



Il futuro di professioni e competenze nel biotech

Indice

Pag. 4	Executive Summary
Pag. 6	Introduzione
Pag. 8	1. Un settore strategico in evoluzione: il biotech tra trend trasformativi, sfide e opportunità
Pag. 8	1.1 Panoramica di settore
Pag. 9	1.2 Contesto e iniziative di policy
Pag. 11	1.3 I trend trasformativi nel settore delle biotecnologie
Pag. 11	1.3.1 <i>Formazione di partenariati, hub e cluster collaborativi</i>
Pag. 12	1.3.2 <i>Integrazione di tecnologie avanzate</i>
Pag. 14	1.3.3 <i>Biotecnologie sostenibili</i>
Pag. 18	2. Professioni biotech: evoluzione della domanda di lavoro
Pag. 19	2.1 Mercato del lavoro nel biotech: i driver dell'evoluzione
Pag. 28	2.2 L'evoluzione della domanda di lavoro nel biotech
Pag. 33	2.3 Professioni biotech e domanda di lavoro
Pag. 33	2.3.1 <i>Andamento della domanda per macro-area del biotech</i>
Pag. 36	2.3.2 <i>Rischi e opportunità occupazionali</i>
Pag. 40	3. Competenze biotech: evoluzione degli skillset
Pag. 40	3.1 Evoluzione degli skillset del biotech
Pag. 52	3.2 Gli effetti dell'evoluzione: mismatch, obsolescenza e nuove professioni
Pag. 52	3.2.1 <i>Mismatch in ingresso nel mondo del lavoro</i>
Pag. 56	3.2.2 <i>Obsolescenza delle competenze</i>
Pag. 58	3.2.3 <i>Nuove professioni del biotech</i>
Pag. 62	4. Il futuro delle competenze: quattro punti di attenzione per il settore biotech
Pag. 66	Allegato metodologico

Acronimi

ERP	Enterprise Resource Planning
ESCO	European Skills, Competences, Qualifications and Occupations
IA	Intelligenza Artificiale
ICT	Information and Communication Technology
IoT	Internet of Things
ITS	Istituti Tecnici Superiori
LLM	Large Language Model
PMI	Piccole e medie imprese
R&S	Ricerca e Sviluppo
UE	Unione europea

Executive Summary

Lo studio, realizzato da **EY** in collaborazione con **Federchimica-Assobiotech**, si basa sull'applicazione di **modello predittivo** della domanda di profili e competenze nel settore biotech in Italia, sviluppato a partire da quello già adottato in una precedente rilevazione condotta da EY nel 2022. La metodologia previsionale, particolarmente innovativa, utilizza un modello predittivo basato su intelligenza artificiale e machine learning, appositamente addestrato su un ampio dataset relativo al settore biotech, in grado di elaborare previsioni circa l'andamento futuro della domanda di lavoro e di competenze e sull'evoluzione delle professioni all'interno del settore nel prossimo decennio.

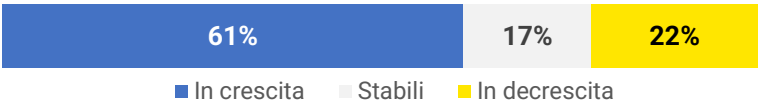
Andamento atteso della domanda di lavoro nel settore biotech

Secondo l'analisi condotta, i trend trasformativi un maggior impatto sulla domanda di lavoro (in positivo e in negativo) includono **l'innovazione tecnologica** e la **sostenibilità**. Ciò conferma la centralità che tecnologie come l'automazione intelligente, l'IA e l'industria 5.0 avranno per i processi di ricerca e produzione per le biotecnologie nei prossimi 10 anni, sia in ottica di digital che di green transition.

Dalla rilevazione emerge che nel periodo complessivo 2025-2035, solo una professione biotech su sei rimarrà stabile, mentre la maggior parte sarà oggetto di una variazione della domanda. Il settore del biotech quindi subirà una trasformazione occupazionale e una ridefinizione dei propri profili professionali, ma senza che ciò si traduca in una decrescita della domanda di lavoro.

La caratteristica principale di questa trasformazione sarà la migrazione della domanda verso i profili necessari per adottare e gestire le nuove tecnologie. L'andamento della domanda di lavoro nel periodo 2025-2035, infatti, mostra una **forte polarizzazione**, con una crescita concentrata nelle professioni più qualificate (per esempio specialisti in bioinformatica, modellazione computazionale e ingegneria biomedica nel settore biomedico) e un calo significativo nei ruoli meno specializzati (per esempio braccianti agricoli e operatori di macchinari per il settore agroalimentare).

Domanda di lavoro nel settore biotech



Andamento atteso della domanda di competenze nel settore biotech

Attualmente, le competenze fondamentali per il settore (risultanti dalla media delle 122 professioni considerate) si distribuiscono in modo relativamente bilanciato tra capacità operative, gestionali e specialistiche. Entro il 2035, tuttavia, emergerà una chiara tendenza **all'aumento dell'importanza delle competenze digitali, di ricerca e manageriali**. Al contrario, alcune skill tradizionali vedranno una riduzione del loro peso relativo, segnalando il progressivo spostamento del settore verso profili più tecnologici e multidisciplinari. Le competenze di base saranno sempre più date per scontate e meno distintive nel mercato del lavoro, mentre l'uso di attrezzature e macchinari specializzati, indicare una transizione verso processi produttivi sempre più automatizzati, in cui l'intervento umano sarà focalizzato sulla supervisione dei sistemi piuttosto che sull'operatività diretta

Variazione della domanda di competenze nel settore biotech

Nucleo di competenza	2025	2035	Variazione
Competenze di ricerca	60	85	+41,7%
Collaborazione e creatività	65	90	+38,5%
Competenze manageriali	55	75	+36,4%
Competenze di autogestione	55	70	+27,3%
Competenze verdi	65	80	+23,1%
Competenze digitali	80	95	+18,8%
Competenze sociali	75	85	+13,3%
Competenze di ragionamento	80	90	+12,5%
Competenze di base	60	55	-8,3%
Uso di attrezzature specializzate	70	55	-21,4%

Andamento atteso della domanda di competenze nel settore biotech

L'indice di mismatch è la misura dello scollamento tra competenze apprese durante i percorsi di studio e le competenze richieste dai datori di lavoro per le professioni di ingresso nel mondo del lavoro. Nel settore biotech l'andamento complessivo mostra un **aumento generale del mismatch nel tempo**, ma con differenze significative tra i percorsi di studio: il mismatch sarà inizialmente più alto per le lauree triennali, seguito da magistrali e dottorati, ma nel tempo il divario si ridurrà, con una tendenza alla convergenza tra magistrali e dottorati a partire dal 2030. Tra i profili a maggior rischio di obsolescenza troviamo *computational chemist*, *bioinformatics researcher*, *business insight analyst*, e *health economics specialist*, attualmente legati a metodologie e competenze tradizionali o non scalabili rispetto all'uso di IA o big data.

Quattro punti di attenzione per il settore biotech

1. Prioritizzare e dedicare le risorse necessarie alle strategie di **reclutamento** e alla **retention** dei lavoratori qualificati
2. Investire nel **reskilling e upskilling della propria forza lavoro**, sia per i lavoratori meno qualificati che per i profili tecnici specializzati, in un'ottica di formazione continua
3. Instaurare relazioni più durature e strutturate con **enti del mondo dell'educazione terziaria**, per ridurre il mismatch di ingresso nel mondo del lavoro
4. Dotarsi di **strumenti predittivi di workforce planning** che permettano di anticipare i trend di occupazione e fabbisogno di competenze

Introduzione

Il presente lavoro, realizzato da **EY** in collaborazione con **Federchimica Assobiotech**, mira a identificare e approfondire la comprensione delle dinamiche trasformative del mercato del lavoro e delle principali direttrici di sviluppo futuro della domanda di profili professionali e competenze nel settore delle biotecnologie. L'analisi presentata in queste pagine si basa sull'implementazione di un **modello predittivo** della domanda di profili e competenze nel settore biotech in Italia, sviluppato a partire da quello utilizzato in una precedente ricerca sul futuro delle competenze nel biotech, realizzata da EY in collaborazione con Manpowergroup e Frezza & Partners per Federchimica-Assobiotech nel 2022,¹ di cui il presente lavoro rappresenta un aggiornamento e prosecuzione. L'intento è dunque quello di fornire una panoramica aggiornata dell'evoluzione attesa della domanda di competenze e professioni nel biotech in Italia, per dotare gli operatori del settore di una «bussola» utile a orientarsi nel futuro del mercato del lavoro. Attraverso l'approccio predittivo lo studio fornisce un modello descrittivo sperimentale del futuro del settore delle biotecnologie in Italia, con un orizzonte temporale di 10 anni (2025-2035), al fine di:

- Identificare per quali tra le 122 professioni mappate per il settore delle biotecnologie la domanda è tendenzialmente in **aumento o in diminuzione**
- Identificare le più significative **competenze e abilità** associate alle professioni in crescita
- Generare previsioni sull'**evoluzione delle professioni**, ovvero sulla nascita di nuovi profili professionali e sulle dinamiche che le creeranno.

L'approccio metodologico qui utilizzato, basato sull'applicazione di soluzioni di intelligenza artificiale (IA) e machine learning, ha trovato applicazione anche in altre ricerche, analogamente focalizzate sul futuro delle competenze, come il report del 2023 sul futuro del mercato del lavoro italiano, *Il Futuro delle competenze nell'Era dell'Intelligenza Artificiale*, realizzato da EY, Manpowergroup e Sanoma Italia.² La metodologia impiegata per produrre le stime predittive presentate in questo studio è illustrata con maggior dettaglio nell'allegato metodologico (Capitolo 5).

Il presente documento si articola in tre capitoli principali:

1. Il **primo capitolo** fornisce una panoramica del settore biotech, corredata da una analisi dei principali trend che orienteranno l'evoluzione del settore e impatteranno la domanda di competenze nel prossimo futuro: gli investimenti in ricerca e sviluppo, la creazione di partenariati e hub collaborativi nazionali ed europei, l'innovazione tecnologica e la sostenibilità.

-
2. Il **secondo capitolo** presenta un'analisi della futura domanda di lavoro per le 122 professioni del settore biotech in Italia, disaggregata anche per gruppo professionale e per comparto. Le professioni, classificate in base alla domanda e all'offerta attese per ciascuna di esse, sono collocate in una mappa di rischio e opportunità occupazionale che consente di evidenziare i raggruppamenti professionali maggiormente a rischio di carenza di manodopera.
 3. Il **terzo capitolo** presenta un'analisi della futura domanda di competenze per le 122 professioni del biotech, corredata da una valutazione del rischio di skill mismatch in ingresso nel mercato del lavoro, ossia del disallineamento tra le competenze richieste dai datori di lavoro e quelle possedute dagli studenti in uscita da percorsi di studio maggiormente rilevanti per il settore biotech. L'analisi identifica inoltre sia le professioni esistenti a maggior rischio di obsolescenza dello skillset, sia le nuove professioni che potrebbero emergere all'interno del settore.

Note

1. EY, Manpower, Assobiotec (2022). *Quale futuro per le competenze del biotech?*. Vedi: [link](#).
2. EY, Manpower, Sanoma (2023). *Il futuro delle competenze nell'era dell'IA*.

1. Un settore strategico in evoluzione: il biotech tra trend trasformativi, sfide e opportunità

All'interno delle economie avanzate, il biotech è ampiamente riconosciuto come settore di rilevanza strategica. Esso non solo rappresenta un motore di innovazione nell'ambito di settori industriali di primaria importanza per la salute pubblica, ma svolge anche una funzione abilitante rispetto alle twin transitions (digitalizzazione e transizione verde) che sono destinate a indirizzare le trasformazioni economiche e sociali dei prossimi anni. Non casualmente, il settore è sempre più al centro dell'attenzione dei policymaker nazionali ed europei.

Oltre a essere strategicamente rilevante, il settore biotech è anche particolarmente sensibile a fattori di cambiamento e tendenze trasformative di varia natura. Essendo un ambito ad alta intensità di ricerca e sviluppo (R&S) e trasversale rispetto a numerosi altri comparti, il biotech è particolarmente esposto alle conseguenze del cambiamento: modifiche al quadro regolatorio, innovazioni tecnologiche o fluttuazione della domanda attesa, specialmente per le biotecnologie green, possono incidere in modo significativo sullo sviluppo del capitale umano all'interno del settore, in termini sia di futura domanda di competenze che di skillset associati a diversi profili occupazionali. L'analisi dell'evoluzione della domanda di competenze non può dunque prescindere da un'analisi dei trend trasformativi più rilevanti per questo settore.

Questo capitolo di natura introduttiva si struttura in tre sezioni:

- La **sezione 1.1** introduce una panoramica dello stato attuale del settore, in termini di opportunità e sfide attuali
- La **sezione 1.2** presenta le recenti trasformazioni del contesto normativo europeo e italiano relativo al settore biotech
- La **sezione 1.3** presenta una rassegna dei più importanti trend trasformativi che caratterizzano il settore: creazione di ecosistemi e forme di collaborazione nazionali e transnazionali, sviluppi tecnologici e sostenibilità

1.1 Panoramica di settore

Il biotech è uno dei settori ad alto tasso di innovazione maggiormente in crescita per numero di occupati e valore prodotto, sia in Europa che in Italia.

L'Unione europea costituisce il secondo mercato mondiale per il biotech dopo gli Stati Uniti: nel 2021 occupava una quota pari al 12% della market size globale. Nel 2018, il settore biotecnologico ha generato direttamente l'1,5% del valore aggiunto dell'Unione.³ Per via della sua natura intersezionale, ovvero intrecciata a varie altre aree chiave dell'industria europea, il biotech ha contribuito al PIL europeo, in modo diretto e indiretto (tramite effetti di spillover economico), con 75,16 miliardi di euro.

Il settore occupa direttamente oltre 238.170 lavoratori europei, ma considerando anche i ruoli afferenti ad attività del settore biotech in altre aree produttive (sanità, agricoltura, manifattura), la cifra supera i 752.000 posti di lavoro equivalenti.⁴ Si tratta inoltre di un settore che ha acquisito un ruolo di sempre maggior spicco nell'economia europea: nell'ultimo quindicennio, il settore biotech europeo è cresciuto a un ritmo più che doppio rispetto all'economia complessiva dell'Unione, affermandosi come una delle industrie innovative a più rapida crescita.⁵

In Italia, tuttavia, si registra una carenza di manodopera qualificata all'interno del settore. La difficoltà di reperimento riguardava, a gennaio 2025, il 49% dei datori di lavoro italiani.⁶ Nonostante il fenomeno sia presente in quasi tutti i settori produttivi, esso è particolarmente accentuato nel biotech: la quota di assunzioni definite difficili da realizzare raddoppierà tra il 2022 e il 2030, mentre si stima che per oltre il 70% delle professioni la cui domanda di lavoro è prevista in crescita vi sarà un contestuale aumento della difficoltà di reperimento.⁷ Questo fenomeno è dovuto a diversi fattori, tra cui il mismatch tra le competenze richieste dalle aziende e la formazione offerta dal sistema educativo e la fuga di talenti verso l'estero, attratti da migliori opportunità di carriera e salari più competitivi. Infine, la rapida evoluzione tecnologica impone una costante riqualificazione dei lavoratori, un aspetto spesso sottovalutato.

1.2 Contesto e iniziative di policy

Il biotech rappresenta un settore di grande rilevanza strategica per la sicurezza, non solo economica, dell'Unione europea. Le biotecnologie e la bio-manifattura costituiscono risorse chiave nello sviluppo di soluzioni per affrontare alcune delle più pressanti sfide sociali e ambientali dell'Unione, dalla mitigazione dei cambiamenti climatici all'uso sostenibile delle risorse naturali, dalla sicurezza alimentare e alla salute umana.⁸ Grazie al loro elevato potenziale di crescita e alla maggiore produttività del lavoro, le biotecnologie sono fondamentali per la competitività e la modernizzazione dell'economia europea e per rafforzare l'autonomia strategica e la resilienza dell'UE, riducendo la dipendenza dell'industria europea da risorse di origine fossile e altre fonti di materie prime e aumentando la circolarità dell'economia.⁹

Recentemente, **i policymakers europei hanno posto l'attenzione su alcune aree di criticità del settore biotech in cui intervenire in modo prioritario.** Il pieno sviluppo delle potenzialità del settore è attualmente ostacolato da una pluralità di fattori, tra cui:¹⁰

- La complessità normativa e gli oneri amministrativi
- La frammentazione della ricerca
- La carenza di opportunità di finanziamento e supporto al trasferimento tecnologico

Per questo motivo, nel corso del 2024 **la Commissione europea ha varato un programma di misure volto ad affrontare le principali problematiche e criticità che frenano lo sviluppo del settore.** La revisione del Regolamento 1394/2007,¹¹ sull'autorizzazione e la supervisione dei medicinali per uso umano, attualmente in lettura presso il Parlamento europeo, semplificherà e armonizzerà i regolamenti per l'industria farmaceutica in tutta l'UE, con l'obiettivo di diminuire le dipendenze strategiche degli stati membri nel settore, semplificare le procedure per l'approvazione dei prodotti farmaceutici, e garantire lo stesso livello di accesso a farmaci e cure a tutti i cittadini dell'Unione. Una recente proposta di Direttiva da parte della Commissione mira a sbloccare la catena di approvvigionamento e garantire l'offerta di medicinali in tutta l'UE. Il Parlamento europeo ha adottato la proposta nell'aprile 2024, e le negoziazioni dovrebbe avere luogo nella prima metà del 2025.¹²

A questi interventi di razionalizzazione e armonizzazione del contesto normativo, limitati per ora a specifici sottosettori del biotech, dovrebbe seguire l'adozione dell'**EU Biotech Act**,¹³ un testo specificamente dedicato all'economia delle biotecnologie europea nella sua interezza. Di recente creazione è l'**EU Biotech Hub**, un polo tecnologico interdisciplinare per sostenere le piccole e medie imprese (PMI) e le startup innovative offrendo loro accesso semplificato a informazioni su fonti di finanziamento e condividendo infrastrutture critiche per la produzione biotecnologica. Questo hub si affianca ad altre iniziative tese ad aumentare la sinergia tra aziende biotech europee, come la creazione del *Circular Bio-based Europe Joint Undertaking*, un partenariato tra la Commissione europea e un consorzio che rappresenta le bio-industrie europee.¹⁴ La condivisione di esperienze e la collaborazione tra centri di ricerca, in particolare rispetto alla scoperta di nuovi applicativi relativi all'IA, sarà attenzionata anche nella nuova *EU Bioeconomy Strategy*, di cui è stato annunciato un aggiornamento durante il 2025.¹⁵ Infine, una serie di strumenti finanziari sono stati messi in campo per garantire alle aziende di biotecnologie un più ampio accesso a forme di finanziamento e incentivi. Il programma Horizon2020 ha destinato 111 milioni di euro al settore italiano delle biotecnologie.¹⁶ Il biotech è anche uno dei settori target dell'investimento da 500 milioni *GenAI4EU*, con un particolare interesse per lo sviluppo di applicativi di IA generativa all'area della salute.¹⁷ Il già citato *Circular Bio-based Europe Joint Undertaking* dispone di un budget di due miliardi di euro volto a finanziare progetti di ricerca e innovazione che promuovano la circolarità della bioeconomia europea, che include anche le biotecnologie.¹⁸ Vi sono inoltre altri strumenti di investimento a livello europeo che includono il biotech nel proprio mandato senza un focus esclusivo su di esso, come la *Innovative Health Initiative Joint Undertaking*, l'iniziativa *EU4Health* e l'*Innovation Fund*.¹⁹

In Italia, gli interventi sono stati di tipo strategico più che normativo, sostanzialmente in linea con gli obiettivi delle misure adottate a livello europeo. Il principale strumento di policy per indirizzare la crescita del settore in Italia è la *Strategia per la bioeconomia*, che include, ma non è limitata, al settore delle biotecnologie. Approvata nel 2017 con l'obiettivo di aumentare la produzione e l'occupazione nei settori di riferimento, capitalizzando sul trend di crescita osservato negli anni precedenti,²⁰ è stata seguita da un piano d'azione (2020-2025) incentrato sull'allocazione di incentivi e investimenti a supporto di realtà industriali e mercati emergenti. L'aggiornamento del piano, avvenuto a dicembre 2024,²¹ ha confermato le necessità di supportare la crescita delle dimensioni della bioeconomia, e di conseguenza anche delle biotecnologie: uno degli obiettivi è l'aumento di occupazione e fatturato del settore del 15% entro il 2030. Un ulteriore contributo alla definizione del quadro strategico per lo sviluppo del settore è arrivato dal Tavolo di Lavoro per l'Internazionalizzazione delle Industrie nel Settore delle Biotecnologie, istituito presso il Ministero degli Esteri allo scopo di elaborare indirizzi per promuovere la competitività e le collaborazioni strategiche transnazionali. Il rapporto ad interim del Tavolo,²² pubblicato a fine 2024, individua delle priorità strategiche per l'internalizzazione del settore. Per quanto riguarda il capitolo degli investimenti nel settore, il braccio implementativo delle autorità pubbliche italiano è la società di investimento di proprietà pubblica CDP Venture Capital, che ha recentemente stanziato un miliardo di euro per supportare l'adozione di IA nelle aziende italiane.²³ Il settore delle biotecnologie, inoltre, ha ricevuto dal 2021 10 milioni di euro per finanziare acceleratori di startup innovative nel settore, 30 milioni per il finanziamento di ricerca in 9 atenei italiani, 100 milioni in investimenti diretti di CDP VC ad aziende di biotech, prevalentemente afferenti a salute e sanità, e 160 milioni in investimenti indiretti (cioè volti a finanziare fondi di venture capital che investono in biotech). Entro il 2028, i fondi allocati da CDP ammonteranno a mezzo miliardo di euro.²⁴ Inoltre, il settore ha ricevuto, nell'ultimo biennio, un investimento pubblico di 123 milioni di euro provenienti da fondi strutturali nazionali per progetti legati alle biotecnologie.²⁵

Al di là dei confini europei, **anche altre economie avanzate hanno riconosciuto l'importanza strategica del settore biotech.** La Cina ha identificato l'area delle biotecnologie come strategica nel piano Made in China 2025.²⁶ Gli Stati Uniti hanno pubblicato il report *Building a Vibrant Domestic Biomanufacturing Ecosystem*,²⁷ che fa seguito ad un Ordine Esecutivo sullo stesso argomento e alla formulazione, nel 2023, di 49 obiettivi specifici per biotecnologia e bio-manifattura nazionali.²⁸ Le principali aree di azione individuate nel contesto di queste iniziative riguardano il ricorso a programmi di incentivi e di appalti federali, per finanziare aziende biotecnologiche e per creare partnership internazionali, l'adozione di nuove strategie di risk management, l'integrazione della ricerca biotecnologica nella green economy, in modo che si alimentino e sostengano vicendevolmente, e la modernizzazione delle infrastrutture. L'India ha sviluppato una strategia per il biotech nel contesto dell'iniziativa *Make in India*,²⁹ per sfruttare la crescita del settore nell'ultimo decennio (che è passata dal valore di 10 a quello di 130 miliardi tra il 2015 e il 2024). Il framework indiano si compone di una *Strategia nazionale di sviluppo delle biotecnologie 2020-25*, focalizzata sulla creazione di skills abilitanti nella popolazione e sull'attrazione di talenti dall'estero. Inoltre, è stato creato un dipartimento dedicato alle biotecnologie all'interno del Ministero della Scienza e della Tecnologia, con un budget di oltre un miliardo di dollari da stanziare tra il 2020 e il 2025 per incentivare la ricerca. Nel Regno Unito, le biotecnologie, con una particolare attenzione al settore farmaceutico e medico, sono state oggetto di un documento strategico del 2021, il *Life Sciences Vision*.³⁰ Il documento prevede un investimento di un miliardo di sterline nelle scienze della vita, la creazione di una task-force per supportare lo scale-up di PMI innovative nel campo del biotech, e l'incentivo alla creazione di partnership collaborative tra enti del biotech nazionale.

1.3 I trend trasformativi nel settore delle biotecnologie

1.3.1 Formazione di partenariati, hub e cluster collaborativi

Uno degli obiettivi della nuova politica strategica dell'UE è incentivare la creazione di un ecosistema del biotech europeo e la condivisione cross-border di risorse e infrastrutture. Il neonato EU Biotech Hub renderà disponibili a tutte le imprese europee le infrastrutture necessarie a iniziative di R&S, insieme a conoscenze specifiche sul mercato delle biotecnologie. La Commissione intende inoltre accelerare l'adozione dell'IA, in particolare dell'IA generativa, nel settore biotecnologico attraverso scambi strutturati tra agenti pubblici e privati e promuovendo l'accesso ai supercomputer EuroHPC.³¹ La nuova spinta verso la creazione di hub e cluster collaborativi paneuropei potrebbe determinare, da un lato, la creazione di nuove opportunità di lavoro tramite progetti di ricerca congiunti, e dall'altro un aumento dell'interesse dei datori di lavoro del biotech per gli skillset multidisciplinari.

In Italia, il rafforzamento della cultura imprenditoriale e collaborativa è uno dei target principali della pianificazione strategica per il biotech. Il piano d'azione 2020-2025 si concentra, tra gli altri temi, anche sul creare e diffondere una cultura dell'imprenditorialità biotech.³² Il suo aggiornamento del 2024³³ insiste sulla necessità di aumentare il numero e l'intensità delle interconnessioni nell'ecosistema del biotech, tramite azioni mirate ad abbattere i silos verticali e a stipulare legami tra tutti i settori afferenti alle biotecnologie sul territorio nazionale. Il Rapporto ad interim pubblicato a fine 2024 dal Tavolo di Lavoro per l'Internazionalizzazione delle Industrie nel Settore delle Biotecnologie del Ministero degli Esteri³⁴ ha evidenziato alcune priorità per il mantenimento della competitività del biotech italiano. Le più rilevanti includono il lancio di una campagna di promozione internazionale, con il sostegno di Ambasciate e dei Consolati, dell'Agenzia ICE e dei Centri di Innovazione all'estero del Governo italiano, mirata alle aziende del settore considerate innovative e rilevanti per le priorità nazionali, e il sostegno alle attività di ricerca e sviluppo, potenziando l'attrazione di talenti.

1.3.2 Integrazione di tecnologie avanzate

L'innovazione tecnologica è il principale motore della crescita degli investimenti. Le alte aspettative nei confronti di tecnologie di nuova introduzione, come l'IA generativa, hanno stimolato una nuova stagione di investimenti in innovazione. Esse dimostrano infatti spiccate potenzialità trasformative in termini di competenze, domanda di lavoro e organizzazione dei processi operativi. L'IA generativa agirà inoltre da acceleratore dell'innovazione, in tutti i settori, in virtù delle sue capacità abilitanti per altre tecnologie, come la robotica avanzata e il cloud computing, moltiplicandone le potenzialità.³⁵ Ciò potrebbe avere un impatto sulle competenze richieste dai datori di lavoro, che privilegeranno skillset che includano, accanto a competenze tradizionalmente associate al biotech, anche skills relative a profili ICT.

