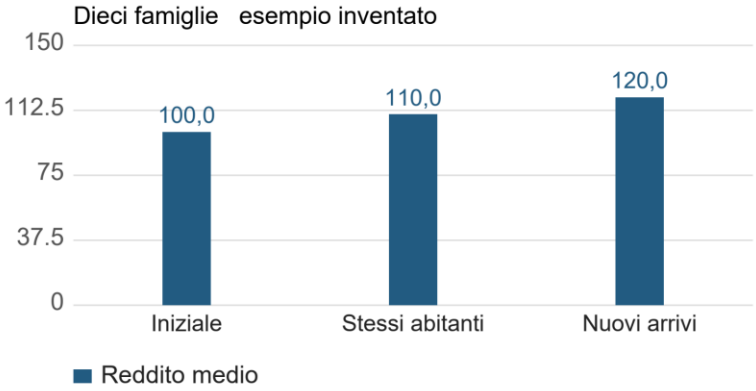


Figura 50 – Media del reddito in tre situazioni di esempio: iniziale 100, aumento di tutti a 110, sostituzione di due famiglie a reddito 100 con due a reddito 200, media 120. Dieci famiglie in ogni situazione; nessuna misura di un quartiere reale.

La seconda crescita è più grande, e non ha migliorato la vita di nessuno di quelli che c'erano. Delle due famiglie partite non si sa nulla, se l'osservazione si ferma al confine del quartiere. La misura locale descrive chi vive in un luogo in un momento; quella longitudinale segue le stesse persone nel tempo.

«Si trasferiscano dove c'è lavoro» è facile da dire. Ma la convenienza futura di spostarsi non garantisce che sia possibile oggi. Caparra, deposito, viaggio, settimane senza stipendio richiedono soldi in mano, e la cura di figli o genitori può imporre altri vincoli. La ricerca più nota sul luogo come destino è Moving to Opportunity: negli Stati Uniti alcune famiglie povere hanno ricevuto, estratte a sorte, buoni per trasferirsi in quartieri migliori. Chetty, Hendren e Katz, sull'American Economic Review del 2016, hanno trovato che i bambini trasferiti prima dei tredici anni sono andati più spesso all'università e hanno guadagnato di più da adulti; per gli adolescenti l'effetto era leggermente negativo. Età e durata

dell'esposizione contano. Ma riguarda bambini, non adulti espulsi dal lavoro dall'AI.

Aiutare le persone e aiutare i luoghi sono due strategie diverse. Un sostegno al reddito può rendere possibile la ricerca. Un collegamento di trasporto allarga i posti raggiungibili. Un servizio di cura libera ore che altrimenti non ci sarebbero. Un investimento può creare domanda, se il servizio trova clienti e se i compiti richiedono persone. Ognuno ha un costo, e i vantaggi possono essere mangiati da affitti più alti. E un territorio può ospitare la produzione e ricevere poco dei suoi redditi: una politica dell'accesso non corregge la proprietà, e una politica della proprietà non costruisce l'autobus. Le azioni si incontrano, ma con obiettivi diversi.

Due offerte con lo stesso stipendio possono lasciare soldi diversi in tasca se cambiano affitto, cura e trasporto, come mostra il bilancio delle due città. Un autobus compatibile con i turni può allargare i posti raggiungibili senza cambiare la qualifica richiesta. Una biblioteca con spazi e connessione aiuta a mandare una candidatura, ma non crea il posto a cui candidarsi. Questi servizi stanno fra l'opportunità sulla carta e la possibilità reale.

La valutazione deve collegare le condizioni personali e il territorio: reddito, ore, competenze e cura da una parte; imprese, posti, collegamenti e servizi dall'altra. E deve osservare gli incontri e gli ostacoli, comprese le persone che allo sportello non arrivano mai. Il prossimo capitolo costruisce una verifica degli interventi lungo questa sequenza.

Capitolo 31

Valutazione d'impatto degli interventi

Ogni governo che lancia un programma di formazione annuncia un successo. Mille iscritti, ottocento diplomati, seicento occupati. Sembrano numeri chiari, e non lo sono. Quanti di quei seicento avrebbero trovato lavoro comunque? Quanti hanno preso un posto che sarebbe andato a qualcun altro? E i duecento che hanno abbandonato, chi erano?

Negli Stati Uniti, alla fine degli anni Ottanta, il governo fece una cosa rara: valutò il suo principale programma di formazione per disoccupati, il Job Training Partnership Act, con un esperimento vero, assegnando a sorte chi poteva partecipare e chi no. I risultati, pubblicati negli anni Novanta, deludevano molte aspettative: guadagni modesti per gli adulti, ed effetti trascurabili per i giovani che avevano lasciato la scuola. Senza il sorteggio, contando solo i partecipanti che avevano trovato lavoro, il programma sarebbe sembrato un successo.

Un'offerta di formazione non è la frequenza, la frequenza non è l'apprendimento, e l'apprendimento non garantisce un posto che duri. Una valutazione seria segue tutta la catena, e distingue chi cerca il primo impiego, chi rientra e chi vuole migliorare un lavoro che ha già. In una transizione come quella dell'AI si spenderanno molti soldi in programmi di questo tipo. Questo capitolo trasforma le domande in risultati da misurare, denominatori e confronti.

Un risultato prima del numero

Orari sostenibili, un reddito sufficiente, competenze riconosciute, un rapporto di lavoro che duri: sono cambiamenti diversi, e gli indicatori vanno scelti in modo da conservarne il significato per le persone. La ricerca li traduce in misure: occupazione, ore, reddito, durata. Qualità e autonomia richiedono altre informazioni, come ha mostrato il capitolo 25. La scheda che segue collega indicatori, momenti di osservazione e denominatori.

Tabella 62 – Misure proposte per seguire un intervento. Gli orizzonti illustrativi vanno definiti prima della valutazione; non sono dati di un programma osservato.

Passaggio	Misura proposta	Quando osservare
Accesso	Ammissibili, offerta, adesione e rinunce	Prima e all'avvio
Apprendimento	Prova coerente, con e senza assistenza	Prima e dopo
Ingresso	Occupazione, primo ingresso, rientro	6 e 12 mesi
Permanenza	Durata, uscite e nuovi periodi senza lavoro	12 e 24 mesi
Condizioni	Ore, reddito e qualità del posto	A ogni controllo

La valutazione deve includere anche chi non riesce nemmeno a iscriversi: studiare solo i partecipanti perde il problema dell'accesso. Un programma può funzionare benissimo per chi partecipa e raggiungere poco le persone per cui era nato.

Gli studi sull'apprendimento assistito del capitolo 24 hanno mostrato che una prestazione migliore non garantisce sempre una competenza autonoma migliore. E anche quando l'apprendimento è solido, bisogna vedere se incontra una domanda delle imprese. Katz, Roth, Hendra e Schaberg, nell'articolo del 2022 sul Journal of Labor Economics, hanno esaminato valutazioni con sorteggio di programmi legati a settori precisi, per lavoratori a basso salario. Quei programmi combinano una selezione iniziale, competenze professionali e trasversali, e servizi di supporto. I partecipanti guadagnavano di più anche perché entravano in lavori meglio pagati, non solo perché lavoravano di più.

Quanto di più? Dipende dalla versione: dal 12 al 34 per cento nell'articolo del 2022, dall'11 al 40 nel riassunto del working paper del 2020, dal 14 al 38 in una sintesi del Fondo monetario. Funzio-

nano perché portano verso un settore che assume: lo stesso nome può indicare contenuti diversi.

Il confronto che manca

Il problema di fondo è sempre lo stesso. Vedi una persona che ha fatto il programma, ma non vedrai mai la stessa persona, nello stesso periodo, senza programma. Una parte del cambiamento può dipendere dal mercato, dalle competenze di prima, da contatti che non c'entrano con l'offerta. È il problema del controfattuale.

Confrontare chi partecipa e chi no non lo risolve. Chi si iscrive può avere più tempo, risorse, motivazione, informazioni. Oppure più difficoltà, se il programma è rivolto a chi ha meno opportunità. Il modo più pulito è sorteggiare chi riceve l'offerta, come fece il governo americano.

In un esperimento immaginario, due gruppi di cento persone che hanno i requisiti vengono assegnati a sorte: uno riceve l'offerta del programma, l'altro i servizi ordinari. Dopo un periodo stabilito, nel primo lavorano cinquantotto persone, nel secondo cinquanta. La differenza è di otto punti.

Tabella 63 – Esperimento con assegnazione casuale dell'offerta. Cento persone per gruppo; otto punti percentuali è una differenza didattica, senza intervallo di confidenza calcolato.

Assegnazione	Persone	Occupati	Tasso
Offerta programma	100	58	58%
Servizi ordinari	100	50	50%
Differenza	–	8	8 punti

$$\Delta = 58\% - 50\% = 8\,punti$$

Δ è la differenza fra le medie dei due gruppi, calcolata su tutti quelli assegnati, anche su chi non ha mai frequentato. È l'effetto dell'offerta, quello che gli statistici chiamano «intention to treat».

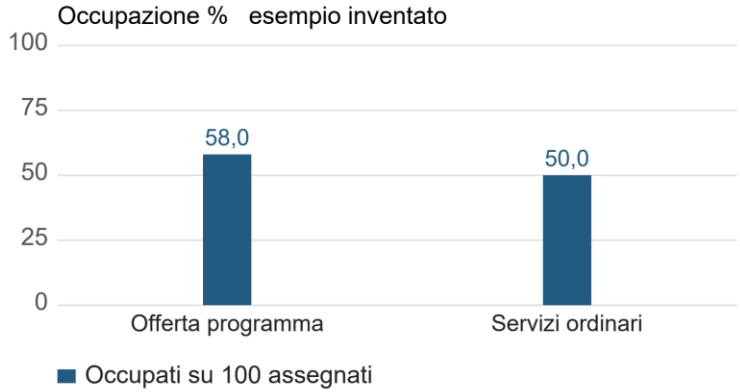


Figura 51 – Occupazione dei due gruppi della tabella 63. Esempio, non previsione individuale né probabilità di successo di un programma reale.

Ecco il punto che quasi tutti i comunicati dimenticano. Cinquanta persone lavorano anche senza programma. Il programma non può prendersi il merito di tutte e cinquantotto: può prendersi il merito di otto. E un effetto medio di otto punti non dice quali persone hanno cambiato destino grazie all'offerta.

Se solo sessanta delle cento persone a cui è stato offerto il corso lo frequentano davvero, si può dividere otto per 0,6 e ottenere circa 13,3 punti. È l'effetto su chi ha partecipato? Solo se l'offerta agisce soltanto attraverso la partecipazione. Un programma con colloqui, sostegni e incontri con le imprese può aiutare anche chi non finisce il corso: attribuire ogni cambiamento alle sole lezioni nasconderebbe il trattamento vero.

Seguire le persone nel tempo è difficile: cambiano casa, cambiano numero, smettono di rispondere. Su cento persone assegnate, ottanta rispondono e quarantotto di queste lavorano: fra chi risponde, il 60 per cento è occupato. Ma i venti che mancano?

$$48\% \leq q_0 \leq 68\% \, (esempio)$$

q_0 è la quota di occupati fra tutti i cento. Se nessuno dei venti mancanti lavora, è il 48 per cento; se lavorano tutti, il 68. Venti punti di incertezza, solo perché venti persone non hanno risposto. E spesso chi sparisce è proprio chi è andato peggio.

Se il posto cambia solo nome

Un programma può aiutare una persona a ottenere un posto che sarebbe andato a un'altra. Per chi lo ottiene è un beneficio vero. Per l'economia, non c'è un posto in più. È un problema di sostituzione: un intervento può cambiare chi viene assunto senza cambiare quanti. Un altro può aiutare le imprese a crescere, o a coprire posti che sarebbero rimasti vuoti. Un altro ancora può avere effetti su chi non partecipa, attraverso contatti, salari e concorrenza. Per questo il risultato di una persona non si trasferisce automaticamente a un'intera città.

Anche il sorteggio dei due gruppi deve tenerne conto. Se l'offerta fatta a una persona cambia il risultato di un'altra, il confronto semplice può non descrivere ciò che succederebbe estendendo il programma a tutti.

Questo è il limite di fondo della formazione in una transizione come quella dell'AI. Se i posti non bastano, imparare meglio aiuta a vincere la gara per uno dei posti rimasti, ma non aggiunge posti. La formazione va valutata separatamente dalla creazione di lavoro, e non può sostituirla.

Chi valuta un programma deve scrivere prima che cosa misurerà, quando e come pubblicherà i risultati. Così anche le conclusioni sfavorevoli diventano controllabili. Un protocollo scritto prima limita la scelta opportunistica di età, territori, indicatori e date: cercando abbastanza confronti, qualcosa di favorevole si trova sem-

pre per caso. E se il risultato principale è negativo, deve restare visibile.

E il costo? Immagina un programma che costa 200.000 euro per cento persone e produce otto occupati in più rispetto al gruppo di confronto.

$$c = \frac{200.000}{8} = 25.000\ (esempio)$$

Venticinquemila euro per ogni occupato in più.

Venticinquemila euro sono tanti o pochi? Dipende da quanto dura quel lavoro, quanto paga, quali altri benefici porta, che cosa costerebbero le alternative. Un contratto di pochi giorni e un posto tenuto per anni fanno conti molto diversi. E se si dividesse il costo per tutti i cinquantotto occupati, invece che per gli otto in più, il programma sembrerebbe sette volte più efficiente di quello che è. È il trucco più comune nella comunicazione delle politiche pubbliche.

Immagina, infine, un corso che finisce dopo l'ultimo autobus utile. Chi non ha l'auto smette di venire, prima ancora della prova finale. Se si contano solo quelli che arrivano alla fine, la valutazione seleziona le persone con meno ostacoli, e presenta un successo più grande di quello dell'offerta. Seguire tutti quelli a cui il corso è stato offerto, come nell'esempio della tabella, conserva il confine del confronto. Registrare il motivo dell'abbandono aiuta poi a correggere l'organizzazione.

Accesso, apprendimento, ingresso, permanenza e condizioni devono restare verificabili nel tempo. Un'offerta può creare una possibilità senza aver risolto la transizione. Il prossimo capitolo cambia scala: dai singoli interventi a ciò che il libro, nel suo insieme, sa e non sa.

Capitolo 32

Risultati e limiti della conoscenza

È il momento di mettere insieme i pezzi. Non per arrivare a un giudizio unico, «l'AI è buona» o «l'AI è cattiva», ma per dire con chiarezza che cosa è emerso, che cosa no, e che cosa potrebbe far cambiare idea.

La domanda che resta

La domanda di questo libro non è se l'AI sa fare le cose. Lo sa fare, e sempre di più. La domanda riguarda il lavoro necessario a produrre, la possibilità di entrare per chi comincia, il rientro di chi esce, i redditi, le risorse per servizi e protezione. La capacità tecnica risponde solo a una parte di questo insieme.

La risposta del modello è netta: il valore prodotto dall'AI torna alle famiglie e allo Stato solo in parte, in modo diseguale e in ritardo. È quello che succede se le regole restano quelle di oggi.

La produzione cresce, il potere d'acquisto di alcuni gruppi scende, e proteggere un reddito resta diverso dall'aprire un posto. Il recupero del lavoro è parziale, e segue tempi diversi da regione a regione. Bastano due date.

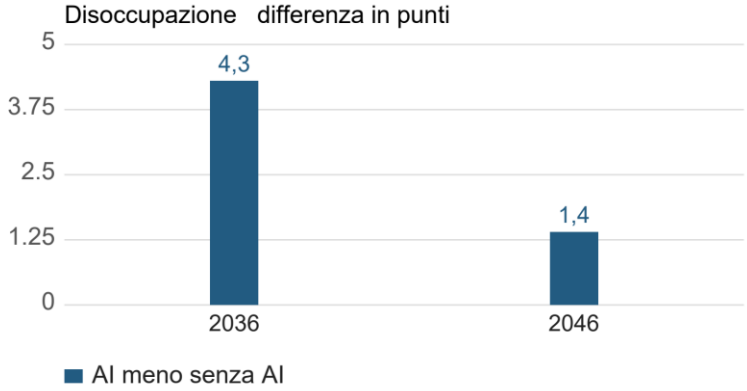


Figura 52 – Differenziale mediano di disoccupazione nelle economie avanzate, AI meno confronto senza AI: 4,3 punti nel 2036 e 1,4 nel 2046. Simulazioni del modello. Due anni selezionati, senza traiettoria interpolata né bande non disponibili in questa sintesi.

Nel 2036, nelle economie avanzate, la disoccupazione è più alta di 4,3 punti rispetto al mondo senza AI; nel 2046 di 1,4. Scende, ma non torna a zero. Un'economia più produttiva può avere, vent'anni dopo, meno bisogno di lavoro di quella che non ha adottato l'AI.

Quello che non è emerso, e quello che sì

Una cosa, all'inizio, sembrava certa: che la caduta dei salari avrebbe fatto crollare i consumi, e i consumi crollati avrebbero fatto crollare i profitti. Non succede. La domanda tiene, i profitti crescono. Va detto con chiarezza, perché è un'ipotesi iniziale che i numeri hanno smentito. Nel futuro peggiore dei 4.000 simulati la domanda manca per il 2,5 per cento della produzione, e in sette futuri su dieci non manca mai.

La preoccupazione per i conti pubblici, invece, era giusta nella direzione, ma secondaria rispetto all'invecchiamento. Il modello partiva da pressioni sui conti già presenti, e l'AI aggiunge un colpo a un sistema che non cominciava da una pagina bianca: cambia le basi su cui si pagano le tasse e chi riceve il reddito. Nel 2046 il debito delle economie avanzate è più alto di 11,2 punti di PIL.

Le perdite concentrate incrinano la fiducia nelle istituzioni.

Poi ci sono due promesse diverse: la proprietà e il posto. Distribuire il valore attraverso la proprietà, con dividendi e fondi, come nei capitoli 13, 22 e 27, protegge il reddito. Non dà un lavoro.