In particolare, **le potenzialità dell'IA potrebbero trasformare il settore biomedico e farmacologico, accelerando la produzione di biotecnologie e molecole farmaceutiche e offrire supporto alla diagnostica.** In Italia, l'85% delle spese in R&S si concentra sulla salute umana,³⁶ area in cui l'IA ha già trovato decine di potenziali applicazioni. Tecnologie di image recognition intelligente possono essere utilizzate per l'analisi di microbiomi, lo screening dei fenotipi, e per lo sviluppo in tempo reale di soluzioni di diagnostica.³⁷ Strumenti predittivi basati su IA potranno accelerare il processo di produzione di molecole farmacologiche, prevedendo con precisione la loro farmacocinetica e la tossicologia, riducendo i tempi e i costi degli studi preclinici.³⁸ L'IA generativa inoltre permetterà di generare nuove sequenze genetiche o analizzare sequenze di geni esistenti che supporteranno lo studio delle malattie genetiche, e contestualmente di facilitare la scoperta di farmaci e supportare l'ingegneria di proteine e peptidi per scopi terapeutici.

L'IA ha inoltre il potenziale di accrescere la produttività del settore delle biotecnologie agricole, e più in generale dell'agrifood, grazie all'efficientamento dei processi di fermentazione, di ingegneria degli enzimi e di sicurezza alimentare. L'IA ha trovato applicazione nel campo della microbiologia industriale, dato che favorisce una comprensione molto più rapida di quali siano le migliori modifiche da applicare al genoma dei microrganismi utilizzati nella fermentazione di precisione al fine di migliorarne la resa.

Non solo l'IA permette di modificare e personalizzare microrganismi al fine di produrre una molecola specifica richiesta dall'industria alimentare, ma permette anche di analizzare e predire la performance di ceppi diversi di microrganismi.³⁹ Analogamente, nelle aziende agroalimentari, algoritmi intelligenti permettono di simulare le reazioni eseguite dagli enzimi di supporto alla produzione alimentare con modelli estremamente più complessi di quelli tradizionalmente utilizzati. Essi possono essere impiegati, per lo stesso motivo, anche alla gestione dei rischi legati alla produzione alimentare, e in particolare alla gestione della supply chain alimentare, al controllo della qualità, allo smistamento e all'igiene degli alimenti. Strumenti di IA sono già in utilizzo da alcuni anni sia da parte dell'Unione europea che degli Stati Uniti per il riconoscimento automatico di frodi alimentari e per la valutazione della tossicità degli alimenti.⁴⁰ Pertanto, oggi il settore dell'agrifood si sta concentrando su questa nuova tecnologia con l'obiettivo di soddisfare la sempre più ampia gamma di richieste alimentari.⁴¹

Le nuove competenze di conoscenza e utilizzo di tecnologie innovative potrebbero essere richieste anche per i ruoli organizzativi e gestionale delle aziende biotech. L'IA, infatti, offre non solo vantaggi nell'efficientare i processi operativi di settori biotecnologici specifici, ma ha anche risvolti applicativi sull'assetto organizzativo delle aziende biotech e sulla gestione dei flussi di lavoro. L'IA può fornire supporto nella progettazione di studi clinici, aiutando i ricercatori a identificare i pazienti più adatti, a organizzare il reclutamento dei partecipanti e a ottimizzare la raccolta dei dati.⁴² Inoltre, nel settore della biomanifattura, l'IA può supportare l'ottimizzazione dei processi produttivi, la gestione intelligente della supply chain e la manutenzione dei macchinari, grazie a stime predittive di probabilità di guasti alle apparecchiature.⁴³

L'IA è utilizzata in sinergia con altre innovazioni tecnologiche che ne potenziano il campo di applicazione e fungono da moltiplicatori di innovazione, come il cloud computing e la robotica avanzata. Le piattaforme cloud riducono la necessità di infrastrutture in loco dando alle aziende biotecnologiche accesso a potenza di calcolo scalabile e storage on-demand.⁴⁴ Le principali organizzazioni farmaceutiche stanno sfruttando le piattaforme cloud tra i team di ricerca e sviluppo geograficamente dispersi per collaborare e guidare gli studi clinici.⁴⁵ Infine, i sistemi ERP (Enterprise Resource Planning) basati su cloud per permettere migliorano l'efficienza nella produzione, nella gestione della catena di fornitura e nel controllo della qualità, permettendo di individuare colli di bottiglia in tempo reale e reagire tempestivamente alle interruzioni della supply chain.⁴⁶ La robotica avanzata, inoltre, sta rivoluzionando i processi di produzione biotecnologica, incrementando precisione e velocità nei laboratori, minimizzando gli errori e i rischi di salute e sicurezza. Nei laboratori, i sistemi automatizzati per la manipolazione dei liquidi, le postazioni robotiche e le piattaforme di screening ad alta capacità hanno semplificato compiti ripetitivi, permettendo ai ricercatori di condurre esperimenti in maniera più efficiente e precisa tramite l'aumentata della precisione di operazioni come il pipettaggio, la coltura di cellule e la preparazione di campioni.⁴⁷

1.3.3 Biotecnologie sostenibili

La crescente domanda di biomateriali e biocarburanti offrirà importanti opportunità di espansione al mercato delle biotecnologie, in termini di valore prodotto e di occupati.

Data la crescente consapevolezza delle problematiche ambientali, si prevede un aumento della domanda di prodotti biodegradabili, come le bioplastiche e i biocarburanti.⁴⁸ Si stima che il consumo di bioplastiche in Europa aumenterà, tra il 2024 e il 2030, del 21% in uno scenario di crescita moderata, e del 34% in uno scenario ottimistico, a seconda della misura in cui il framework di policy europeo sarà favorevole alla transizione sostenibile.⁴⁹ Analogamente, i biocarburanti costituiranno l'8% del combustibile consumato a livello globale nel 2030, e il 19% entro il 2050, per un totale di quasi cinquanta milioni di tonnellate equivalenti di petrolio.⁵⁰ Le biotecnologie ricopriranno dunque un ruolo fondamentale nel processo di decarbonizzazione dell'Europa, e nella sostituzione di combustibili fossili e prodotti petrolchimici con alternative più sostenibili. Dal punto di vista del mercato del lavoro, ciò corrisponderà a una crescita del settore biotech nel suo complesso, un aumento della domanda per i profili direttamente coinvolti nella filiera di questo tipo di prodotti e, in particolare, di figure provviste di competenze green.

Il biotech sarà fondamentale nel raggiungimento degli ambiziosi target di sostenibilità dell'UE e delle Nazioni Unite. Le biotecnologie possono svolgere un ruolo strategico nel campo della transizione verde, che riguarderà tutte le economie europee nei prossimi decenni. Tra gli utilizzi più efficaci di biotecnologie per la sostenibilità ricordiamo l'uso di enzimi per il filtraggio e la pulizia delle acque di scarico, il ricorso ad agenti di controllo biologico come alternativa ai pesticidi e fertilizzanti chimici, e l'impiego di microrganismi per efficientare la produzione di mangimi per il bestiame, riducendo l'impatto ecologico dell'allevamento.⁵¹

Note

3. Haaf et al (2025). *Measuring The Economic Footprint of the Biotechnology Industry in Europe*. Vedi: [link](#)
4. Ibid.
5. Commissione europea (2024), *Building the future with nature: boosting biotechnology and biomanufacturing in the EU*. Vedi: [link](#)
6. Unioncamere Excelsior (2025). *Excelsior Informa – Bollettino Gennario 2025*. Vedi: [link](#).
7. Assobiotec, EY (2022). *Quale future per le competenze nel settore biotech?*
8. Council of the European Union (2024). *Conclusion of the Council of the European Union. A competitive European industry driving our green, digital and resilient future*. Vedi: [link](#).
9. Commissione europea (2024), *Building the future with nature: boosting biotechnology and biomanufacturing in the EU*. Vedi: [link](#)
10. Ibid.
11. Commissione europea (2023), *Communication laying down Union procedures for the authorisation and supervision of medicinal products for human use and establishing rules governing the European Medicines Agency*. Vedi: [link](#).
12. Parlamento europeo. 2023/0132 Procedure. Vedi: [link](#).
13. Commissione europea (2024). *Commission takes action to boost biotechnology and biomanufacturing in the EU*.
14. Vedi: [link](#).
15. Ibid.
16. Ibid.
17. Commissione europea (2024). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Building the future with nature: Boosting Biotechnology and Biomanufacturing in the EU*. Vedi: [link](#).
18. Unione europea. *Circular Bio-based Europe Joint Undertaking (CBE JU)*. Vedi: [link](#).
19. Commissione europea (2024). *Commission takes action to boost biotechnology and biomanufacturing in the EU*. Vedi: [link](#).
20. Agenzia per la coesione territoriale (2017). *Strategia Italiana per la Bioeconomia*. Vedi: [link](#).
21. Presidenza del Consiglio dei Ministri (2024). *Piano d'azione aggiornato (2025-2027) per l'implementazione della strategia italiana per la bioeconomia*. Vedi: [link](#).
22. Vedi: [link](#).
23. Ansa (2023). *Da CDP Venture Capital 1 miliardo di investimenti per l'IA*. Vedi: [link](#).

Note

24. Intervento di Agostino Scornajenchi, AD di CDP VC, all'Assemblea 2024 di Federchimica Assobiotech. Vedi: [link](#).
25. EY (2022). *L'Italia del PNRR: il ruolo delle biotecnologie. Overview del comparto biotech, con uno sguardo ai benchmark internazionali*. Vedi: [link](#).
26. Governo della Repubblica Popolare Cinese (2015). *Made in China 2025*. Vedi: [link](#).
27. Ufficio del Presidente degli Stati Uniti. *Building A Vibrant Domestic Biomanufacturing Ecosystem*. Vedi: [link](#).
28. White House Office of Science and Technology Policy. *Bold Goals for U.S. Biotechnology and Biomanufacturing*. Vedi: [link](#).
29. IBEF (2024). *Indian Biotechnology Industry Report*. Vedi: [link](#).
30. Governo del Regno Unito. *Life Sciences Vision*. Vedi: [link](#).
31. Ibid.
32. Presidenza del Consiglio dei Ministri (2021). *Piano d'azione (2020-2025) per l'attuazione della strategia italiana per la bioeconomia*. Vedi: [link](#).
33. Presidenza del Consiglio dei Ministri (2024). *Piano d'azione aggiornato (2025-2027) per l'implementazione della strategia italiana per la bioeconomia*. Vedi: [link](#).
34. Vedi: [link](#).
35. McKinsey (2024). *The potential of gen AI in maximizing cloud value*. Vedi: [link](#).
36. Assobiotech (2023). *BioInItaly 2023. Le imprese di biotecnologie in Italia Aggiornamento congiunturale 2023*. Vedi: [link](#).
37. Commissione europea (2024). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Building the future with nature: Boosting Biotechnology and Biomanufacturing in the EU*. Vedi: [link](#).
38. Nutanix, *Pharma and Biotech Companies are Counting on Cloud Computing and AI to Help Accelerate Drug Discovery*. Vedi: [link](#).
39. Emerging Technologies, *How AI is revolutionizing the fermentation industry*. Vedi: [link](#).
40. A. Amore et al (2023). *Artificial intelligence in food biotechnology: trends and perspectives*. Vedi: [link](#).
41. Ibid.
42. Visan AI, Negut I. (2024), *Integrating Artificial Intelligence for Drug Discovery in the Context of Revolutionizing Drug Delivery*. Vedi: [link](#).
43. Throughput.inc (2023), *AI in supply Chains and Logistics*. Vedi: [link](#).
44. S. Koppad et al. (2021), *Cloud Computing Enabled Big Multi-Omics Data Analytics*.
45. A. A. Kuwaiti et al., *A Review of the Role of Artificial Intelligence in Healthcare*.

Note

46. Pharma Technology Focus (2022), *The impact of cloud computing on the pharmaceutical industry*.
47. Biermann et al. (2021), *Automating Laboratory Processes by Connecting Biotech and Robotic Devices—An Overview of the Current Challenges, Existing Solutions and Ongoing Developments*, 2021.
48. Commissione europea (2024), *La Commissione interviene per promuovere la biotecnologia e la biofabbricazione nell'UE*. Vedi: [link](#)
49. Dohler, N. et al (2022). *Market dynamics of biodegradable bio-based plastics: Projections and linkages to European policies*. Vedi: [link](#).
50. Chiaramonti, D. et al (2021). *The challenge of forecasting the role of biofuel in EU transport decarbonisation at 2050: A meta-analysis review of published scenarios*. Vedi: [link](#).
51. Commissione europea (2024). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - Building the future with nature: Boosting Biotechnology and Biomanufacturing in the EU*. Vedi: [link](#).

2. Professioni biotech: evoluzione della domanda di lavoro

Alla luce dei trend trasformativi del settore finora descritti, il presente capitolo si propone di analizzare l'evoluzione del mercato del lavoro nel settore biotech in Italia e di esaminare driver che contribuiranno a ridefinire la domanda di lavoro nei prossimi dieci anni. Il capitolo si struttura in tre sezioni:

- Nella **sezione 2.1**, i dati generali e di alto livello sui trend trasformativi attuali, descritti nel primo capitolo, sono approfonditi attraverso un'analisi predittiva specifica per ciascun comparto del settore biotech (agroalimentare e zootecnico, biomedico e farmaceutico, industria e ambiente);
- Nella **sezione 2.2** si analizza l'andamento atteso della domanda di lavoro per le 122 professioni delle biotecnologie, sia a livello generale che di comparto e di gruppo professionale;
- Nella **sezione 2.3**, la domanda attesa per ciascun profilo è messa a confronto con l'offerta di lavoro attesa, al fine di identificare le professioni per cui attendersi, nei prossimi 10 anni, una maggiore opportunità occupazionale ovvero un crescente rischio di esclusione dal mercato del lavoro.

Una breve descrizione degli elementi metodologici sottesi all'analisi predittiva inclusa in questo capitolo è presentata nel Box 1. Una presentazione più dettagliata ed estesa è fornita nell'allegato metodologico (Capitolo 5).

Box 1 – Metodologia per l'analisi dell'evoluzione della domanda di lavoro

L'analisi si è basata su un dataset sintetico generato attraverso un motore di linguaggio naturale (LLM) addestrato sulla letteratura scientifica di settore. Questo dataset, integrato con fonti strutturate e sottoposto a un processo di validazione per ridurre eventuali bias, è stato utilizzato per costruire un modello predittivo in grado di simulare le dinamiche del mercato del lavoro biotech. L'approccio adottato estende quanto già realizzato nella precedente rilevazione, permettendo di affinare l'analisi e migliorare la capacità di individuare i fattori chiave che influenzeranno l'evoluzione della domanda di lavoro. Pur introducendo nuove prospettive, la maggioranza delle previsioni precedenti viene confermata ed estesa, rafforzando la solidità del modello nel delineare le tendenze di trasformazione del settore.

I trend analizzati in questo capitolo sono stati identificati consultando il dataset sintetico generato dal LLM sulla base della letteratura analizzata. Il modello ha permesso di associare a ciascun trend un indice di impatto che misura la forza dell'impatto di quel trend, e di tutti i microtrend inclusi in esso, sia sul mercato del lavoro che sul fabbisogno di competenze all'interno del settore delle biotecnologie.

2.1 Mercato del lavoro nel biotech: i driver dell'evoluzione

L'analisi dell'evoluzione del mercato del lavoro nel biotech conferma come i megatrend globali incidano in maniera differenziata sui vari comparti del settore, come mostrato nella seguente figura (Figura 1), delineando scenari di trasformazione complessi e interconnessi. Già nel 2022, la precedente rilevazione relativa ai trend di impatto relativi alla fluttuazione della domanda di lavoro aveva segnalato l'innovazione tecnologica e l'iperconnettività quali principali driver di cambiamento per il periodo 2022-2030, seguiti dai cambiamenti climatici, dalla scarsità di risorse naturali e dall'evoluzione dei modelli di lavoro.⁵² I dati più recenti, pur confermando questi risultati, mostrano alcune variazioni che riflettono l'accelerazione di specifici fenomeni e il progressivo adattamento del settore biotech alle sfide emergenti.

Figura 1 - Impatto dei megatrend sul settore biotech ed i suoi comparti

	Accelerazione del cambiamento tecnologico e iperconnettività	Aggravamento della scarsità di risorse	Cambiamento climatico e degrado ambientale	Cambiamento nelle sfide sanitarie	Crescente consumo globale	Disuguaglianze in aumento	Diversificazione di istruzione e apprendimento	Espansione dell'influenza di Est e Sud	Influenza crescente dei nuovi sistemi di governo	La natura del lavoro in evoluzione	L'importanza crescente della migrazione	Squilibri demografici in aumento	Un paradigma di sicurezza e evoluzione	Urbanizzazione in continua crescita
Agroalimentare e zootecnica	97,3%	75,5%	92,0%	46,6%	96,3%	73,7%	62,6%	23,6%	55,5%	50,3%	22,8%	24,0%	25,4%	63,6%
Biomedico e sanitario	99,1%	75,5%	96,6%	57,6%	97,3%	73,7%	62,6%	29,3%	68,6%	53,3%	22,8%	24,0%	25,4%	63,6%
Industria e ambiente	100%	94,2%	92,6%	39,8%	77,7%	73,7%	81,5%	18,4%	71,2%	45,4%	22,8%	24,0%	25,4%	83,1%

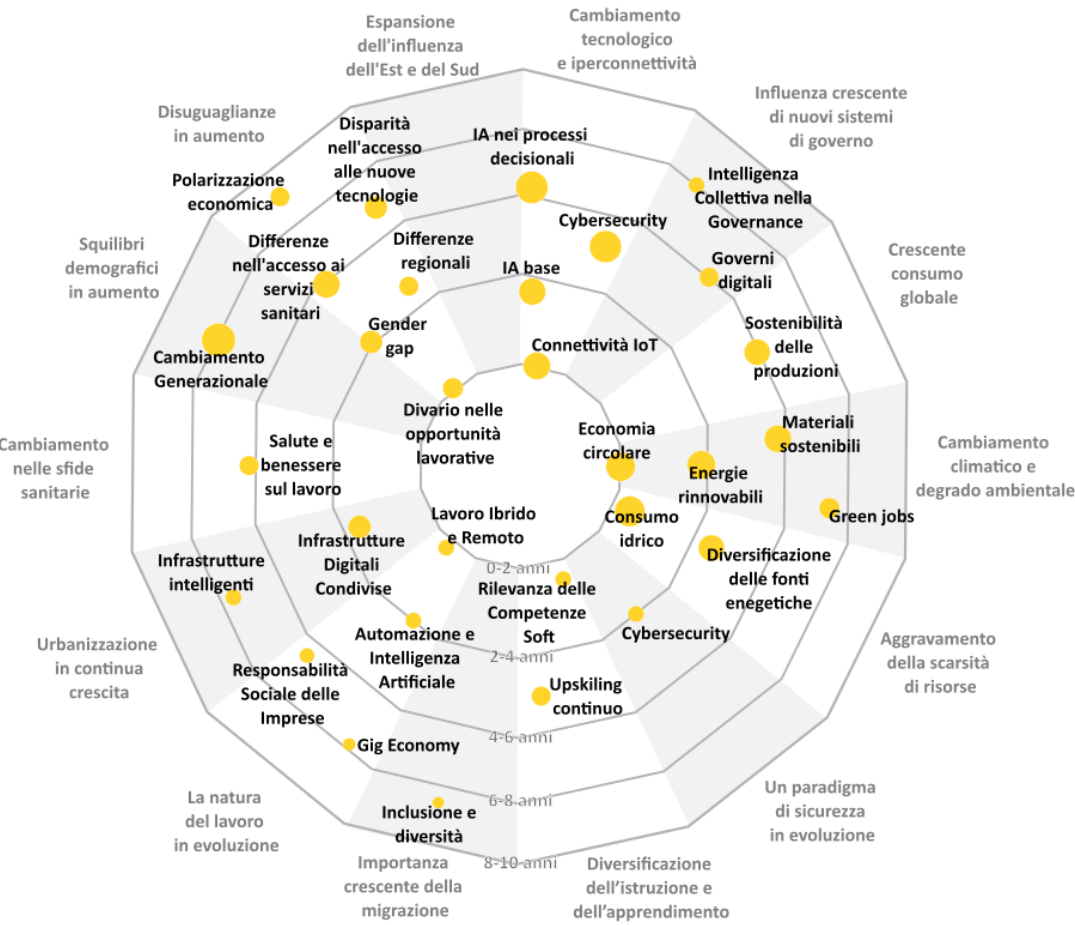
I risultati del modello predittivo evidenziano come l'accelerazione del cambiamento tecnologico e l'iperconnettività rimarranno il fattore predominante in tutti i comparti considerati, confermando dunque la centralità dell'automazione, dell'intelligenza artificiale e della digitalizzazione nei processi di ricerca e produzione per le biotecnologie. Nel comparto **industria e ambiente** è atteso il massimo valore di impatto per questo trend (100%): ciò suggerisce come l'integrazione delle tecnologie avanzate non sia più soltanto una leva di innovazione, ma un elemento imprescindibile per la competitività e la sostenibilità delle imprese. L'adozione di strumenti di analisi predittiva, *machine learning* e automazione sta ridisegnando profondamente i paradigmi produttivi anche nei comparti **biomedico e sanitario** (99,1%) e **agro-alimentare e zootecnico** (97,3%), aprendo nuove opportunità professionali ma richiedendo al contempo anche un rapido adeguamento delle competenze. D'altra parte, è evidente che la natura stessa del lavoro stia subendo una profonda quanto rapida evoluzione, guidata da una crescente digitalizzazione, dall'automazione e dall'introduzione di nuove forme di organizzazione. Il lavoro del futuro, anche nel biotech, sarà caratterizzato da una maggiore flessibilità, dall'uso diffuso dell'IA e da un approccio incentrato su obiettivi e significato, piuttosto che su compiti ripetitivi e statici. Questo scenario impone un ripensamento delle competenze richieste e dei percorsi formativi necessari per rimanere competitivi in un mercato sempre più dinamico e che si trasforma intensamente e continuamente intorno ai lavoratori.

Rispetto alla rilevazione del 2022, **dai dati emerge un'ulteriore intensificazione dell'impatto delle sfide ambientali, poiché il cambiamento climatico continua a rappresentare un driver cruciale per la trasformazione del settore biotech.** Tuttavia, il nuovo dato indica un rafforzamento dell'influenza del **cambiamento climatico** nel comparto **biomedico e sanitario** (96,6%), segno che le interazioni tra salute e ambiente stanno assumendo un ruolo sempre più strategico. La crescente incidenza di patologie legate all'inquinamento, la necessità di rendere più sostenibili i processi di produzione farmaceutica e la spinta verso biomateriali innovativi spiegano questa tendenza. Anche il comparto **agro-alimentare e zootecnico** (92%) conferma un forte impatto del cambiamento climatico, soprattutto per la necessità di sviluppare nuovi modelli di produzione agricola resilienti, mentre il comparto **industria e ambiente** (92,6%) risente delle iniziative normative e regolatorie, sia a livello nazionale che europeo – quali *Strategia nazionale per lo sviluppo sostenibile* e il *Green New Deal* europeo - atte a stimolare la decarbonizzazione e l'efficientamento dei processi industriali. Un altro megatrend legato alle sfide ambientali riguarda **l'aggravarsi della scarsità di risorse naturali**, che manterrà un peso significativo – in linea con le previsioni del 2022 – con una crescita più marcata nel comparto **industria e ambiente** (94,2%). Attraverso la ricerca su biopolimeri, bioenergia e processi di biorisanamento, l'industria biotech svolge un ruolo sempre più importante nello sviluppo di alternative bio-based per ridurre la dipendenza dalle materie prime tradizionali. Anche nei comparti **agro-alimentare e zootecnico e biomedico e sanitario** (75% per entrambi), l'impatto di questo megatrend resterà elevato, in particolare per la necessità di ottimizzare l'uso di risorse idriche e materie prime nella produzione alimentare e farmaceutica. La transizione verso un'economia sostenibile sta generando nuove opportunità occupazionali, in particolare nel settore delle energie rinnovabili, della gestione delle risorse e dell'economia circolare. Tuttavia, questa transizione impone anche una ridefinizione delle competenze richieste, con un'enfasi crescente su sostenibilità, gestione ambientale e innovazione tecnologica. Secondo i dati, le imprese saranno chiamate a ripensare processi e operazioni e a integrare strategie che promuovano un consumo più sostenibile, in linea con l'aumento della pressione normativa e delle aspettative sociali.

Un cambiamento significativo rispetto alla precedente rilevazione riguarda il peso crescente dell'urbanizzazione, e quello decrescente dell'evoluzione dei modelli di lavoro. L'impatto dell'**urbanizzazione** è elevato in particolare su **industria e ambiente** (83,1%), comparto in cui la transizione verso modelli di economia circolare e l'integrazione delle biotecnologie nei contesti urbani stanno diventando priorità strategiche. Anche i comparti **biomedico e sanitario** e **agro-alimentare e zootecnico** registreranno un impatto non trascurabile (63,6%), riflesso dell'aumento della domanda di soluzioni biotecnologiche per migliorare la qualità della vita nei centri urbani, dalla gestione dei rifiuti alla sicurezza alimentare e alla medicina di precisione. Al contrario, **l'evoluzione dei modelli di lavoro**, identificato come un megatrend in crescita nel 2022, appare meno impattante nella rilevazione attuale. Il fenomeno rimane rilevante, ma il suo impatto settoriale sembra meno uniforme, con valori intorno al 53,3% per il comparto **biomedico** e 50,3% per l'**agro-alimentare**. Ciò suggerisce che, sebbene il lavoro ibrido e l'uso di piattaforme digitali abbiano modificato l'organizzazione del lavoro nella ricerca e nello sviluppo, la componente operativa di molti ruoli biotech limita la possibilità di trasformazioni più profonde o radicali, come precedentemente ipotizzato. Tuttavia, nei prossimi anni l'evoluzione del lavoro all'interno del settore biotech potrebbe essere influenzata da un'accelerazione nell'adozione di infrastrutture digitali, dall'integrazione crescente della robotica nei laboratori e negli impianti produttivi, e da modifiche del contesto normativo, in particolare in materia di salute e sicurezza.