La seconda indicazione riguarda i tempi, l'ampiezza dell'automazione e il modo in cui il mercato del lavoro si aggiusta. Nelle analisi del capitolo 16, la velocità della diffusione e l'ampiezza della sostituzione spiegano una parte importante della variabilità della disoccupazione; la rigidità dei salari, i compiti nuovi e la reazione delle imprese al costo del lavoro pesano sui risultati duraturi delle famiglie. E nessuno degli strumenti provati riporta la

disoccupazione al livello del mondo senza AI. Formazione e compiti nuovi ci vanno più vicino; rimandare l'adozione è fra i meno efficaci.

La terza indicazione riguarda il tempo per costruire. Il picco della disoccupazione nel modello arriva intorno al 2039. Misure, servizi e capacità amministrativa richiedono anni: vanno preparati prima. Il pacchetto del capitolo 22 protegge i consumi più di quanto recuperi il lavoro, e resta aperta la domanda più difficile: chi apre i posti, e come si verifica che siano raggiungibili. Distribuire meglio il valore può difendere il reddito; per entrare servono anche domanda, incontro fra compiti e persone, opportunità vere. Il capitolo 24 lo ha mostrato: anche con l'incentivo migliore, il primo ingresso dei giovani resta molto sotto il mondo senza AI.

Che cosa cambierebbe la conclusione

Una conclusione controllabile dice quali nuove osservazioni potrebbero indebolirla. Ecco quali.

Un aumento stabile delle prime assunzioni nei lavori che usano davvero l'AI, con confronti credibili e competenze acquisite, indebolirebbe una versione troppo generale del rischio per i giovani. Una crescita dei compiti nuovi abbastanza ampia da compensare quelli persi costringerebbe a rivedere i parametri. Una distribuzione più larga dei redditi da capitale, osservata e duratura, cambierebbe il conto delle famiglie.

Ma vale anche al contrario. Rientri più lenti, ore perse nascoste dentro il conteggio degli occupati, benefici ancora più concentrati, servizi promessi e mai arrivati renderebbero la conclusione più dura.

Tabella 64 – Domande proposte per aggiornare l'analisi. Indicatori e confronti da definire in un protocollo; non soglie validate né risultati della ricerca futura.

Domanda	**Informazione da cercare**
Ingresso	Prime assunzioni e adozione verificata, con confronto
Ricollocamento	Stesse persone: durata, ore, reddito e qualità
Nuovi compiti	Compiti e posti aggiuntivi rispetto alla sostituzione
Distribuzione	Salari, proprietà, rendimenti e trasferimenti
Politiche	Effetti causali, costi, accesso e durata

Fonti raggiungibili, formule spiegate, definizioni coerenti: è così che una conclusione può essere criticata.

Una previsione utile lascia visibile il punto in cui una nuova prova potrebbe modificarla.

Torna alla bottega delle insegne. Una consegna fatta più in fretta può alzare il margine, abbassare il prezzo o liberare ore. Il conto dell'impresa misura costi e ricavi. Quello del lavoro misura ore e salari. Quello della famiglia misura le risorse davvero disponibili. Se il canone del software paga un capitale lontano, c'è un quarto conto: dove va il reddito. Questi conti possono migliorare in misura diversa, o andare in direzioni opposte. La conclusione del libro li tiene insieme.

I prossimi capitoli riassumono i risultati, con i loro numeri: il lavoro e i redditi, il cerchio che li lega, le politiche.

Capitolo 33

Sintesi dei risultati: lavoro e redditi

Se dovessi ricordare un solo capitolo dei risultati, ricorda questo. Ecco che cosa succede al lavoro e ai redditi, nei numeri del modello.

Nel 2036 il PIL mondiale è più alto dell'1,3 per cento rispetto al mondo senza AI. La quota del reddito che va al lavoro è più bassa di 3 punti. Nel 2046 il PIL è più alto del 3,2 per cento, e la quota del lavoro più bassa di 5,9 punti.

In altre parole, la torta cresce, e la fetta del lavoro si restringe. Non è un paradosso. È esattamente quello che succede quando le macchine fanno una parte crescente del lavoro e i loro redditi vanno a chi le possiede.

Una quota più bassa non misura il salario di ciascuno. Un'impresa che automatizza e vende di più può aumentare il totale dei salari meno del valore prodotto, o ridurlo. Per sapere come stanno le famiglie bisogna guardare anche proprietà, trasferimenti e prezzi. Per questo il libro guarda i consumi.

Chi guadagna e chi perde

Nel 2036 la metà più povera del mondo consuma l'1 per cento in meno rispetto al mondo senza AI. Il quaranta per cento centrale lo 0,3 in meno. Il dieci per cento più ricco il 3,1 per cento in più.

La metà più povera perde in 92 futuri su cento. Nel 2046 la sua perdita arriva al 3,3 per cento, e resta negativa in 89 futuri su cento.

La crescita non ripara la distanza. Nemmeno in vent'anni. E questi sono i numeri dello scenario prudente: il modello esclude un'AI capace di fare quasi tutto.

Un risultato che regge in nove futuri su dieci, al variare di tutti i parametri, non è un dettaglio.

La porta si chiude prima che il totale si muova

Per chi cerca il primo lavoro, il numero degli occupati arriva tardi. Il capitolo 8 ha seguito i giovani fra 15 e 24 anni nelle economie avanzate, nello scenario in cui riconvertirsi è lento. Nel 2036 la quota di chi riesce a entrare è più bassa di 14,3 punti rispetto al mondo senza AI. Misurato sull'intera popolazione disponibile, è circa 1,37 ingressi in meno ogni cento persone ogni anno. Due modi di contare lo stesso fenomeno.

È il meccanismo che i dati americani dell'ultimo anno mostrano già sui giovani nei lavori esposti: una transizione può chiudere i lavori iniziali senza licenziare chi ha già esperienza. Il totale degli occupati resta quasi fermo. La porta d'ingresso si restringe.

Una biblioteca che automatizza la prima catalogazione può tenere il personale esperto e togliere i compiti che si davano a chi cominciava. Un bar che automatizza ordini e pagamenti può togliere il primo gradino da cui si imparava il resto. La domanda è: dove si farà l'esperienza che serve per i posti successivi, se sparisce il lavoro attraverso cui la si faceva?

Il tempo della perdita e quello del recupero

Nelle economie avanzate la disoccupazione in più rispetto al mondo senza AI è di 4,3 punti nel 2036 e di 1,4 nel 2046. Il picco arriva intorno al 2039, a circa 4,9 punti, e resta sopra quattro punti dal 2036 al 2041. Sei anni.

Che la disoccupazione scenda alla fine non vuol dire che le stesse persone siano rientrate, né che abbiano recuperato ore, reddito e condizioni di prima. Il capitolo 25 ha mostrato perché: una paga oraria più alta può nascondere meno ore e meno reddito. Un turno che finisce dopo l'ultimo autobus può rendere un lavoro irraggiungibile.

Produzione, accesso al lavoro e distribuzione del reddito possono separarsi per anni. La produzione cresce, la porta si stringe, la distanza fra chi ha e chi non ha si allarga. Le differenze fra regioni cambiano l'intensità, non la direzione.

Che cosa vuol dire tutto questo per una professione precisa lo dice il capitolo 36, con una tabella per diciannove professioni.

Capitolo 34

Effetti di retroazione tra occupazione e redditi

Un risultato tranquillo può nascondere un pericolo. È la lezione di questo capitolo, e forse la più importante per chi dovrà decidere.

Il capitolo 26 ha chiuso il cerchio fra lavoro e redditi: chi resta senza lavoro pesa sui salari e sui sussidi, e i salari più bassi pesano sulla domanda. Nello scenario di riferimento, chiudere il cerchio cambia poco. La perdita dei consumi della metà più povera del mondo nel 2036 passa dall'1,03 all'1,39 per cento.

Se ci si fermasse qui, si concluderebbe che il cerchio conta poco. Sarebbe un errore grave.

Quando le cose vanno storte

Nello scenario in cui riconvertirsi è lento, la perdita passa dall'1,43 al 3,15 per cento. Nello scenario in cui la sostituzione dura, dal 2,64 al 7,24. In entrambi i casi la perdita più che raddoppia.

Il cerchio fra lavoro e redditi è quasi invisibile quando la transizione funziona. Diventa devastante quando si inceppa. Chi perde il lavoro spende meno, le imprese vendono meno, assumono meno, e chi cerca lavoro resta fuori più a lungo. Il danno si alimenta da solo.

Non è un'ipotesi astratta. Dopo la crisi finanziaria del 2008, negli Stati Uniti, la disoccupazione di lunga durata esplose: nel 2010 quasi metà dei disoccupati americani cercava lavoro da più di sei mesi, una quota mai vista dal dopoguerra. Più l'attesa si allungava, più diventava difficile uscirne: i datori di lavoro guardavano con sospetto i curriculum fermi da mesi, le competenze invecchiavano, i risparmi finivano. Gli scenari difficili del modello mostrano che, quando il rientro si inceppa, i danni non si sommano: si moltiplicano.

Il modello dice una cosa precisa: il futuro in cui le cose vanno male è molto peggio di quanto suggerisca lo scenario medio.

Ecco la conseguenza. Un sostegno che basta quando si rientra in fretta nel lavoro può non bastare affatto quando la perdita dura. Una politica va provata negli scenari difficili, non in quello in cui il problema sembra gestibile. È come un argine: non si costruisce per la piena media.

L'esperimento mostra che il danno si amplifica.

Il passaggio alle politiche

Le politiche del capitolo 24 cambiano le opportunità di lavoro. I loro benefici non si sottraggono dalle perdite di questo capitolo: sono due esperimenti diversi.

Il prossimo capitolo mette a confronto le politiche. Porta con te questa domanda: la misura che scegli protegge ancora quando la transizione va male?

Capitolo 35

Sintesi delle politiche e scelte aperte

Stesso budget, tre strumenti, tre risultati diversi. Scegliere una politica significa prima di tutto scegliere che cosa si vuole ottenere.

Lo stesso costo, obiettivi diversi

Il confronto a parità di costo del capitolo 24 mette sullo stesso piano tre strumenti: posti pubblici, incentivo per assumere giovani, riduzione dell'orario. Il budget è lo 0,7 per cento della produzione di ogni regione, ogni anno dal 2027. Le cifre riguardano le economie avanzate nel 2036, nello scenario di riferimento, e misurano l'effetto della politica nel mondo con AI rispetto allo stesso mondo senza intervento. Non sono effetti dell'AI rispetto al mondo senza AI.

Se vuoi far entrare i giovani, vince l'incentivo. Il primo ingresso dei 15–24enni sale di 3,54 punti, contro 1,93 dell'orario ridotto e 1,28 dei posti pubblici. Per l'occupazione dei 25–34enni i miglioramenti sono 2,93, 1,79 e 1,09 punti.

Se invece vuoi ridurre il numero totale di persone senza lavoro, compresi quelli che hanno smesso di cercare, la classifica si rovescia. L'orario ridotto la riduce di 1,82 punti, i posti pubblici di 1,16, l'incentivo di 0,97. Spendere la stessa somma non dà gli stessi risultati. Dentro il criterio di scelta c'è una priorità: raggiungere meglio chi entra, oppure ridurre di più la distanza per tutti. La simulazione rende visibile questo scambio; la scelta resta a chi decide.

Il miglioramento e il divario che resta

Il beneficio dell'incentivo non cancella il problema tecnologico. Se anche il mondo senza AI ricevesse lo stesso incentivo, il primo ingresso nel mondo con AI resterebbe circa 11,88 punti sotto. È un confronto diverso dal più 3,54 della politica rispetto al non far niente. Una misura può aiutare e lasciare una distanza enorme: entrambi i risultati fanno parte della valutazione.

Ogni strumento ha il suo limite, e gli esempi aiutano a vederlo. Un bar che riceve un contributo per assumere può aprire un posto in più, oppure incassare un aiuto per un'assunzione che avrebbe fatto comunque: è la differenza fra le assunzioni aggiuntive e quelle che il modello ipotizza sarebbero avvenute lo stesso. Un servizio pubblico può offrire un posto utile, ma lo stipendio pagato non procura da solo locali, attrezzature e organizzazione. La riduzione dell'orario può dividere il lavoro fra più persone quando turni e competenze lo permettono.

E il costo per chi lavora già va tenuto visibile. Nelle economie avanzate, nel 2036, l'orario scende in media di circa il 2,35 per cento; dopo l'integrazione pubblica ipotizzata, il reddito da lavoro scende di circa lo 0,94. Più persone lavorano, e ciascuna guadagna un po' meno. La Germania, durante la pandemia, ha usato in modo massiccio il lavoro a orario ridotto, e i posti hanno tenuto; ma era una crisi temporanea, e la cassa integrazione serviva a conservare un lavoro destinato a tornare. Una sostituzione permanente è un'altra cosa.

Proteggere i consumi, ricostruire il lavoro

Le politiche dei capitoli 13 e 22 rispondono anche a una domanda sulla distribuzione. In quell'esperimento, diverso, formazione e compiti nuovi riducono l'aumento della disoccupazione avanzata nel 2036 da 4,44 a 3,30 punti. Il pacchetto completo porta i consumi della metà più povera a più 3 per cento nel 2036 e più 3,3 nel 2046, rispetto al mondo senza AI con le stesse politiche.

Il riferimento conta perché una parte degli interventi ridistribuisce reddito anche senza AI. Confrontare il mondo con AI e politica con quello senza AI e senza politica mescolerebbe il vantaggio tecnologico con quello della redistribuzione generale. Il libro presenta entrambi i confronti nei rispettivi capitoli; questa sintesi usa

quello con la stessa politica quando chiede che cosa resta del danno attribuito all'AI.

Nel confronto a parità di costo il budget costruisce posti in più; la classifica vale per gli obiettivi dichiarati.

Per una biblioteca, una bottega o un servizio di trasporto il beneficio può avere forme diverse: più ore di apertura, una competenza nuova, un primo contratto, una spesa più bassa. Un intervento che funziona su una di queste dimensioni non migliora per forza le altre.

I risultati del libro portano così a un metodo preciso. Quando la domanda è come usare le risorse, si confrontano strumenti a parità di costo. Quando la domanda è quanto resta del danno dell'AI, si confronta il mondo con e senza AI con la stessa politica. Quando l'obiettivo è proteggere le famiglie, si guardano i consumi. È su questi confronti, e sulle verifiche che verranno, che una decisione può avere una base controllabile.

Fin qui il modello. Il prossimo capitolo porta i numeri dentro le professioni.

Capitolo 36

L’ultima previsione

Fin qui hanno parlato i numeri. Da questa pagina parla la previsione.

È una distinzione che va tenuta chiara, perché un libro onesto non mescola le due cose. Il modello ha mostrato che cosa succede in uno scenario prudente: un'AI potente ma non onnipotente, un'esposizione che cresce al massimo del 60 per cento, nessun robot capace di fare quasi tutto. Anche così, l'economia cresce, la metà più povera perde, la porta dei giovani si stringe, la disoccupazione sale per un decennio e non torna al punto di partenza.

Questo capitolo va oltre. Dice che cosa ci si deve aspettare se le tendenze di oggi continuano, e lo dice anche professione per professione, con una tabella costruita su dati pubblicati e regole elencate una volta sola. Chi aspetta la certezza arriva tardi.

La previsione

Fra il 2026 e il 2036 l'intelligenza artificiale ridurrà la domanda di lavoro umano in una parte importante delle attività cognitive che si possono standardizzare. In molti ambiti non si tratterà solo di un'occupazione che cresce più piano: ci saranno meno posti, in valore assoluto. I lavori nuovi e l'aumento della domanda compenseranno una parte delle perdite. Non le riassorbiranno tutte, e non in tempi che una vita può aspettare.

Nelle economie più esposte la conseguenza sarà una transizione lunga: ingressi più difficili, salari sotto pressione in molte attività, valore sempre più concentrato in poche mani.

Questa previsione assume tre cose: che le capacità dei sistemi continuino a migliorare, che l'adozione si estenda, che le istituzioni non cambino abbastanza in fretta da compensare. Assume anche una scelta di fondo, dichiarata: che il riassorbimento incompleto sia lo scenario su cui prepararsi. Supporre che il mercato ricostrui-

sca da solo un posto equivalente per ogni posto perso sarebbe, oggi, una scommessa senza basi.

Gran parte del lavoro amministrativo, documentale e digitale avrà bisogno di meno persone. Le attività più vulnerabili sono quelle in cui il risultato si può produrre e controllare con informazioni già digitali: pratiche, assistenza standard, documenti, traduzioni ordinarie, contenuti ripetitivi, alcune analisi, alcune fasi dello sviluppo software.

E l'AI non deve saper fare un intero professione per ridurre il personale. Prendi un ufficio qualsiasi con dieci persone che preparano pratiche e rispondono alle richieste. Se l'automazione permette a sette persone di gestire lo stesso lavoro, la professione continua a esistere. E tre posti spariscono. Se il volume cresce abbastanza, quei posti possono restare. La domanda vera non è se resta almeno un compito umano. È quanto cresce il lavoro dopo che ciascuno è diventato più produttivo.

La contrazione comincerà in silenzio, con i posti che non vengono aperti. Un pensionamento non sostituito, un contratto non rinnovato, una ricerca di personale annullata. Nessun licenziamento collettivo, nessun titolo di giornale. Per questo il primo ingresso dei giovani è il segnale da guardare prima di tutti. Un'economia può sembrare stabile a chi ha già un lavoro ed essere sempre più chiusa per chi lo cerca.

Una cosa questo libro non fa: non dice quanti posti spariranno nel mondo. Il saldo totale dipende anche da popolazione, crescita, servizi e scelte pubbliche, e nessun modello oggi lo può calcolare in modo credibile. Chi dà quel numero tira a indovinare. La previsione dà la direzione, il meccanismo e la quota di lavoro che ogni professione perde, non una cifra globale.

I segnali ci sono già. Nei dati delle buste paga ADP raccolti da Brynjolfsson, Chandar e Chen, aggiornati ad agosto 2026, negli Stati Uniti i ragazzi fra 22 e 25 anni occupati nelle professioni

esposte all'AI sono il 19 per cento in meno di quanti sarebbero stati seguendo l'andamento dei coetanei nei lavori meno esposti. Pesando gli anni come nel capitolo 3, perdono il 4,2 per cento l'anno contro lo 0,3 dei coetanei meno esposti; nell'ultimo anno, il 4,4 contro il 2. E il calo sale di età: fra i 26 e i 30 anni le professioni più esposte perdono nell'ultimo anno il 3,1 per cento, le altre restano ferme. La differenza nasce soprattutto da meno assunzioni: gli autori non trovano ancora licenziamenti generalizzati. [36.1]

Massenkoff e McCrory, nel marzo 2026, hanno distinto ciò che l'AI potrebbe fare da ciò che fa davvero, usando anche i dati di utilizzo di Claude. Non trovano un aumento sistematico della disoccupazione nelle professioni più esposte, ma trovano indizi di un rallentamento nell'ingresso dei giovani. E mostrano che l'uso reale copre ancora solo una parte di ciò che è tecnicamente possibile. È una ricerca prodotta da un'impresa del settore, e va letta sapendolo. [36.2]

L'ILO stima nel 2025 che circa un quarto dell'occupazione mondiale sia in qualche misura esposto all'AI generativa, e ritiene più probabile che i lavori si trasformino piuttosto che scompaiano. [36.3] Ma un lavoro trasformato può richiedere meno persone. Che una professione resti nell'elenco delle professioni non significa che conservi gli stessi occupati, lo stesso percorso d'ingresso, la stessa paga.

E le capacità crescono mentre l'adozione avanza. METR, nell'aggiornamento Time Horizon 1.1, misura la durata dei compiti di software e ricerca che gli agenti AI riescono a completare con il 50 per cento di successo: dal 2023 è raddoppiata circa ogni 131 giorni. Riguarda compiti delimitati, ma dice che ragionare come se le macchine di oggi fossero quelle di domani è un'ipotesi molto ottimista. [36.4]

Insieme, questi dati giustificano la previsione di una pressione crescente sui lavori esposti. Il passo in più, che il distacco fra ciò

che l'AI sa fare e ciò che già fa verrà colmato, e che i lavori nuovi non basteranno, è la responsabilità che questo capitolo si prende.

Perché il paragone con il trattore non basta

Il trattore viene citato sempre. Ha tolto milioni di persone dai campi, e quelle persone hanno trovato lavoro nelle fabbriche. Bustos e coautori hanno documentato in Brasile questo passaggio: quando l'agricoltura è diventata più produttiva, i lavoratori si sono spostati verso la manifattura, soprattutto verso industrie a bassa intensità di ricerca, con lavoratori in gran parte non qualificati. [36.5] È un caso di spostamento fra settori. Non dimostra che ogni tecnologia crei lavori equivalenti.

E ha funzionato perché esisteva un posto dove andare. Chi lasciava i campi trovava la fabbrica. Chi lasciava la fabbrica trovava l'ufficio. Il lavoro di testa è stato per due secoli il rifugio: la parte che le macchine non sapevano fare.

L'AI entra proprio nel rifugio. Chi perde un lavoro d'ufficio e cerca un altro lavoro nei servizi può trovare lì la stessa automazione. Il confine fra le attività sostituite e quelle che dovrebbero assorbire i lavoratori si muove mentre le persone cercano di attraversarlo. Un corso che oggi prepara a una mansione può ritrovarsi, alla fine, davanti a una domanda che non c'è più.

E l'AI non ha bisogno di una macchina nuova in ogni luogo di lavoro. Un software si distribuisce attraverso la rete a milioni di imprese insieme, anche piccole. Il trattore doveva essere comprato campo per campo. L'AI si abbona.

Lo sviluppo del software è il caso più vicino. Questo libro prevede che entro una decina d'anni la scrittura del codice smetta di essere una professione a sé: la faranno gli strumenti di AI, e al suo posto resterà una figura più vicina all'architetto, che decide che cosa costruire, scompone il problema, guida gli strumenti e con-

trolla il risultato. Quella figura non tornerà ai numeri di oggi. Se una persona con gli agenti fa il lavoro che oggi richiede molti programmatori, per riavere gli stessi occupati servirebbe molto più software, e nessuno ha mostrato che la domanda possa crescere tanto. I primi segni ci sono già: nell'ultimo anno, fra gli sviluppatori software del campione ADP, i 22–34enni sono calati del 4–5 per cento, mentre i 41–49enni sono cresciuti del 2,6; con i pesi del capitolo 3, i 22–25enni perdono il 2,7 per cento l'anno e i 41–49enni crescono del 5,1. Le imprese tengono chi sa progettare e prendono meno chi scrive codice.

Il conto è quello della Tabella 65, più avanti. L'AI tocca l'84 per cento dei compiti di uno sviluppatore, secondo il giudizio degli esperti raccolto da Eloundou e coautori. L'85 per cento dei compiti esposti è sostituibile e l'85 per cento di questi viene automatizzato entro il 2046: circa il 61 per cento dei compiti passa alle macchine. I ruoli nuovi dentro la professione ne restituiscono una parte, e la domanda di software, che il Bureau of Labor Statistics americano vede crescere del 10 per cento fra il 2025 e il 2035, un'altra: i posti scendono del 37 per cento nel 2036 e del 41 nel 2046. E si apre un problema che il mercato da solo non risolve: gli architetti di domani sono i programmatori di oggi. Se il primo gradino sparisce, da dove verranno?

Andrebbe rivista se la domanda di software crescesse abbastanza da riassorbire gli sviluppatori, se le imprese che usano davvero gli agenti tornassero ad assumere giovani, o se gli agenti restassero inaffidabili sui sistemi complessi per tutto il decennio. Anche la diffusione conta: nel 2025 in Europa usava l'AI il 17 per cento delle piccole imprese contro il 55 delle grandi, e sistemi vecchi, settori regolati e uffici pubblici terranno in vita il codice scritto a mano più a lungo.

Professione per professione

Resta il lavoro manuale. Per molti è l'ultima rete: se l'ufficio si svuota, ci saranno sempre l'idraulico, il magazziniere, l'infermiere, il muratore.

Questo libro prevede che anche questo rifugio si restringerà. Il limite principale dei robot non è mai stato il braccio meccanico: è stato il cervello. Un robot sapeva ripetere un movimento in una fabbrica ordinata, non affrontare un cantiere, una casa, un magazzino dove ogni giorno è diverso. L'intelligenza artificiale è esattamente ciò che mancava. Quando una macchina che sa vedere, capire e pianificare viene messa dentro un corpo che sa muoversi, il lavoro fisico che sembrava protetto comincia a non esserlo più.

I numeri di oggi dicono da dove si parte. Secondo la Federazione internazionale della robotica, nel 2024 nel mondo erano in funzione 4,66 milioni di robot industriali, il 9 per cento in più dell'anno precedente, quasi tutti dentro fabbriche ordinate, a ripetere movimenti precisi. I robot di servizio e quelli umanoidi sono ancora agli inizi, costosi e poco diffusi. Ma la storia delle tecnologie insegna che la fase iniziale, costosa e goffa, è anche quella in cui è più facile sottovalutarle. Korinek e Suh, nei loro scenari, mostrano che cosa succederebbe se l'automazione arrivasse a coprire quasi tutte le attività cognitive e fisiche: i salari potrebbero salire finché resta qualcosa che solo le persone sanno fare, e crollare quando quel qualcosa si esaurisce. Il modello di questo libro esclude quello scenario per prudenza. Questo capitolo non lo dà per certo, ma rifiuta di darlo per impossibile.

Non succederà tutto insieme né ovunque. I costi, l'affidabilità, la sicurezza, le norme rallenteranno. Molti lavori di cura e di relazione resisteranno più a lungo. Ma la direzione è chiara. Se l'AI chiude il rifugio del lavoro di testa e l'AI con i robot comincia a chiudere quello del lavoro manuale, la domanda che ha accompa-

gnato ogni rivoluzione tecnologica, dove andranno le persone, resta senza una risposta automatica.

La Tabella 65 traduce la previsione in numeri per diciannove professioni, nelle economie avanzate: quanti posti ci saranno nel 2036 e nel 2046 rispetto al 2026, con l'AI, i robot e la domanda di ciascun professione. Le regole sono cinque, e valgono per tutti le professioni.

La prima è l'esposizione. Per l'AI è la quota dei compiti di una professione il cui tempo un sistema come GPT, con i suoi strumenti, può almeno dimezzare, secondo il giudizio di esperti umani raccolto da Eloundou, Manning, Mishkin e Rock su Science nel 2024. Per i lavori d'ufficio ripetitivi conta il valore più alto fra questo e la probabilità di automazione stimata da Frey e Osborne nel 2013, che per l'impiegato d'ufficio è 0,96. Per i robot conta la probabilità di Frey e Osborne nei lavori manuali.

La seconda è il tipo di lavoro, che decide quanta parte dei compiti esposti è sostituibile e quanta di questa viene davvero automatizzata entro il 2046: l'85 e l'85 per cento nel lavoro d'ufficio ripetitivo e nei contenuti, il 70 e il 70 nella progettazione con strumenti AI, il 55 e il 47,5 dove contano responsabilità e contatto umano, il 55 e il 70 nel lavoro manuale, per la parte che fa l'AI. Per i robot la probabilità di Frey e Osborne è già la quota automatizzabile della professione, e ne viene automatizzato il 70 per cento entro il 2046. La distinzione segue quella del Fondo monetario internazionale fra esposizione e complementarità.

La terza è il tempo. L'adozione segue la curva a S del libro, con anno centrale 2033. Per addetti ai call center e impiegati d'ufficio l'anno centrale è calcolato in modo che il primo anno riproduca il calo dell'assistenza clienti nei dati ADP, pesato per anno come nel capitolo 3 e misurato rispetto ai coetanei nei lavori meno esposti: meno 1,9 per cento l'anno. Per gli sviluppatori il calo riguarda solo chi ha meno di trent'anni, mentre sopra i trenta l'occupazione cre-

sce: l'anno centrale resta il 2033. I robot arrivano cinque anni dopo l'AI.

La quarta sono i ruoli nuovi dentro la stessa professione: per ogni dieci compiti persi ne tornano uno e mezzo, tre anni dopo. Nelle economie emergenti tutto arriva tre anni più tardi, nei paesi a basso reddito sei anni e mezzo più tardi.

La quinta è la domanda. Il lavoro preso dalle macchine non è uguale ai posti persi quando una professione serve sempre di più. Ogni professione tiene la crescita prevista dal Bureau of Labor Statistics americano fra il 2025 e il 2035, nelle proiezioni pubblicate il 21 settembre 2026, allo stesso ritmo fino al 2046. Il Bureau attribuisce all'AI solo il calo dei lavori d'ufficio e amministrativi: per l'impiegato e l'addetto ai call center la domanda resta ferma, per non contare due volte l'automazione.

Tabella 65 – Posti di lavoro per professione nelle economie avanzate nel 2036 e nel 2046, rispetto al 2026, con AI, robot e domanda della professione. AI: Eloundou, Manning, Mishkin e Rock (2024) e Frey e Osborne (2013). Robot: Frey e Osborne (2013). Domanda: variazione 2025–2035 del Bureau of Labor Statistics, ferma per i lavori d'ufficio. Dati: aimodel, outputs/occupations.json, gli stessi del simulatore.

Professione	**AI**	**Robot**	**Domanda**	**2036**	**2046**
Commesso	45%	92%	−0,3%	−30%	−68%
Operaio	18%	97%	+1,1%	−23%	−61%
Impiegato d'ufficio	95%	–	ferma	−50%	−58%
Giornalista	83%	–	−5,9%	−45%	−57%
Contabile	94%	–	+5,0%	−45%	−53%
Addetto call center	86%	–	ferma	−45%	−53%
Autista	31%	79%	+3,8%	−21%	−53%
Traduttore	88%	–	+2,0%	−43%	−52%
Grafico	82%	–	−1,7%	−42%	−52%
Magazziniere	12%	85%	+1,8%	−18%	−52%
Cuoco	16%	96%	+12,1%	−14%	−51%
Muratore	5%	88%	+7,3%	−13%	−46%
Sviluppatore software	84%	–	+10,2%	−37%	−41%
Architetto software	82%	–	+7,9%	−23%	−23%
Insegnante	52%	–	−0,2%	−10%	−12%
Avvocato	80%	–	+4,7%	−11%	−10%
Elettricista / idraulico	18%	25%	+8,3%	−2%	−7%
Medico	54%	–	+3,3%	−7%	−6%
Infermiere	57%	–	+5,6%	−5%	−3%

Sono posti in quel professione, non disoccupazione: le persone possono spostarsi altrove, se trovano dove. In testa ci sono i lavori dove arrivano i robot e quelli d'ufficio: il commesso perde il 30 per cento dei posti nel 2036 e il 68 nel 2046, l'operaio il 23 e il 61, l'impiegato il 50 e il 58, il giornalista il 45 e il 57. Dove la domanda cresce il conto cambia. L'infermiere passa alle macchine il 13 per cento del lavoro, soprattutto documentazione e pratiche, ma le cure richieste aumentano, e nel 2046 i posti sono solo il 3 per cento in meno: il tempo liberato torna ai pazienti. Il cuoco perde metà dei posti e il muratore quasi la metà; l'elettricista il 7 per cento. Il medico ne perde il 6 per cento, l'insegnante il 12. Il simulatore pubblicato con il libro usa gli stessi dati e le stesse regole, e dà gli stessi numeri.

E il lavoro necessario a costruire tutto questo? I semiconduttori, i centri dati, le reti, l'energia, la manutenzione richiedono persone. Ma la previsione di questo libro è che quel lavoro sarà molto meno di quello che sostituisce: meno persone, con competenze diverse, in luoghi diversi, per periodi diversi. Una fabbrica di robot non impiega tanti operai quanti ne sostituiscono i robot che produce. Se lo facesse, nessuno comprerebbe i robot.

L'argomento a favore del recupero ha una logica. Costi più bassi abbassano i prezzi, i prezzi più bassi allargano la domanda, la domanda crea nuovi prodotti e nuovi lavori. Chi diventa più produttivo riceve più ordini e assume. Questi canali esistono, ed è per questo che un'ora risparmiata non è automaticamente un posto perso.

Ma perché il recupero sia completo servono quattro cose insieme: abbastanza posti, abbastanza presto, con le competenze giuste, nei luoghi giusti. Che nascano attività nuove non dimostra nessuna delle quattro. Assumerle tutte come esito naturale di una trasformazione così ampia è un atto di fede, non una previsione.

Anche i lavori di controllo dell'AI hanno un limite. Se una persona può verificare il lavoro di dieci macchine, il controllo resta umano, ma il numero di persone cala. Alcuni supervisori saranno più qualificati e meglio pagati. Saranno pochi.

E la formazione aiuta a competere per i posti, non li moltiplica. Se molte persone vengono preparate per poche opportunità, la formazione decide chi vince, non quanti vincono. Il capitolo 31 l'ha mostrato. Proporre la riconversione come risposta generale, senza misurarla, significa attribuirle un potere che nessuno ha ancora dimostrato.

I giovani e l'esperienza che non si fa più

La parte più preoccupante della previsione riguarda il modo in cui si diventa esperti. Molti compiti iniziali servono insieme a produrre e a imparare: una prima analisi, una bozza da correggere, le richieste più comuni, gli errori da osservare. Se l'AI li toglie, le imprese continueranno a cercare persone esperte, e offriranno sempre meno occasioni per diventarlo. Il guadagno di oggi prepara un vuoto di domani.

Uno studio professionale può produrre più documenti con gli stessi esperti e assumere meno praticanti. Una biblioteca può automatizzare la prima schedatura e tenere solo chi valuta i casi difficili. L'esperto e il principiante usano lo stesso strumento, e non ne ricevono lo stesso vantaggio.

Il modulo per età del libro, nel capitolo 8, mostra lo stesso meccanismo in simulazione. I dati americani lo mostrano nella realtà. Indicano la stessa porta.

Un ingresso rimandato rimanda tutto il resto: l'autonomia, la casa, i progetti che richiedono un reddito stabile. Un rientro in un lavoro pagato meno lascia intatti i debiti fatti prima. Il modello

non quantifica queste conseguenze. Non per questo sono meno reali.

La pressione andrà oltre chi viene sostituito direttamente. Se chi esce dal lavoro d'ufficio cerca lavoro nei servizi meno automatizzati, aumenta la concorrenza per quei posti, e i salari ne risentono. Gli altri settori non sono un contenitore senza fondo.

La cura, la manutenzione, l'istruzione, i servizi di vicinato hanno bisogni enormi. Ma un bisogno diventa un posto pagato solo quando qualcuno lo finanzia, lo organizza e prepara le persone a svolgerlo. Un impiegato di banca non diventa un infermiere perché servono infermieri. La distanza fra bisogno e domanda pagata è il luogo in cui la politica può cambiare l'esito.

La combinazione più pericolosa è una crescita visibile accompagnata da opportunità personali sempre meno raggiungibili. Può incrinare la fiducia nello studio come strada per migliorare, e nelle istituzioni come patto fra contributo e protezione. Il rischio sociale è che molte persone vivano il progresso come qualcosa che toglie loro potere e ruolo, mentre la ricchezza totale cresce.

I capitoli 33–35 sono il punto di partenza. Il 33 mette insieme crescita, quota del lavoro, distribuzione e ingresso. Il 34 mostra quanto pesa il cerchio fra lavoro e redditi. Il 35 confronta gli interventi. Da lì viene la base della previsione: più capacità produttiva può convivere a lungo con meno opportunità e con una perdita per una parte delle famiglie.

Il recupero parziale della disoccupazione resta nei conti. Ma è un recupero incompleto: la disoccupazione non torna a zero, la perdita dei più poveri continua. E che la disoccupazione scenda dopo un picco non vuol dire che le stesse persone abbiano recuperato lavoro, reddito e anni perduti.