All'interno di ciascuno dei megatrend analizzati è possibile rilevare alcuni microtrend, ossia manifestazioni più specifiche dei megatrend globali che ne traducono gli effetti in trasformazioni concrete nell'ambito del settore biotech. Mentre i megatrend delineano le grandi forze di cambiamento che ridefiniscono il panorama economico, tecnologico e sociale, i microtrend ne rappresentano l'applicazione diretta nei diversi comparti settoriali, con effetti su competenze richieste, modelli organizzativi e nuove opportunità professionali. Nella seguente figura sono dettagliati i microtrend che impatteranno il mercato del lavoro del biotech e l'orizzonte temporale rispetto al quale ciascun microtrend agirà. L'analisi dei dati evidenzia che alcuni microtrend avranno un impatto particolarmente significativo nel breve periodo (entro il 2025-2027), mentre altri diventeranno molto rilevanti nel lungo termine (oltre il 2030). Il grafico mostrato nella Figura 2 mostra i diversi microtrend su un orizzonte temporale, partendo dal centro per quelli con impatto nell'immediato fino a quelli più distanti con impatto stimato al 2035. Inoltre, il grafico mostra l'intensità di ogni microtrend: più il pallino è grande, maggiore sarà l'impatto del microtrend di riferimento sul settore biotech, secondo i dati del modello predittivo. La distribuzione temporale di questi fattori riflette l'evoluzione tecnologica, normativa e sociale in atto, delineando un percorso di trasformazione progressivo per il mercato del lavoro biotech. Nel breve periodo, entro il 2025-2027, i principali driver del cambiamento saranno legati alla sostenibilità ambientale, all'adozione di nuove tecnologie digitali e alla crescente pressione sulle risorse naturali.

Figura 2 - Microtrend globali e orizzonti di impatto sul mercato del lavoro del biotech



Tra i principali microtrend afferenti alla sostenibilità figurano l'economia circolare, la transizione energetica, l'ottimizzazione dell'uso di risorse naturali e l'uso di materiali sostenibili. L'integrazione di modelli di economia circolare nei processi produttivi rappresenta una priorità immediata, con un impatto particolarmente elevato già nel 2025, (98%, dove il massimo impatto è 100%), suggerendo che la maggior parte delle aziende biotech dovrà adottare strategie di riciclo degli scarti e ottimizzazione delle risorse. Parallelamente, la futura importanza della **transizione verso energie rinnovabili** (97% nel 2027), evidenzia come il settore si stia muovendo verso modelli produttivi più sostenibili, riducendo la dipendenza dai combustibili fossili e integrando soluzioni bioenergetiche nei processi industriali. Questo cambiamento si accompagna a una crescente attenzione all'**ottimizzazione del consumo idrico** (96% nel 2026), segnalando l'urgenza di strategie per ridurre gli sprechi idrici nei laboratori e negli impianti biotech. L'**innovazione nei materiali sostenibili** (95% nel 2028), completa questo quadro, mostrando come lo sviluppo di biopolimeri, bioplastiche e altre alternative ai materiali sintetici diventi un elemento chiave per la transizione ecologica del settore.

Accanto a queste trasformazioni ambientali, l'accelerazione della digitalizzazione giocherà un ruolo fondamentale, con la **crescita della connettività Internet of Things (IoT)** (91% nel 2025), promuovendo l'integrazione di sensori intelligenti e sistemi di monitoraggio avanzati nei laboratori biotech. Questo trend è strettamente collegato all'**espansione delle applicazioni dell'IA**, (97% nel 2027), diventando il principale motore di cambiamento nei processi di ricerca, diagnostica e sviluppo farmaceutico. Di fatto, l'automazione e l'IA nel lavoro stanno trasformando radicalmente i processi di ricerca e sviluppo, nonché le operazioni di produzione e gestione dei dati, ottimizzando ricerca, sviluppo e produzione attraverso l'uso di robotica e apprendimento automatico. Processi complessi come la sintesi proteica, l'analisi genomica e la scoperta di farmaci saranno sempre più automatizzati, aumentando la domanda di specialisti in AI applicata alla biomedicina, bioinformatica e automazione dei laboratori. In Italia, questa tendenza sta spingendo le aziende a cercare professionisti con competenze in programmazione, analisi dati e modellazione computazionale, fondamentali per gestire grandi volumi di informazioni biologiche e sviluppare terapie innovative. La crescente digitalizzazione porta con sé la necessità di un rafforzamento della **cybersecurity avanzata**, (83% nel 2027), evidenziando la crescente attenzione alla protezione dei dati sensibili e alla sicurezza delle infrastrutture biotech.

Queste trasformazioni tecnologiche ed ecologiche hanno un impatto diretto sul mercato del lavoro, accentuando alcune disuguaglianze occupazionali e modificando le competenze richieste. L'impatto crescente del **divario nelle opportunità lavorative tra settori** (91% nel 2025) mostra che la rapida evoluzione del settore creerà forti disallineamenti tra le competenze disponibili e le nuove esigenze del mercato, con alcune specializzazioni che diventeranno rapidamente obsolete mentre altre saranno sempre più richieste. Nel 2026, la **persistenza delle barriere lavorative per le donne** (87%) e lo **sbilanciamento nella crescita economica tra regioni** (84%) indicano come la distribuzione delle opportunità nel settore biotech non sia ancora uniforme, con aree più avanzate che attraggono talenti e altre che rischiano di restare escluse dalle dinamiche di innovazione. In risposta a queste sfide, crescerà l'importanza delle **competenze soft e trasversali**, (60% nel 2025), suggerendo che la capacità di adattarsi rapidamente ai cambiamenti diventerà un fattore critico per la competitività dei lavoratori.

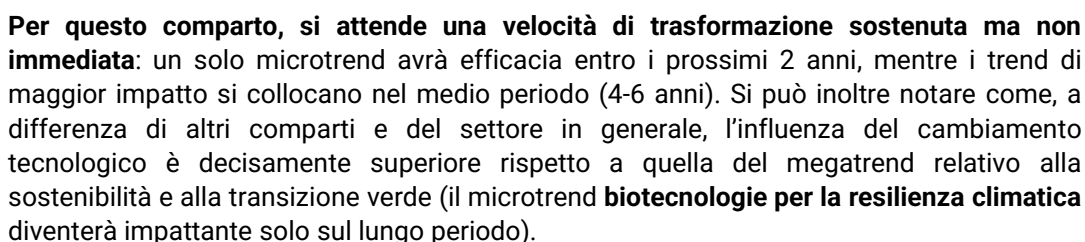
Nel medio-lungo termine, a partire dal 2028, la trasformazione del settore biotech si consoliderà, rafforzando i trend più importanti sul breve periodo (digitalizzazione e sostenibilità). Dopo il 2028, si prevede infatti un rafforzamento delle infrastrutture avanzate, (88% nel 2028), favorirà l'ottimizzazione dei processi produttivi e l'automazione delle attività di ricerca e sviluppo. In parallelo, l'**espansione delle infrastrutture digitali**, (64%), migliorerà la capacità del settore di gestire e analizzare grandi volumi di dati, aumentando l'efficienza e la precisione delle applicazioni biotech. Un altro elemento chiave sarà l'**uso crescente dell'IA nei processi decisionali**, (95% nel 2029), indicando che le aziende biotech si affideranno sempre di più a modelli predittivi e sistemi automatizzati per definire strategie aziendali e ottimizzare la produzione. Per quanto riguarda la sostenibilità, dal 2028 essa avrà un crescente impatto sulla domanda di **green jobs**, ovvero i profili professionali nel cui skillset svolgono un ruolo importante o fondamentale le green skills, cioè tutte le competenze, abilità e conoscenze atte a promuovere uno sviluppo sostenibile. Secondo il modello, i green jobs sono destinati a diventare una realtà consolidata (impatto al 72% entro il 2031). Le imprese biotech saranno sempre più chiamate a integrare la sostenibilità nelle proprie strategie di crescita: nonostante la **responsabilità sociale d'impresa** sia già necessaria nel presente, essa diventerà un elemento imprescindibile entro il 2030 (63%).

La trasformazione del mercato del lavoro si accompagnerà a un'evoluzione delle modalità di impiego, con la gig economy e il lavoro a progetto, (61% nel 2032), ridefinendo il concetto di stabilità lavorativa nel settore biotech. L'attenzione crescente verso la riduzione delle emissioni di carbonio e l'uso di materiali biodegradabili porterà ad una domanda sempre più significativa di esperti in biotecnologie ambientali e bioeconomia circolare. Il ruolo di biotecnologi specializzati nella progettazione di biopolimeri, biocarburanti e sistemi di agricoltura rigenerativa sta diventando sempre più centrale nelle strategie di sostenibilità aziendale. L'Italia, con il suo impegno crescente verso l'economia circolare, si posiziona tra i paesi europei più attivi nello sviluppo di processi di fermentazione avanzata e biofabbricazione, creando nuove opportunità per ricercatori e tecnici con esperienza in bioprocessi ecologici,⁵³ che determineranno a un aumento della domanda di esperti in biotecnologie ambientali e soluzioni bio-based per l'industria chimica e alimentare. Questo fenomeno è particolarmente evidente nelle strategie nazionali per la bioeconomia circolare, che incentivano lo sviluppo di biomateriali e bioprocessi per ridurre l'impatto ambientale.⁵⁴

Parallelamente, le disuguaglianze economiche continueranno ad ampliarsi, con una maggiore polarizzazione tra regioni e aziende con accesso a risorse avanzate e realtà più marginali. Nel 2032, l'**aumento della polarizzazione economica**, (86%), e le **differenze nell'accesso ai servizi sanitari avanzati**, (93% nel 2027), suggeriscono che i progressi tecnologici rischiano di non essere equamente distribuiti. Per **polarizzazione economica** si intende l'allargamento del divario tra soggetti – siano essi individui, imprese o territori – che riescono ad accedere a risorse, tecnologie e opportunità, e quelli che ne restano esclusi. Questo fenomeno porta alla concentrazione della ricchezza, dell'innovazione e della crescita in alcune aree o realtà avanzate. Nel contesto biotech, ciò significa che strumenti come la medicina personalizzata, la diagnostica predittiva o le terapie avanzate potrebbero essere fruibili solo per una parte della popolazione, aumentando le disuguaglianze e creando un doppio binario tra chi può beneficiare delle innovazioni e chi ne resta escluso. Il ruolo della governance diventa quindi sempre più determinante, con una crescente regolamentazione e l'uso della tecnologia nei processi decisionali. Nel 2031, l'**uso della tecnologia per la governance** (79%) sottolinea la necessità di nuovi strumenti per monitorare e regolamentare le innovazioni biotech. Nel 2033, il concetto di **intelligenza collettiva nella governance**, (53%), mostra una tendenza verso modelli decisionali più partecipativi, basati sull'analisi condivisa dei dati.

Comparto agro-alimentare e zootecnico

Figura 3 - Microtrend specifici e orizzonti di impatto per la domanda di lavoro nel comparto agro-alimentare e zootecnico



L'analisi dei microtrend individuati nella Figura 3 mostra, inoltre, una concentrazione delle trasformazioni in alcuni processi produttivi per l'ambito agro-alimentare, che costituiscono il motore della trasformazione della domanda di lavoro nel comparto: la produzione di **vino, alcol e bevande fermentate** e la produzione di **sementi o alimenti**, come miele e derivati del latte.

Per la produzione di vino, alcol e bevande fermentate, secondo i dati il microtrend più rilevante risulta essere l'uso di microorganismi ingegnerizzati nei processi di fermentazione. Questo microtrend avrà un impatto significativo solo sul lungo periodo (2033-2035). Esso è tuttavia anticipato da altri trend relativi all'innovazione tecnologica riguardanti la fermentazione, che troveranno realizzazione tra il 2029 e il 2032 (**nuovi mercati emergenti per prodotti fermentati, innovazione nella produzione di alimenti fermentati, tecnologie di fermentazione avanzata**). L'ingegneria microbica consente infatti di sviluppare ceppi batterici e lieviti ottimizzati per migliorare il profilo aromatico, aumentare la resa produttiva e ridurre i difetti del prodotto finito. Questa innovazione rivoluzionerà il settore vinicolo e quello delle bevande fermentate, permettendo la creazione di nuovi prodotti e il miglioramento delle proprietà nutrizionali e organolettiche. Inoltre, la possibilità di personalizzare i processi fermentativi attraverso la modifica genetica dei microorganismi porterà a una maggiore efficienza nella produzione e a una riduzione degli sprechi.

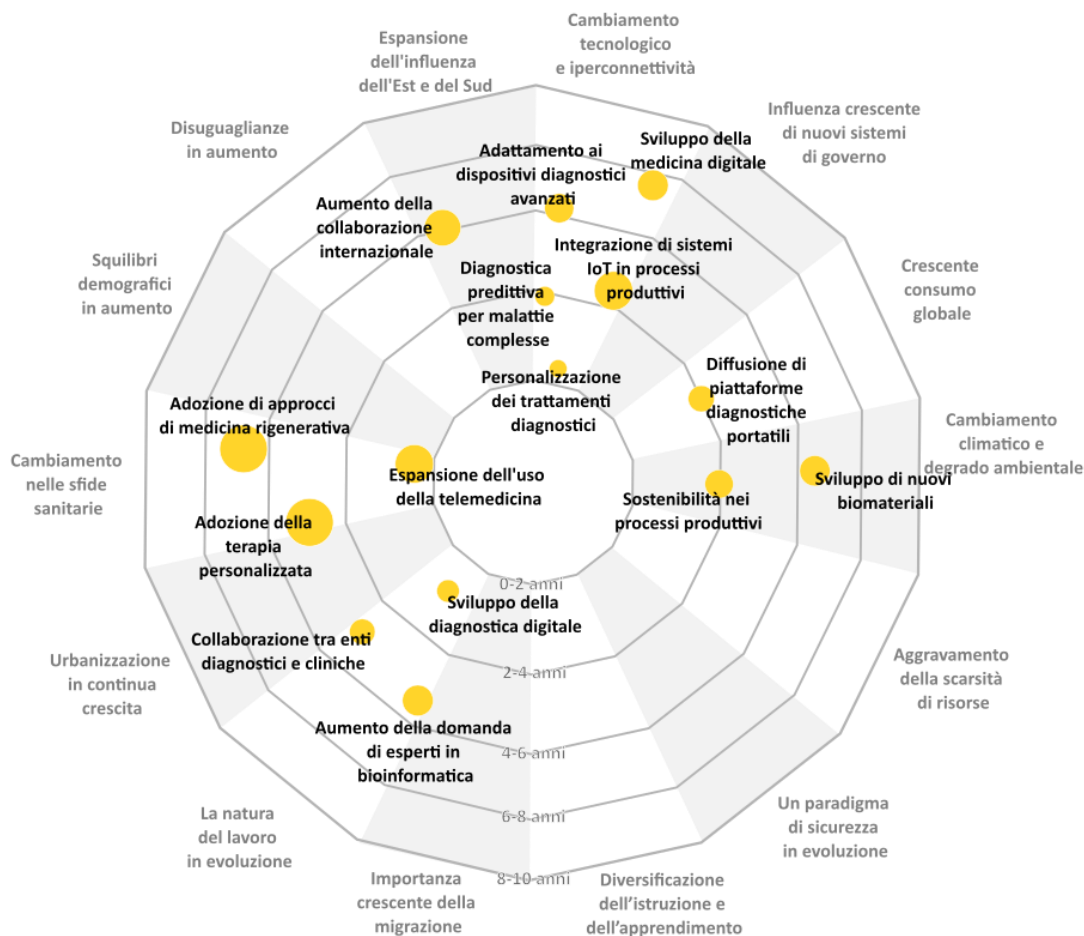
Nel campo della produzione di sementi e alimenti, invece, il microtrend più impattante secondo i dati del modello predittivo è l'agricoltura di precisione. Grazie all'impiego di sensori, droni e intelligenza artificiale, gli agricoltori possono monitorare in tempo reale le condizioni del suolo, il fabbisogno idrico delle colture e la presenza di parassiti. Questa tecnologia permette di ottimizzare le risorse, ridurre l'uso di fertilizzanti e pesticidi e migliorare la qualità dei raccolti. L'applicazione dell'agricoltura di precisione nella produzione di miele e derivati del latte sta inoltre contribuendo a una gestione più sostenibile degli allevamenti, migliorando il benessere animale e garantendo una tracciabilità più accurata lungo la filiera produttiva.

Comparto biomedico e sanitario

Nel settore biomedico e sanitario, le innovazioni biotecnologiche stanno già trasformando sia la produzione farmaceutica sia i metodi diagnostici avanzati. Come si evince dalla Figura 4, il comparto sarà interessato da un mutamento che sarà visibile già nel breve periodo: tra il 2027 e il 2029, la domanda di lavoro per i profili biomedico-sanitari sarà impattata dall'**espansione dell'uso di strumenti di telemedicina**, insieme allo sviluppo di strumenti di **diagnostica digitale**, che comporteranno lo sviluppo di nuove forme di organizzazione del lavoro.

I microtrend più rilevanti afferenti alle attività biomediche di tipo terapeutico, secondo i dati del modello, sono l'adozione di approcci di medicina rigenerativa e l'adozione di terapia personalizzata. Le terapie basate su cellule staminali, la biostampa di tessuti e gli organoidi stanno già cambiando il paradigma del trattamento delle patologie croniche e degenerative. Queste tecnologie permettono di sviluppare terapie personalizzate, migliorando l'efficacia dei farmaci e riducendo gli effetti collaterali. Inoltre, la medicina rigenerativa aprirà nuove possibilità per la riparazione di tessuti e organi, offrendo soluzioni innovative per condizioni fino ad ora incurabili. Ciò comporterà, per i lavoratori del comparto, una trasformazione dei prodotti medicinali offerti, e una svolta data-driven nei processi di produzione farmacologica (i microtrend di **integrazione di IoT nei processi produttivi** e di **sviluppo di nuovi biomateriali** si realizzeranno tra il 2029 e il 2033)

Figura 4 - Microtrend specifici e orizzonti di impatto per la domanda di lavoro nel comparto biomedico e sanitario



Nel settore della diagnostica e companion diagnostics, il principale driver dell'evoluzione sarà lo sviluppo di biosensori avanzati per il rilevamento e la risposta rapida ai patogeni. Questi dispositivi permettono di individuare precocemente biomarcatori di malattie, migliorando la tempestività delle diagnosi e l'efficacia dei trattamenti. L'integrazione dell'IA nell'analisi dei dati diagnostici sta inoltre accelerando i processi di interpretazione, riducendo il margine di errore e aumentando la precisione nella personalizzazione delle cure.

Comparto Industria e ambiente

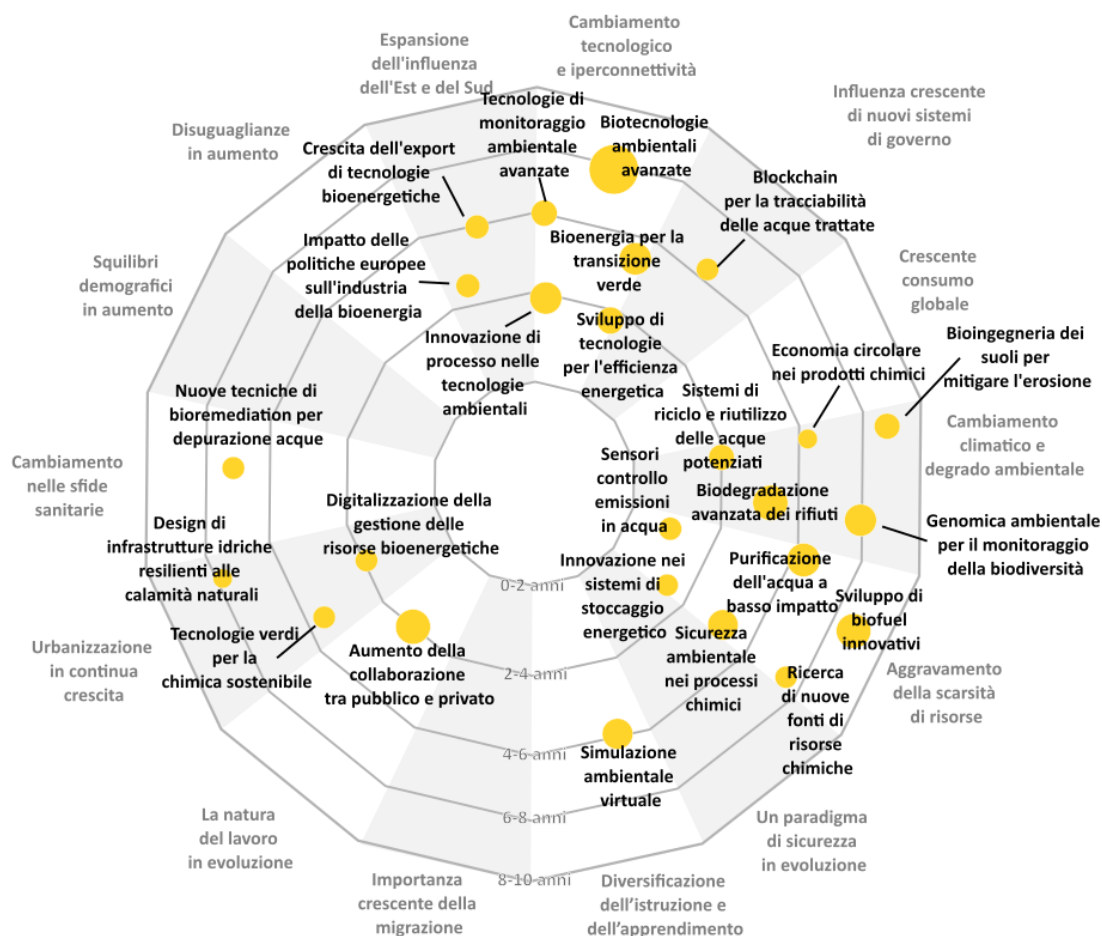
Secondo i dati, il settore industriale e ambientale sta subendo una trasformazione profonda, trainata dalla necessità di ridurre l'impatto ambientale e sviluppare soluzioni più sostenibili, come si evince dai microtrend più rilevanti (Figura 5).

La distribuzione degli orizzonti temporali per ciascun microtrend è più omogenea rispetto agli altri comparti. Sebbene la trasformazione della domanda sarà immediatamente interessata da alcuni microtrend individuati (per esempio la **digitalizzazione della gestione delle risorse bioenergetiche**, **innovazione dei sistemi di stoccaggio energetico**, e l'uso di **sensori di controllo emissioni in acqua** si realizzeranno tutti tra il 2027 e il 2029), ulteriori trend innovativi si realizzeranno negli anni successivi, facendo evolvere in parallelo molteplici ambiti di questo comparto.

Tra questi, quelli di maggior interesse saranno la fabbricazione di prodotti chimici, R&S in scienze naturali e biotecnologie e la produzione di bioenergia:

- Nella **fabbricazione di prodotti chimici**, il microtrend dominante è la **crescente importanza della bioenergia per la transizione sostenibile**. Le aziende investiranno nello sviluppo di biocarburanti e biopolimeri derivati da fonti rinnovabili, riducendo la dipendenza dai combustibili fossili. Questo cambiamento è fondamentale per abbattere le emissioni di carbonio e rendere l'industria chimica più ecocompatibile, incentivando la ricerca su nuove materie prime di origine biologica.
- Nel settore della **ricerca e sviluppo sperimentale in scienze naturali e biotecnologie**, il driver principale sarà l'**adozione di tecnologie avanzate per il trattamento delle acque e la depurazione ambientale**. L'uso di biofiltri e di microorganismi specializzati per la biodegradazione di inquinanti sta migliorando l'efficienza dei sistemi di trattamento delle acque reflue, riducendo il carico ambientale e consentendo il riutilizzo delle risorse idriche. Queste innovazioni stanno trovando applicazione anche nella bonifica di suoli contaminati e nella gestione dei rifiuti industriali, offrendo nuove soluzioni per la riduzione dell'inquinamento.
- Nel campo della **produzione di bioenergia**, l'adozione di sistemi biotecnologici per la fermentazione di biomasse porterà ad un aumento dell'efficienza nella generazione di energia rinnovabile. Questo trend favorirà l'integrazione della bioenergia nei settori industriali e urbani, contribuendo a una transizione più rapida verso un'economia a basse emissioni di carbonio.

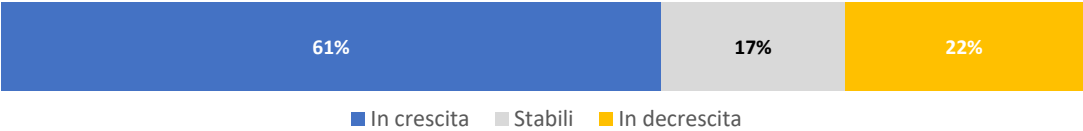
Figura 5 - Microtrend specifici e orizzonti di impatto per la domanda di lavoro nel comparto industriale e ambientale



2.2 L'evoluzione della domanda di lavoro nel biotech

Rispetto alla precedente rilevazione, il modello predittivo conferma gli andamenti stimati fino al 2030, mentre per il quinquennio successivo (2030-2035) emerge un'ulteriore accelerazione della trasformazione del mercato del lavoro biotech. Come mostrato nella Figura 6, tra le 122 professioni del biotech considerate per questo studio, per il 61% è atteso un aumento della domanda di lavoro tra il 2025-2035, mentre si stima che, nello stesso periodo, il 22% di esse saranno soggette a contrazione della domanda. Questo significa che, nel periodo complessivo 2025-2035, la domanda di lavoro rimarrà stabile per meno di una professione su sei (17%), mentre la grande maggioranza delle professioni vedrà una sensibile variazione della domanda.

Figura 6 - Domanda di lavoro nel settore biotech



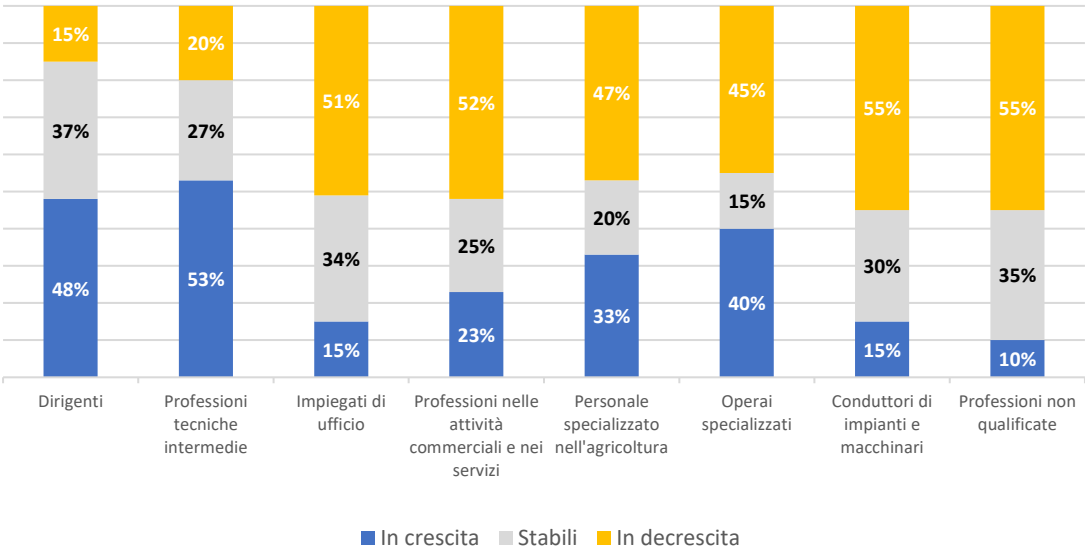
L'evoluzione del settore biotech, quindi, non solo conferma la tendenza già osservata, ma segnala un trend di crescente instabilità nel mercato del lavoro, accentuato dalla sempre maggiore e più rapida introduzione di tecnologie innovative e dall'integrazione di soluzioni digitali e sostenibili. L'IA e l'automazione, la bioeconomia circolare, la transizione energetica e l'evoluzione dei modelli organizzativi saranno i principali fattori che determineranno variazioni nelle professioni esistenti e la nascita di nuove figure altamente specializzate. Se da un lato l'IA e l'automazione incideranno negativamente su tutte quelle professioni meno specializzate, le cui attività sono più facilmente sostituibili dall'IA, l'introduzione di questa nuova tecnologia determinerà la nascita di nuove figure professionali specificamente formate per gestire e sfruttare al meglio tali innovazioni. Nonostante la convinzione prevalente sia che l'IA e l'automazione porteranno ad una più o meno generalizzata diminuzione della domanda di lavoro, le risultanze del modello predittivo mostrano che, se accompagnate da politiche efficaci di formazione e riconversione professionale, queste tecnologie possono stimolare la creazione di nuovi impieghi, trasformando in modo positivo il mercato del lavoro.