Gli scenari difficili del capitolo 34 mostrano che il danno si amplifica proprio quando rientrare è difficile. Prepararsi solo allo scenario rassicurante sarebbe imprudente.

E ciò che il calcolo lascia fuori può pesare. Il modello non ricostruisce l'esperienza persa da chi entra tardi, né ogni effetto sociale di un reddito perduto. Queste assenze impediscono di presentare una curva che risale come un problema risolto.

Il percorso fino al 2046 ha tre fasi. Fra il 2026 e il 2030 la trasformazione si vedrà soprattutto nelle assunzioni: posti non aperti, sostituzioni mancate, gruppi di lavoro digitali riorganizzati. Alcuni servizi cresceranno, altri avranno bisogno di meno persone. La distanza fra chi ha esperienza e chi cerca di farsela può allargarsi molto, anche senza un aumento visibile della disoccupazione.

Fra il 2030 e il 2036 si passerà dall'aiuto sul singolo compito alla riorganizzazione di intere sequenze di lavoro. Se i sistemi saranno abbastanza affidabili ed economici, le imprese ridisegneranno procedure documentali e digitali complete, e la pressione salirà anche sui ruoli intermedi, non solo su quelli iniziali.

Fra il 2036 e il 2046 è più probabile un assestamento incompleto che una compensazione spontanea. Nuove attività assorbiranno lavoro, ma resteranno differenze durature fra territori e gruppi. E in questa fase la robotica guidata dall'AI estenderà l'automazione a una parte crescente del lavoro fisico: è qui che, nella Tabella 65, commessi e operai perdono più di sei posti su dieci, autisti, magazzinieri e cuochi più della metà. Ma la difficoltà occupazionale prevista non dipende da essa. Anche se nessun lavoro manuale venisse automatizzato, la transizione descritta resterebbe dura.

Gli anni delimitano fasi, non appuntamenti. Il filo che le unisce è uno: la capacità di produrre cresce più in fretta della capacità delle istituzioni di distribuire opportunità e redditi. Come andrà a finire dipende dalle decisioni prese durante il percorso, non dalla tecnologia.

Che cosa smentirebbe questa previsione

Una previsione che non può essere smentita non vale niente. Questa può esserlo.

Andrebbe rivista se, nelle imprese che usano davvero l'AI, la crescita della produzione sostenesse nel tempo l'occupazione e le ore di lavoro, con assunzioni di giovani almeno pari a quelle di imprese simili che non la usano.

Andrebbe rivista se i nuovi compiti aprissero percorsi di apprendimento e posti in più su una scala paragonabile alle perdite. Un aumento dell'occupazione totale in un periodo di forte crescita generale non basterebbe a dimostrarlo.

Andrebbe rivista se le persone colpite recuperassero davvero redditi e qualità del lavoro, o se la diffusione dell'AI restasse frenata da costi, affidabilità e organizzazione molto più di quanto previsto qui. L'AI può essere tecnicamente impressionante e avere un effetto sul lavoro minore del previsto.

E andrebbe rivista, sul lavoro manuale, se i robot guidati dall'AI restassero confinati a pochi ambienti controllati per tutto il prossimo decennio.

Se invece la transizione andasse bene grazie a politiche efficaci, la previsione sull'esito sociale cambierebbe. Ma non dimostrerebbe che il riassorbimento era automatico. Dimostrerebbe che le scelte contano.

Prepararsi a questa previsione significa trattare la perdita di opportunità come un problema centrale della crescita, non come un effetto collaterale. La formazione ne affronta una parte. Orari più brevi, domanda di servizi, sostegno durante il passaggio, accesso più largo ai redditi del capitale ne affrontano altre. Nessuno strumento, da solo, ricostruisce l'equilibrio di prima.

In concreto, la previsione indica tre urgenze. La prima è la porta d'ingresso: se i giovani non trovano più i compiti da cui si impara-

va la professione, qualcuno deve costruire altri modi per farglieli imparare, e qualcuno deve pagarli. La seconda è la proprietà: se il valore si sposta verso chi possiede macchine e infrastrutture, bisogna decidere ora come allargare quella proprietà, prima che si concentri del tutto. La terza è il tempo: servizi, fondi e regole richiedono anni, e il picco della transizione, nel modello, arriva verso la fine degli anni Trenta.

Quando la produzione richiede meno lavoro pagato, la distribuzione diventa la questione principale. Se una parte crescente del valore va a chi possiede tecnologie e infrastrutture, l'accesso a quel valore dipenderà sempre di più da diritti, contratti e istituzioni, e sempre meno dalle ore lavorate. Una società può trasformare il tempo risparmiato in servizi e tempo libero per tutti. Oppure può lasciare che diventi esclusione dal reddito per molti. La tecnologia rende possibili entrambe le strade. Non decide chi paga.

Questa è la previsione del libro. L'intelligenza artificiale ridurrà in modo rilevante le opportunità di lavoro nelle attività esposte, e con i robot si avvicinerà anche a quelle manuali. Il riassorbimento sarà più lento e più incompleto di quanto promettano i paragoni con le rivoluzioni passate. Ci aspetta un'economia capace di produrre di più con meno lavoro umano. Se le istituzioni non cambiano, il valore liberato dalle macchine andrà a chi le possiede. Perché vada anche a chi non sarà più chiamato a lavorare nelle stesse forme, bisogna deciderlo. E bisogna deciderlo adesso.

Capitolo 37

Il rischio sociale

Il capitolo 36 ha contato i posti. Questo capitolo conta che cosa succede alle persone che li perdono, paese per paese, mese dopo mese.

Il capitolo 17 ha detto una cosa che resta vera: nessuna formula verificata trasforma un punto di disoccupazione in un certo numero di proteste. Questo capitolo non ne crea una dal nulla. Dichiara una regola, la segue fino in fondo e mostra dove porta. È lo stesso metodo della previsione per professione: regole scritte una volta sola, dati pubblicati, numeri che chiunque può rifare. La stessa proiezione gira sul sito del libro, nella pagina Rischio sociale, con gli stessi dati e gli stessi numeri di queste pagine.

La regola

Più AI e più robot vuol dire più persone sostituite. Più persone sostituite vuol dire più tensione sociale. E tutto questo arriva prima nei paesi sviluppati, perché lì AI e robot entrano prima e trovano più lavoro da prendere.

Dove un paese è già teso oggi, la stessa sostituzione pesa di più. È l'effetto di una cassa di risonanza: in un paese instabile anche poca AI trova un terreno che amplifica. Ma l'amplificazione ha un limite. Può far pesare la stessa perdita al massimo la metà in più, mai abbastanza da far superare a un paese fragile con poca AI un paese stabile che perde molto più lavoro.

Il ritmo non è uniforme. Finché lavora soltanto l'AI, la tensione cresce piano: l'AI toglie compiti, rallenta le assunzioni, lascia posti vuoti senza licenziare nessuno, come ha mostrato il capitolo 36. Quando entrano i robot, la sostituzione diventa visibile, nei magazzini, nelle fabbriche, nei negozi, sulle strade. Da quel momento la tensione cresce alla velocità piena.

Gli ingredienti

Il primo ingrediente è il lavoro preso da AI e robot. Viene dalle diciannove professioni della Tabella 65, pesate per il numero di occupati, con le stesse curve di adozione del capitolo 36. Le economie emergenti partono con tre anni di ritardo, i paesi a basso reddito con sei anni e mezzo. E non tutto il lavoro di un paese povero è esposto: la quota di occupazione esposta all'AI è il 60 per cento nelle economie avanzate, il 40 nelle emergenti, il 26 nei paesi a basso reddito, come nel capitolo 6. Meno lavori esposti, meno persone sostituite.

Il secondo ingrediente è l'uso dell'AI in ogni paese. È la quota della popolazione in età da lavoro che usa l'AI generativa, misurata trimestre per trimestre dall'AI Economy Institute di Microsoft e pubblicata da Our World in Data, da giugno 2025 a marzo 2026. Dopo l'ultima osservazione cresce lungo la curva di adozione del libro, fino alla quota di occupazione esposta nella regione. Dentro una regione, il lavoro perso si divide fra i paesi secondo quanta AI usano: chi ne usa di più sostituisce più persone.

Il terzo ingrediente è la tensione di partenza. Viene dall'indice di stabilità politica e assenza di violenza della Banca Mondiale, Worldwide Governance Indicators, stima 2024, portato su una scala da 0 a 100 dove più alto vuol dire meno stabile. Non compare nelle tabelle: serve solo da amplificatore. Un paese con stabilità massima moltiplica la sostituzione per 1, uno con instabilità massima per 1,5.

Il quarto ingrediente è il ritmo. Fino all'ingresso dei robot la tensione cresce a un quarto della velocità. L'ingresso dei robot, in una regione, è il momento in cui prendono 3 punti percentuali del lavoro delle diciannove professioni: marzo 2033 nelle economie avanzate, marzo 2037 nelle emergenti, dicembre 2041 nei paesi a basso reddito. Dopo, la tensione cresce alla velocità piena. Mese

per mese si somma solo la crescita pesata, quindi il ritardo accumulato resta.

Le regioni sono quelle del Fondo monetario. Le economie avanzate sono i quaranta paesi della sua lista. I paesi a basso reddito sono quelli che la Banca Mondiale classifica a basso reddito, più quelli a reddito medio-basso dell'Africa subsahariana. Tutti gli altri sono economie emergenti.

Tutto è misurato come aumento rispetto a gennaio 2026. Il numero di tensione è il lavoro sostituito da quella data, in punti percentuali, pesato per la tensione di partenza e per il ritmo. Non è una quota di persone in piazza. È una misura di quanta sostituzione un paese deve assorbire e di quanto è fragile il terreno su cui cade.

Che cosa mostra la proiezione

Tabella 66 – Ingresso dei robot, lavoro preso da AI e robot e tensione sociale mediana per regione, nel 2038 e nel 2046. Lavoro preso: punti percentuali del lavoro delle diciannove professioni della Tabella 65, scalati per l'occupazione esposta della regione, rispetto a gennaio 2026. Ingresso dei robot: mese in cui prendono 3 punti. Dati: aimodel, outputs/social_tension.json, gli stessi della pagina Rischio sociale.

Regione	Robot	Lavoro 2038	Lavoro 2046	Tensione 2038	Tensione 2046
Economie avanzate	mar. 2033	39	55	37	56
Economie emergenti	mar. 2037	17	35	13	35
Paesi a basso reddito	dic. 2041	5	19	2	18

Fino al 2030 non succede quasi nulla di visibile. L'AI si diffonde in fretta: nelle economie avanzate, rispetto a oggi, la usa il 6 per cento in più della popolazione in età da lavoro. Ma i robot non

sono ancora entrati, e la tensione resta fra 2 e 4 punti. Singapore, Israele, Francia, Irlanda e Norvegia sono in testa, perché sono i paesi che usano più AI.

Nel 2033 i robot entrano nelle economie avanzate e la curva cambia passo. Nel 2034 Stati Uniti, Germania, Francia, Regno Unito e Israele sono fra 16 e 18 punti. Cina, India e Brasile sono a 3. L'Africa è quasi a zero.

Nel 2038 le economie avanzate hanno perso a favore di AI e robot quasi 39 punti del lavoro delle diciannove professioni, e la tensione mediana è 37. Le emergenti, dove i robot sono appena entrati, sono a 13. I paesi a basso reddito sono a 2.

Nel 2046 la distanza resta. Le economie avanzate vanno da 52 a 64 punti, con una mediana di 56. Le emergenti da 30 a 44, con una mediana di 35. I paesi a basso reddito da 16 a 21, con una mediana di 18. L'ordine non si rovescia mai. Dal 2030 in poi ogni economia avanzata sta sopra ogni economia emergente, e ogni economia emergente sopra ogni paese a basso reddito: chi ha più AI e più robot ha più tensione.

Tabella 67 – Tensione sociale per paese, aumento rispetto a gennaio 2026. Lavoro preso da AI e robot nella regione, ripartito per uso dell'AI (Microsoft AI Economy Institute, Our World in Data) e amplificato dalla stabilità politica 2024 (Banca Mondiale, Worldwide Governance Indicators). Dati: aimodel, outputs/social_tension.json, gli stessi della pagina Rischio sociale.

Paese	2030	2034	2038	2042	2046
Israele	3	18	42	58	64
Stati Uniti	2	17	40	55	60
Grecia	2	15	39	55	60
Germania	2	16	39	54	59
Francia	3	18	39	53	58
Italia	2	16	38	53	58
Regno Unito	3	17	38	52	57
Spagna	3	17	38	53	57
Corea del Sud	2	16	37	51	55
Giappone	2	14	36	50	55
Singapore	4	18	35	48	52
Emirati Arabi Uniti	2	7	21	35	44
Russia	0	2	14	30	39
Egitto	0	3	14	30	38
Turchia	0	3	14	29	38
India	0	3	14	29	37
Indonesia	0	3	14	29	37
Brasile	1	3	14	28	36
Messico	1	3	14	28	36
Sudafrica	1	3	14	28	36

Paese	2030	2034	2038	2042	2046
Cina	0	3	13	27	35
Afghanistan	0	0	2	10	21
Yemen	0	1	3	10	20
Nigeria	0	0	2	9	20
Etiopia	0	0	2	9	20

In testa nel 2046 c'è Israele, con 64 punti: usa molta AI ed è già teso oggi. Seguono Stati Uniti e Grecia con 60, Germania con 59, Francia, Belgio e Italia con 58. Il Giappone è a 55: usa meno AI degli altri paesi avanzati ed è stabile. Fra le economie emergenti il valore più alto è quello degli Emirati Arabi Uniti, 44, perché sette persone in età da lavoro su dieci usano già l'AI. Russia, Egitto e Turchia sono intorno a 38–39, la Cina a 35.

L'Africa è in fondo. Non perché sia più tranquilla: Nigeria, Etiopia, Yemen e Afghanistan partono da tensioni alte, e l'amplificatore lavora al massimo. È in fondo perché AI e robot vi arrivano per ultimi e trovano meno lavoro esposto. La cassa di risonanza amplifica quello che c'è; se il lavoro sostituito è poco, anche il suono è debole. Per questo i paesi a basso reddito restano vicini fra loro, fra 16 e 21 punti, qualunque sia la loro stabilità di partenza.

Dentro una stessa regione le differenze sono piccole. Decide la regione, cioè quanto lavoro è esposto e quando entrano i robot. Il paese corregge: con l'AI che usa e con la fragilità che porta con sé.

Gli Stati Uniti stato per stato

Gli Stati Uniti sono un paese solo con cinquanta mercati del lavoro diversi. Per questo la proiezione li divide stato per stato, usando gli occupati delle diciannove professioni in ogni stato secondo il

Bureau of Labor Statistics, Occupational Employment and Wage Statistics, maggio 2024. Le stesse formule, con il peso delle professioni di ogni stato.

Nel 2038 il più colpito è lo Utah, con 43 punti, poi l'Idaho con 42 e Washington, Florida e Georgia con 41. Lo Utah ha molti addetti ai call center e molti sviluppatori; la Florida molti commessi e addetti ai call center, la Georgia molti commessi e magazzinieri. I meno colpiti sono Alaska, South Dakota e West Virginia, con 37, e il District of Columbia, con 35. Nel 2046, quando i robot pesano di più, salgono gli stati delle fabbriche e dei magazzini: Indiana, South Carolina, Georgia, Utah, Idaho e Tennessee arrivano a 63. In Indiana più di un occupato su quattro fra le diciannove professioni lavora in fabbrica o in magazzino. New York si ferma a 57. Il District of Columbia a 47: lì quasi un occupato su tre fra le diciannove professioni è un avvocato, e le fabbriche quasi non ci sono.

California e Texas sono a 40 nel 2038 e a 61 nel 2046. Nessuno stato resta fuori: la distanza fra il più colpito e il meno colpito, District of Columbia a parte, non supera sette punti.

Cina, Russia, Canada, Australia, Brasile e India sono mostrati sulla mappa per grandi città, perché la tensione si concentra dove vivono le persone. Per le città non esistono dati sulle professioni confrontabili fra paesi, quindi ogni città ha il valore del suo paese.

Che cosa non è

Non è un conteggio delle rivolte. Il capitolo 17 ha distinto protesta, disordini e violenza, e quella distinzione resta. Il numero di tensione misura la pressione, non dice quale forma prenderà.

Le regole della proiezione sono queste, scritte qui una volta sola. La tensione di partenza amplifica fino alla metà in più. Prima dell'ingresso dei robot la tensione cresce a un quarto della velocità. I robot entrano in una regione quando prendono 3 punti percen-

tuali del lavoro delle diciannove professioni. Sono regole dell'autore, non coefficienti stimati, ed è per questo che sono dichiarate. Cambiandole cambiano i livelli. Non cambia l'ordine: prima i paesi avanzati, poi gli emergenti, per ultimi i paesi a basso reddito.

Alcuni fatti smentirebbero la proiezione. Se nel 2034 i robot non avessero preso almeno 3 punti del lavoro delle diciannove professioni nelle economie avanzate, l'accelerazione andrebbe spostata più avanti. Se l'uso dell'AI misurato da Our World in Data smettesse di crescere, la sostituzione rallenterebbe con lui. Se la tensione salisse prima e di più nei paesi che usano meno AI, la regola sarebbe sbagliata. I dati per controllarlo escono ogni trimestre e ogni anno.

Dove vedere la proiezione

La proiezione è sul sito del libro, nella pagina Rischio sociale: https://thereplacemind.com/social.html. La mappa parte vuota e si riempie mese dopo mese, dal periodo che si sceglie. I puntini rossi sono i nuovi utenti dell'AI, quelli gialli il lavoro preso dai robot, le bolle la tensione di ogni paese, di ogni stato americano, di ogni grande città.

Sullo stesso sito ci sono il simulatore della previsione per professione, https://thereplacemind.com/simulator.html, e il modello economico con le sue analisi, https://thereplacemind.com/model.html. Il codice e i dati sono pubblici: https://github.com/0xENX/aimodel_replication. I numeri di questo capitolo vengono da aimodel/analysis/social_tension.py, che ripete passo per passo i calcoli della pagina.

Conclusioni

Risultati e questioni aperte

Una macchina che produce di più e un numero crescente di persone che non riescono a partecipare a ciò che produce. Se c'è un'immagine che riassume questo libro, è questa.

Nel modello, il PIL mondiale cresce rispetto al mondo senza AI: più 1,3 per cento nel 2036, più 3,2 nel 2046. Nello stesso tempo la quota del reddito che va al lavoro scende: meno 3 punti nel 2036, meno 5,9 nel 2046. Più efficienza non porta da sola il beneficio a chi vive del proprio lavoro.

La metà più povera del mondo consuma l'1 per cento in meno nel 2036 e il 3,3 per cento in meno nel 2046. Il dieci per cento più ricco, nel 2036, il 3,1 per cento in più. Dicono che la crescita del totale e il peggioramento di una parte della popolazione possono andare insieme. E vanno insieme in nove futuri su dieci.

Il secondo problema è l'accesso. Nello scenario in cui riconvertirsi è lento, il primo ingresso dei giovani fra 15 e 24 anni nelle economie avanzate è più basso di 14,3 punti nel 2036. È un rischio preciso: togliere i compiti iniziali rende più difficile fare esperienza, molto prima che il totale degli occupati mostri il cambiamento. I dati americani dell'ultimo anno vanno nella stessa direzione.

Il terzo è l'amplificazione. Quando chi resta senza lavoro pesa sui salari e sui sussidi, la perdita della metà più povera del mondo nel 2036 passa dall'1,43 al 3,15 per cento se riconvertirsi è lento, e dal 2,64 al 7,24 se la sostituzione dura. Nello scenario medio la differenza è piccola. Proprio per questo è pericolosa: nasconde quanto le cose possano peggiorare quando la transizione si inceppa.

Le politiche migliorano gli esiti e lasciano scelte aperte. A parità di budget, l'incentivo per assumere giovani apre di più la porta d'ingresso; la riduzione dell'orario riduce di più il numero totale di persone senza lavoro. Il primo rischia di pagare assunzioni che ci sarebbero state comunque; la seconda chiede a chi lavora già di rinunciare a un po' di reddito. E in tutti gli esperimenti, proteggere

i consumi non coincide con recuperare il lavoro. Nessuna classifica unica sostituisce la decisione su che cosa si vuole ottenere.

Gli esempi concreti tengono insieme i numeri. Nella bottega, una bozza più veloce diventa un vantaggio solo dopo canone, controlli e capacità di consegnare. Nella biblioteca, un servizio migliore non dice chi incassa il canone né come impara chi comincia. L'autobus compatibile con il turno può rendere raggiungibile un posto che esiste già. Fra una possibilità tecnica e un beneficio che una persona può usare ci sono molti passaggi.

Le ipotesi sono elencate una volta sola, alla fine del capitolo 6, le regole della previsione per professione nel capitolo 36 e quelle del rischio sociale nel capitolo 37. Il codice è pubblico perché chiunque possa rifare i conti e trovare gli errori.

E soprattutto: questi sono i risultati dello scenario prudente. Il capitolo 36 ha detto apertamente che cosa ci si deve aspettare professione per professione, robot compresi: entro il 2046 l'impiegato d'ufficio perde quasi sei posti su dieci, lo sviluppatore quattro, il commesso quasi sette, l'operaio sei; dove la domanda cresce, come per infermieri ed elettricisti, i posti scendono poco. E ha detto quali fatti potrebbero smentirlo.

Il capitolo 37 ha portato la stessa previsione dal lavoro alla tensione sociale. Più AI e robot, più persone sostituite, più tensione, e prima nei paesi sviluppati: nelle economie avanzate la curva accelera dal 2033, quando entrano i robot, e nel 2046 arriva a una mediana di 56 punti, con Israele, Stati Uniti e Grecia in testa. Le economie emergenti seguono con quattro anni di ritardo e si fermano a 35, i paesi a basso reddito a 18. Dove un paese è già teso la stessa sostituzione pesa di più, ma non rovescia mai l'ordine.

L'orizzonte del libro finisce nel 2046. La sua tesi no. L'intelligenza artificiale ridurrà le opportunità di lavoro nelle attività esposte, e il riassorbimento resterà incompleto se le istituzioni non cambiano. La crescita della produzione non garantirà da sola

l'inclusione. Le decisioni su chi può entrare nel lavoro, su come si distribuisce il valore, su quali servizi esistono, cambieranno l'esito di questa transizione più di qualunque innovazione tecnica.

Il rischio è un'economia più ricca in cui una parte crescente delle persone fatica a guadagnarsi un reddito e a contare qualcosa. È su questo rischio che bisogna prepararsi. Non quando i numeri lo avranno reso evidente a tutti, ma adesso, mentre c'è ancora il tempo di costruire.

Il simulatore della previsione per professione, con gli stessi dati, le stesse regole e gli stessi numeri della Tabella 65, è qui: https://thereplacemind.com/simulator.html. Il modello economico con le sue analisi è qui: https://thereplacemind.com/model.html. La proiezione del rischio sociale, con gli stessi numeri delle Tabelle 66 e 67, è qui: https://thereplacemind.com/social.html. Il codice e i dati del modello sono qui: https://github.com/0xENX/aimodel_replication.

Note ai capitoli

Le simulazioni confrontano, per ciascuna di 4.000 combinazioni di ipotesi, un mondo con la nuova ondata di AI e uno senza. Codice, configurazioni e istruzioni per riprodurle sono nel repository indicato nella pagina «Il codice del libro».

Gli esempi numerici indicati come didattici servono a spiegare un meccanismo: non sono dati osservati né risultati delle simulazioni. Gli indirizzi web sono stati consultati fra il 10 e il 16 ottobre 2026. Le opere citate in forma breve sono riportate per esteso nei Riferimenti bibliografici.

Capitolo 1. Produzione, occupazione e distribuzione del reddito

Le tabelle 1 e 2 e gli esempi sulla quota del lavoro usano numeri didattici. La figura 1 è uno schema dei collegamenti fra produzione, lavoro e redditi; non assegna loro una forza.

Capitolo 2. Compiti, esposizione e adozione dell'AI

Misure di esposizione: FMI, Gen-AI: Artificial Intelligence and the Future of Work (Cazzaniga e coautori, 2024); ILO e NASK, Generative AI and Jobs: A Refined Global Index of Occupational Exposure (Gmyrek e coautori, 2025). Le percentuali seguono le definizioni delle fonti e non rappresentano perdite di posti osservate. La tabella 5 e la figura 3 usano un esempio didattico. Le relazioni dell'adozione, della capacità produttiva e dei compiti sono spiegate nelle sezioni A1–A3 dell'appendice.

Capitolo 3. Partecipazione, disoccupazione e scoraggiamento

Dati del 2025: Eurostat, indagine sulle forze di lavoro, serie lfsa_pganws, Italia e UE a 27, elaborazione dei gruppi quinquennali di età (https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/lfsa_pganws/default/tabl

e); definizioni: metadati Eurostat (https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/employ_esms.htm). Transizioni fra stati: serie lfsi_long_q, trimestri 2024–2025, senza dettaglio per età; un tasso trimestrale non va moltiplicato per quattro. Figura 5: Stanford Digital Economy Lab, Canaries Dashboard, versione del 17 settembre 2026, campione ADP, base novembre 2022 uguale a cento; per l'effetto dell'AI ogni variazione mensile pesa secondo il suo anno (2026 e 2025 100%, 2024 50%, 2023 5%, 2022 1%) (https://digitaleconomy.stanford.edu/project/indicators/canaries-dashboard/). Le tabelle 6–8 usano numeri didattici.

Capitoli 4–6. Domanda e offerta di lavoro; redditi e consumo; il modello

Le figure dei capitoli 4–6 sono calcolate con il modello. I grafici del lavoro mondiale aggregano le tre regioni con i pesi di popolazione della calibrazione: è un'approssimazione, non una serie ufficiale della forza lavoro. I consumi dei gruppi di reddito sono usati come indicatore del potere d'acquisto. La figura 8 usa il modulo per età nello scenario di riconversione lenta. Le relazioni del mercato del lavoro, delle famiglie e della domanda sono spiegate nelle sezioni A4–A6 dell'appendice.

Capitoli 7–9. Flussi, primo ingresso e riconversione

Il modulo occupazionale per età è un'estensione sviluppata per il libro; il suo metodo è descritto nel repository (file FONTI_E_METODO.md). Le figure usano le simulazioni del modulo con il profilo dell'Unione europea come riferimento parziale per le economie avanzate. I flussi hanno come base l'offerta potenziale di ciascuna fascia nel 2026; il tasso di primo ingresso ha come base i cercatori ammissibili. La categoria «primo ingresso» è assegnata dal modello, non ricostruita da storie lavorative individuali. Le probabilità di assunzione, le barriere e i tempi di riconversione sono ipotesi, non stime causali. Nei capitoli 7–9 il collegamento va dal modello macroeconomico al

modulo; il capitolo 26 presenta l'esperimento che lo rende bidirezionale. Capitolo 8: Brynjolfsson, Li e Raymond, Generative AI at Work (NBER Working Paper 31161, 2023; Quarterly Journal of Economics, 2025). Capitolo 9: l'analisi di sensibilità del modulo per età segue il metodo di Saltelli e coautori (2010) e lo stimatore di Jansen (1999).

Capitoli 10–12. Valore aggiunto e regioni; entrate pubbliche e debito; calibrazione

I concetti di valore aggiunto, reddito nazionale, dinamica del debito e simulazione Monte Carlo sono spiegati con esempi didattici. Riferimenti: OCSE, Gross national income (https://www.oecd.org/en/data/indicators/gross-national-income.html); Adrian, Gaspar e Gourinchas, The Fiscal and Financial Risks of a High-Debt, Slow-Growth World, blog FMI, 28 marzo 2024; NIST Uncertainty Machine (https://uncertainty.nist.gov/). L'ampliamento dei nuovi compiti fino a 1,20 e la prova con ipotesi fra loro dipendenti sono esperimenti aggiuntivi del libro.

Capitolo 13. Valutazione delle politiche pubbliche

Tabelle 28 e 29 e figura 22: simulazioni del modello, 2.000 estrazioni appaiate per il confronto delle politiche.

Capitolo 14. Risultati aggregati ed eterogeneità

Tabella 30: simulazioni del modello. Tabella 31: simulazioni del modello ed evidenze citate nel testo.

Capitolo 15. Revisione del modello

Tabelle 32 e 33 e figura 23: confronto fra le versioni del modello.

Capitolo 16. Analisi di sensibilità

Metodo: Sobol' (2001); Saltelli e coautori (2008).

Capitolo 17. Coesione sociale e istituzioni

Fonti: Hadzi-Vaskov, Pienknagura e Ricci (2021); OCSE, Survey on Drivers of Trust in Public Institutions, 2024 (https://doi.org/10.1787/9a20554b-en); NIST IR 8280 (Grother, Ngan e Hanaoka, 2019) e pagina NIST sui differenziali demografici (https://pages.nist.gov/frvt/html/frvt_demographics.html); Regolamento (UE) 2024/1689, articolo 5. L'esempio delle segnalazioni è didattico.

Capitolo 18. Limiti del modello e verifica empirica

Fonti: OCSE, Job quality (https://www.oecd.org/en/topics/policy-issues/job-quality.html); Eurostat, Access to microdata (https://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/access); Istat, file longitudinali delle forze di lavoro a tre mesi. La differenza nelle differenze è illustrata con un esempio.

Capitolo 19. Rassegna delle evidenze

Figura 26: coefficienti di Acemoglu e Restrepo (2019). Controlli aggiuntivi: Acemoglu (2025); Brynjolfsson, Li e Raymond (2025); Bick, Blandin e Deming, The Rapid Adoption of Generative AI (NBER Working Paper 32966); Brynjolfsson, Chandar e Chen (2026). La rassegna non è una revisione sistematica.

Capitoli 20–22. Basi imponibili, scenari e interventi

Le aliquote e le configurazioni delle entrate pubbliche sono ipotesi riferite a economie non identificate, non norme vigenti.

Capitolo 23. Struttura causale del modello

Le due relazioni sintetiche del modello sono riportate nella sezione A10 dell'appendice.

Capitolo 24. Formazione e apprendimento

Bastani e coautori, Generative AI without guardrails can harm learning, PNAS, 2025 (https://doi.org/10.1073/pnas.2422633122). De Simone e coautori, From Chalkboards to Chatbots, World Bank Policy Research Working Paper 11125, 2025 (https://doi.org/10.1596/1813-9450-11125). Il confronto delle tre politiche con lo stesso budget (0,7% del PIL annuo) è un esperimento aggiuntivo del libro; i suoi costi non sono riportati nei conti macroeconomici.

Capitolo 25. Qualità del lavoro e retribuzioni

Cazes, Hijzen e Saint-Martin, Measuring and Assessing Job Quality, OCSE, 2015 (https://doi.org/10.1787/5jrp02kjw1mr-en). Lane, Williams e Broecke, The impact of AI on the workplace, OCSE, 2023 (https://doi.org/10.1787/ea0a0fe1-en). Rani, Pesole e González Vázquez, Algorithmic management practices in regular workplaces, JRC e ILO, 2024.

Capitolo 26. Adozione dell'AI nelle piccole imprese

Eurostat, Use of artificial intelligence in enterprises, dati 2025. OCSE, Generative AI and the SME Workforce: New Survey Evidence, 2025 (https://doi.org/10.1787/2d08b99d-en). I valori delle figure sono ripresi dalle pubblicazioni. L'esperimento del collegamento bidirezionale fra occupazione, salari e sussidi è un'estensione del libro: entrambi i mondi, con e senza AI, sono calcolati con la stessa struttura.

Capitolo 27. Proprietà del capitale e concentrazione

Autor, Dorn, Katz, Patterson e Van Reenen, The Fall of the Labor Share and the Rise of Superstar Firms, Quarterly Journal of Economics, 2020.

Capitolo 28. AI e servizi sanitari

Lång e coautori, MASAI, Lancet Oncology, 2023 (https://doi.org/10.1016/S1470-2045(23)00298-X). Gommers e coautori,

Lancet, 2026 (https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)02464-X). Goh e coautori, JAMA Network Open, 2024 (https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.40969).

Capitolo 29. Consumo energetico dell'AI

IEA, Key Questions on Energy and AI, 16 aprile 2026. Stime storiche e proiezione centrale sono distinte.

Capitolo 30. Mobilità e differenze territoriali

Acemoglu e Restrepo (2020); Dauth, Findeisen, Suedekum e Woessner (2021); Chetty, Hendren e Katz, The Effects of Exposure to Better Neighborhoods on Children, American Economic Review, 2016 (https://doi.org/10.1257/aer.20150572). Variazioni 2022–2025 per Italia e UE: elaborazione descrittiva della serie Eurostat lfsa_pganws; ritmo annuo pesato per anno come nel capitolo 3.

Capitolo 31. Valutazione d'impatto degli interventi

Katz, Roth, Hendra e Schaberg, Why Do Sectoral Employment Programs Work?, Journal of Labor Economics, 2022. L'esperimento con assegnazione casuale, le mancate risposte e il costo per occupato aggiuntivo sono esempi didattici.

Capitolo 32. Risultati e limiti della conoscenza

La scheda delle domande empiriche è una proposta di osservazione.

Capitoli 33–35. Sintesi

I capitoli riuniscono risultati già presentati nei capitoli 8, 13, 14, 22, 24 e 26. I casi della bottega, della biblioteca, del bar e del trasporto sono esempi ipotetici.

Capitolo 36. L'ultima previsione

Il capitolo è la previsione del libro, fondata sui capitoli precedenti e sulle fonti seguenti. La Tabella 65 viene da aimodel (aimodel/analysis/occupations.py, outputs/occupations.json), con le regole elencate nel capitolo e le fonti [36.6]–[36.8]; il simulatore usa gli stessi dati. Gli intervalli 2026–2030, 2030–2036 e 2036–2046 organizzano la previsione.

[36.1] Brynjolfsson, E., Chandar, B. e Chen, R. (2026). Canaries in the coal mine? Six facts about the recent employment effects of artificial intelligence. Stanford Digital Economy Lab, revisione del 12 agosto 2026.

[36.2] Massenkoff, M. e McCrory, P. (2026). Labor market impacts of AI: A new measure and early evidence. Anthropic, 5 marzo 2026. Ricerca prodotta da un'impresa del settore.

[36.3] Gmyrek, P., Berg, J. e coautori (2025). Generative AI and jobs: A refined global index of occupational exposure. ILO Working Paper 140.

[36.4] METR (2026). Time Horizon 1.1. 29 gennaio 2026.

[36.5] Bustos, P., Castro-Vincenzi, J. M., Monras, J. e Ponticelli, J. (2019, revisione 2022). Industrialization without innovation. NBER Working Paper 25871. Studia la riallocazione fra settori legata alla produttività agricola in Brasile.

[36.6] Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P. e Rock, D. (2024). GPTs are GPTs: Labor market impact potential of LLMs. Science, 384, 1306–1308. Misura gamma valutata da esperti umani.

[36.7] Frey, C. B. e Osborne, M. A. (2017). The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation? Technological Forecasting and Social Change, 114, 254–280 (working paper 2013).

[36.8] U.S. Bureau of Labor Statistics (2026). Employment Projections 2025–35, tabella Occupational projections and characteristics, 21 settembre 2026.

Capitolo 37. Il rischio sociale

Il capitolo è una proiezione con regole dichiarate nel capitolo stesso. I numeri delle Tabelle 66 e 67 vengono da aimodel (outputs/social_tension.json, scritto da aimodel/analysis/social_tension.py), gli stessi della pagina Rischio sociale del sito; il lavoro preso da AI e robot viene dalle diciannove professioni della Tabella 65 e dalle fonti del capitolo 36.