Questa dinamica di trasformazione del mercato del lavoro nel biotech, con un'accelerazione della crescita di alcune professioni e una contrazione di altre, non si manifesta in modo uniforme in tutti i comparti. L'impatto dei trend globali e settoriali varia infatti significativamente tra il settore **agroalimentare e zootecnico**, quello **biomedico e sanitario** e **l'industria biotech e ambientale**, a seconda delle specificità produttive, delle innovazioni tecnologiche adottate e delle esigenze normative di ciascun ambito. Per comprendere meglio queste differenze e valutare con maggiore precisione l'evoluzione della domanda di lavoro, è necessario analizzare nel dettaglio l'effetto dei diversi trend sui singoli comparti, mettendo in evidenza le professioni che subiranno le trasformazioni più significative nei prossimi anni.

Comparto agro-alimentare e zootecnico

Nel comparto agro-alimentare e zootecnico, l'andamento della domanda di lavoro nel periodo 2025-2035 mostra una forte polarizzazione, con una crescita concentrata nelle professioni più qualificate e un calo significativo nei ruoli meno specializzati. Come mostrato nella Figura 7, dirigenti, professionisti scientifici e tecnici intermedi registrano livelli di crescita superiori al 48%, mentre le professioni non qualificate e i conduttori di impianti e macchinari vedono un declino che supera il 50%. Questo fenomeno è legato all'adozione sempre più diffusa di tecnologie di agricoltura di precisione, biotecnologie per il miglioramento delle colture e automazione nella produzione agroalimentare, che richiedono competenze avanzate e riducono la necessità di manodopera tradizionale. Il settore sta subendo una trasformazione strutturale, con un passaggio da un modello basato su pratiche tradizionali a uno in cui la digitalizzazione, l'IA e la sostenibilità giocano un ruolo sempre più determinante.⁵⁵

Figura 7 - Domanda di lavoro per grande gruppo professionale nel comparto agro-alimentare e zootecnico



In questo comparto l'adozione di tecnologie di fermentazione avanzata e l'utilizzo di microrganismi ingegnerizzati stanno trasformando l'industria, determinando un forte aumento della domanda di lavoro per ruoli qualificati. La produzione di vino, alcol e bevande fermentate beneficerà in particolare di queste innovazioni, portando a una crescita significativa della richiesta di dirigenti (+3,347% media su base annua), tecnici specializzati (+4,698%) e professionisti nelle attività commerciali e nei servizi (+3,289%). L'introduzione di nuove tecniche di controllo qualità biotecnologiche aumenterà (+7,928% su base annua) la domanda di professioni intellettuali e scientifiche. Gli operai specializzati vedranno anch'essi un incremento della domanda (+1,980%), legato all'automazione degli impianti di fermentazione, mentre rimarrà complessivamente stabile la domanda del personale specializzato in agricoltura (+0,811%) e dei conduttori di impianti e macchinari (+0,031%). Tuttavia, queste innovazioni produrranno una contrazione del 3,607% su base annua la necessità di professioni non qualificate, sostituite da macchinari automatizzati.

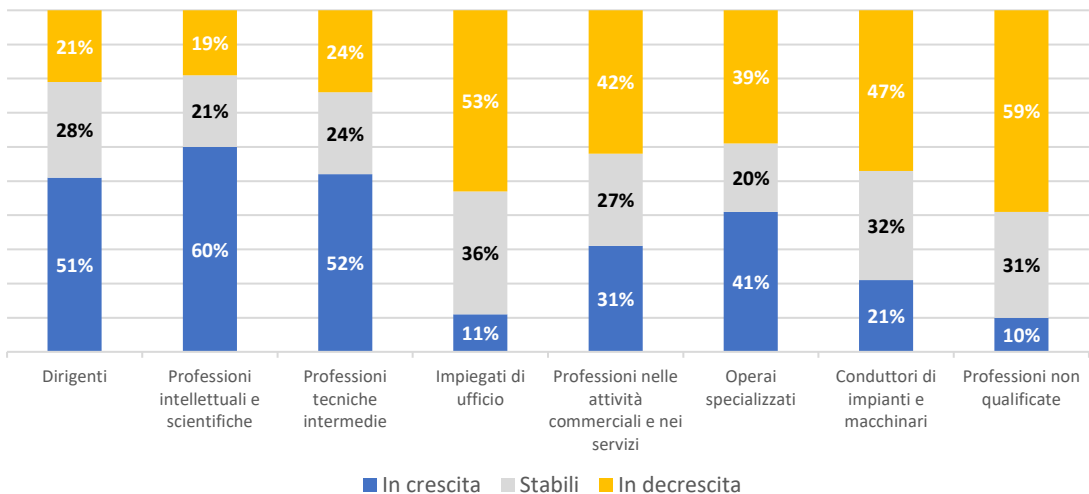
Analogamente, l'adozione di tecnologie avanzate sta aumentando la domanda di ruoli qualificati nella produzione di sementi e alimenti. L'agricoltura di precisione sarà il principale driver di crescita per dirigenti (+3,028%) e professioni intellettuali e scientifiche (+8,125%), riflettendo l'importanza della gestione digitale delle risorse agricole. L'innovazione nella produzione di alimenti fermentati favorirà le professioni tecniche intermedie (+4,497%), mentre l'evoluzione dei modelli di business agricoli porterà ad un incremento di operai specializzati (+1,707%). Al contrario, l'automazione ridurrà la domanda di professioni non qualificate (-3,383%).

Comparto biomedico e sanitario

Nel comparto biomedico e sanitario, la domanda di lavoro nel periodo 2025-2035 sarà caratterizzata da una crescita più marcata delle professioni altamente qualificate rispetto agli altri settori, in particolare se confrontata con il comparto agro-alimentare e zootecnico. Le professioni intellettuali e scientifiche registreranno un aumento significativo, con il 60% delle posizioni in crescita, mentre nel settore agroalimentare l'incremento si fermerà al 51% (vedi Figura 8). Anche per i dirigenti, la domanda crescerà al 51% nel biomedico, contro il 48% nell'agroalimentare. D'altra parte, la contrazione delle professioni meno qualificate sarà ancora più accentuata nel biomedico e sanitario, (59% per le professioni non qualificate, rispetto al 55% dell'agroalimentare). Questa differenza potrebbe essere legata alla natura stessa dell'innovazione nel comparto biomedico e sanitario, dove i progressi sono trainati dall'intelligenza artificiale, dalla digitalizzazione della diagnostica, dalla medicina personalizzata e dalle terapie avanzate, settori che richiederanno un'espansione delle figure altamente specializzate.

Rispetto al comparto agro-alimentare e zootecnico, il settore biomedico e sanitario mostra quindi un impatto più forte dell'innovazione sulla creazione di nuove professioni e una minore necessità di manodopera non qualificata. La crescente automazione delle analisi di laboratorio, lo sviluppo di biosensori avanzati e l'adozione dell'IA nella ricerca farmaceutica ridurranno la necessità di tecnici con competenze tradizionali, portando a una graduale sostituzione con specialisti in bioinformatica, modellazione computazionale e ingegneria biomedica. Mentre l'agroalimentare si trasformerà attraverso la meccanizzazione, la sostenibilità e l'ottimizzazione delle risorse naturali, con un conseguente ridimensionamento del lavoro manuale, il biotech sanitario vedrà una crescita trainata dalla ricerca e dallo sviluppo tecnologico, con una maggiore necessità di profili interdisciplinari capaci di integrare competenze scientifiche e digitali.

Figura 8 - Domanda di lavoro per grande gruppo professionale nel comparto biomedico e sanitario



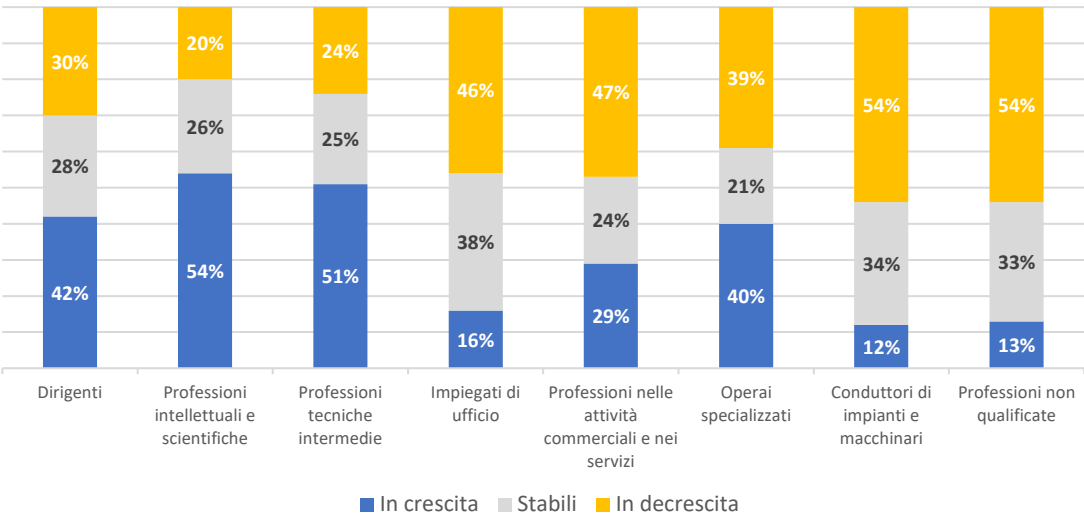
La diagnostica e il companion diagnostics per le biotecnologie nel settore biomedico e sanitario vedranno una forte crescita della domanda di professionisti qualificati. L'adozione di dispositivi avanzati e la personalizzazione diagnostica stimoleranno la domanda di dirigenti (+4,094%) e professioni scientifiche ed intellettuali (+9,224%). Il previsto aumento della domanda per dirigenti evidenzia la necessità di profili manageriali con competenze specifiche nella gestione di progetti biotech, nella compliance regolatoria e nella governance di processi di innovazione legati alla diagnostica avanzata. Allo stesso tempo, l'incremento atteso di professioni scientifiche e intellettuali riflette la necessità di figure altamente specializzate, come biologi molecolari, bioinformatici e ricercatori clinici, capaci di sviluppare, validare e applicare test diagnostici innovativi, in particolare test companion destinati a supportare terapie personalizzate. La diagnostica digitale e predittiva favorirà tecnici specializzati (+5,271%), come tecnici di laboratorio biomedico, tecnici di apparecchiature per analisi diagnostiche e specialisti nell'utilizzo di piattaforme software per la gestione e l'interpretazione di dati diagnostici, e professioni commerciali (+4,089%). La diffusione di piattaforme diagnostiche e l'uso della blockchain aumenteranno la richiesta di operai specializzati (+2,623%). Al contrario, l'automazione ridurrà le professioni non qualificate (-4,310%) e i conduttori di impianti e macchinari (-0,191%). Anche la fabbricazione di prodotti farmaceutici vedrà una forte crescita delle professioni qualificate, trainata da innovazione e sostenibilità. L'economia circolare e le tecnologie verdi stimoleranno la domanda di dirigenti (+3,709%) e professionisti delle scienze (+10,187%), mentre la digitalizzazione e le start-up favoriranno tecnici (+6,633%) e commerciali (+4,728%). La richiesta di operai specializzati (+6,633%) aumenterà con l'adozione di nuove tecnologie, mentre l'automazione ridurrà le professioni non qualificate (-3,665%).

Comparto industria e ambiente

Il comparto industriale e ambientale presenta un andamento atteso intermedio rispetto agli altri due, con una minore crescita delle figure dirigenziali rispetto al biomedico e una maggiore stabilità nei ruoli tecnici rispetto all'agroalimentare. Come mostrato nella Figura 9, la crescita delle professioni scientifiche e tecniche sarà significativa (54% e 51%, rispettivamente), ma meno marcata rispetto al settore sanitario. Inoltre, il calo delle professioni non qualificate e delle professioni commerciali sarà meno accentuato rispetto all'agroalimentare. Questo è dovuto alla natura del settore industriale, che, pur essendo soggetto a un'intensa automazione e digitalizzazione, mantiene una componente produttiva e impiantistica più radicata rispetto al comparto agroalimentare. La necessità di operai specializzati e tecnici di impianto, seppur in calo, resta più alta rispetto agli altri settori. È possibile che ciò sia dovuto al fatto che le innovazioni in ambito di bioenergia, depurazione ambientale e bioproduzione non possono ancora prescindere completamente dalla presenza umana per la gestione e il monitoraggio dei processi produttivi. Tuttavia, rispetto al biotech sanitario, il comparto industriale presenta un minor impatto della crescita delle professioni scientifiche e dirigenziali. Questo potrebbe essere determinato dal fatto che l'adozione di soluzioni basate sull'intelligenza artificiale e sulla digitalizzazione dei processi decisionali avviene in modo più graduale e meno pervasivo rispetto a settori come la medicina di precisione e la diagnostica avanzata.

L'andamento della domanda di lavoro può essere analizzato ancor più nel dettaglio all'interno del comparto di industria e ambiente, focalizzandosi su quattro aree esemplificative: R&S industriale su scienze naturali e biotech, produzione di bioenergia, e depurazione e trattamento delle acque.

Figura 9 - Domanda di lavoro per grande gruppo professionale nel comparto industriale



Per quanto riguarda la **ricerca e sviluppo sperimentale in scienze naturali, ingegneria e biotecnologie nell'ambito industria e ambiente, il settore sarà trainato dall'innovazione biotecnologica e dalla sostenibilità**. Le biotecnologie ambientali avanzate guideranno la crescita di dirigenti (+4,160%), professionisti delle scienze (+8,149%) e operai specializzati (+2,441%). L'incremento delle tecniche avanzate di biodegradazione favorirà le professioni tecniche (+4,750%) e commerciali (+3,065%). Al contrario, l'automazione e la digitalizzazione ridurranno la domanda di professioni non qualificate (-2,666%).

Per quanto riguarda la **produzione di bioenergia**, il settore sarà fortemente influenzato dall'innovazione nei biomateriali avanzati e nella transizione energetica sostenibile. La ricerca e sviluppo di biomateriali avanzati guiderà la crescita della domanda di professionisti scientifici (+8,191%), dirigenti (+3,677%) e operai specializzati (+2,916%), riflettendo l'espansione delle applicazioni bio-based. Le tecnologie per l'efficienza energetica avranno un impatto sui conduttori di impianti (+1,090%) e sulle professioni tecniche intermedie (+5,274%), evidenziando il crescente bisogno di competenze nell'ottimizzazione dei processi produttivi. L'importanza della bioenergia per la transizione verde determinerà un aumento nelle attività commerciali e nei servizi (+4,014%), mentre l'automazione e la digitalizzazione ridurranno la domanda di professioni non qualificate (-3,054%).

Per quanto riguarda il settore della **depurazione e trattamento delle acque**, il ruolo più trainante è rappresentato dal rafforzamento della collaborazione pubblico-privato nella gestione idrica, che porterà a un significativo aumento della domanda di dirigenti (+3,077%), professionisti delle scienze (+7,822%) e tecnici intermedi (+4,335%).⁵⁶ La crescente implementazione di sensori di precisione per il controllo delle emissioni in acqua stimolerà la crescita nelle professioni commerciali e nei servizi (+3,695%). Parallelamente, l'integrazione della blockchain per la tracciabilità delle acque trattate e lo sviluppo di nuove tecniche di bioremediation aumenteranno la richiesta di operai specializzati (+2,564%).⁵⁷

2.3 Professioni biotech e domanda di lavoro

2.3.1 Andamento della domanda per macro-area del biotech

Dopo aver analizzato l'andamento complessivo della domanda di lavoro nel settore biotech, è opportuno approfondire l'evoluzione di un insieme selezionato di **122 professioni**, già oggetto di indagine nel 2022. Mentre le analisi precedenti hanno fornito una visione d'insieme sulle trasformazioni occupazionali nei diversi comparti, questa fase dell'indagine si concentra su figure professionali specifiche, cruciali per comprendere più nel dettaglio l'impatto delle innovazioni tecnologiche, delle transizioni ecologiche e dei cambiamenti nei modelli organizzativi.

L'obiettivo di questa analisi è valutare l'evoluzione della domanda per ciascuna professione, individuando quelle che vedranno una crescita significativa, quelle che manterranno una posizione stabile e quelle che subiranno una contrazione nel periodo **2025-2035**. Le informazioni raccolte permettono di delineare scenari più precisi sulle competenze emergenti e sulle traiettorie professionali più strategiche per il settore biotech. L'analisi della domanda di lavoro nelle 122 professioni del settore biotech tra il 2025 e il 2035 evidenzia una trasformazione significativa, con alcune figure professionali in forte espansione e altre destinate a una progressiva riduzione. Questo cambiamento è guidato principalmente dall'innovazione tecnologica, dall'automazione, dall'intelligenza artificiale e dalla crescente necessità di soluzioni sostenibili nel settore.

Le 122 professioni sono state raggruppate in 10 macro-aree caratteristiche del settore biotech:

Box 2 – Macro-aree professionali del settore delle biotecnologie

- Accesso al mercato (**12 professioni**)
- Amministrazione e controllo di gestione (**13**)
- Attività normativa o di regolatorio (**11**)
- Marketing e vendite (**13**)
- Produzione (**36**)
- Ricerca pre-clinica (**12**)
- Ricerca clinica (**5**)
- Risorse umane (**6**)
- Sviluppo (**7**)
- Trasferimento tecnologico (**7**)

L'analisi della domanda di lavoro per grande gruppo professionale e macro-area nel settore biotech evidenzia alcune tendenze chiave che riflettono l'impatto delle trasformazioni tecnologiche, della digitalizzazione e della crescente specializzazione delle competenze richieste. Come riportato nel grafico (Figura 10), la maggioranza delle professioni (segnate in verde) risultano in crescita nei prossimi dieci anni, mentre le professioni nelle attività commerciali e nei servizi, quelle di ufficio, quelle non qualificate e gli operai specializzati (segnate in rosso) risultano sempre più in calo.

Secondo i dati del modello predittivo, le professioni intellettuali e scientifiche registreranno una crescita significativa in quasi tutte le macro-aree. Un aumento particolare è atteso nel trasferimento tecnologico (con un tasso di crescita medio annuo del +13,7% nei prossimi dieci anni), nella ricerca pre-clinica (+14,5%) e nell'accesso al mercato (+12%), a conferma della crescente domanda di figure con competenze avanzate in innovazione, biotecnologie e gestione dei processi regolatori e commerciali. Questa dinamica riflette la necessità di accelerare il passaggio dai laboratori al mercato, favorendo l'applicazione industriale dei risultati della ricerca e l'inserimento competitivo dei prodotti biotech nei mercati globali. Anche il settore della ricerca clinica (+6,2%) e della produzione (+7,1%) mostra un incremento, sebbene in misura più contenuta, indicando che l'innovazione scientifica sta trasformando sia i settori più orientati alla ricerca sia quelli più vicini alla produzione industriale, richiedendo nuove competenze anche nei processi di sperimentazione clinica e di fabbricazione ad alto contenuto tecnologico.

Figura 10 - Domanda di lavoro per grande gruppo professionale e macro-area delle professioni caratteristiche del biotech

	Accesso al mercato	Amministrazione e controllo di gestione	Trasferimento tecnologico	Attività normativa o regolativa	Marketing e vendite	Produzione	Ricerca clinica	Ricerca pre-clinica	Risorse umane	Sviluppo
Professioni intellettuali e scientifiche	+12	+11,4	+13,7	+1,7	+2,9	+7,1	+6,2	+14,5	+2	+7,8
Professioni tecniche intermedie	+8	+4,5		-2,8	-0,1	+4		+16,8	+2,7	+4,1
Dirigenti	+11,1		+11,4	+2	+4,4	+4,1		+11,1	+10,4	+5,4
Professioni nelle attività commerciali e nei servizi	-8,2				-1,3	-4,1			+17,8	+3,9
Professioni di ufficio					-7,8	+3,6				
Professioni non qualificate						-9,9				
Operai specializzati						-7,2				

Le professioni tecniche intermedie evidenziano una dinamica simile, con una crescita particolarmente marcata nella ricerca pre-clinica (+16,8%), che riflette l'aumento della domanda di specialisti nel supporto sperimentale alla ricerca. Crescite positive si registrano anche nell'accesso al mercato (+8%), nell'amministrazione e controllo di gestione (+4,5%), nella produzione (+4%) e nello sviluppo (+4,1%), mostrando come l'evoluzione del settore biotech favorirà l'espansione di ruoli con competenze tecniche avanzate. Tuttavia, il dato negativo nelle attività normative e regolatorie (-2,8%) suggerisce che, nonostante l'importanza crescente della compliance e della regolamentazione, alcuni ruoli tecnici legati a questo ambito potranno essere soggetti ad automazione o razionalizzazione.

Le professioni dirigenziali registrano una crescita solida nella maggior parte delle macro-aree, con picchi nel trasferimento tecnologico (+11,4%), nella ricerca pre-clinica (+11,1%) e nelle risorse umane (+10,4%). Questo indica che l'innovazione biotech richiederà sempre più figure manageriali specializzate in gestione delle tecnologie emergenti, direzione della ricerca e sviluppo, e politiche di valorizzazione del capitale umano. Anche nell'accesso al mercato (+11,1%) e nello sviluppo (+5,4%) si osservano incrementi, mentre le attività normative mostrano un aumento più contenuto (+2%), segnale di una stabilizzazione di questi ruoli.

Le professioni nelle attività commerciali e nei servizi presentano invece una crescita disomogenea. Se nel settore delle risorse umane (+17,6%) si registra un forte incremento, riflettendo l'importanza di strategie di talent acquisition e gestione della forza lavoro biotech, negli ambiti del marketing e vendite (-1,3%), della produzione (-4,1%) e dell'accesso al mercato (-8,3%) si osservano dati negativi. Ciò potrebbe indicare una trasformazione di questi ruoli verso modelli più digitalizzati, con una riduzione della necessità di alcune figure tradizionali nel settore commerciale.

Le professioni di ufficio e le professioni non qualificate mostrano la tendenza più negativa, con cali significativi nel marketing e vendite (-7,8%), nella produzione (-9,9%) e nell'accesso al mercato (-8,3%). Questo dato conferma l'erosione delle mansioni amministrative e di supporto meno specializzate a favore di una maggiore automazione e digitalizzazione dei processi aziendali.

Scendendo nel dettaglio delle 122 professioni del settore biotech si conferma una netta polarizzazione tra ruoli in crescita e in contrazione, riflettendo l'impatto della digitalizzazione, dell'intelligenza artificiale e dell'automazione. In particolare:

- Nel **settore dell'accesso al mercato**, per le figure legate alla vendita tradizionale, come il Pharmaceutical Sales Representative (-8,3%), si attende un calo entro il 2035, mentre crescerà la domanda per specialisti in Health Economics (+10,1%), Business Development (+22,1%) e Access Strategy (+15,9%), segno di una maggiore complessità nelle strategie di posizionamento dei prodotti biotech.
- Nell'**amministrazione e controllo di gestione**, il Pricing Expert (-5,7%) registrerà un calo, mentre i ruoli analitici come il Business Insight Analyst (+14,9%) e il Commercial Excellence Manager (+16,7%) saranno in forte crescita, dimostrando la crescente centralità dell'analisi dei dati nelle decisioni aziendali.
- Il comparto **regolatorio** mostra una stabilizzazione, con un calo atteso per ruoli operativi come il Regulatory Specialist (-7,3%) e una crescita attesa per figure più strategiche, come il Responsible of Regulatory Compliance (+12,9%), a testimonianza della necessità di una maggiore supervisione normativa nelle biotecnologie emergenti.
- Nel **marketing e vendite**, diminuiranno i ruoli tradizionali, come il Sales Promoter (-13,4%) e il Customer Care Manager (-8,9%), mentre si rafforzano le figure legate al digital marketing, con il Digital Marketing Analyst (+11,1%) e il Client Delivery Manager (+13,4%) in forte espansione, segno del passaggio a strategie di engagement più mirate e basate sui dati.
- La **produzione** è segnata da un calo atteso delle professioni meno qualificate, come il Warehouse Manager (-12,4%), mentre aumenteranno quelle legate all'automazione e alla sicurezza digitale, come il Software Engineer (+14,5%) e il Cybersecurity Manager (+20,4%), evidenziando l'integrazione crescente della tecnologia nei processi industriali.

- Nel comparto **ricerca pre-clinica**, l'**analisi avanzata dei dati** e l'**intelligenza artificiale** stimoleranno la crescita di figure come il Big Data Analyst (+21,8%), il Bioinformatics Researcher (+20,2%) e l'AI Engineer (+18,4%), dimostrando il ruolo sempre più centrale della modellazione computazionale nella ricerca biotech.
- Infine, il **trasferimento tecnologico** evidenzia una forte crescita attesa per le professioni digitali, con il Chief Digital Officer (+19,1%) e il Digital Innovation Manager (+15,6%), indicando che l'integrazione delle nuove tecnologie sarà un asset strategico

2.3.2 Rischi e opportunità occupazionali

L'analisi dell'evoluzione della domanda di lavoro fornisce un quadro dettagliato delle tendenze occupazionali nel settore biotech, ma da sola non è sufficiente per valutare con precisione le reali opportunità e le criticità che caratterizzeranno il mercato del lavoro nei prossimi anni. Per un'analisi più completa e strategica, è essenziale considerare non solo la direzione della domanda di lavoro, ma anche il peso specifico che ciascuna professione ha all'interno del settore in termini di occupazione attuale.

A tale scopo, è stata costruita la **mappa rischio-opportunità**, uno strumento che permette di identificare, all'interno del set di **122 professioni indagate**, quali siano le aree che rappresentano un'opportunità strategica per le aziende del settore e quali, invece, pongano le maggiori criticità in termini di gestione della forza lavoro. La mappa è costruita utilizzando un **indicatore composito**, che combina l'evoluzione stimata della domanda di lavoro con la quota di occupati attualmente impiegata nelle aziende biotech, fornendo così una visione più chiara sulle dinamiche evolutive di ciascuna professione.

Nella mappa rischio-opportunità (Figura 11), l'asse verticale indica la dinamica occupazionale prevista per una professione (da forte decrescita a forte crescita), indicando quanto crescerà o calerà la domanda di lavoro per una figura professionale. Sull'asse orizzontale invece è indicato la quantità di forza lavoro attualmente occupata nel settore (da molto bassa a molto alta).

Figura 11 - Mappa rischio-opportunità per le professioni biotech



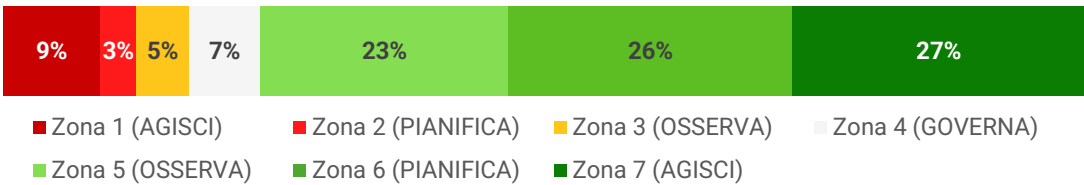
L'analisi suddivide le professioni in **sette zone**, caratterizzate da differenti livelli di rischio e opportunità occupazionale.

Sulla base di combinazioni tra l'andamento previsto della domanda di lavoro (asse Y) e attuale quantità di forza lavoro occupata nel settore (asse X), è possibile individuare sette zone di rischio-opportunità a cui è associata una parola chiave che suggerisce il tipo di azione che le aziende del settore dovrebbero intraprendere in risposta alle trasformazioni in atto ("AGISCI", "PIANIFICA", "OSSERVA", "GOVERNA").

- Le zone **"AGISCI"** (sia in chiave negativa – **Zona 1** – che positiva – **Zona 7**) identificano le situazioni più urgenti: da un lato, professioni in declino che richiedono un intervento immediato per ridurre il rischio di crisi occupazionali; dall'altro, ruoli in rapida espansione per i quali è necessario investire subito in formazione e attrazione di talenti sui quali si giocherà la futura competitività delle aziende del settore.
- Le zone **"PIANIFICA"** (**Zona 2** e **Zona 6**) comprendono professioni in trasformazione lenta ma progressiva, per cui è necessario attivare strategie di adattamento, aggiornamento o ricollocazione su un orizzonte di medio termine.
- Le zone **"OSSERVA"** (**Zona 3** e **Zona 5**) invece includono ruoli ancora stabili o in equilibrio, ma potenzialmente esposti a cambiamenti: qui l'obiettivo è mantenere un monitoraggio attivo, pronto a trasformarsi in azione qualora emergano segnali di vulnerabilità o opportunità.
- Infine, la zona **"GOVERNA"** (**Zona 4**) include le professioni in equilibrio, dove l'obiettivo principale è garantire continuità e aggiornamento costante delle competenze.

Attraverso questa mappa, è quindi possibile individuare con maggiore precisione le aree critiche su cui focalizzare interventi di riconversione e sviluppo professionale, garantendo così una transizione equilibrata del mercato del lavoro biotech e una migliore gestione dell'impatto delle trasformazioni in corso. La seguente Figura 12 mostra in che proporzioni le professioni del settore biotech sono distribuite nelle sette zone della mappa.

Figura 12 - Ripartizione delle 122 professioni biotech nelle 7 zone della mappa rischio-opportunità



Il confronto tra la mappa rischio-opportunità riferita al periodo 2022-2030 e quella aggiornata per il periodo 2025-2035 evidenzia significative variazioni nelle dinamiche occupazionali del settore, che sembrano indicare un aumento delle professioni per cui si attendono livelli più elevati di rischio e opportunità occupazionali. L'evoluzione della distribuzione delle professioni tra le diverse zone della mappa riflette i cambiamenti nei trend di domanda di lavoro, l'impatto delle trasformazioni tecnologiche e organizzative e la crescente necessità di pianificare strategie di adattamento per affrontare le criticità emergenti e cogliere le nuove opportunità:

- Analizzando la mappa rischio-opportunità, uno degli aspetti più rilevanti riguarda l'aumento delle professioni nella **Zona 1 ("AGISCI")**, che passa da 9 a 11 professioni, indicando un incremento delle figure ad alto rischio occupazionale. Questo dato suggerisce che, rispetto alla precedente rilevazione, la trasformazione del settore sta generando una pressione ancora maggiore su alcuni ruoli, probabilmente a causa della crescente automazione e digitalizzazione, che stanno riducendo la necessità di manodopera tradizionale in alcune aree. Il fenomeno è coerente con il calo della domanda osservato per molte professioni operative e di supporto che si trovano sempre più a rischio di obsolescenza.
- Parallelamente, cresce anche la **Zona 2 ("PIANIFICA")**, che passa da 3 a 4 professioni, suggerendo che un numero leggermente maggiore di figure professionali potrebbe essere soggetto a rischi occupazionali nel medio termine. Tuttavia, la differenza è marginale e indica che, nonostante alcune incertezze, il settore biotech ha già consolidato gran parte dei suoi cambiamenti strutturali e non prevede ulteriori shock a breve termine per la maggior parte delle professioni.
- Un aspetto interessante è la riduzione della **Zona 3 ("OSSERVA")**, che passa da 7 a 6 professioni, e della **Zona 4 ("GOVERNA")**, che cala più significativamente da 12 a 8 professioni. Questo indica che una quota maggiore di professioni uscirà dalla condizione di stabilità e si sposterà verso scenari di maggiore criticità o opportunità. In particolare, molte professioni che in precedenza non richiedevano interventi immediati potrebbero ora necessitare di azioni di monitoraggio più attento o strategie di riqualificazione.
- L'elemento più rilevante del confronto riguarda la **riduzione della Zona 6 ("PIANIFICA")**, che passa da 37 a 32 professioni, e l'aumento della **Zona 7 ("AGISCI")**, che sale da 25 a 33 professioni. Questo trend indica che un numero crescente di professioni entrerà in una fase di forte crescita, con opportunità di impiego che richiedono interventi immediati per formare e attrarre nuove competenze. L'aumento delle professioni nella Zona 7 riflette la crescente domanda di competenze avanzate in IA, analisi dei dati, sicurezza informatica e biotecnologie applicate.
- Infine, la **Zona 5 ("OSSERVA")** rimane sostanzialmente stabile, con una leggera riduzione da 29 a 28 professioni. Ciò indica che, nonostante le trasformazioni in atto, esiste ancora una quota significativa di professioni per cui è necessario mantenere alta l'attenzione per evitare potenziali carenze di competenze o difficoltà di reperimento.

Nel complesso, il confronto tra le due rilevazioni evidenzia un'accelerazione della polarizzazione del mercato del lavoro biotech, con un aumento delle professioni a rischio e una crescita ancora più marcata delle opportunità emergenti. Se nella precedente rilevazione il settore mostrava una dinamica più graduale di trasformazione, ora appare chiaro che le aziende devono agire più rapidamente per gestire la transizione occupazionale. Il rafforzamento della Zona 7 ("AGISCI") suggerisce che il biotech è entrato in una fase in cui la domanda di nuove competenze sta crescendo a un ritmo più veloce rispetto alla capacità del mercato di adattarsi, rendendo ancora più urgente lo sviluppo di strategie di formazione, reskilling e attrazione di talenti.

Note

52. EY, Assobiotec (2022). Quale futuro per le competenze del settore biotech? Vedi: [link](#).
53. Gruppo di Coordinamento Nazionale per la Bioeconomia (GCNB), *Piano d'azione aggiornato (2025-2027) per l'implementazione della strategia italiana per la Bioeconomia*. Vedi: [link](#).
54. Ibid.
55. Chiara Corbo (2024), *Sostenibilità alimentare: il ruolo dell'innovazione digitale*, Agenda Digitale. Vedi: [link](#); Concilio dell'Unione (2025), *From screens to fields: how digitalisation is transforming agriculture*. Vedi: [link](#); Paola Sangiorgio et al. 2023), *Consumer Awareness and Acceptance of Biotechnological Solutions for Gluten-Free Products, Foods* 12, issue. 9. Vedi: [link](#).
56. Società italiana di economia pubblica (2004), *Le previsioni di investimento e la regolazione strutturale della fornitura nel servizio idrico integrato: vincoli e obiettivi*. Vedi: [link](#); Confcommercio (2012), *Acqua: "valorizzare il partenariato pubblico-privato"*. Vedi: [link](#); Confindustria (2024), *Dall'emergenza all'efficienza idrica*. Vedi: [link](#).
57. Assolombarda (2021), *Il futuro della blockchain*. Vedi: [link](#).

3. Competenze biotech: evoluzione degli skillset

L'evoluzione del settore biotech sta ridefinendo il fabbisogno occupazionale e introducendo nuove professioni in risposta all'innovazione tecnologica. Il capitolo precedente ha evidenziato come i megatrend globali stiano plasmando la domanda di lavoro nel settore con effetti differenziati nei vari comparti. Oltre alla crescita o alla contrazione dell'occupazione, questi trend stanno progressivamente modificando la struttura delle professionalità richieste, portando alla nascita di nuove figure ibride e all'adattamento di ruoli tradizionali a nuove esigenze produttive.

Alla luce di queste dinamiche complesse, questo capitolo analizza l'evoluzione degli skillset nel biotech, mettendo in evidenza l'aumento delle competenze digitali e interdisciplinari e le strategie per colmare il divario tra formazione e mercato del lavoro. Il capitolo ha quindi l'obiettivo di mettere evidenza potenziali criticità nell'evoluzione delle competenze all'interno del settore biotech, analizzando nel dettaglio le competenze richieste in ciascuno dei tre comparti trattati nel capitolo precedente (agroalimentare e zootecnico, biomedico e sanitario, industria e ambiente). Il capitolo si struttura in due sezioni:

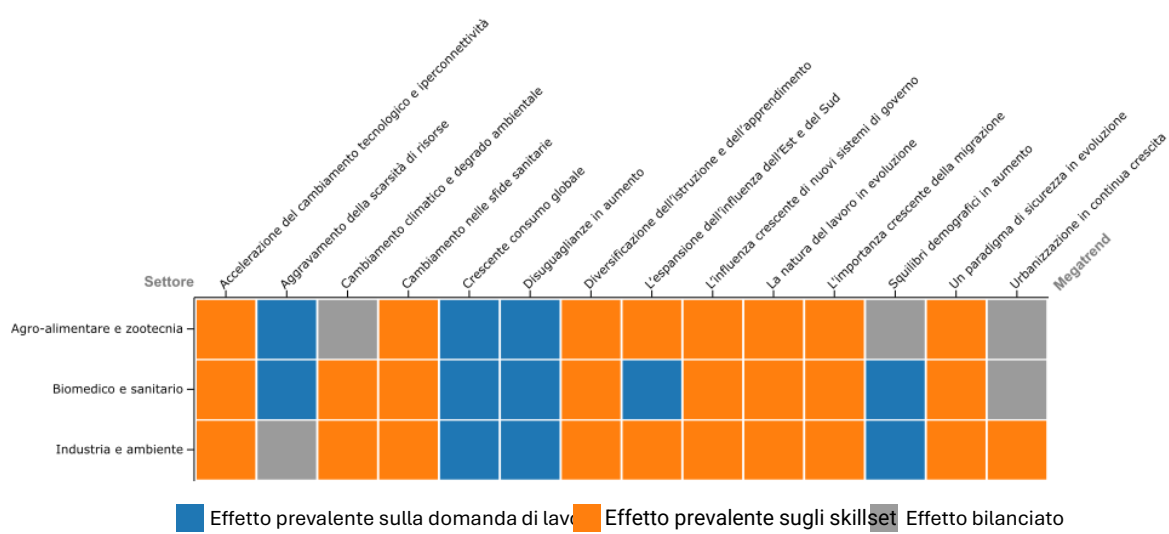
- Nella **sezione 3.1** viene presentata un'analisi dell'evoluzione degli skillset richiesti per le professioni biotech nei tre comparti del settore, mettendo in luce variazioni nell'importanza di vari nuclei di competenze
- Nella **sezione 3.2** si analizza l'impatto dell'evoluzione delle skills descritta nella sezione precedente, osservando come essa influenzi l'obsolescenza delle competenze e lo skill mismatch, ovvero il disallineamento tra le competenze richieste dai datori di lavoro e quelle possedute dagli studenti in uscita da percorsi di studio terziari afferenti all'area biotech. Vengono anche presentati scenari di trasformazione delle professioni esistenti, e i meccanismi sottesi a tali trasformazioni.

3.1 Evoluzione degli skillset del biotech

L'adozione di nuove tecnologie, la digitalizzazione e la transizione ecologica ridefiniranno, nei prossimi 10 anni, gli skillset con un impatto spesso superiore a quello sui livelli occupazionali. I dati confermano questa dinamica (si veda la Figura 13): l'impatto dei trend sulla trasformazione delle competenze è superiore a quello sulla domanda di lavoro, con un incremento del +6,5%. A livello settoriale, nel comparto agro-alimentare e zootecnico, l'impatto sulle competenze supera di poco quello sulla domanda di lavoro (+1,6%), riflettendo un'evoluzione graduale verso pratiche sostenibili e digitalizzazione. Nel settore biomedico e sanitario, l'effetto è più marcato sulle competenze (+1,9%), segnalando la crescente integrazione di IA, bioinformatica e tecnologie avanzate. Il comparto **industriale e ambientale** registra il maggior incremento (+7,1%), indicando una profonda riorganizzazione degli skillset per affrontare digitalizzazione, sostenibilità e automazione. Ciò indica che, secondo i dati, la trasformazione in atto interesserà in modo più profondo e qualitativo il profilo richiesto ai lavoratori.

Questo significa che, per restare competitivi, è fondamentale investire in formazione e aggiornamento delle competenze, per colmare il gap tra il know-how richiesto e quello attualmente disponibile sul mercato del lavoro, ridefinendo radicalmente le capacità e le conoscenze necessarie per operare in un contesto caratterizzato da digitalizzazione, innovazione tecnologica e transizione ecologica.

Figura 13 - Effetto prevalente dei megatrend sui comparti del biotech



Evidentemente, ciascun megatrend, e ancor di più i trend e microtrend, agisce in maniera diversificata sui diversi comparti del biotech. Alcuni trend mostrano un impatto più marcato sulla sola domanda di lavoro. L’aumento del consumo globale, ad esempio, inciderà significativamente sulle esigenze occupazionali, aumentando la richiesta di determinate figure senza necessariamente modificare in profondità i contenuti delle competenze richieste. Anche il divario nell’accesso alle opportunità lavorative e l’espansione dell’influenza di nuove aree geopolitiche agiranno più sulla struttura dell’occupazione che sulla trasformazione delle competenze, generando variazioni nei volumi di lavoro più che nelle abilità specifiche.

Altri megatrend, invece, mantengono un impatto più bilanciato, influenzando sia la domanda di lavoro che le competenze. Il cambiamento climatico e il degrado ambientale, ad esempio, si rifletteranno nel biotech **industriale** e **agroalimentare** attraverso un’evoluzione parallela delle professionalità richieste e delle competenze necessarie per gestire la sostenibilità e l’efficienza delle risorse. Anche l’urbanizzazione in crescita e l’aggravamento della scarsità di risorse determinano un’esigenza combinata di nuove figure professionali e di trasformazione degli skillset, in particolare per la gestione dell’economia circolare e delle infrastrutture bio-based.

Dall'altro lato, alcuni megatrend incideranno soprattutto sugli skillset, spingendo verso una maggiore ibridazione delle competenze tecniche e digitali. Tra questi figurano l'accelerazione del cambiamento tecnologico e l'iperconnettività, l'influenza crescente dell'intelligenza artificiale e l'evoluzione della natura del lavoro. Questo fenomeno è particolarmente evidente nel settore biomedico e sanitario, dove l'introduzione di nuove tecnologie sta trasformando le professioni esistenti e creando nuove figure a cavallo tra scienze della vita e data science. I megatrend, pertanto, non influenzano solo la domanda di lavoro, ma rappresentano soprattutto un fattore di trasformazione delle competenze richieste, per cui l'impatto è spesso più profondo e duraturo modificando il modo in cui le professionalità si strutturano e si combinano.

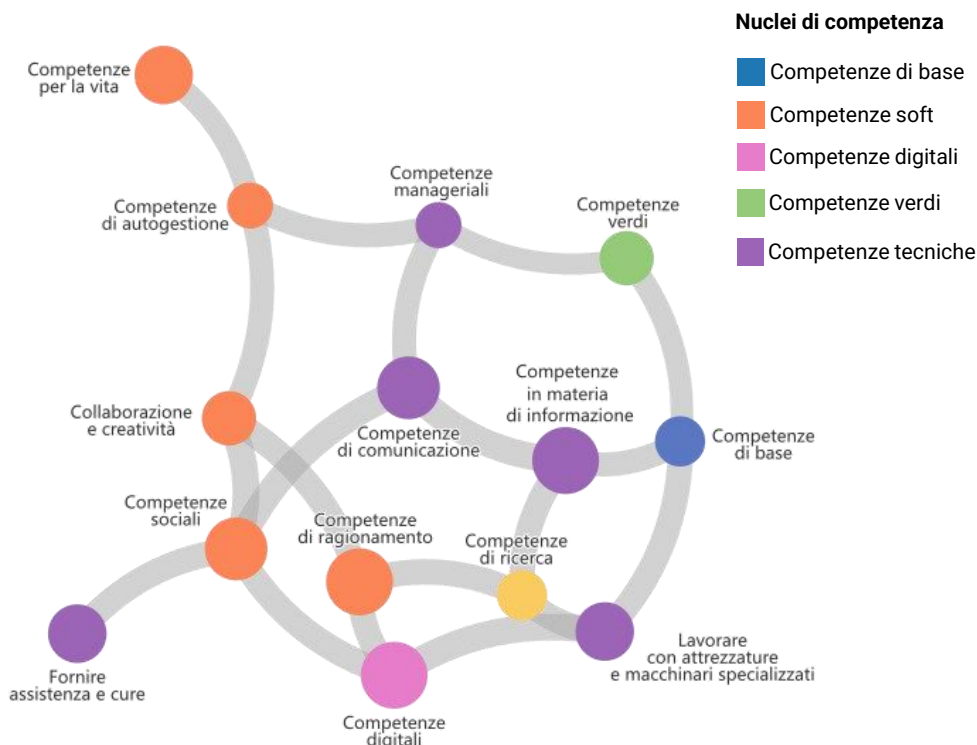
Per **approfondire quali siano le competenze maggiormente coinvolte in questo cambiamento si introduce il modello reticolare delle competenze**, o Skillgraph®, che non si limita a considerare le competenze in modo isolato, ma ne valorizza le relazioni e interconnessioni. (vedi sezione 5.6) In un reticolo di competenze (come quello presentato nella Figura 14), viene mostrata l'importanza dei principali nuclei di competenza che caratterizzano il settore. La grandezza del pallino corrispondente a ogni nucleo di skills rappresenta la sua importanza per i profili del settore. Analogamente, lo spessore delle linee che collegano i vari nuclei rappresenta in che misura ciascuno dei due nuclei di competenze sia necessari per l'altro.

Utilizzando il framework ESCO,⁵⁸ sono stati isolati i **principali nuclei di competenza** che caratterizzano il settore, aggregando le competenze specifiche in categorie funzionali:

- Le **competenze di base** comprendono la padronanza delle lingue, la capacità di lavorare con numeri e misure e l'uso di strumenti digitali.⁵⁹
- Le **competenze soft** si articolano in diversi ambiti: le competenze di autogestione, che includono efficienza operativa e proattività; le competenze per la vita, che comprendono conoscenze sanitarie, ambientali e finanziarie; le competenze di collaborazione e creatività, come la capacità di lavorare in team, insegnare, risolvere problemi e progettare soluzioni; le competenze sociali, legate alla comunicazione e al lavoro in rete ed infine le competenze di ragionamento che comprendono tra le altre la capacità di elaborare informazioni, idee e concetti, pianificare e organizzare, affrontare i problemi.
- Le **competenze digitali avanzate**,⁶⁰ rappresentano un asse trasversale sempre più rilevante, comprendendo lo sviluppo e la protezione dei sistemi informatici, l'analisi dei dati e l'uso di strumenti digitali per il controllo di macchinari.
- Il settore biotech è anche caratterizzato da **competenze per la ricerca**,⁶¹ fondamentali per la produzione scientifica, la gestione e analisi dei dati di ricerca e la diffusione delle conoscenze nella comunità scientifica.
- Le **competenze tecniche** includono capacità manageriali, di gestione delle informazioni, di lavoro con attrezzature e macchinari specializzati e di assistenza e cura.

Per poter analizzare l'effetto dei trend sui singoli nuclei di competenza, è stato definito un **profilo tipico del settore biotech** (Figura 14), che riassume le caratteristiche comuni ai lavoratori del comparto, senza tuttavia entrare nella specificità delle 122 professioni indagate. Per poter studiare l'evoluzione delle competenze del settore, infatti, è necessario confrontare lo Skillgraph AS-IS (ovvero che catturi le competenze attualmente necessarie ai lavoratori del settore biotech) e il modello TO-BE (relativo alla richiesta di competenze per le professioni biotech nel 2035).

Figura 14 - Skillgraph® AS-IS del profilo tipico del settore biotech

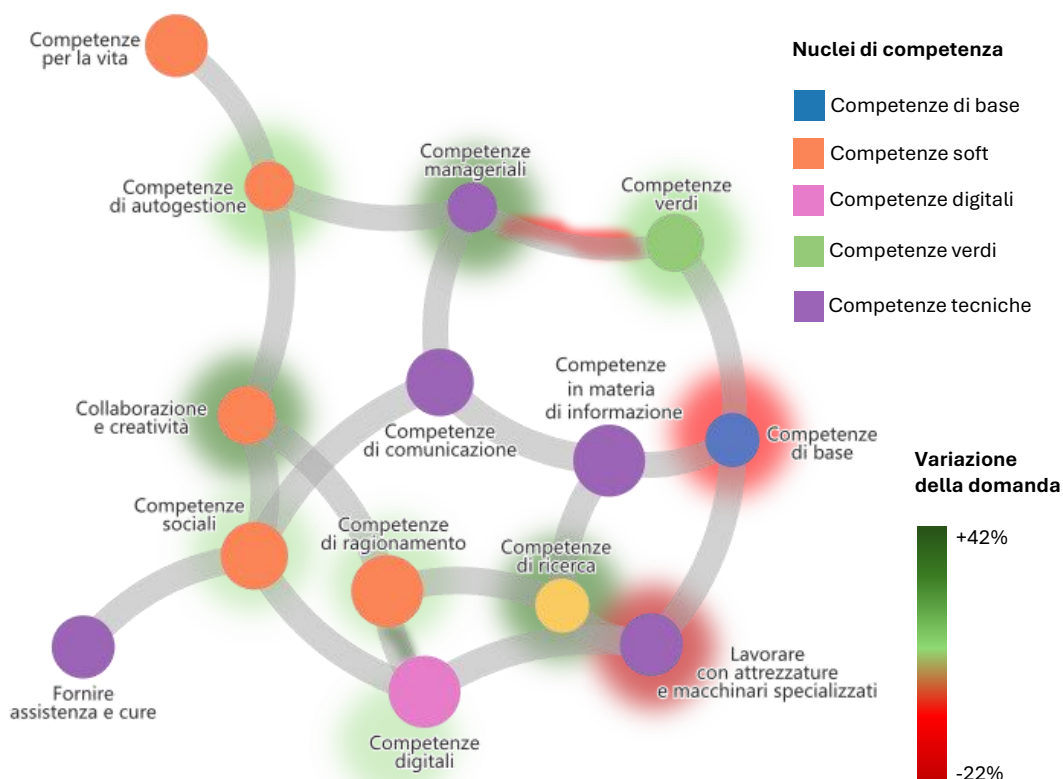


I dati relativi al modello AS-IS evidenziano come le competenze di ragionamento, digitali e in materia di informazione abbiano un peso particolarmente elevato, a conferma della rilevanza della capacità di analizzare dati, interpretare informazioni complesse e utilizzare strumenti digitali avanzati. Anche le competenze sociali e di comunicazione risultano centrali, evidenziando l'importanza della capacità di lavorare in rete, comunicare efficacemente e collaborare con team multidisciplinari. A livello di connessioni tra nuclei di competenze, emergono tra le più spiccate quelle tra competenze digitali e lavorare con attrezzature specializzate, che evidenziano la crescente automazione del settore, tra competenze sociali e di comunicazione e competenze di comunicazione, che segnalano la necessità di saper interagire efficacemente sia all'interno che all'esterno delle organizzazioni, e tra competenze di ricerca e competenze in materia di informazione, che evidenziano il ruolo della gestione dei dati nella produzione scientifica.

Nel modello TO-BE (Figura 15) risulta che, nel prossimo decennio, lo skillset delle professioni biotech sarà sempre più concentrato su abilità di gestione e ricerca e da digital skills. L'analisi predittiva sull'evoluzione delle competenze nel biotech al 2035 evidenzia una trasformazione significativa, in cui il peso di alcuni skillset crescerà sensibilmente mentre altri vedranno una riduzione della loro centralità. Se nel modello AS-IS le competenze fondamentali si distribuiscono in modo relativamente bilanciato tra capacità operative, gestionali e specialistiche, nel modello TO-BE emerge una chiara tendenza all'aumento dell'importanza delle competenze digitali, di ricerca e manageriali, a scapito di quelle più tradizionali legate al lavoro con attrezzature specializzate e alle competenze di base. Le competenze di autogestione registreranno un incremento del +27,3%, segnalando come nel prossimo decennio sarà sempre più importante per i professionisti biotech lavorare in modo autonomo, dimostrare capacità di adattamento e adottare un approccio proattivo alla gestione delle proprie attività.

Questo fenomeno si collega all'aumento dell'importanza delle competenze manageriali, che crescono del +36,4%, indicando un settore sempre più orientato alla gestione strategica e alla pianificazione organizzativa, in cui la capacità di coordinare processi complessi diventa un fattore chiave. Un altro dato rilevante riguarda le competenze di ricerca, che aumentano del +41,7%, riflettendo la centralità crescente dell'innovazione e della produzione scientifica, in un contesto in cui le tecnologie emergenti, come l'intelligenza artificiale applicata alla biomedicina, ridefiniscono profondamente il lavoro dei ricercatori.