[37.1] World Bank (2025). Worldwide Governance Indicators, Political Stability and Absence of Violence/Terrorism, stima 2024 (GOV_WGI_PV.EST). Licenza CC BY 4.0.

[37.2] Microsoft AI Economy Institute, tramite Our World in Data (2026). Estimated share of people using generative AI: quota della popolazione in età da lavoro, trimestrale da giugno 2025 a marzo 2026. Licenza CC BY 4.0.

[37.3] U.S. Bureau of Labor Statistics (2025). Occupational Employment and Wage Statistics, maggio 2024, stime per stato.

[37.4] International Monetary Fund. World Economic Outlook, gruppi di paesi: economie avanzate. World Bank, classificazione dei paesi per livello di reddito.

Appendice

Sezioni A1–A10: relazioni del modello. Le sezioni A11 e A12 riguardano estensioni e conti didattici del libro.

Copertina

Illustrazione generata con strumenti di intelligenza artificiale. L'uso dell'intelligenza artificiale nella preparazione del testo e del codice è dichiarato nell'Introduzione.

Riferimenti bibliografici

Elenco delle opere citate nel testo e usate per costruire il modello, con i titoli nella lingua originale. Le fonti di dati e gli studi richiamati per un singolo passaggio sono indicati anche nelle note dei capitoli, con gli indirizzi di consultazione.

Acemoglu, D. (2025). The simple macroeconomics of AI. Economic Policy, 40(121), 13–58. NBER Working Paper 32487.

Acemoglu, D. e Restrepo, P. (2018). The race between man and machine: Implications of technology for growth, factor shares, and employment. American Economic Review, 108(6), 1488–1542.

Acemoglu, D. e Restrepo, P. (2019). Automation and new tasks: How technology displaces and reinstates labor. Journal of Economic Perspectives, 33(2), 3–30. doi:10.1257/jep.33.2.3

Acemoglu, D. e Restrepo, P. (2020). Robots and jobs: Evidence from US labor markets. Journal of Political Economy, 128(6), 2188–2244. doi:10.1086/705716

Acemoglu, D. e Restrepo, P. (2022). Tasks, automation, and the rise in US wage inequality. Econometrica, 90(5), 1973–2016. doi:10.3982/ECTA19815

Allen, R. C. (2009). Engels' pause: Technical change, capital accumulation, and inequality in the British industrial revolution. Explorations in Economic History, 46(4), 418–435.

Autor, D., Chin, C., Salomons, A. e Seegmiller, B. (2024). New frontiers: The origins and content of new work, 1940–2018. Quarterly Journal of Economics, 139(3), 1399–1465. doi:10.1093/qje/qjae008

Autor, D. e Dorn, D. (2013). The growth of low-skill service jobs and the polarization of the US labor market. American Economic Review, 103(5), 1553–1597. doi:10.1257/aer.103.5.1553

Banerjee, A., Faye, M., Krueger, A., Niehaus, P. e Suri, T. (2023). Universal basic income: Short-term results from a long-term experiment in Kenya. NBER conference paper.

Bank of Canada (2019). Exploring wage Phillips curves in advanced economies. Staff Discussion Paper 2019-8.

Brollo, F., Dabla-Norris, E., de Mooij, R., Garcia-Macia, D., Hanappi, T., Liu, L. e Nguyen, A. D. M. (2024). Broadening the gains from generative AI: The role of fiscal policies. IMF Staff Discussion Note SDN/2024/002.

Brynjolfsson, E., Chandar, B. e Chen, R. (2026). Canaries in the coal mine? Six facts about the recent employment effects of artificial intelligence. Stanford Digital Economy Lab, revisione del 12 agosto 2026.

Brynjolfsson, E., Li, D. e Raymond, L. (2025). Generative AI at work. Quarterly Journal of Economics. Versione precedente: NBER Working Paper 31161, 2023.

Brynjolfsson, E., Rock, D. e Syverson, C. (2021). The productivity J-curve: How intangibles complement general purpose technologies. American Economic Journal: Macroeconomics, 13(1), 333–372. doi:10.1257/mac.20180386

Bustos, P., Castro-Vincenzi, J. M., Monras, J. e Ponticelli, J. (2019, revisione 2022). Industrialization without innovation. NBER Working Paper 25871. doi:10.3386/w25871

Carroll, C., Slacalek, J., Tokuoka, K. e White, M. N. (2017). The distribution of wealth and the marginal propensity to consume. Quantitative Economics, 8(3), 977–1020.

Cazzaniga, M., Jaumotte, F., Li, L., Melina, G., Panton, A. J., Pizzinelli, C., Rockall, E. e Tavares, M. M. (2024). Gen-AI: Artificial intelligence and the future of work. IMF Staff Discussion Note SDN/2024/001.

Comin, D. e Hobijn, B. (2010). An exploration of technology diffusion. American Economic Review, 100(5), 2031–2059. doi:10.1257/aer.100.5.2031

Commissione europea (2025). Guidelines on prohibited artificial intelligence practices established by Regulation (EU) 2024/1689 (AI Act). Febbraio 2025.

Dauth, W., Findeisen, S., Suedekum, J. e Woessner, N. (2021). The adjustment of labor markets to robots. Journal of the European Economic Association, 19(6), 3104–3153. doi:10.1093/jeea/jvab012

David, P. A. (1990). The dynamo and the computer: An historical perspective on the modern productivity paradox. American Economic Review, 80(2), 355–361.

Eloundou, T., Manning, S., Mishkin, P. e Rock, D. (2024). GPTs are GPTs: Labor market impact potential of LLMs. Science, 384(6702), 1306–1308. doi:10.1126/science.adj0998

Federal Reserve Bank of San Francisco (2017). Has the wage Phillips curve gone dormant? Economic Letter 2017-30.

Fisher, J. D., Johnson, D. S., Smeeding, T. M. e Thompson, J. P. (2020). Estimating the marginal propensity to consume using the distributions of income, consumption, and wealth. Journal of Macroeconomics, 65.

Giupponi, G. e Landais, C. (2023). Subsidizing labour hoarding in recessions: The employment and welfare effects of short-time work. Review of Economic Studies, 90(4), 1963–2005.

Gmyrek, P., Berg, J. e coautori (2025). Generative AI and jobs: A refined global index of occupational exposure. ILO Working Paper 140. doi:10.54394/HETP0387

Godley, W. e Lavoie, M. (2007). Monetary Economics: An Integrated Approach to Credit, Money, Income, Production and Wealth. Palgrave Macmillan. doi:10.1057/9780230626546

Grother, P., Ngan, M. e Hanaoka, K. (2019). Face Recognition Vendor Test (FRVT) Part 3: Demographic effects. NIST IR 8280.

Hadzi-Vaskov, M., Pienknagura, S. e Ricci, L. A. (2021). The macroeconomic impact of social unrest. IMF Working Paper 2021/135.

Hamermesh, D. S. (1993). Labor Demand. Princeton University Press.

International Energy Agency (2025). Energy and AI. Parigi: IEA.

International Energy Agency (2026). Key Questions on Energy and AI. 16 aprile 2026.

International Federation of Robotics (2025). World Robotics 2025: Industrial Robots.

International Labour Organization (2024, 2025). World Employment and Social Outlook: September 2024 update; May 2025 update.

International Monetary Fund (2025, 2026). Fiscal Monitor, ottobre 2025 e aprile 2026.

International Monetary Fund (2026). Annual Report 2026. AI: Deployment and Disruption.

Jansen, M. J. W. (1999). Analysis of variance designs for model output. Computer Physics Communications, 117(1–2), 35–43.

Jones, D. e Marinescu, I. (2022). The labor market impacts of universal and permanent cash transfers: Evidence from the Alaska Permanent Fund. American Economic Journal: Economic Policy, 14(2), 315–340.

Karabarbounis, L. e Neiman, B. (2014). The global decline of the labor share. Quarterly Journal of Economics, 129(1), 61–103. doi:10.1093/qje/qjt032

Katz, L. F., Roth, J., Hendra, R. e Schaberg, K. (2022). Why do sectoral employment programs work? Lessons from WorkAdvance. Journal of Labor Economics, 40(S1), S249–S291.

Kela e Ministero degli affari sociali e della salute, Finlandia (2020). Results of the basic income experiment.

Korinek, A. e Suh, D. (2024). Scenarios for the transition to AGI. NBER Working Paper 32255.

Lichter, A., Peichl, A. e Siegloch, S. (2015). The own-wage elasticity of labor demand: A meta-regression analysis. European Economic Review, 80, 94–119.

Massenkoff, M. e McCrory, P. (2026). Labor market impacts of AI: A new measure and early evidence. Anthropic, 5 marzo 2026.

McKinsey Global Institute (2023). The economic potential of generative AI: The next productivity frontier. Giugno 2023.

METR (2026). Time Horizon 1.1. 29 gennaio 2026.

Oberfield, E. e Raval, D. (2021). Micro data and macro technology. Econometrica, 89(2), 703–732. doi:10.3982/ECTA12807

OECD (2025). Pensions at a Glance 2025. Parigi: OECD Publishing.

OECD (2025). Revenue Statistics 2025. Parigi: OECD Publishing.

Saltelli, A., Ratto, M., Andres, T., Campolongo, F., Cariboni, J., Gatelli, D., Saisana, M. e Tarantola, S. (2008). Global Sensitivity Analysis: The Primer. Wiley.

Saltelli, A., Annoni, P., Azzini, I., Campolongo, F., Ratto, M. e Tarantola, S. (2010). Variance based sensitivity analysis of model output. Design and estimator for the total sensitivity index. Computer Physics Communications, 181(2), 259–270.

Sobol', I. M. (2001). Global sensitivity indices for nonlinear mathematical models and their Monte Carlo estimates. Mathematics and Computers in Simulation, 55(1–3), 271–280.

Unione europea (2024). Regolamento (UE) 2024/1689 sull'intelligenza artificiale (AI Act).

United Nations, Department of Economic and Social Affairs (2024). World Population Prospects 2024.

World Economic Forum (2025). Future of Jobs Report 2025.

World Inequality Lab (2022, 2026). World Inequality Report 2022; World Inequality Report 2026.

Writers Guild of America (2023). Minimum Basic Agreement: disposizioni sull'intelligenza artificiale.

Altre fonti

Fatti e casi storici richiamati nel racconto dei capitoli, che non servono a costruire il modello. Sono elencati nell'ordine in cui compaiono, con la fonte da cui si possono verificare.

Capitolo 3. Statute of Artificers (1563), 5 Eliz. I c. 4, Inghilterra. Wallis, P. (2008). Apprenticeship and training in premodern England. Journal of Economic History, 68(3), 832–861.

Capitolo 4. Royal Swedish Academy of Sciences (2010). Markets with search frictions. Scientific background on the Sveriges Riksbank Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel 2010 (Diamond, Mortensen, Pissarides). U.S. Bureau of Labor Statistics (2022). Number of unemployed people per job opening is 0.5 in March 2022. The Economics Daily, https://www.bls.gov/opub/ted/2022/number-of-unemployed-people-per-job-opening-is-0-5-in-march-2022.htm.

Capitolo 5. Meyer, S. (1981). The Five Dollar Day: Labor Management and Social Control in the Ford Motor Company, 1908–1921. Albany: State University of New York Press. Robinson, J. (1966). Kalecki and Keynes. In Problems of Economic Dynamics and Planning: Essays in Honour of Michal Kalecki. Oxford: Pergamon Press.

Capitolo 6. Lind, J. (1753). A Treatise of the Scurvy. Edimburgo: Sands, Murray and Cochran.

Capitolo 7. Jacobson, L. S., LaLonde, R. J. e Sullivan, D. G. (1993). Earnings losses of displaced workers. American Economic Review, 83(4), 685–709.

Capitolo 8. Kahn, L. B. (2010). The long-term labor market consequences of graduating from college in a bad economy. Labour Economics, 17(2), 303–316. Oreopoulos, P., von Wachter, T. e Heisz, A. (2012). The short- and long-term career effects of graduating in a recession. American Economic Journal: Applied Economics, 4(1), 1–29.

Capitolo 9. Schochet, P. Z., D'Amico, R., Berk, J., Dolfin, S. e Wozny, N. (2012). Estimated Impacts for Participants in the Trade Adjustment Assistance (TAA) Program under the 2002 Amendments. Mathematica Policy Research e Social Policy Research Associates per lo U.S. Department of Labor.

Capitolo 10. Central Statistics Office (2016). National Income and Expenditure 2015, 12 luglio 2016, Cork. Economic Statistics Review Group (2016). Report of the Economic Statistics Review Group, dicembre 2016, Dublino (proposta del reddito nazionale modificato, GNI*). L'espressione «leprechaun economics» fu usata da Paul Krugman in un commento pubblico del 12 luglio 2016.

Capitolo 11. Delaney, K. J. (2017). The robot that takes your job should pay taxes, says Bill Gates. Quartz, 17 febbraio 2017, https://qz.com/911968/bill-gates-the-robot-that-takes-your-job-should-pay-taxes/. Parlamento europeo (2017). Risoluzione del 16 febbraio 2017 recante raccomandazioni alla Commissione concernenti norme di diritto civile sulla robotica, 2015/2103(INL).

Capitolo 12. Reinhart, C. M. e Rogoff, K. S. (2010). Growth in a time of debt. American Economic Review, 100(2), 573–578. Herndon, T., Ash, M. e Pollin, R. (2014). Does high public debt consistently stifle economic growth? A critique of Reinhart and Rogoff. Cambridge Journal of Economics, 38(2), 257–279. Metropolis, N. e Ulam, S. (1949). The Monte Carlo method. Journal of the American Statistical Association, 44(247), 335–341. Metropolis, N. (1987). The beginning of the Monte Carlo method. Los Alamos Science, 15, 125–130. Engels, F. (1845). Die Lage der arbeitenden Klasse in England.

Lipsia: Otto Wigand (trad. it. La situazione della classe operaia in Inghilterra).

Capitolo 13. Alaska Department of Revenue, Permanent Fund Dividend Division. Importi storici del dividendo, dal 1982. Kela (2020). The Basic Income Experiment 2017–2018 in Finland: risultati finali (2.000 disoccupati estratti a sorte, 560 euro al mese).

Capitolo 15. Feynman, R. P. (1974). Cargo cult science. Engineering and Science, 37(7), 10–13 (discorso al California Institute of Technology).

Capitolo 16. Sobol', I. M. (1993). Sensitivity estimates for nonlinear mathematical models. Mathematical Modelling and Computational Experiments, 1(4), 407–414.

Capitolo 17. Parlementaire ondervragingscommissie Kinderopvangtoeslag (2020). Ongekend onrecht. Tweede Kamer der Staten-Generaal, 17 dicembre 2020. Autoriteit Persoonsgegevens (2020). Belastingdienst/Toeslagen: de verwerking van de nationaliteit van aanvragers van kinderopvangtoeslag, luglio 2020.

Capitolo 18. Card, D. e Krueger, A. B. (1994). Minimum wages and employment: A case study of the fast-food industry in New Jersey and Pennsylvania. American Economic Review, 84(4), 772–793. Royal Swedish Academy of Sciences (2021). Press release: The Prize in Economic Sciences 2021 (Card; Angrist e Imbens).

Capitolo 19. Solow, R. M. (1987). We'd better watch out. New York Times Book Review, 12 luglio 1987, p. 36.

Capitolo 20. OECD/G20 Inclusive Framework on BEPS (2021). Statement on a Two-Pillar Solution to Address the Tax Challenges Arising from the Digitalisation of the Economy, 8 ottobre 2021.

Capitolo 21. Wack, P. (1985). Scenarios: Uncharted waters ahead. Harvard Business Review, 63(5), 72–89.

Capitolo 23. Phillips, A. W. (1950). Mechanical models in economic dynamics. Economica, 17(67), 283–305.

Capitolo 24. Platone, Fedro, 274c–275b.

Capitolo 25. Tribunale di Bologna, sezione lavoro, ordinanza del 31 dicembre 2020 (Filcams, Nidil e Filt CGIL Bologna contro Deliveroo Italy). Commento: Fassina, L. (2021). Lavoro Diritti Europa, 1/2021.

Capitolo 26. Istat (2023). Annuario statistico italiano 2023, capitolo 14, Imprese (microimprese con meno di 10 addetti pari al 95,2 per cento delle imprese attive nel 2021).

Capitolo 27. Piketty, T. (2013). Le Capital au XXIe siècle. Parigi: Seuil (trad. it. Il capitale nel XXI secolo, Milano: Bompiani, 2014).

Capitolo 28. Leveson, N. G. e Turner, C. S. (1993). An investigation of the Therac-25 accidents. IEEE Computer, 26(7), 18–41.

Capitolo 29. Jevons, W. S. (1865). The Coal Question. Londra: Macmillan.

Capitolo 30. Kain, J. F. (1968). Housing segregation, Negro employment, and metropolitan decentralization. Quarterly Journal of Economics, 82(2), 175–197.

Capitolo 31. Bloom, H. S., Orr, L. L., Bell, S. H., Cave, G., Doolittle, F., Lin, W. e Bos, J. M. (1997). The benefits and costs of JTPA Title II-A programs: Key findings from the National Job Training Partnership Act Study. Journal of Human Resources, 32(3), 549–576.

Capitolo 34. U.S. Bureau of Labor Statistics (2015). Long-term unemployment in the United States. Spotlight on Statistics (record del 45,1 per cento dei disoccupati senza lavoro da 27 settimane o più nel secondo trimestre 2010).

Appendice Le formule spiegate passo per passo

Indice delle sezioni

A1 La diffusione della tecnologia 372
A2 La capacità di produrre 373
A3 I compiti umani e la distribuzione.....375
A4 Salari e domanda di lavoro 377
A5 Dal reddito delle famiglie al patrimonio.....379
A6 Dalla domanda alla produzione effettiva.....381
A7 Le ipotesi che contano nella sensibilità.....383
A8 Entrate pubbliche e debito 384
A9 La verifica delle contropartite 386
A10 Le frecce del modello dei compiti.....387
A11 Condivisione dell'orario di lavoro 390
A12 Concentrazione e quota aggregata del lavoro.....391

Questa appendice permette di capire che cosa fanno le formule anche senza svolgere i calcoli. Ogni sezione parte da una domanda, conserva le relazioni originali e ne accompagna la lettura. Gli esempi aggiunti servono a illustrare un meccanismo: non sono dati osservati né nuove simulazioni. Le spiegazioni non cambiano i parametri o i risultati del libro.