Figura 15 - Aree di maggiore impatto nello Skillgraph® tipico del settore biotech fino al 2035



Un aumento dell'importanza minore, ma comunque significativo, riguarda le competenze digitali, le competenze verdi e le competenze di ragionamento e comunicazione. L'aumento atteso di importanza delle digital skills (+18,8%) conferma la necessità per i professionisti del biotech di padroneggiare strumenti avanzati per l'analisi dei dati, la modellazione computazionale e l'automazione dei processi. Questo fenomeno si intreccia con la crescente importanza delle competenze di ragionamento (+12,5%), evidenziando come la capacità di interpretare informazioni complesse e prendere decisioni basate su dati sarà sempre più un tratto distintivo delle figure professionali del settore. L'aumento previsto dell'importanza delle competenze verdi (+23,1%), segnala una progressiva integrazione dei principi dell'economia circolare e della gestione efficiente delle risorse nei processi produttivi e di ricerca. Questo fenomeno si accompagnerà ad un incremento delle competenze sociali e di comunicazione (+13,3%), a conferma della necessità di costruire reti di collaborazione interdisciplinari e di interagire con una platea di attori sempre più ampia, dagli enti regolatori agli investitori, fino ai pazienti e ai consumatori finali.

D'altra parte, non tutte le competenze seguono questa traiettoria espansiva: alcune skill tradizionali vedranno una riduzione del loro peso relativo, segnalando il progressivo spostamento del settore verso profili più tecnologici e multidisciplinari. Le competenze di base registreranno un calo dell'-8,3%, suggerendo che queste abilità saranno sempre più date per scontate e meno distintive nel mercato del lavoro. Il dato più significativo, però, riguarda la riduzione attesa dell'importanza del lavoro con attrezzature e macchinari specializzati, che subirà un calo del -21,4%, segnalando una transizione verso processi produttivi sempre più automatizzati, in cui l'intervento umano sarà focalizzato sulla supervisione e sull'ottimizzazione dei sistemi piuttosto che sull'operatività diretta.

La seguente tabella presenta il valore dell'importanza per ogni nucleo di competenza nel modello AS-IS (2025) e TO-BE (2035).

Tabella 1 - Variazione dell'importanza dei nuclei di competenza tra il 2025 e il 2035 per il profilo tipico biotech

Nucleo di competenza	2025	2035	Variazione
Competenze di ricerca	60	85	+41,7%
Collaborazione e creatività	65	90	+38,5%
Competenze manageriali	55	75	+36,4%
Competenze di autogestione	55	70	+27,3%
Competenze verdi	65	80	+23,1%
Competenze digitali	80	95	+18,8%
Competenze sociali	75	85	+13,3%
Competenze di ragionamento	80	90	+12,5%
Competenze di base	60	55	-8,3%
Uso di attrezzature specializzate	70	55	-21,4%

Oltre all'evoluzione delle singole competenze, anche le relazioni tra gli skillset subiranno una trasformazione. Il legame tra competenze digitali e competenze di ragionamento si rafforzerà (+5,9%), segnalando un'integrazione più stretta tra capacità analitiche e strumenti tecnologici avanzati. Anche la connessione tra competenze sociali e di comunicazione e competenze di comunicazione rimarrà stabile a livelli elevati, confermando la crescente importanza delle soft skill in un contesto caratterizzato da interazioni complesse tra stakeholder scientifici, economici e normativi. Tuttavia, alcune relazioni mostrano un indebolimento. Il rapporto tra competenze verdi e competenze manageriali subirà una riduzione del -7,1%, suggerendo che, sebbene la sostenibilità diventerà sempre più centrale, la sua integrazione nelle strategie manageriali potrebbe non essere ancora pienamente sviluppata. Un'altra tendenza interessante riguarda la diminuzione della connessione tra competenze digitali e il lavoro con attrezzature specializzate (-5,6%), indicando che l'automazione ridurrà la necessità di un intervento umano diretto sulle macchine, con un passaggio sempre più marcato verso il controllo remoto e l'analisi dei dati operativi.

Per avere un quadro di dettaglio sui contenuti dei singoli nuclei di competenza è necessario indagare la traiettoria che assume la trasformazione degli skillset all'interno di ciascuno dei tre comparti caratteristici del biotech.

Comparto agro-alimentare e zootecnico

Entro il 2035, il comparto agroalimentare e zootecnico subirà una trasformazione significativa, guidata da digitalizzazione, automazione e strategie di sostenibilità. Secondo i dati del modello predittivo, l'industrializzazione dei processi accelererà l'adozione di strumenti digitali e la gestione automatizzata delle risorse, riducendo il ruolo delle attività manuali tradizionali. Probabilmente questo cambiamento ridefinirà le competenze richieste, rafforzando ambiti legati alla tecnologia e alla sostenibilità, mentre diminuirà l'importanza delle competenze operative tradizionali.

Tra i nuclei di competenza in maggiore crescita si evidenzia l'aumento dell'importanza delle competenze verdi, che diventeranno fondamentali nella gestione agricola e zootecnica, con un focus sull'uso efficiente delle risorse, il riciclo dei sottoprodotti e la riduzione dell'impatto ambientale. L'adozione di pratiche di economia circolare richiederà una maggiore specializzazione nella trasformazione degli scarti agricoli, rendendo queste competenze centrali per l'innovazione e lo sviluppo del settore.

Parallelamente, si assisterà ad un calo dell'importanza delle competenze legate all'uso di attrezzature e macchinari specializzati, in particolare per quanto riguarda l'impiego di strumenti agricoli manuali e la gestione operativa dei macchinari tradizionali, a favore della gestione e supervisione da remoto di sistemi automatizzati per coltivazione, monitoraggio e allevamento. La capacità di interpretare dati e ottimizzare i processi tramite software e strumenti digitali sostituirà progressivamente l'impiego diretto di trattori, seminatrici e macchine per il raccolto. Di conseguenza, le competenze di base tradizionali perderanno importanza, mentre diventerà essenziale l'uso di strumenti digitali per l'analisi dei dati, rendendo la digital literacy una competenza chiave per il settore.

Tabella 2 - Competenza in crescita e decrescita nel comparto agroalimentare e zootecnico

Competenza in crescita	2025	2035	Variazione
Gestione dei sistemi digitali per l'agricoltura di precisione	60	90	+50,0%
Sicurezza dei dati per la tracciabilità alimentare	65	95	+46,2%
Monitoraggio e controllo automatizzato delle filiere produttive	55	80	+45,5%
Certificazione e conformità alle normative sulla sostenibilità	70	100	+42,9%
Analisi e gestione dei dati ambientali per la sostenibilità	50	75	+42,0%

Competenza in decrescita	2025	2025	Variazione
Uso di attrezzature agricole	70	55	-21,4%
Tecniche di produzione	65	48	-20,2%
Gestione del magazzino	55	40	-20,1%
Competenze operative non specializzate	50	35	-20,0%
Competenze di base	60	50	-16,7%

Queste dinamiche avranno un impatto trasversale su tutte le aree professionali del comparto agroalimentare e zootecnico, portando a un riequilibrio delle competenze necessarie per ciascun ambito:

- Nelle attività di **produzione**, l'integrazione dei sistemi di monitoraggio basati su sensori e IA farà emergere la necessità di competenze per la gestione delle informazioni ambientali e per l'ottimizzazione dei parametri produttivi attraverso algoritmi di analisi predittiva. Il lavoro nei campi e negli allevamenti richiederà sempre meno la conoscenza diretta delle tecniche tradizionali di semina e allevamento, mentre aumenterà il peso delle competenze legate alla supervisione delle colture tramite droni e alla gestione delle piattaforme digitali di controllo della produzione.

L’evoluzione delle relazioni tra competenze (riassunta nella Tabella 3) **conferma la traiettoria di trasformazione osservata nell’analisi dell’importanza delle competenze**. La connessione tra le competenze digitali e le competenze di ragionamento si rafforzerà, segnando l’integrazione sempre più stretta tra capacità decisionali e analisi dei dati nel settore agricolo. Allo stesso tempo, la relazione tra competenze manageriali e competenze operative tradizionali si indebolirà, indicando che la gestione della produzione sarà sempre più basata su strumenti tecnologici e meno sulla supervisione diretta delle attività. Anche la connessione tra competenze sociali e marketing si trasformerà, con una riduzione dell’importanza della comunicazione tradizionale a favore dell’utilizzo di strumenti digitali per la promozione e la vendita dei prodotti agroalimentari.

Tabella 3 – Relazioni tra competenze in crescita e decrescita nel comparto agroalimentare e zootecnico

Relazione in crescita	2025	2035	Variazione
Analisi predittiva per la resa delle colture e gestione dei sistemi di irrigazione avanzata	55	80	+45,5%
Monitoraggio delle emissioni negli allevamenti e ottimizzazione dei sistemi di alimentazione	60	85	+41,7%
Utilizzo di piattaforme digitali per la gestione della supply chain e conformità agli standard di sostenibilità	65	85	+30,8%
Gestione dei software per l'agricoltura di precisione e interpretazione dei dati ambientali	70	90	+28,6%
Relazione in decrescita	2025	2025	Variazione
Supervisione diretta del lavoro agricolo e gestione operativa del personale	80	60	-25,0%
Uso di tecniche di vendita e promozione dei prodotti agroalimentari	75	55	-26,7%
Manutenzione dei macchinari agricoli e utilizzo di sensori per il monitoraggio delle colture	70	50	-28,6%
Organizzazione del magazzino basata su esperienza pratica e implementazione di software gestionali	65	45	-30,8%

Comparto biomedico e sanitario

L’evoluzione del comparto biomedico e sanitario fino al 2035 sarà fortemente influenzata dall’integrazione dell’IA, dalla crescente centralità della bioinformatica e della medicina personalizzata, dall’adozione di tecnologie avanzate per la diagnostica e la terapia, nonché dall’evoluzione delle competenze regolatorie e gestionali per rispondere alle nuove sfide sanitarie. La crescente digitalizzazione del settore comporterà un rafforzamento delle competenze nei sistemi di analisi e gestione dei dati clinici, con particolare attenzione alla sicurezza e alla protezione delle informazioni sanitarie. Le piattaforme per la gestione elettronica dei dati dei pazienti e i software per il supporto alle decisioni cliniche diventeranno strumenti essenziali per i professionisti del settore, richiedendo una maggiore padronanza degli strumenti di elaborazione e interpretazione delle informazioni sanitarie. Parallelamente, la diffusione di modelli di medicina basati su algoritmi di IA e di sistemi per la diagnosi automatizzata renderà sempre più importante la capacità di interagire con strumenti di supporto digitale alla pratica clinica, modificando radicalmente il ruolo di medici, tecnici e operatori sanitari.

L’evoluzione delle competenze si rifletterà in modo marcato nelle diverse aree professionali del comparto biomedico e sanitario:

- Nell’ambito della **ricerca clinica e pre-clinica**, il crescente impiego della bioinformatica applicata alla medicina di precisione porterà a un aumento della richiesta di competenze in modellazione computazionale di dati genomici e analisi predittiva per la personalizzazione delle terapie. L’integrazione tra tecnologie digitali e biologia renderà fondamentale la capacità di gestire dataset complessi, utilizzando strumenti avanzati di intelligenza artificiale per individuare correlazioni tra biomarcatori e risposte terapeutiche.
- Nell’area della **produzione e sviluppo di farmaci e dispositivi medici**, l’adozione di processi di automazione e robotica per la produzione farmaceutica ridurrà la necessità di competenze legate alla formulazione e preparazione tradizionale dei farmaci, mentre crescerà la richiesta di figure in grado di programmare e controllare impianti robotizzati per la produzione di principi attivi e dispositivi biomedicali.
- Anche il settore della **regolamentazione e compliance sanitaria** subirà una trasformazione, con un aumento della domanda di professionisti capaci di navigare un quadro normativo sempre più complesso e internazionale. La conformità ai nuovi standard di validazione degli algoritmi di IA nel supporto clinico diventerà una componente cruciale della certificazione di nuovi strumenti diagnostici e terapeutici, richiedendo una maggiore interazione tra competenze regolatorie e conoscenze tecniche avanzate.

Il comparto vedrà anche una significativa evoluzione delle competenze trasversali, mentre alcune competenze tradizionali vedranno una progressiva riduzione della loro rilevanza. Le competenze sociali e di comunicazione acquisiranno una nuova centralità, con l’esigenza di gestire in modo efficace la relazione tra medico e paziente in un contesto sempre più digitale, in cui l’interazione non avviene più esclusivamente di persona, ma anche attraverso piattaforme di telemedicina e assistenza remota. La capacità di interpretare e spiegare i dati clinici derivanti da strumenti digitali sarà essenziale per garantire una comunicazione efficace con i pazienti e migliorare l’aderenza terapeutica. Parallelamente, l’importanza di alcune competenze tradizionali diminuirà con l’affermarsi di nuove tecnologie: la manualità nella somministrazione di test diagnostici standardizzati perderà importanza a fronte dell’automazione di molte procedure di laboratorio, mentre le competenze legate alla gestione amministrativa tradizionale delle cartelle cliniche saranno progressivamente sostituite dalla capacità di interagire con sistemi di gestione avanzati basati su cloud e su IA. La tabella seguente illustra le competenze per cui si attende una maggior variazione della rilevanza (sia in positivo che in negativo).

Tabella 4 - Competenza in crescita e decrescita nel comparto biomedico e sanitario

Competenza in crescita	2025	2035	Variazione
Analisi avanzata dei dati clinici per la medicina di precisione	60	90	+50,0%
Validazione degli algoritmi di intelligenza artificiale per la diagnostica	50	75	+50,0%
Sicurezza e protezione dei dati sanitari	65	95	+46,2%
Gestione dei sistemi di telemedicina e assistenza remota	55	80	+45,5%
Automazione e robotica nella produzione farmaceutica	70	100	+42,9%

Competenza in decrescita	2025	2035	Variazione
Supervisione diretta delle procedure di laboratorio	50	35	-30,0%
Gestione amministrativa tradizionale dei processi sanitari	55	40	-27,3%
Somministrazione di test diagnostici standardizzati	65	48	-26,2%
Gestione delle cartelle cliniche	70	55	-21,4%
Gestione burocratica della documentazione clinica	60	50	-16,7%

La trasformazione del comparto biomedico e sanitario sarà accompagnata anche da un’evoluzione nelle relazioni tra competenze. La connessione tra gestione della ricerca clinica e analisi avanzata dei dati diventerà sempre più forte, segnalando la crescente importanza della capacità di estrarre informazioni significative dai dataset clinici per personalizzare i trattamenti. La relazione tra competenze diagnostiche e utilizzo di strumenti digitali per l’interpretazione delle immagini si rafforzerà, poiché i professionisti sanitari dovranno sempre più spesso lavorare con strumenti di diagnostica assistita da IA, sviluppando capacità di validazione e interpretazione critica delle informazioni fornite dai software. D’altra parte, alcune relazioni tradizionali tra competenze si indeboliranno. Il legame tra esperienza clinica diretta e processo decisionale medico si ridurrà, poiché i professionisti si affideranno sempre più a strumenti di supporto alle decisioni basati su big data e modelli predittivi. Anche la relazione tra gestione amministrativa e pratiche burocratiche sanitarie perderà rilevanza, poiché i processi di digitalizzazione e automazione della documentazione ridurranno la necessità di competenze operative tradizionali in questo ambito. Le variazioni più significative tra competenze sono riassunte nella seguente tabella.

Tabella 5 – Relazioni tra competenze in crescita e decrescita nel comparto biomedico e sanitario

Relazione in crescita	2025	2035	Variazione
Validazione dei modelli di intelligenza artificiale e processo decisionale medico	55	80	+45,5%
Monitoraggio dei parametri sanitari da remoto e personalizzazione delle terapie	60	80	+33,3%
Utilizzo di strumenti di diagnostica digitale e interpretazione delle immagini mediche	65	79	+21,5%
Gestione della ricerca clinica e analisi avanzata dei dati	70	85	+21,4%

Relazione in decrescita	2025	2025	Variazione
Gestione tradizionale del paziente e utilizzo di piattaforme di telemedicina	65	45	-30,8%
Supervisione manuale delle operazioni di laboratorio e analisi diagnostica	70	50	-28,6%
Gestione amministrativa e pratiche burocratiche sanitarie	75	55	-26,7%
Esperienza clinica diretta e processo decisionale medico	80	60	-25,0%

Comparto industria e ambiente

L'evoluzione del comparto industriale e ambientale fino al 2035 sarà guidata da tre fattori principali: l'automazione avanzata dei processi produttivi, la crescente necessità di gestione sostenibile delle risorse e l'innovazione nei materiali e nei sistemi di economia circolare. Di conseguenza, le competenze legate all'ottimizzazione dei processi industriali tramite strumenti digitali cresceranno in modo esponenziale, riflettendo la necessità di rendere più efficienti e automatizzate le catene di produzione. L'integrazione di sistemi IoT per il monitoraggio degli impianti e l'utilizzo di software di analisi predittiva permetteranno di ottimizzare l'efficienza produttiva e ridurre il consumo energetico. La gestione dei dati ambientali assumerà un ruolo cruciale, con un'enfasi sulla capacità di monitorare le emissioni industriali e implementare strategie per la loro riduzione, in linea con le normative sempre più stringenti in materia di sostenibilità. L'innovazione nei materiali porterà all'aumento della domanda di competenze specialistiche nell'uso e sviluppo di materiali a basso impatto ambientale, con applicazioni che spaziano dalla bioingegneria ai materiali riciclati e bioplastici. Anche la gestione dei modelli di economia circolare nelle catene produttive diventerà una competenza centrale, poiché le aziende dovranno riorganizzare i propri processi per ridurre gli sprechi e massimizzare il riutilizzo delle risorse. La Tabella 6 presenta le variazioni più significative, sia in positivo che in negativo, in termini di importanza delle competenze per il comparto industria e ambiente.

All'interno delle diverse aree professionali del comparto, queste trasformazioni si manifesteranno in modo specifico:

- Nelle attività di **produzione industriale**, le competenze legate alla manutenzione manuale delle macchine e alla gestione operativa tradizionale delle linee produttive perderanno progressivamente di importanza, sostituite dalla necessità di supervisionare e ottimizzare impianti automatizzati e programmare robot per la produzione avanzata. Anche la gestione operativa del magazzino subirà una profonda trasformazione, con un calo delle competenze legate all'organizzazione fisica delle scorte e alla logistica tradizionale, a favore dell'integrazione di sistemi digitali per la gestione in tempo reale della supply chain.
- Nel settore **ambientale e della gestione delle risorse**, la capacità di analizzare dati ambientali per il monitoraggio e la riduzione delle emissioni diventerà fondamentale, mentre l'approccio tradizionale alla gestione dell'impatto ambientale, basato su modelli di conformità normativa standard, sarà progressivamente superato dall'utilizzo di strumenti predittivi e sistemi avanzati di reporting ambientale.
- Anche nell'ambito della **ricerca e sviluppo**, l'innovazione nei materiali avrà un ruolo determinante. Le competenze relative all'utilizzo di materiali convenzionali e alle tecniche di produzione tradizionali perderanno rilevanza, mentre crescerà la domanda di esperti in progettazione e testing di materiali innovativi con caratteristiche di maggiore sostenibilità ed efficienza energetica. L'applicazione di modelli di economia circolare nella produzione industriale richiederà inoltre una maggiore integrazione tra competenze di ingegneria, gestione dei rifiuti e ottimizzazione dei processi produttivi.

Tabella 6 - Competenza in crescita e decrescita nel comparto industria e ambiente

Competenza in crescita	2025	2035	Variazione
Ottimizzazione dei processi industriali attraverso sistemi digitali	58	86	+48,3%
Implementazione di modelli di economia circolare nelle catene produttive	53	72	+35,8%
Gestione dei dati ambientali per il monitoraggio delle emissioni	57	74	+29,8%
Utilizzo di materiali innovativi per la sostenibilità	65	80	+23,0%
Automazione e robotica nella produzione industriale	78	93	+19,2%

Competenza in decrescita	2025	2025	Variazione
Supervisione dei processi di controllo qualità	52	37	-27,0%
Gestione operativa del magazzino	61	48	-21,3%
Manutenzione dei macchinari industriali	60	49	-18,3%
Gestione delle linee di produzione	69	58	-15,9%
Tecniche di smaltimento rifiuti	54	46	-14,8%

L'evoluzione del comparto porterà anche a un cambiamento delle relazioni tra competenze, come illustrato nella seguente tabella. La connessione tra ottimizzazione digitale dei processi produttivi e gestione della sostenibilità si rafforzerà notevolmente, indicando che il miglioramento dell'efficienza industriale e la riduzione dell'impatto ambientale saranno sempre più integrati. Allo stesso modo, la relazione tra automazione della produzione e gestione avanzata della supply chain crescerà, poiché le aziende adotteranno modelli produttivi basati su sistemi digitalizzati e analisi predittiva della domanda. Contestualmente, come per gli altri comparti, alcune relazioni tradizionali si indeboliranno. Il legame tra gestione operativa manuale della produzione e supervisione manageriale diventerà meno rilevante, segnalando che la leadership nella produzione industriale si sposterà verso competenze di gestione basate sui dati, piuttosto che sul controllo diretto delle operazioni. Anche la connessione tra smaltimento dei rifiuti e processi di produzione tradizionali si ridurrà, poiché le aziende adotteranno soluzioni più avanzate per la riduzione degli scarti e il recupero delle risorse.

Tabella 7 – Relazioni tra competenze in crescita e decrescita nel comparto industria e ambiente

Relazione in crescita	2025	2035	Variazione
Sviluppo di materiali innovativi e integrazione dell'economia circolare	63	91	+44,4%
Automazione della produzione e gestione avanzata della supply chain	58	80	+37,9%
Analisi dei dati ambientali e strategie di riduzione delle emissioni	68	79	+16,2%
Ottimizzazione digitale dei processi produttivi e gestione della sostenibilità	59	68	+15,3%

Relazione in decrescita	2025	2025	Variazione
Smaltimento dei rifiuti e processi di produzione tradizionali	65	45	-30,8%
Gestione amministrativa delle risorse umane	70	50	-28,6%
Controllo qualità	75	55	-26,7%
Gestione operativa della produzione e supervisione manageriale	80	60	-25,0%

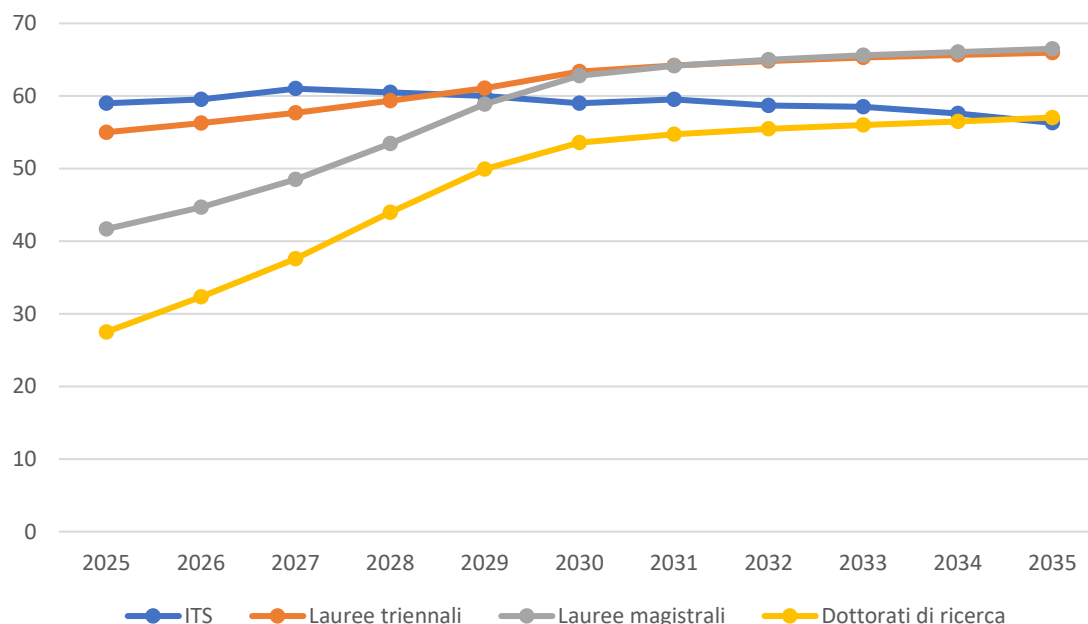
3.2 Gli effetti dell'evoluzione: mismatch, obsolescenza e nuove professioni

3.2.1 Mismatch in ingresso nel mondo del lavoro

L'evoluzione così rapida degli skillset nel settore biotech sta generando un impatto significativo sulla capacità delle persone di rispondere alle mutate esigenze delle imprese. L'evoluzione rapida degli skillset nel biotech ha un impatto più marcato rispetto ad altri settori, poiché si tratta di un **comparto di avanguardia**, dove l'innovazione tecnologica si intreccia con trasformazioni globali accelerate. La continua introduzione di nuove tecnologie e metodologie impone un adattamento costante, rendendo i profili professionali sempre più complessi e interdisciplinari. Per esempio, oggi un ricercatore biomedico non può limitarsi alle sole competenze biologiche e chimiche, ma deve padroneggiare strumenti tecnologici avanzati. Allo stesso modo, un esperto di produzione industriale deve integrare competenze su automazione, economia circolare ed efficienza energetica.

Il ritmo dell'innovazione tecnologica imprime una tale velocità alla trasformazione di skillset che il sistema educativo e della formazione professionale non sono in grado di seguire, generando un divario crescente tra le competenze fornite dai percorsi formativi e quelle richieste dal mercato (skill mismatch). A differenza di altri settori, dove i cambiamenti sono più gradualmente, nel biotech l'obsolescenza delle competenze avviene con rapidità, rendendo sempre più difficile per le aziende trovare risorse qualificate e per i giovani laureati entrare nel mondo del lavoro con skill adeguate. Il modello predittivo rende possibile una valutazione quantitativa del mismatch attraverso un confronto tra gli SkillGraph® delle 122 professioni oggetto di indagine e quelli prodotti in uscita dai percorsi offerti dagli istituti tecnici superiori (ITS) e quelli universitari (triennali, magistrali e di dottorato) normalmente riferiti a quei profili (vedi sezione 5.7 dell'allegato metodologico). La valutazione quantitativa è resa possibile dalla rappresentazione reticolare che SkillGraph® fa degli skillset e dalla possibilità di utilizzare operazioni matematiche avanzate di confronto tra i reticoli di competenze propri di studenti in uscita dai percorsi ITS ed universitari, il cui aggiornamento nel corso degli anni è reso decisamente difficoltoso dal processo burocratico interno agli atenei, e quelli necessari per occupare una delle 122 professioni oggetto di indagine che invece si trasformano rapidamente in risposta ai trend identificati. L'indice di mismatch calcolato è presentato nella Figura 16, differenziando per tipo di istruzione terziaria.

L'andamento complessivo mostra un aumento generale del mismatch nel tempo, ma con differenze significative tra i percorsi offerti dagli ITS e quelli delle lauree triennali, lauree magistrali e dottorati di ricerca. Dal grafico si evince come il mismatch sarà **inizialmente più alto per le lauree triennali**, seguito da magistrali e dottorati, ma nel tempo il divario si ridurrà, con una tendenza alla convergenza tra magistrali e dottorati a partire dal 2030. Questo fenomeno riflette la difficoltà crescente anche per i titoli accademici avanzati nel mantenere l'allineamento con le competenze richieste dal settore biotech, a causa della rapida innovazione. Le lauree triennali, offrendo una preparazione meno specialistica, partono da un livello di mismatch più alto ma cresceranno a un ritmo più contenuto, mentre per le magistrali e i dottorati il mismatch aumenta più rapidamente, con un picco tra il 2029 e il 2030, periodo di forte innovazione tecnologica e trasformazioni nel mercato del lavoro. In questo biennio si prevede, infatti, che l'introduzione di nuove tecnologie e metodologie nel settore biotech raggiunga un ritmo tale da esacerbare il divario tra le competenze attualmente possedute e quelle richieste dalle imprese. Durante questo periodo, i programmi accademici, soprattutto per i titoli avanzati, probabilmente faticeranno a stare al passo con le innovazioni, generando un aumento temporaneo del mismatch.

Figura 16- Andamento dell'indice di mismatch per i diversi livelli di istruzione superiore

Dal 2030 in poi, il tasso di crescita del mismatch tende a stabilizzarsi, con una minore differenza tra i vari livelli di istruzione. Questo può essere attribuito ad un adattamento del sistema formativo, che progressivamente introdurrà nuove competenze nei programmi accademici, e a una maggiore risposta delle imprese attraverso strategie di reskilling e upskilling interne. Tuttavia, il mismatch rimarrà elevato, segnale che la velocità di aggiornamento delle competenze richieste dal settore biotech continua a superare la capacità del sistema educativo di adattarsi.

Un aspetto particolarmente interessante è l'andamento del mismatch per i percorsi ITS. Il mismatch nei percorsi ITS è inizialmente più alto rispetto a quello universitario, pur tuttavia nel corso dei prossimi 10 anni, grazie alla loro flessibilità e approccio pratico, verrà facilitato l'allineamento con le esigenze del mercato del lavoro rispetto agli altri percorsi di istruzione superiore. Sebbene più stabile, questo percorso subisce comunque pressioni dovute all'accelerazione dell'innovazione e alla crescente complessità delle competenze richieste.

Per comprendere in modo più dettagliato quali nuclei di competenza e relazioni contribuiscano maggiormente al fenomeno del mismatch, è possibile analizzarne l'impatto all'interno di quattro macro-gruppi funzionali, definiti a partire dalle 10 aree funzionali attive nelle imprese biotech (vedi sezione 2.3.1).⁶²

Strategia e governance

L'analisi predittiva mostra che il mismatch è maggiormente influenzato da competenze digitali, sociali e di comunicazione, in materia di informazione e manageriali. La prima macro-area, Strategia e Governance, include professioni legate alla gestione strategica, amministrativa, regolatoria e al controllo di gestione. Qui l'integrazione crescente tra competenze manageriali, digitali e analitiche sta amplificando il mismatch, soprattutto nei ruoli decisionali.

L'analisi predittiva per le professioni di questa area funzionale evidenzia come la trasformazione digitale e l'uso avanzato dei dati ridefiniranno la governance nel biotech, richiedendo maggiore capacità di analisi, gestione strategica e comunicazione interdisciplinare, nonché una familiarità con le nuove tecnologie. Le competenze di ragionamento emergono come un altro nucleo chiave, confermando la crescente esigenza di pensiero critico, capacità di analisi e pianificazione strategica nel settore biotech. Questo trend è coerente con la complessità crescente della governance e della regolamentazione nel settore.

I trend osservati nella variazione di importanza dei nuclei di competenze per questa area funzionale sono confermati dall'analisi della variazione dei legami tra competenze. Il legame tra competenze digitali e di ragionamento sarà sempre più forte, segnalando la necessità di professionisti capaci di usare strumenti avanzati per l'analisi strategica e decisionale. La relazione tra competenze sociali e di comunicazione evidenzia l'importanza attesa della trasmissione chiara di informazioni sia all'interno delle organizzazioni che nei rapporti con stakeholder esterni. Anche l'integrazione tra competenze manageriali e competenze in materia di informazione conferma il crescente utilizzo dei dati per supportare le decisioni aziendali. Un altro aspetto rilevante è la connessione tra competenze di ricerca e digitali, che riflette l'impatto della trasformazione digitale anche nella gestione della conoscenza e della regolamentazione. L'uso di software avanzati per la modellizzazione dei dati e la simulazione sperimentale richiede un aggiornamento continuo delle competenze nei ruoli di governance. Infine, la relazione tra collaborazione, creatività e competenze di comunicazione sottolinea l'importanza di lavorare in team multidisciplinari per affrontare le sfide crescenti del settore biotech.

Mercato e accesso

Per la macro-area Mercato e Accesso, il mismatch di competenze sociale e comunicative sarà più marcato rispetto alle altre aree funzionali. L'area Mercato e Accesso comprende le professioni legate del marketing, delle vendite e delle strategie commerciali, profondamente trasformate dall'innovazione digitale e dai modelli data-driven. L'aumento della richiesta di competenze analitiche, comunicative e di gestione delle reti commerciali ha ampliato il divario tra le skill disponibili e quelle richieste dal mercato. L'analisi del macrogruppo Mercato e Accesso mostra un mismatch più marcato nelle competenze di comunicazione, sociali e di comunicazione e collaborazione e creatività, rispetto alla Strategia e Governance. Questo evidenzia l'importanza della comunicazione, del networking e della negoziazione nel marketing e nelle vendite, dove le relazioni con clienti, partner e istituzioni sono più centrali rispetto ai ruoli manageriali e strategici.

Le competenze di comunicazione sono centrali anche nelle variazioni di connessioni tra nuclei di competenze. La relazione tra Competenze Sociali e di Comunicazione e Collaborazione e Creatività diventerà particolarmente intensa, sottolineando l'importanza delle soft skills avanzate nella gestione delle relazioni con clienti, stakeholder e istituzioni. La capacità di negoziare, costruire reti e coinvolgere il pubblico attraverso strategie innovative sarà un fattore determinante per il successo delle aziende biotech in un mercato sempre più competitivo e interconnesso. Anche la connessione tra Competenze di Comunicazione e Competenze Manageriali è significativa, riflettendo la necessità di una leadership efficace nella gestione delle strategie di mercato e vendita. Le figure professionali di quest'area devono padroneggiare strumenti digitali, guidare team multidisciplinari e costruire relazioni strategiche con partner e istituzioni. Infine, le Competenze di Ricerca e Digitali risultano più rilevanti rispetto alla Strategia e Governance, indicando che la raccolta e l'analisi dei dati non sono più prerogative esclusive dell'area scientifica, ma elementi essenziali anche nei ruoli commerciali.

Ricerca e innovazione

La macro-area di Ricerca e Innovazione, che comprende le professioni della ricerca pre-clinica, clinica e del trasferimento tecnologico, sta vivendo una trasformazione profonda a causa del rapido progresso delle biotecnologie. La crescente integrazione tra scienza, tecnologia e gestione dell'innovazione ha aumentato la domanda di competenze specialistiche in bioinformatica, intelligenza artificiale applicata alla ricerca e nuove metodologie sperimentali. Le competenze digitali risulteranno ancora più centrali rispetto ad altri macrogruppi, confermando il ruolo fondamentale della digitalizzazione nell'innovazione biotech, attraverso l'uso di big data e strumenti avanzati di analisi. Tuttavia, emergerà un mismatch significativo nelle competenze di ragionamento e nelle competenze in materia di informazione, segnalando criticità nell'analisi e interpretazione dei dati di ricerca, aspetti essenziali per garantire competitività e accuratezza scientifica. Le competenze di ricerca sono tra le più rilevanti, mentre l'integrazione della sostenibilità nella ricerca biotech aumenterà il mismatch nelle competenze verdi, evidenziando un divario tra la transizione ecologica e le competenze attualmente disponibili. Anche le competenze manageriali assumeranno un peso crescente, a dimostrazione della necessità di una solida gestione dei progetti di ricerca e del trasferimento tecnologico verso l'industria.

Infine, la relazione tra competenze di ricerca e digitali assumerà un valore ancora più elevato rispetto ad altri macrogruppi, confermando che il futuro della ricerca biotech sarà sempre più guidato dall'interazione tra scienza e tecnologia. Il mismatch in questo ambito non riguarda solo la comunicazione o la gestione dei dati, come nel Mercato e Accesso, ma soprattutto la capacità di trasformare i progressi scientifici in soluzioni tecnologiche concrete, creando nuove sfide per la formazione e l'aggiornamento della forza lavoro nel settore.

Produzione e sviluppo

Complessivamente, il mismatch in questa macro-area è meno focalizzato sulla ricerca e sull'analisi dei dati e più sull'interazione tra competenze digitali, operative e manageriali, evidenziando il bisogno crescente di professionisti capaci di coniugare conoscenze tecniche con la gestione strategica dell'innovazione industriale. La macro-area **Produzione e Sviluppo** comprende infatti le professioni legate alla produzione industriale e alla gestione dello sviluppo tecnologico, profondamente trasformate dall'automazione e dall'integrazione delle competenze digitali. L'adozione diffusa di tecnologie avanzate e robotica ha ridotto l'importanza delle competenze operative tradizionali, favorendo invece la gestione della produzione, la sostenibilità e il controllo qualità basato su sistemi intelligenti.

In Produzione e Sviluppo emerge la necessità di integrare le competenze digitali con quelle tecniche e produttive, a conferma dell'evoluzione dei processi industriali nel biotech. Questa area quindi differente dalle altre, dove il mismatch riguarda maggiormente la digitalizzazione e la gestione dell'informazione. La crescente digitalizzazione impone agli operatori e ai tecnici non solo di possedere competenze tecniche tradizionali, ma anche di gestire dati e interagire con strumenti digitali. Il mismatch nelle competenze di ricerca è meno accentuato rispetto alla Ricerca e Innovazione, poiché qui la ricerca applicata ha un peso inferiore rispetto all'industrializzazione dei processi, pur rimanendo rilevante per l'innovazione produttiva. Infine, le competenze verdi risultano meno rilevanti rispetto alla Ricerca e Innovazione, indicando che, pur essendo la sostenibilità un tema centrale, il suo impatto diretto sulla produzione è meno marcato. Tuttavia, l'integrazione di principi di economia circolare e la riduzione dell'impatto ambientale rimangono aspetti chiave per il futuro del settore.

3.2.2 Obsolescenza delle competenze

Il settore del biotech, essendo un comparto d'avanguardia, sarà interessato da un alto livello di obsolescenza per molti dei suoi profili. L'evoluzione del settore biotech non solo crea nuove opportunità, ma impone un rapido aggiornamento delle competenze. Il mismatch tra competenze richieste e disponibili complica il reclutamento e impatta anche la forza lavoro già impiegata, rendendo più difficili le transizioni di carriera e aumentando il rischio di obsolescenza, vale a dire il deperimento funzionale di una competenza determinato da eventi esogeni. Tradizionalmente, sono le competenze tecniche ad essere maggiormente soggette ad obsolescenza, poiché esse invecchiano a seconda della durata dei cicli di innovazione tecnologica, che, come visto nel Capitolo 1, sono sempre più brevi nel campo delle biotecnologie. Ambiti come la produzione e la gestione operativa sono profondamente trasformati dall'automazione e dall'IA. Anche nella ricerca e sviluppo, l'innovazione impone un aggiornamento costante per mantenere la competitività professionale.

Il modello predittivo permette di condurre una analisi dettagliata di quali siano le professioni, tra le 122 considerate, maggiormente esposte ai rischi di obsolescenza. L'adozione dello SkillGraph® infatti consente di calcolare in modo strutturato l'indice di obsolescenza per ciascuna professione analizzata, attraverso la riduzione di importanza delle competenze e delle loro relazioni all'interno dei nuclei di competenza (vedi sezione 5.7). Questo approccio permette di individuare le skill destinate a diventare obsolete e di misurare l'indebolimento delle loro relazioni, evidenziando i profili professionali più a rischio tra il **2025 e il 2035**. Questo di quali siano i fattori che determinano questa evoluzione sarà fondamentale per sviluppare strategie efficaci di reskilling e upskilling, garantendo così la sostenibilità della forza lavoro nel settore biotech nel lungo periodo

L'analisi evidenzia una variazione significativa nella velocità di obsolescenza tra le professioni, con un'accelerazione maggiore nei ruoli legati alla digitalizzazione, alla gestione dei dati e alla robotizzazione industriale. I tassi più elevati si registrano per il Brand & Customer Experience Manager (33%), il Computational Chemist (30%) e il Bioinformatics Researcher (26%), indicando che il rapido avanzamento nella ricerca, nell'analisi dei dati e nell'adozione di tecnologie digitali trasformerà profondamente queste figure. Ciò significa che, secondo i dati del modello, le competenze attuali associate a queste professioni rischiano di diventare superate o insufficienti per rispondere alle nuove esigenze del mercato del lavoro. In particolare, le professioni legate alla gestione dell'esperienza del cliente subiscono un'evoluzione accelerata, riflettendo la crescente importanza della personalizzazione e dell'intelligenza artificiale nei processi decisionali.

Tabella 8 - Professioni maggiormente esposte al rischio di obsolescenza

Profilo	Nuclei di competenza soggetti ad obsolescenza	Rischio di obsolescenza
Brand & Customer Experience Manager	Competenze in obsolescenza: - Gestione tradizionale dei canali di marketing - Analisi qualitativa della customer experience - Segmentazione di mercato basata su modelli statici Relazioni in obsolescenza: - Gestione dei canali di marketing ↔ Segmentazione di mercato basata su modelli statici - Analisi qualitativa della customer experience ↔ Metodologie di customer journey tradizionali	33%

Profilo	Nuclei di competenza soggetti ad obsolescenza	Rischio di obsolescenza
Computational Chemist	Competenze in obsolescenza: ▪ Tecniche tradizionali di simulazione molecolare ▪ Uso di software di modellazione non basati su IA ▪ Metodi classici di screening di composti chimici Relazioni in obsolescenza: ▪ Tecniche tradizionali di simulazione molecolare ↔ Uso di software di modellazione non basati su IA ▪ Metodi classici di screening di composti chimici ↔ Analisi manuale dei risultati di screening	30%
Bioinformatics Researcher	Competenze in obsolescenza: ▪ Analisi di sequenze genomiche senza IA ▪ Utilizzo di database non interoperabili ▪ Metodologie di analisi non scalabili per big data Relazioni in obsolescenza: ▪ Analisi di sequenze genomiche senza IA ↔ Utilizzo di database non interoperabili ▪ Metodologie di analisi non scalabili per big data ↔ Strumenti di visualizzazione tradizionali	26%
Business Insight Analyst	Competenze in obsolescenza: ▪ Modelli predittivi basati su dati storici ▪ Analisi di mercato senza automazione ▪ Reportistica manuale non interattiva Relazioni in obsolescenza: ▪ Modelli predittivi basati su dati storici ↔ Analisi di mercato senza automazione ▪ Reportistica manuale non interattiva ↔ Gestione dei dati in fogli di calcolo	26%
Health Economics Specialist	Competenze in obsolescenza: ▪ Valutazione economica con metodi tradizionali ▪ Uso limitato di dati in tempo reale ▪ Analisi dell'impatto sanitario senza IA Relazioni in obsolescenza: ▪ Valutazione economica con metodi tradizionali ↔ Dati statici ▪ Analisi dell'impatto sanitario senza IA ↔ Modelli di previsione lineari	24%
Computational Chemist	Competenze in obsolescenza: ▪ Tecniche tradizionali di simulazione molecolare ▪ Uso di software di modellazione non basati su IA ▪ Metodi classici di screening di composti chimici Relazioni in obsolescenza: ▪ Tecniche tradizionali di simulazione molecolare ↔ Uso di software di modellazione non basati su IA ▪ Metodi classici di screening di composti chimici ↔ Analisi manuale dei risultati di screening	30%

Rispetto alla rilevazione del 2022, il tasso di obsolescenza è aumentato in quasi tutte le professioni, con un'accelerazione più marcata nei ruoli digitali e nella ricerca. Il Health Economics Specialist, ad esempio, è passato dal 20% nel 2022 al 24% nel 2035, riflettendo l'impatto delle evoluzioni normative e dell'analisi economica avanzata nelle decisioni sanitarie. Anche i Data Scientist e Big Data Analyst registrano un incremento dell'obsolescenza, poiché l'adozione di modelli predittivi sempre più sofisticati sta rendendo rapidamente obsolete alcune competenze tecniche, richiedendo un aggiornamento costante.

D'altro canto, si osservano differenze rilevanti tra le aree professionali, con alcune che mostrano una maggiore stabilità rispetto ad altre. Le professioni di regulatory & compliance o legate agli affari legali, come il Legal Intellectual Property Affairs Manager o il Governmental Affairs & Pricing Reimbursement Specialist, pur subendo un certo grado di trasformazione, presentano un rischio di obsolescenza più contenuto (attorno al 12-14%). Questo indica che, sebbene la digitalizzazione e le nuove normative stiano modificando il modo in cui queste figure operano, la struttura fondamentale delle loro competenze rimane più stabile rispetto ad altri ambiti. Diverso è il caso delle professioni nell'area della produzione e sviluppo, dove l'impatto dell'automazione industriale, della robotica e della gestione avanzata della supply chain ha accelerato l'obsolescenza di skill legate alla gestione tradizionale degli impianti e dei flussi produttivi. Profili come il Warehouse Manager o il Production Worker mostrano una crescita del rischio di obsolescenza rispetto alla rilevazione precedente, indicando che le competenze manuali e operative saranno sempre più integrate con sistemi di automazione intelligente.

3.2.3 Nuove professioni del biotech

L'evoluzione delle competenze nel settore biotech non si limita a una trasformazione graduale dei profili professionali esistenti, ma può portare alla nascita di nuove professioni, ridefinendo intere categorie lavorative. Quando il cambiamento delle competenze è così marcato da modificare la struttura stessa delle professioni, si verificano fenomeni di trasformazione macroscopica, che il nostro modello predittivo identifica in tre dinamiche principali: distacco, fusione e ibridazione (vedi sezione 5.7).

Il distacco si verifica quando un sottoinsieme delle competenze di una professione esistente acquisisce una tale rilevanza da determinare la nascita di una nuova figura specializzata. Questo fenomeno è comune nei ruoli ad alto contenuto tecnologico e scientifico, dove l'adozione di strumenti avanzati e l'interazione con nuove discipline richiedono una maggiore specializzazione. Ad esempio, il Bioinformatics Researcher si evolverà nel Genomic Data Analyst, esperto nell'analisi genomica tramite IA. Allo stesso modo, il Computational Chemist darà origine al Molecular Simulation Engineer, una figura specializzata nella simulazione molecolare avanzata assistita dall'AI per la progettazione di farmaci e biomateriali innovativi.

La seguente tabella presenta una lista delle nuove professioni che, secondo le stime del modello predittivo, nasceranno entro il 2035 per distacco.

Tabella 9 - Nuove professioni per distacco

Nuova professione	Professione di origine	Nuclei di competenza
Genomic Data Analyst	Bioinformatics Researcher	Competenze di distacco: - Analisi genomica avanzata - Machine Learning applicato alla bioinformatica - Data integration Relazioni di distacco: - Analisi di sequenze genomiche ↔ IA per modelli predittivi
Molecular Simulation Engineer	Computational Chemist	Competenze di distacco: - Simulazione molecolare predittiva - IA per la modellazione chimica, - Data-driven compound screening Relazioni di distacco: - Modelli tradizionali di simulazione molecolare ↔ Intelligenza Artificiale per screening avanzati
NeuroMarketing Biotech Specialist	Brand & Customer Experience Manager	Competenze di distacco: - Neuromarketing - Analisi biometrica - Psicologia comportamentale applicata al biotech Relazioni di distacco: - Segmentazione di mercato tradizionale ↔ Neuromarketing e dati biometrici

Diversamente, la fusione di due o più professioni avviene quando la digitalizzazione riduce le differenze tra ruoli, creando nuovi profili e portando alla progressiva scomparsa di quelli originali. Un esempio è la convergenza tra il Business Insight Analyst e il Digital Marketing Analyst, che darà origine al Biotech Market Intelligence Specialist, esperto nell’integrazione di analisi di mercato, machine learning e strategie digitali per modellare il comportamento dei consumatori biotech. Allo stesso modo, l’Health Economics Specialist, unendosi al Big Data Analyst, evolverà nel Predictive Health Economist, specializzato nell’uso di modelli predittivi avanzati per valutare in tempo reale l’impatto economico di nuove terapie e tecnologie sanitarie.

Tabella 10 - Nuove professioni per fusione

Nuova professione	Professione di origine	Nuclei di competenza
Biotech Market Intelligence Specialist	- Business Insight Analyst - Digital Marketing Analyst	Competenze di fusione: - Market intelligence basata su IA - Data analytics avanzato - Digital marketing predittivo Relazioni di distacco: - Analisi di mercato tradizionale ↔ Machine Learning per market insights
Predictive Health Economist	- Health Economics Specialist - Big Data Analyst	Competenze di fusione: - Health economics avanzata - Modelli predittivi di impatto sanitario - IA-driven decision making Relazioni di distacco: - Modelli economici tradizionali ↔ Big data in tempo reale per valutazioni sanitarie

Infine, l'ibridazione rappresenta un meccanismo in cui una professione evolve assorbendo competenze da altre discipline, senza perdere del tutto la propria identità originale. Questo fenomeno è particolarmente evidente nei ruoli di frontiera, dove l'intersezione tra biotecnologie, automazione e intelligenza artificiale sta creando figure professionali sempre più complesse. Il Computational Chemist, ad esempio, acquisirà competenze in machine learning e data science, trasformandosi in una figura sempre più orientata alla modellizzazione predittiva per la scoperta di nuovi farmaci. Analogamente, l'Automation Engineer incorporerà competenze di bioingegneria e robotica, evolvendo nel Biotech Automation Specialist, un professionista che progetta sistemi automatizzati per la produzione farmaceutica e la biofabbricazione.

Tabella 11 - Nuove professioni per ibridazione

Nuova professione	Professioni di origine	Nuclei di competenza
Biotech Automation Specialist	- Automation Engineer - Process Engineer	Competenze di ibridazione: - Automazione biotech - Robotica applicata ai processi farmaceutici - IA per il controllo qualità Relazioni di ibridazione: - Automazione industriale ↔ Processi biotech avanzati - Processi biotech avanzati ↔ Integrazione IA nella produzione
AI-Driven Computational Chemist	- Computational Chemist - AI Engineer	Competenze di ibridazione: - Machine Learning applicato alla chimica computazionale - Modellazione predittiva per drug discovery - Data-driven molecular screening Relazioni di ibridazione: - Chimica computazionale tradizionale ↔ IA per predizione molecolare - AI per predizione molecolare ↔ Analisi predittiva di dati chimici

L'analisi predittiva dimostra che il biotech sarà uno dei settori con la maggiore dinamicità professionale nei prossimi anni, con nuove figure che nasceranno e altre che si trasformeranno per adattarsi alle innovazioni scientifiche e tecnologiche. Il fenomeno del distacco porterà alla specializzazione di alcune professioni, la fusione darà vita a ruoli completamente nuovi, mentre l'ibridazione trasformerà profondamente le competenze richieste ai lavoratori esistenti. Comprendere questi processi è fondamentale per anticipare le esigenze del mercato e strutturare percorsi di formazione e aggiornamento che garantiscano una forza lavoro sempre allineata alle sfide future del settore biotech.

Note

- 58. Commissione europea (2024), *ESCO*. Vedi: [link](#).
- 59. Joint Research Centre., *DigComp 2.2, The Digital Competence framework for citizens: with new examples of knowledge, skills and attitudes*. Vedi: [link](#).
- 60. European E-Competence Framework (e-CF). Vedi: [link](#).
- 61. The European Competence Framework for Researchers. Vedi: [link](#).
- 62. EY, Assobiotec (2022). *Quale futuro per le competenze del biotech?*. Vedi: [link](#).

4. Il futuro di lavoro e competenze: quattro punti di attenzione per il settore biotech

I dati e le tendenze emerse dallo studio mostrano come lavoro, professionalità e competenze nel settore biotech stiano attraversando una profonda trasformazione, destinata ad accelerare ulteriormente nei prossimi anni. La ricerca ha permesso di tratteggiare un'ontologia delle professioni del biotech, portando alla luce l'insieme delle professioni che caratterizzano un settore dal perimetro talvolta sfumato. Questo rappresenta un primo risultato significativo, di cui possono beneficiare tanto gli operatori del settore quanto i talenti che vedono nel biotech un'opportunità per il proprio percorso professionale.

Inoltre, delineando l'evoluzione futura della domanda di lavoro, le competenze associate alle diverse professioni, e le dinamiche di trasformazione sottese alle professioni stesse, la ricerca ha inteso fornire elementi utili alle aziende biotech e a coloro che operano nel settore per orientarsi al meglio nel futuro, conoscere e prevenire gli effetti più dirompenti dei trend descritti, mitigare i rischi e sfruttare al massimo le future opportunità occupazionali.

Alla luce di quanto esposto nei precedenti capitoli, è possibile tratteggiare le seguenti **quattro linee di azione per le imprese italiane del biotech**.



1. Prioritizzare e dedicare le risorse necessarie alle **strategie di reclutamento** e alla **retention** dei lavoratori qualificati

Le previsioni rispetto all'aumento dello skill mismatch, della domanda di lavoro per la maggior parte dei profili del settore,⁶³ e delle professioni per cui si attende una domanda di lavoro in crescita (a fronte di una offerta di lavoro insufficiente) sono indicative delle difficoltà di reclutamento crescenti che le aziende del biotech si troveranno ad affrontare nei prossimi anni.

Come per altri settori, anche nel biotech si prefigura quindi una **competizione crescente e sempre più agguerrita per aggiudicarsi (e trattenere) i migliori talenti**. La forza lavoro qualificata diventerà una risorsa preziosa e di difficile reperimento: nel definire le proprie strategie di recruiting, le imprese del settore dovranno partire da questa consapevolezza. Per rafforzare il proprio posizionamento in questa "talent war", i datori di lavoro dovranno aumentare la propria attrattività come luogo di crescita professionale, promuovendo ambienti di lavoro dinamici, valorizzando le carriere tecniche, puntando su sistemi premianti legati all'innovazione e rafforzando i legami con reti formative e accademiche.