Un percorso autonomo di lettura

Si può leggere l'appendice dall'inizio oppure aprire la sezione che risponde alla propria domanda. Ogni sezione riporta i capitoli collegati, le definizioni necessarie, le relazioni originali, un esempio e i limiti. I rimandi ad altre sezioni permettono di approfondire, mantenendo accessibile il collegamento con i capitoli. Gli esempi sono illustrativi e non aggiungono risultati alle simulazioni.

La mappa dei collegamenti

A1 descrive l'adozione della tecnologia. A3 segue i compiti umani e A2 la capacità di produrre. A4 collega compiti, produzione e salari alla domanda di lavoro. A5 segue redditi, consumi e patrimonio; A6 collega la spesa alla produzione effettiva. A8 ricostruisce il conto pubblico e A9 verifica le contropartite. Le relazioni si influenzano fra loro: questa mappa è una guida al calcolo, non una prova causale.

A7 permette di leggere la sensibilità dei risultati alle ipotesi. A10 conserva la formulazione sintetica del modello, da distinguere dalle relazioni riviste. A11 approfondisce la condivisione dell'orario; A12 distingue concentrazione delle vendite e distribuzione del valore aggiunto.

Come leggere i simboli

Il pedice t indica l'anno corrente e t−1 quello precedente; un pedice g distingue un gruppo di reddito. Un prodotto significa che i fattori agiscono insieme. min sceglie il valore più piccolo, max quello più grande. Σ somma le componenti indicate; Δ misura una variazione. Uno meno una quota esprime la parte che resta. Lo stesso simbolo può cambiare significato fra moduli: E indica esposizione nelle relazioni macroeconomiche e occupati in quelle per età. Le definizioni locali hanno quindi la precedenza.

A1 La diffusione della tecnologia

Capitoli 2 e 6.

Nessuna lettura preliminare. Esposizione significa possibilità tecnica, adozione significa uso effettivo.

Quanto rapidamente una capacità tecnica diventa un utilizzo effettivo?

Il meccanismo e le relazioni originali

L'adozione dell'AI nei compiti esposti sostituibili segue una curva logistica, normalizzata a zero nel 2026. θ ne indica il limite superiore, m il punto centrale e k la pendenza. Il punto centrale arriva più tardi nelle regioni emergenti e a basso reddito, secondo i ritardi regionali. L'esposizione cresce linearmente fino a un multiplo x del valore iniziale nel 2046 e non supera 0,95.

$$a_t = \theta \frac{F(t) - F(2026)}{1 - F(2026)}$$

$$F(t) = \frac{1}{1 + e^{-k(t-m)}}$$

$$E_t = min(0{,}95;\ E_0\,[1 + (x - 1)\frac{t - 2026}{20}])$$

Normalizzare la curva significa sottrarre il livello che essa avrebbe già nel 2026. Il valore a_t rappresenta quindi l'ondata aggiuntiva di adozione modellata, non una misura dell'intera automazione già presente nell'economia. Il tetto sull'esposizione è un vincolo del modello.

Leggere la formula un passaggio alla volta

Leggete F come l'avanzamento di una curva a S. La sottrazione del livello del 2026 toglie ciò che era già presente al punto di partenza; la divisione risistema la scala e θ fissa il limite. Nella relazione dell'esposizione, min sceglie il più piccolo fra il valore calcolato e il tetto di 0,95. Un limite più alto amplia l'adozione possibile; k più alto concentra la diffusione in meno anni.

Un esempio per orientarsi

Immaginiamo cento attività esposte e un limite di adozione del sessanta per cento. Il modello consente che, a diffusione completata, sessanta siano adottate; non che sessanta lavoratori perdano necessariamente il posto. Se il punto centrale passa dal 2035 al 2040, il percorso si sposta in avanti. Sono numeri illustrativi, non risultati del libro.

Il limite da ricordare

La curva non è un calendario osservato e non trasforma l'esposizione in licenziamenti.

A2 La capacità di produrre

Capitoli 2 e 23.

Γ è il contenuto di lavoro umano; δ è il tasso di sostituzione e ϱ quello di recupero dei compiti. E indica esposizione, a adozione e φ la parte sostituibile. Questi fattori sono approfonditi in A1 e A3, ma qui basta distinguerne il ruolo.

Da quali contributi dipende la crescita della produzione potenziale?

Il meccanismo e le relazioni originali

La crescita di base $\bar{g}$ si combina con il guadagno di produttività dell'AI. π è il risparmio di costo sui compiti automatizzati; μ è il guadagno nei compiti in cui l'AI assiste il lavoro umano. La formula originale è riportata sotto, distribuita su tre righe appartenenti alla stessa relazione.

$$Y^s_t = Y^s_{t-1}\,[1 + \bar{g} + \Gamma_{t-1}\,\delta_t\,\pi$$

$$+ \mu(1 - \varphi)\,max(0;\, E_t\,a_t - E_{t-1}\,a_{t-1})\,\Gamma_{t-1}$$

$$+ \frac{1}{2}\,\pi\,\Gamma_{t-1}\,\rho_t\,]$$

Y^s indica la produzione potenziale. La produzione effettiva Y può essere inferiore: la chiusura della domanda è spiegata in A6. La creazione di nuovi compiti contribuisce anche alla produzione nella relazione implementata; ψ non è dunque soltanto un parametro di ricollocamento individuale.

Leggere la formula un passaggio alla volta

La parentesi è un fattore di crescita applicato alla capacità dell'anno precedente. Il primo contributo AI combina il lavoro coinvolto, la sostituzione e il risparmio di costo. Il secondo combina l'incremento di esposizione adottata con l'aiuto ai compiti non sostituibili. Il terzo pesa i nuovi compiti. max con zero impedisce che un incremento negativo sia conteggiato come nuovo contributo positivo.

Un esempio per orientarsi

Se la capacità iniziale è cento e, in un esempio, la crescita di base vale due punti e i tre contributi AI valgono insieme un punto, la nuova capacità è centotre. Questo non significa che tutte le centotre unità siano vendute.

Il limite da ricordare

Questa relazione descrive capacità produttiva, non reddito di ogni famiglia né occupazione.

A3 I compiti umani e la distribuzione

Capitoli 2 e 23.

E è l'esposizione e a l'adozione; il loro prodotto descrive la parte esposta effettivamente adottata. s^{L} è la quota del reddito da lavoro, distinta dal coefficiente s di recupero attraverso la contrattazione. A1 approfondisce la diffusione.

Come si combinano sostituzione, nuovi compiti e quota del reddito da lavoro?

Il meccanismo e le relazioni originali

Nelle equazioni del modello, il contenuto di compiti umani nella produzione diminuisce attraverso la sostituzione e aumenta attraverso la creazione di nuovi compiti. Per introdurre la struttura usiamo la seguente versione semplificata:

$$\Gamma_t = \Gamma_{t-1} \times (1 - \delta_t + \rho_t)$$

Γ rappresenta il contenuto di compiti attribuito al lavoro nel modello. δ rappresenta il tasso di sostituzione del periodo; ϱ il tasso di creazione o recupero. La versione completa comprende anche l'evoluzione non attribuita all'AI e definisce questi tassi in funzione di esposizione, adozione e ritardi. La formula non è un conteggio diretto di persone licenziate e assunte.

Un'ipotesi importante del modello collega il contenuto dei compiti umani alla quota del reddito da lavoro attraverso una particolare struttura produttiva. È una scelta teorica, non un'identità valida per qualunque economia. Per valutarla occorre leggere insieme le relazioni dei compiti, della produzione e del mercato del lavoro. Le equazioni devono dichiarare come un cambiamento tecnico diventa un cambiamento economico; modificare la struttura produttiva richiederebbe un esperimento distinto, non la sola variazione di una cifra.

La relazione semplificata isola sostituzione e recupero. Le relazioni complete aggiungono l'erosione di base non attribuita all'AI e il confronto con un percorso senza la nuova ondata tecnologica.

Sostituzione e creazione di nuovi compiti modificano il contenuto di lavoro della produzione. d_0 è l'erosione non dovuta all'AI; φ è la frazione sostituibile; ψ indica i nuovi compiti per compito sostituito; ℓ è il ritardo con cui essi compaiono. δ_t misura la sostituzione e ϱ_t il recupero. I lavoratori possono recuperare attraverso la contrattazione una frazione s della diminuzione del contenuto di lavoro causata dall'AI.

$$\delta_t = \varphi \, max(0;\, E_t \, a_t - E_{t-1} \, a_{t-1})$$

$$\rho_t = \psi \, \varphi \, max(0;\, E_{t-\ell} \, a_{t-\ell} - E_{t-1-\ell} \, a_{t-1-\ell})$$

$$\Gamma_t = \Gamma_{t-1} \, (1 - d_0 - \delta_t + \rho_t)$$

$$\Gamma^n{}_t = \Gamma^n{}_{t-1} \, (1 - d_0)$$

$$s^L{}_t = \Gamma_t + s \, max(0;\, \Gamma^n{}_t - \Gamma_t)$$

Γ misura il contenuto di lavoro nei compiti e Γ^n il percorso senza AI. La relazione sintetica per s^L descrive la quota del reddito da lavoro nella specificazione sintetica del modello. La sezione A4

riporta la relazione rivista con salario relativo ed elasticità della domanda. Le due formulazioni hanno funzioni diverse e non sono misure osservate indipendenti.

Leggere la formula un passaggio alla volta

Nella versione semplificata si parte dal valore precedente, si sottrae la sostituzione e si aggiunge il recupero. La versione completa sottrae anche l'erosione non attribuita all'AI. Il recupero guarda all'adozione di anni precedenti: ℓ è il tempo di attesa. La relazione sintetica della quota del lavoro aggiunge la parte recuperata dalla contrattazione. La relazione salariale più articolata è in A4.

Un esempio per orientarsi

Con contenuto di lavoro iniziale pari a uno, erosione di base dell'1 per cento, sostituzione del 5 per cento e recupero del 2 per cento, il valore successivo è 0,96. Sono valori didattici, fuori dalla calibrazione del libro: indicano una diminuzione del contenuto di lavoro del 4 per cento, non quattro licenziamenti su cento.

Il limite da ricordare

Compiti, persone e redditi sono grandezze diverse. Il rapporto fra loro è un'ipotesi economica, non una semplice conversione aritmetica.

A4 Salari e domanda di lavoro

Capitoli 4 e 15.

Y è la produzione, Γ il contenuto di lavoro umano e d_0 l'erosione annua di base. s^L è la quota del reddito da lavoro, s il coefficiente di contrattazione e Γ^n il riferimento senza AI. g^{pot} è la crescita della produzione potenziale; u è la disoccupazione. A2 e A3 approfondiscono produzione e compiti.

Perché una riduzione dei salari non restituisce automaticamente tutti i posti?

Il meccanismo e le relazioni originali

La domanda di lavoro risponde al costo salariale, a produzione e compiti dati. L'elasticità ε misura l'ampiezza di questa risposta: quando è inferiore a uno, una riduzione proporzionale del salario recupera soltanto una parte della domanda perduta.

L^s è l'offerta di lavoro; u* la disoccupazione strutturale; β il trasferimento ai salari della crescita di produttività eccedente quella di base; $\varkappa$ la pendenza della curva salariale di Phillips. g^y è la crescita di tendenza del prodotto per lavoratore senza AI e g^w la tendenza salariale, al netto dell'erosione d_0. $\bar{w}$ è il salario della simulazione appaiata senza AI. ε è l'elasticità della domanda di lavoro rispetto al salario, a produzione costante.

$$w_t = w_{t-1}\,[1 + g^{w}{}_t + \beta(g^{pot}{}_t - g^{y}{}_t) - \kappa(u_{t-1} - u^*)\,]$$

$$1 + g^{w}{}_t = (1 + g^{y}{}_t)(1 - d_0)$$

$$N^{d}{}_t = \frac{\Gamma_t Y_t}{\bar{w}_t}\left(\frac{w_t}{\bar{w}_t}\right)^{-\varepsilon}$$

$$N_t = min(N^{d}{}_t;\ L^{s}{}_t(1 - u^*))$$

$$s^{L}{}_t = \Gamma_t\left(\frac{w_t}{\bar{w}_t}\right)^{1-\varepsilon} + s\,max(0;\ \Gamma^{n}{}_t - \Gamma_t)$$

$$u_t = 1 - \frac{N_t}{L^{s}{}_t}$$

N^d è il numero di lavoratori richiesto dalle imprese al salario corrente; N è l'occupazione effettiva. Se la domanda eccede l'offerta, il salario aumenta per equilibrare il mercato. La condizione è:

$$w = \frac{s^{L} Y}{L^{s}(1 - u^{*})}$$

Nella simulazione senza AI w coincide con $\bar{w}$ e la domanda di lavoro è ΓY/w, come nella prima edizione. Nell'edizione rivista un calo del salario ripristina soltanto una parte della domanda perduta quando ε è inferiore a uno. La componente di contrattazione modifica la quota del reddito attribuita al lavoro; nella relazione N^{d} non viene aggiunta come creazione automatica di posti.

Leggere la formula un passaggio alla volta

Il rapporto fra salario corrente e salario senza AI misura il costo relativo. L'esponente negativo fa crescere la domanda quando questo rapporto scende. min limita gli occupati a ciò che imprese e offerta permettono insieme. La formula della disoccupazione divide gli occupati per l'offerta e sottrae il rapporto da uno. La relazione di equilibrio salariale si applica alla condizione di domanda eccedente l'offerta.

Un esempio per orientarsi

Con elasticità di 0,3, una diminuzione salariale dell'1 per cento aumenta la domanda di lavoro di circa lo 0,3 per cento per una piccola variazione, a produzione e altre condizioni ferme. Il beneficio di costo non equivale quindi a un recupero completo dell'occupazione.

Il limite da ricordare

La risposta salariale dipende dall'elasticità assunta; gli effetti dei salari sui consumi richiedono anche A5 e A6.

A5 Dal reddito delle famiglie al patrimonio

Capitoli 5 e 10.

Y è la produzione, s^L la quota del reddito da lavoro e W il patrimonio. Il gruppo g riceve una parte dei redditi da lavoro e una parte dei redditi da capitale. Le aliquote τL e τK riguardano rispettivamente lavoro e capitale; h nella somma finale indica tutti i gruppi, non l'orario della sezione A11.

Come può la distribuzione di oggi modificare i redditi di domani?

Il meccanismo e le relazioni originali

La quota aggregata del lavoro non basta a determinare il reddito di ciascuna famiglia. La proprietà del capitale e i trasferimenti contribuiscono alla distribuzione fra gruppi.

λg è la quota del reddito da lavoro attribuita al gruppo g, ωg la sua quota di ricchezza, τ le aliquote fiscali, ι la quota dei profitti trattenuta dalle imprese, Tr i trasferimenti e cg la propensione al consumo. I trasferimenti comprendono pensioni, prestazioni, interessi e misure di politica economica. Le quote dei gruppi sono regionali.

$$Y^d_{g,t} = \lambda_g (1 - \tau_L) s^L_t Y_t$$

$$+ \omega_{g,t} (1 - \tau_K)(1 - \iota)(1 - s^L_t) Y_t + Tr_{g,t}$$

$$C_{g,t} = c_g Y^d_{g,t}$$

$$W_{g,t+1} = W_{g,t} + (Y^d_{g,t} - C_{g,t})$$

$$+ \omega_{g,t} (1 - \tau_K) \iota (1 - s^L_t) Y_t$$

$$\omega_{g,t} = \frac{W_{g,t}}{\Sigma_h W_{h,t}}$$

$Y^d g$ è il reddito disponibile del gruppo e Wg la sua ricchezza. Il reddito da capitale distribuito entra nel reddito disponibile; i profitti trattenuti contribuiscono all'accumulazione della ricchezza.

Questa distinzione permette alla distribuzione di evolvere nel tempo. Il modello non segue le differenze fra persone all'interno di ciascun gruppo.

Leggere la formula un passaggio alla volta

La prima relazione somma redditi da lavoro, redditi da capitale distribuiti e trasferimenti. La seconda applica la propensione al consumo. La terza aggiorna il patrimonio con risparmio e profitti trattenuti. L'ultima divide il patrimonio del gruppo per quello complessivo: la quota di proprietà può così cambiare nel tempo. Le aliquote riducono le componenti su cui sono applicate.

Un esempio per orientarsi

Un gruppo con reddito disponibile cento e propensione al consumo di 0,8 consuma ottanta e risparmia venti. Se gli sono inoltre attribuiti cinque di profitti trattenuti, la sua ricchezza cresce di venticinque nel conto semplificato. L'esempio non stima rendimenti o famiglie reali.

Il limite da ricordare

Una media di gruppo non rappresenta ogni individuo. Il modello non ricostruisce tutte le differenze interne.

A6 Dalla domanda alla produzione effettiva

Capitoli 5 e 6.

Y^s è la capacità produttiva, Y^d la domanda e Y la produzione effettiva. s^L è la quota del reddito da lavoro. c^y è il consumo per unità di produzione; c^{tr} è il consumo legato ai trasferimenti. Il riferimento noAI è la simulazione appaiata senza la nuova ondata di AI. A2 e A5 approfondiscono capacità e consumi.

Chi compra ciò che l'economia è capace di produrre?

Il meccanismo e le relazioni originali

La domanda collega la spesa delle famiglie alla produzione effettiva. Gli investimenti e gli acquisti pubblici partecipano allo stesso conto, insieme ai trasferimenti che alimentano i consumi.
L'investimento risponde alla quota dei profitti con elasticità η; i è la quota iniziale d'investimento; G sono gli acquisti pubblici e τC l'imposta sui consumi. La domanda effettiva risolve un punto fisso lineare. La produzione risponde all'eventuale carenza di domanda con coefficiente ν, rispetto al rapporto della simulazione senza AI, nella quale si assume che l'economia operi al potenziale.

$$I_t = i\, Y^s{}_t \left(\frac{1 - s^L{}_t}{1 - s^L{}_{2026}}\right)^{\eta}$$

$$Y^d{}_t = \frac{(1 - \tau_C)c^{tr}{}_t + I_t + G_t}{1 - (1 - \tau_C)c^y{}_t}$$

$$Y_t = Y^s{}_t \, min\left(1;\ \left(\frac{\frac{Y^d{}_t}{Y^s{}_t}}{\left(Y^d/Y^s\right)^{noAI}{}_t}\right)^{\nu}\right)$$

Nella relazione del punto fisso c^y e c^{tr} rappresentano, rispettivamente, la componente del consumo proporzionale alla produzione e quella legata ai trasferimenti, ottenute aggregando le relazioni delle famiglie. Questa spiegazione rende esplicito il significato dei coefficienti, che le equazioni usano in forma compatta. Non sono nuove propensioni al consumo stimate nei dati. Y^d nella relazione della domanda indica la domanda aggregata, mentre Y^dg nella relazione delle famiglie indica il reddito disponibile di un gruppo.

Leggere la formula un passaggio alla volta

Il punto fisso tiene conto del consumo generato dal reddito della produzione stessa. Nel denominatore compare uno meno la componente che ritorna ai consumi: occorrono valori per cui la divisione sia definita e il sistema abbia senso economico. Il rappor-

to domanda/capacità viene confrontato con quello senza AI. min con uno impedisce che questa regola faccia superare il potenziale; ν regola la risposta alla carenza relativa.

Un esempio per orientarsi

Immaginiamo una relazione didattica in cui la domanda sia venti più metà della produzione. Se produzione e domanda coincidono, cinquanta non chiude il conto: la domanda sarebbe quarantacinque. Quaranta lo chiude, perché venti più metà di quaranta è quaranta. È un esempio di punto fisso, non una calibrazione della simulazione.

Il limite da ricordare

Il modello assume che il percorso senza AI operi al potenziale. Il risultato dipende da questa chiusura, non soltanto dai risparmi tecnologici.

A7 Le ipotesi che contano nella sensibilità

Capitoli 9 e 16.

Una varianza misura la dispersione dei risultati attorno alla loro media. L'indice confronta dispersioni, non quantità di persone. Non occorre conoscere le equazioni economiche per seguire questa sezione.

Quanto cambia il risultato quando cambia una particolare ipotesi?

Il meccanismo e le relazioni originali

La relazione tecnica che accompagna la lettura è:

$$S^{T}_{i} = \frac{E[Var(Z \mid X_{-i})]}{Var(Z)}$$

Z è l'esito analizzato; X_i l'ipotesi mossa; X_{-i} l'insieme delle altre. Nel numeratore si lascia variare X_i mantenendo ferme le altre ipo-

tesi e si fa la media della varianza così ottenuta. Il denominatore è la varianza complessiva. L'indice totale comprende il contributo proprio e le interazioni con le altre leve.

Leggere la formula un passaggio alla volta

Var misura quanto i risultati si disperdono. La barra verticale significa che le altre ipotesi sono mantenute fisse. E indica qui una media, non l'esposizione né gli occupati: si ripete la variazione della leva in molte configurazioni delle altre e si fa la media. Dividendo per la dispersione complessiva si ottiene un indice senza unità.

Un esempio per orientarsi

Se, in un esempio astratto, la variabilità media associata a una leva e alle sue interazioni è due e quella complessiva è dieci, l'indice totale è 0,2. Non significa che la leva riguardi il venti per cento dei lavoratori.

Il limite da ricordare

Gli indici totali includono interazioni e non vanno sommati come quote disgiunte. Intervalli e precisione dello stimatore influenzano la lettura.

A8 Entrate pubbliche e debito

Capitoli 11 e 20.

Y è la produzione, s^L la quota del reddito da lavoro e Cg il consumo del gruppo g. τL, τK e τC sono parametri ipotetici di prelievo su lavoro, capitale e consumi per economie non identificate: non descrivono aliquote vigenti. G indica acquisti pubblici; P pensioni, non popolazione; D debito, non domanda di lavoro.

Come si passa dal saldo di un anno al debito dell'anno seguente?

Il meccanismo e le relazioni originali

Il conto comprende imposte su lavoro, capitale e consumi, acquisti pubblici, pensioni, sussidi e interventi aggiuntivi. Le equazioni distinguono il saldo dell'anno dal debito accumulato prima di quell'anno.

P è la spesa pensionistica, UB le prestazioni di disoccupazione, r il tasso d'interesse reale e PB il saldo primario. X raccoglie le spese delle politiche, tra cui trasferimenti redistribuiti e formazione. Il saldo primario esclude gli interessi, che compaiono nella relazione di accumulazione del debito D.

$$PB_t = \tau_L s^L_t Y_t + \tau_K (1 - s^L_t) Y_t$$

$$+ \tau_C \Sigma_g C_{g,t} - G_t - P_t - UB_t - X_t$$

$$D_t = (1 + r) D_{t-1} - PB_t$$

Leggere la formula un passaggio alla volta

Nella prima relazione le aliquote si applicano alle rispettive basi; le entrate sono positive e le spese vengono sottratte. Nella seconda, uno più il tasso d'interesse moltiplica il debito precedente. Sottrarre un saldo negativo equivale ad aggiungere un disavanzo.

Un esempio per orientarsi

Con debito iniziale cento, interesse del tre per cento e avanzo primario di due, il debito finale è centouno. Con disavanzo primario di due arriva invece a centocinque. Sono importi didattici espressi nella stessa unità; il rapporto debito/PIL richiede anche il prodotto finale.

Il limite da ricordare

La crescita del PIL non basta a garantire un miglioramento fiscale. Contano distribuzione, basi imponibili, aliquote e prestazioni.

A9 La verifica delle contropartite

Capitoli 11 e 23.

Y è la produzione; C, I e G sono consumi, investimenti e acquisti pubblici. PB è il saldo primario, rD gli interessi sul debito e X^G la spesa delle politiche inclusa nella domanda. A5 e A8 spiegano come si formano i conti delle famiglie e dello Stato.

I conti dei diversi soggetti sono compatibili fra loro?

Il meccanismo e le relazioni originali

L'identità viene verificata in ogni periodo. Sh indica il risparmio delle famiglie; Πret i profitti trattenuti; I l'investimento; PB meno gli interessi il saldo pubblico complessivo. I pagamenti verso l'estero e quelli ricevuti completano il saldo regionale. Il membro destro misura produzione meno domanda aggregata, includendo XG, la componente di spesa delle politiche che entra nella domanda.

$$S^{h}_{t} + (\Pi^{ret}_{t} - I_t) + (PB_t - rD_{t-1})$$

$$+ (pagato\ all'estero_t - ricevuto_t)$$

$$= Y_t - (C_t + I_t + G_t + X^{G}_{t})$$

Leggere la formula un passaggio alla volta

Leggete ciascuna parentesi come un saldo: famiglie, imprese, governo e pagamenti esteri. Dall'altra parte si confrontano produzione e componenti della domanda nel perimetro implementato.

Non bisogna imporre a singole regioni che ogni saldo sia zero: sono i collegamenti fra conti a dover rispettare la relazione.

Un esempio per orientarsi

Se una famiglia riceve dieci e ne spende otto, risparmia due. Quei due devono trovare una contropartita negli altri conti: non possono essere contati come consumo e risparmio contemporaneamente. L'esempio chiarisce la necessità del controllo, senza sostituire l'identità completa.

Il limite da ricordare

La coerenza contabile non dimostra che le regole di comportamento economico descrivano il futuro.

A10 Le frecce del modello dei compiti

Capitolo 23.

ΓL è il contenuto di lavoro nella notazione sintetica; E è esposizione e a adozione. φ è la parte sostituibile, ψ il recupero per unità sostituita, ℓ il ritardo e d_0 l'erosione di base. π indica risparmio di costo e μ guadagno nei compiti assistiti. A1-A4 offrono il percorso più ampio.

Come si traducono le frecce dell'automazione in relazioni calcolabili?

Il meccanismo e le relazioni originali

Le due relazioni sintetiche costituiscono una formulazione compatta: la prima segue il contenuto di lavoro nei compiti e la seconda ne collega i cambiamenti alla crescita. Conservano una propria notazione, distinta dalle relazioni complete e riviste delle sezioni A3 e A4.

$$\Gamma L_{,t} = \Gamma L_{,t-1}(1 - d_0 - \delta_t^{AI} + \rho_t^{AI})$$

$$\delta_t^{AI} = \varphi \Delta(E_t a_t)$$

$$\rho_t^{AI} = \psi \varphi \Delta(E_{t-1} a_{t-1})$$

Le tre righe formano la prima relazione. ΓL rappresenta il contenuto di lavoro nella produzione; t indica l'anno. Il contenuto precedente viene ridotto dall'erosione di base d_0 e dalla sostituzione attribuita all'AI δ, mentre il reintegro ϱ lo sostiene. Il modello assume elasticità unitaria di sostituzione fra compiti: in questa specificazione la quota del lavoro coincide con il contenuto di lavoro dei compiti. È un'ipotesi del modello, non un'identità valida per ogni tecnologia possibile.

Il prodotto E_t a_t combina esposizione e adozione. E è qui esposizione all'AI, a adozione; non sono gli occupati del modulo per età. Δ indica quanto quel prodotto cambia rispetto al periodo precedente. φ è la frazione sostituibile dell'esposizione. La sostituzione annuale dipende quindi dall'aumento dell'adozione effettiva della parte esposta, non dall'applicazione ripetuta dell'intera esposizione a tutti i lavoratori ogni anno.

Un'esposizione globale del quaranta per cento non significa che si debbano eliminare quaranta occupati su cento ogni anno. È una misura della possibilità tecnica; la sostituzione annuale delle equazioni riguarda invece l'incremento dell'esposizione adottata.

Nella terza relazione compariva ℓ, il ritardo. Il reintegro dell'anno corrente guarda all'esposizione adottata in un anno precedente; ψ indica quanto lavoro viene reintegrato rispetto alla sostituzione passata. Il processo ha dunque una memoria. Per alcuni anni la sostituzione può avanzare prima che il reintegro la raggiun-

ga. Cambiare ℓ o ψ modifica il percorso della forbice, anche se il prodotto cresce.
La formazione potrebbe contribuire a ridurre alcuni ritardi, ma il nome di un corso non può sostituire un parametro del modello. Occorre misurare competenze richieste, posti disponibili e accesso.

d_0 mantiene nel mondo senza AI l'erosione non attribuita alla nuova ondata tecnologica. Le simulazioni appaiate usano gli stessi parametri di base: isolano una differenza entro il modello. Per un'attribuzione causale nei dati serve invece un confronto empirico credibile.

Produrre di più non completa il conto

La seconda relazione somma tre contributi alla crescita dovuta all'AI. Le tre righe appartengono alla stessa equazione e vanno lette insieme.

$$g_t^{AI} = \Gamma L_{,t-1}\, \delta_t^{AI}\, \pi$$

$$+ \mu(1 - \varphi)\, \Delta(E_t\, a_t)\, \Gamma L_{,t-1}$$

$$+ \frac{1}{2}\, \pi\, \Gamma L_{,t-1}\, \rho_t^{AI}$$

Il primo contributo combina contenuto di lavoro precedente, sostituzione e risparmio di costo π sui compiti automatizzati. Il secondo riguarda l'assistenza ai compiti non sostituiti: μ esprime il guadagno del lavoro aumentato dalla tecnologia e il fattore uno meno φ distingue la parte non sostituibile. Il terzo attribuisce un contributo al reintegro dei nuovi compiti, con il coefficiente un mezzo fissato nella specificazione.

Il coefficiente di un mezzo è parte della regola di produttività adottata, non una nuova misura empirica. Come gli intervalli dei parametri richiede discussione e verifica. I tre termini specificano il

collegamento fra adozione, sostituzione, assistenza, nuovi compiti e crescita, senza determinare da soli quale famiglia riceva il beneficio.

Leggere la formula un passaggio alla volta

Δ significa variazione rispetto al periodo precedente. E per a unisce possibilità tecnica e uso effettivo. Il termine di recupero guarda indietro di ℓ anni; ψ ne regola l'ampiezza. La crescita AI è una somma di tre contributi, non tre tassi da applicare successivamente. Per il significato economico della produzione potenziale si può tornare ad A2.

Un esempio per orientarsi

Se l'esposizione adottata passa da 0,10 a 0,14, il suo incremento è 0,04. Con frazione sostituibile 0,5, il termine di sostituzione è 0,02. Un recupero con ritardo non compare necessariamente nello stesso anno. I numeri sono illustrativi e non descrivono un'attività osservata.

Il limite da ricordare

Questa formulazione sintetica del modello conserva la propria notazione e va distinta dalla relazione salariale rivista in A4.

A11 Condivisione dell'orario di lavoro

Capitoli 24 e 25.

h è la parte di orario individuale che rimane. b è il budget in quota di PIL, r la parte del salario perduto integrata e s^L la quota del reddito da lavoro. r qui non è il tasso d'interesse usato in A8.

Quanto lavoro può essere condiviso con un budget dato?

Il meccanismo e le relazioni originali

$$h = 1 - \frac{b}{r \times s^L}$$

h è la frazione di orario rimasta, b la quota di PIL destinata alla misura, r la quota del salario perduto integrata, s^L la quota del lavoro. La capacità in persone cresce di un fattore 1/h. L'ipotesi permette di condividere lavoro divisibile: turni, competenze, costi fissi e coordinamento potrebbero rendere più difficile applicarla in un'impresa.

Leggere la formula un passaggio alla volta

La frazione di orario rimasta si ottiene sottraendo da uno il rapporto fra budget e costo dell'integrazione. Il fattore uno diviso h traduce la stessa quantità di ore in persone. Occorre che h sia positivo e non superiore a uno e che il denominatore sia definito.

Un esempio per orientarsi

Se nell'esempio h è 0,8, ciascuno mantiene l'ottanta per cento dell'orario. Cento unità di lavoro a tempo pieno corrispondono aritmeticamente a centoventicinque persone a quell'orario, perché cento diviso 0,8 è centoventicinque.

Il limite da ricordare

Il passaggio aritmetico non dimostra che un'impresa possa distribuire realmente tutte le mansioni in quel modo.

A12 Concentrazione e quota aggregata del lavoro

Capitolo 27.

HHI è l'indice di concentrazione delle vendite; s_i è la quota di mercato dell'impresa i. VA_i è il suo valore aggiunto e λ_i la quota di quel valore attribuita al lavoro. Le quote s_i possono usare la scala 0–1 o 0–100, purché coerente. Nessuna sezione preliminare è necessaria.

Come si riassume la concentrazione senza perdere la misura usata?

Il meccanismo e le relazioni originali

$$HHI = \Sigma_i s_i^2$$

La quota aggregata del lavoro è una media delle quote aziendali pesata per il valore aggiunto. Con quote del sessanta e del trenta per cento e pesi uguali si ottiene quarantacinque per cento. La formula seguente rende espliciti quei pesi.

$$Quota\ lavoro = \frac{\Sigma_i VA_i \lambda_i}{\Sigma_i VA_i}$$

VA indica il valore aggiunto dell'impresa i e λ la sua quota attribuita al lavoro. La somma al numeratore ricostruisce il reddito da lavoro, quella al denominatore il valore aggiunto totale. Questo conto didattico assume valori positivi e definizioni omogenee. Non è una nuova equazione del software.

Leggere la formula un passaggio alla volta

Σ significa sommare un termine per ogni impresa; il quadrato dà più peso alle quote grandi. Per la quota aggregata del lavoro si sommano invece i redditi da lavoro delle imprese e si dividono per il valore aggiunto complessivo. Le imprese pesano quindi secondo il valore aggiunto, non una a testa.

Un esempio per orientarsi

Con quattro imprese al venticinque per cento, la somma di quattro quadrati di venticinque è 2.500. Con quote settanta, dieci, dieci e dieci diventa 5.200. Con quote fra zero e uno gli stessi risultati sono 0,25 e 0,52.

Il limite da ricordare

La concentrazione da sola non prova abuso o effetti sui prezzi. La quota aggregata richiede perimetri e definizioni omogenei.

Simboli e definizioni

PIL. Valore aggiunto prodotto in un territorio e in un periodo. Una crescita del PIL non indica come si distribuisca il reddito.

Punti percentuali. Differenza fra due percentuali: dal 10% al 12% sono due punti percentuali, pari a una crescita relativa del 20%.

Mediana e percentili. La mediana divide a metà i valori ordinati. Il quinto e il novantacinquesimo percentile delimitano il 90% centrale delle estrazioni del modello; non sono automaticamente un intervallo di confidenza.

Simulazione appaiata. Due esecuzioni con gli stessi parametri, una con l'ondata di AI e una senza. Isola l'effetto all'interno del modello, non prova causalità nei dati osservati.

Offerta e domanda di lavoro. Persone disponibili a lavorare e lavoro richiesto dalla produzione. L'offerta potenziale del modulo per età include stati che non coincidono con la forza lavoro ufficiale.

Simboli del modello. t: anno; r: regione o, nella formula del debito, interesse; g: gruppo di reddito; Γ: contenuto di lavoro; δ: sostituzione; ρ: creazione di compiti; ε: elasticità salariale; Y: produzione; N: occupati macro; PB: saldo primario; D: debito. Nel modulo per età E indica occupati, mentre nelle equazioni macro E indica esposizione all'AI.

Il codice del libro

I sorgenti del software usato per le simulazioni di questo libro sono scaricabili gratuitamente dal repository:

https://github.com/0xENX/aimodel_replication

Contiene il codice, i dati osservati e i risultati citati nei capitoli, e permette di rieseguire i calcoli.