Allo stesso modo, anche le strategie di **retention** dei lavoratori dovranno essere potenziate, per esempio offrendo modalità di lavoro ibride e flessibili, e ponendo l'accento su temi quali il wellbeing e la separazione tra lavoro e vita privata, in particolare nel medio e lungo periodo, per venire incontro alle nuove priorità lavorative espresse dalla Gen Z.



2. Investire nel **reskilling e upskilling** della propria forza lavoro, sia per i lavoratori meno qualificati che per i profili tecnici specializzati, in un'ottica di formazione continua

Rispetto alla rilevazione precedente, la presente ricerca ha segnalato un aumento delle professioni sia in zona di opportunità occupazionale (alta crescita della domanda rispetto a una bassa offerta di occupati), che costituiscono il 12% del totale, che di rischio occupazionale (bassa crescita della domanda rispetto ad una alta offerta di occupati), che costituiscono il 53% del totale. Ciò significa che un lavoratore su 10 delle aziende biotech italiane sarà in possesso di competenze non più richieste dal proprio datore di lavoro, mentre si potrebbero riscontrare difficoltà di reclutamento per un lavoratore su due.

Alla luce di queste previsioni, le aziende biotech sono chiamate a prioritizzare gli **investimenti in formazione e riqualificazione del personale** (training e re-training). Se opportunamente formati, infatti, i lavoratori attualmente occupati in professioni a rischio occupazionale potranno rimanere o essere reinseriti nel mercato del lavoro. La formazione di questi lavoratori su specifiche competenze che caratterizzano le professioni in zona di opportunità occupazionale consentirà di sopperire, almeno in parte, alla carenza di lavoratori che si stima si verificherà per le professioni a più alta qualifica.

Anche per quanto riguarda i lavoratori altamente qualificati sarà necessario fare ricorso a iniziative di training e **aggiornamento periodico delle competenze** in un'ottica di formazione continua, affinché sia scongiurato il rischio di obsolescenza delle competenze dei profili tecnici, effetto del ritmo dell'innovazione tecnologica.⁶⁴ Le imprese sono perciò chiamate a sviluppare veri e propri ecosistemi formativi interni, capaci di supportare percorsi di upskilling e reskilling personalizzati, con moduli flessibili e integrabili nella pratica lavorativa quotidiana. A tal fine, l'uso di tecnologie di IA offre già oggi strumenti utili per monitorare (o addirittura prevedere) i fabbisogni formativi, l'analisi del potenziale individuale e la costruzione di percorsi adattivi di apprendimento.⁶⁵



3. Instaurare **relazioni più durature e strutturate** con enti del mondo dell'educazione terziaria, per ridurre il mismatch di ingresso nel mondo del lavoro

Il modello predittivo ha stimato un **aumento del mismatch** per tutti i corsi di studi (lauree triennali e magistrali, dottorati e ITS), principalmente come effetto dell'innovazione tecnologica continua che interesserà il settore. Ciò significa che, a tendere, le competenze possedute dagli studenti in procinto di entrare nel mondo del lavoro e quelle ricercate dai datori di lavoro nel campo delle biotecnologie saranno sempre più disallineate. Questo implica non solo maggiori difficoltà di reclutamento, ma anche un maggior investimento da parte delle aziende che, dopo l'assunzione, dovranno impiegare risorse per consentire al nuovo assunto di acquisire o sviluppare pienamente le competenze richieste dalla posizione ricoperta.

Le aziende del biotech e le associazioni di settore sono quindi chiamate a perseguire forme di **collaborazione con l'ecosistema della formazione e della ricerca** (università e istituti tecnici), al fine di aggiornare o sviluppare curricula di studio maggiormente in linea con i fabbisogni di competenze espressi dal mercato.⁶⁶ Una più stretta collaborazione gioverebbe anche agli atenei, che trarrebbero beneficio da un maggior allineamento dei curricula con i fabbisogni di settore in termini di occupabilità e placement dei propri laureati in uscita. Infine, rafforzare la sinergia tra operatori del settore e università, centri di ricerca, istituti tecnici ed enti di formazione è una leva fondamentale non solo per aumentare la disponibilità di profili adeguati, ma anche per facilitare il trasferimento tecnologico dal mondo della ricerca al mercato e per diffondere nel Paese una cultura dell'innovazione realmente condivisa.



4. Dotarsi di **strumenti predittivi di workforce planning** che permettano di anticipare i trend di occupazione e fabbisogno di competenze

La capacità delle imprese di intercettare i “segnali deboli” e anticipare i cambiamenti diventerà sempre più importante per mantenere un vantaggio competitivo. La ricerca evidenzia come molte delle professioni emergenti nel biotech siano ibride, frutto dell'incontro tra saperi tradizionali e nuove tecnologie. Questo fenomeno di ibridazione delle competenze è destinato a crescere, rendendo sempre più necessario per le aziende dotarsi di strumenti di workforce planning evoluto. Questi strumenti, basati su modelli predittivi avanzati, permettono di anticipare le tendenze del mercato del lavoro, identificare le competenze critiche per il futuro e impostare per tempo adeguate politiche di sviluppo delle risorse umane.⁶⁷ L'importanza di questi strumenti è ulteriormente sottolineata dalla rapida evoluzione del settore biotech, dove l'innovazione tecnologica e la crescente complessità delle competenze richieste rendono indispensabile una pianificazione strategica delle risorse umane. Le aziende che adotteranno questi strumenti saranno maggiormente in grado non solo di rispondere efficacemente alle sfide del mercato, ma anche di identificare ed attrarre i migliori talenti.

Note

63. Corrado Panzeri e Davide Skenderi (2024), *Rilanciare le scienze della vita in Italia: quali strategie - Agenda Digitale*, Agenda Digitale. Vedi: [link](#).
64. Camille J. Delebecque e Jim Philp (2019), *Education and Training for Industrial Biotechnology and Engineering Biology*, in *Engineering Biology* 3, fasc. 1.
65. Alexandrina Gomes et al. (2024), *Potential Impacts of Artificial Intelligence (AI) in Biotechnology*, in *Applied Sciences* 14, fasc. 24
66. Gruppo di Coordinamento Nazionale per la Bioeconomia (GCNB), *Piano d'azione aggiornato (2025-2027) per l'implementazione della strategia italiana per la Bioeconomia*. Vedi: [link](#).
67. Commissione europea (2024), *Building the future with nature: boosting biotechnology and biomanufacturing in the EU*. Vedi: [link](#)

Allegato metodologico

L'analisi predittiva dei cambiamenti strutturali in atto nel mercato del lavoro rappresenta oggi una sfida cruciale per il disegno di politiche industriali e formative efficaci, soprattutto in contesti ad alta intensità di innovazione come quello del biotech. Le trasformazioni indotte dai megatrend globali, dai mutamenti normativi, dalle transizioni tecnologiche e ambientali, insieme all'evoluzione delle logiche di produzione e dei modelli organizzativi, determinano una continua ristrutturazione delle filiere e una conseguente ridefinizione delle professioni e delle competenze associate.

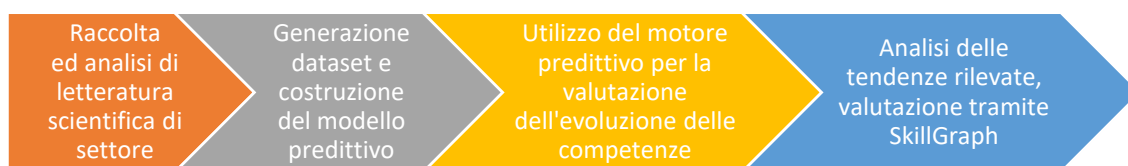
In questo scenario complesso e dinamico, le metodologie previsionali tradizionali basate sull'estrapolazione di serie storiche risultano spesso inadeguate a cogliere i meccanismi di trasformazione in corso. Diventa perciò necessario adottare un approccio predittivo che sia capace di **modellare la complessità dei sistemi socio-tecnici**, tenendo conto delle interazioni non lineari tra fattori esogeni e dinamiche settoriali, e che permetta di simulare scenari futuri verosimili e utili per la pianificazione.

Il presente annex metodologico documenta in modo sintetico ma rigoroso l'approccio utilizzato per la realizzazione del modello predittivo sull'evoluzione del mercato del lavoro nel settore biotech. A fronte della complessità degli strumenti impiegati – inclusi i modelli Fuzzy Cognitive Maps, i Large Language Models (LLM) fine-tuned e la modellazione tramite SkillGraph® – si è reso necessario strutturare una metodologia che potesse integrare fonti eterogenee, estrazione automatica della conoscenza e validazione umana. L'obiettivo è costruire una previsione robusta e utilizzabile, non solo su larga scala, ma anche per l'analisi di dettaglio su singole professioni e traiettorie formative.

La metodologia si basa su un approccio **data-driven** integrato con modelli cognitivi simulativi e tecniche di intelligenza artificiale. I dati, provenienti da fonti strutturate e non strutturate, sono stati rielaborati tramite algoritmi di NLP e modelli predittivi, per costruire una base coerente su cui elaborare analisi e scenari. A differenza delle precedenti edizioni dello studio, è stato impiegato un LLM fine-tuned su letteratura specializzata per automatizzare l'acquisizione di insight, con validazione human-in-the-loop.

Lo studio si propone di analizzare l'evoluzione delle professioni e dei relativi skillset nel settore biotech attraverso un approccio metodologico integrato e avanzato, che combina tecniche qualitative e quantitative.

Figura 17 - Il processo metodologico utilizzato



Il processo metodologico si articola in diverse fasi principali. La prima fase prevede la raccolta e l'analisi della letteratura scientifica di settore. Questa fase iniziale consiste nell'identificare, selezionare e analizzare in modo sistematico articoli scientifici, rapporti di settore, white papers e altre fonti rilevanti. Attraverso l'uso di modelli di linguaggio naturale (LLM), è stata realizzata un'analisi qualitativa delle fonti non strutturate, che ha consentito l'estrazione di informazioni quantitative sui principali trend e trasformazioni in atto nel settore. L'uso di strumenti LLM ha permesso di trarre vantaggio quantitativo anche dall'analisi di tipo qualitativo, sfruttando le capacità avanzate di elaborazione del linguaggio naturale offerte dalle nuove tecnologie di intelligenza artificiale generativa (GenAI).

Successivamente, utilizzando un motore di LLM istruito sulla base della letteratura identificata si è proceduto a generare un dataset sintetico⁶⁸ ed a costruire un modello predittivo attraverso tecniche di machine learning.

La generazione di un dataset sintetico rappresenta una delle principali innovazioni rispetto al precedente studio (2022). Invece di basarsi unicamente su workshop, si è adottata una simulazione automatica di profili professionali (oltre 80.000), costruiti a partire da dati aggregati ufficiali. Questi profili hanno alimentato un motore LLM, interrogato attraverso prompt mirati, rendendo il processo di raccolta delle percezioni più efficiente, replicabile e specifico. I risultati sono stati comunque validati attraverso revisione umana.

Utilizzando i risultati dell'analisi qualitativa, il modello LLM ha generato dati⁶⁹ che riflettono le dinamiche reali del settore biotech. Questo dataset, oltre a quelli strutturati reperiti in fase di analisi, è stato poi utilizzato per addestrare un modello predittivo, applicando algoritmi di machine learning avanzati come Random Forest, Support Vector Machine e reti neurali. Attraverso il modello predittivo così realizzato si è potuto analizzare e anticipare l'evoluzione della domanda di lavoro e delle competenze richieste nel settore biotech.

La terza fase ha previsto l'utilizzo del motore predittivo per la valutazione dell'evoluzione delle competenze nel settore biotech. Il motore predittivo, basato su analisi dei dati e algoritmi di machine learning, ha fornito previsioni dettagliate sulle tendenze future del mercato del lavoro e sulle competenze necessarie. Queste previsioni hanno supportato la comprensione di come le competenze richieste possano evolvere nel tempo e quali nuovi skillset possano emergere come cruciali per il settore.

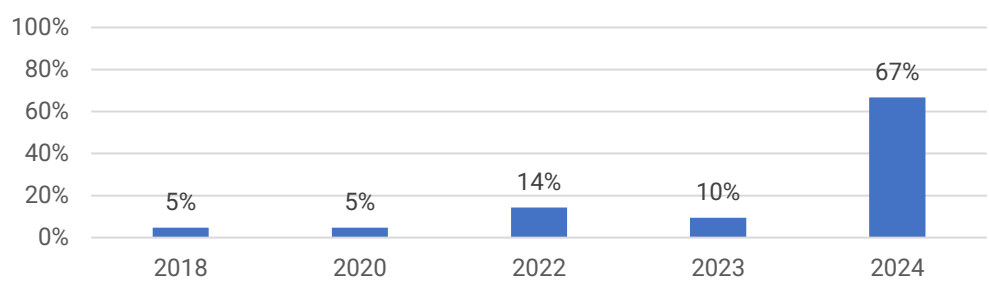
Infine, a partire dai dati in output dal modello predittivo è stata condotta un'analisi delle tendenze rilevate e una valutazione approfondita tramite SkillGraph®, una rappresentazione a rete che mette in evidenza non solo le singole competenze, ma anche il modo in cui queste competenze si co-attivano per abilitare l'esecuzione di performance lavorative. Utilizzando tecniche di *network analysis*, sono state identificate le competenze chiave e le loro interconnessioni critiche, permettendo una comprensione più dettagliata e visiva delle dinamiche delle competenze nel settore biotech. Questo approccio innovativo, che combina l'analisi qualitativa e quantitativa attraverso l'uso di tecnologie avanzate di IA generativa e machine learning, offre una prospettiva unica e approfondita sull'evoluzione delle professioni e dei skillset nel settore biotech, fornendo strumenti preziosi per la pianificazione strategica e lo sviluppo delle risorse umane.

5.1 Desk research

La costruzione del dataset sintetico è stata preceduta da un'approfondita attività di desk research, finalizzata a raccogliere evidenze quantitative e qualitative sull'evoluzione del settore biotech. Le fonti analizzate includono report di settore, documentazione scientifica, banche dati istituzionali e pubblicazioni specialistiche. L'obiettivo era identificare variabili rilevanti, trend emergenti e strutture occupazionali per costruire un modello rappresentativo della forza lavoro.

La fase di desk research ha permesso di raccogliere e analizzare un corpus articolato di documenti rilevanti ai fini della costruzione del modello predittivo del settore biotech. Complessivamente, sono stati esaminati **450 documenti** tra articoli scientifici, report istituzionali, policy paper, white paper e contributi di centri di ricerca e think tank. I documenti selezionati coprono un arco temporale significativo, dal **2018 al 2024**, consentendo di osservare l'evoluzione delle riflessioni sul tema lungo gli ultimi sette anni.

Figura 18 - Ripartizione dei documenti catalogati per anno



La distribuzione temporale dei contributi evidenzia una **netta crescita della produzione scientifica e tecnica nell'ultimo biennio**, con un picco significativo nel **2024**, che rappresenta l'anno con il maggior numero di pubblicazioni raccolte. Questo andamento riflette una crescente attenzione da parte della comunità scientifica e degli stakeholder istituzionali e industriali nei confronti delle trasformazioni del settore biotech, sia in termini occupazionali che evolutivi dei sistemi di competenze.

L'analisi della letteratura condotta attraverso l'attività di desk research ha permesso di individuare un insieme coerente di tematiche emergenti che rappresentano i principali assi di trasformazione del settore biotech, non solo dal punto di vista tecnologico ma anche in relazione all'evoluzione dei modelli organizzativi, dei fabbisogni professionali e delle competenze. L'approccio utilizzato ha previsto la classificazione tematica di ogni pubblicazione analizzata, con l'obiettivo di costruire un sistema di categorie in grado di restituire la varietà e la convergenza dei contenuti emersi.

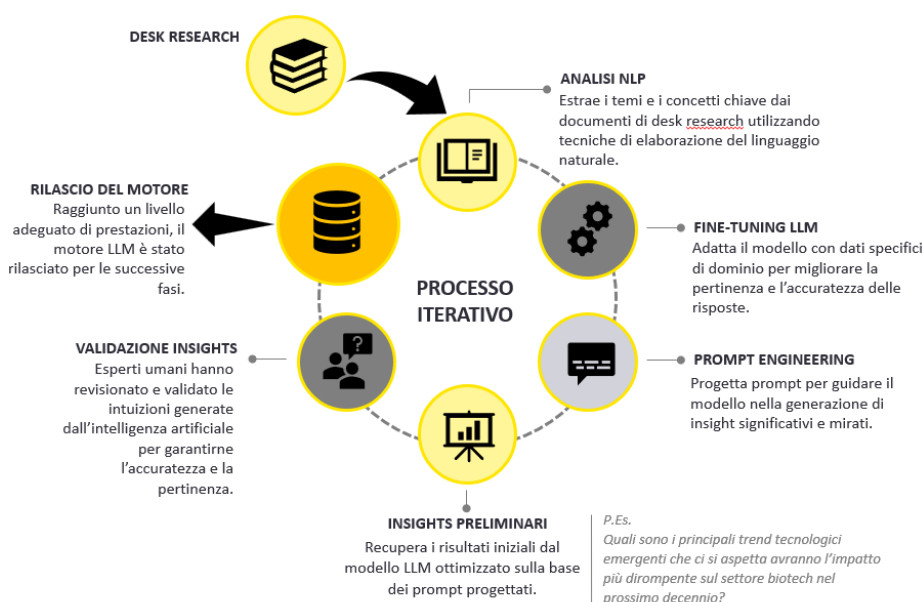
Inoltre, il processo di analisi della letteratura ha svolto un ruolo centrale non solo nella comprensione degli assi di trasformazione del settore biotech, ma anche nella **definizione strutturata delle variabili** su cui si è fondato il modello predittivo. L'ampiezza e l'eterogeneità dei documenti analizzati – comprendenti studi scientifici, rapporti settoriali, policy paper e white paper provenienti da fonti istituzionali e industriali – hanno permesso di individuare in modo sistematico **le dimensioni rilevanti per descrivere l'evoluzione del lavoro e delle competenze nel settore**.

A partire dalla classificazione tematica delle fonti e dalla frequenza con cui ricorrevano determinati concetti chiave, è stato possibile costruire un primo set di variabili concettuali, successivamente rielaborato e formalizzato in una struttura coerente con le esigenze del modello. In particolare, la letteratura ha fornito contributi fondamentali lungo tre direttrici:

1. **Identificazione dei macro-trend e dei driver di cambiamento.** Le fonti hanno consentito di selezionare i principali fenomeni trasformativi da includere nella fuzzy cognitive map utilizzata per stimare l'evoluzione della domanda di lavoro. Questi trend, suddivisi in megatrend, trend e microtrend, sono stati categorizzati secondo l'area di impatto (tecnologica, normativa, organizzativa, ambientale, sociale) e valutati in termini di intensità e diffusione. La letteratura ha inoltre fornito spunti per la definizione delle **relazioni causali** tra i trend e le variabili endogene del sistema.
2. **Delimitazione degli ambiti professionali e delle aree funzionali.** Le pubblicazioni consultate hanno guidato la ricostruzione della struttura delle professioni del biotech, chiarendo il perimetro delle principali aree funzionali (come Ricerca e Sviluppo, Produzione, Market Access, Normativa, Risorse Umane, ecc.) e consentendo di delineare le **relazioni tra professioni, attività e competenze**. Questo ha rappresentato un passaggio cruciale per la costruzione del dataset sintetico e per l'analisi del mismatch, dell'obsolescenza e dell'emergere di nuove professioni.
3. **Mappatura e definizione dei nuclei di competenza.** La letteratura, specie quella più recente sul tema delle competenze digitali, verdi e trasversali, ha fornito un importante supporto alla selezione e alla caratterizzazione dei **nuclei di competenza** utilizzati nel modello **SkillGraph®**. L'allineamento con framework internazionali (come DigComp, GreenComp, e ResearchComp) è stato guidato da fonti scientifiche e istituzionali che ne hanno validato la rilevanza nel contesto biotech.

La fase di desk research è stata organizzata in maniera iterativa con la fase di fine-tuning del motore LLM, basato sul modello OpenAI 4o, ed ha rappresentato una fase cruciale della metodologia adottata, volta a garantire la generazione di insight affidabili, rilevanti e specifici per il contesto del settore biotech.

Figura 19 - Processo iterativo per il fine-tuning del motore LLM



5.2 Costruzione del dataset sintetico

L'introduzione dei **dati sintetici** rappresenta uno degli elementi metodologici di maggiore discontinuità rispetto allo studio realizzato nel 2022. In quell'occasione, la raccolta informativa utile all'analisi predittiva si era basata prevalentemente su un impianto qualitativo, fondato su workshop e interviste con esperti di settore. Sebbene efficace nel catturare percezioni e scenari emergenti, tale approccio presentava limiti in termini di estendibilità, riproducibilità e capacità di rappresentare in modo omogeneo l'intero ecosistema professionale biotech.

Nel presente studio, l'adozione di un **dataset sintetico della forza lavoro del settore biotech** ha consentito di superare questi limiti, rendendo il processo di acquisizione informativa **più sistematico, scalabile e strutturato**. Questo dataset, costruito secondo una logica semantica e ispirata alle caratteristiche osservabili del mercato del lavoro reale, ha costituito la base su cui innestare un processo di interrogazione automatizzata mediante l'impiego di **modelli linguistici di grandi dimensioni (LLM)**.

La costruzione di un dataset sintetico rappresentativo della forza lavoro nel settore biotech ha richiesto un approccio articolato e metodologicamente solido, basato sulla selezione e integrazione di diverse fonti informative. L'obiettivo principale è stato quello di generare un insieme di dati che non solo fosse coerente con le caratteristiche strutturali del comparto, ma che potesse anche fornire una base solida per la successiva modellazione predittiva delle trasformazioni in atto, in termini di domanda di lavoro e di competenze.⁷⁰

Il processo di costruzione è stato fondato sull'utilizzo di fonti statistiche ufficiali e aggiornate relative all'occupazione nel settore, integrate da dati di contesto relativi alla distribuzione territoriale e alla tipologia di impresa. In particolare, sono state considerate tre dimensioni fondamentali di analisi: la dimensione **settoriale**, che distingue i comparti agro-alimentare e zootecnico, biomedico e sanitario, industriale e ambientale; la dimensione **territoriale**, che include le principali macroaree geografiche e le regioni italiane; e infine la dimensione **aziendale**, con riferimento alla dimensione dell'impresa (micro, piccola, media, grande) e alla sua propensione all'innovazione (impresa innovativa o tradizionale).

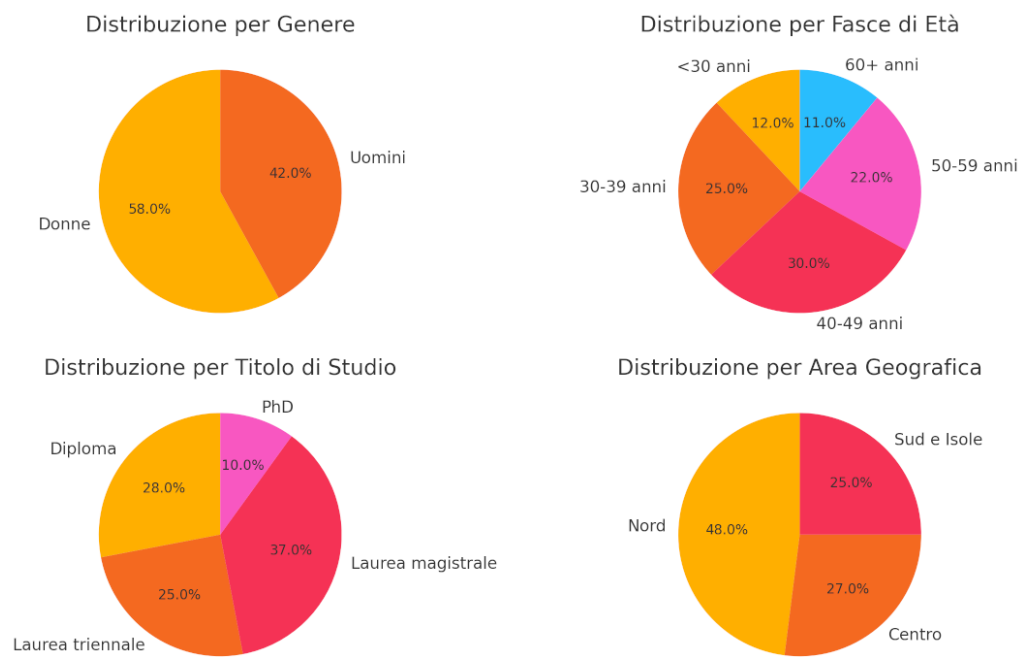
All'interno di ciascuna combinazione settore-territorio-azienda, la forza lavoro è stata scomposta per caratteristiche individuali quali **età** (suddivisa in classi: 15–34, 35–49, 50–64 anni) e **genere**, rispettando i pesi percentuali osservati nella letteratura.⁷¹ Il risultato di questa elaborazione è un dataset sintetico costituito da un insieme esteso di **profili individuali fittizi**, ciascuno dei quali rappresenta una persona occupata nel settore biotech, dotata di caratteristiche socio-demografiche e lavorative specifiche. A ciascun profilo è stato associato un ruolo professionale (tra i 122 individuati come rilevanti per il biotech), assegnato in modo coerente con le distribuzioni settoriali e organizzative riscontrate.

La generazione del dataset sintetico rappresenta una fase cruciale nel processo di modellizzazione predittiva, specialmente quando tale dataset viene utilizzato per simulare le caratteristiche della forza lavoro in un settore complesso e ad alta intensità di innovazione come quello biotech. Per questa ragione, una particolare attenzione è stata posta nella validazione e nel controllo dei potenziali bias che potevano emergere nelle fasi di costruzione.

Va premesso che il dataset sintetico è stato costruito a partire da dati aggregati reali, ottenuti da fonti statistiche ufficiali e relative all'occupazione, alla distribuzione territoriale e alla composizione aziendale del settore biotech. Questo significa che eventuali bias presenti nel dataset riflettono, per loro natura, caratteristiche effettive del settore. Tali distorsioni non sono dunque considerate patologiche, ma parte della rappresentazione fedele del sistema osservato. Tuttavia, proprio per preservare la validità del modello predittivo e garantire la neutralità delle successive analisi, è stato fondamentale evitare l'introduzione di bias **indotti** nella fase di transizione dai dati aggregati ai profili individuali sintetici.

A tal fine, sono stati adottati diversi meccanismi di validazione e bilanciamento. In primo luogo, durante la generazione dei profili sintetici, è stato implementato un sistema di **campionamento proporzionale controllato**, in grado di garantire la corrispondenza tra le distribuzioni aggregate attese (per genere, età, comparto, territorio, classe dimensionale d'impresa) e quelle risultanti nel dataset sintetico. Il controllo è stato effettuato su ciascuna cella della matrice combinatoria dei parametri chiave, assicurando che le deviazioni percentuali non superassero il **±0,5%** rispetto alle attese teoriche. Successivamente, è stato condotto un processo di **analisi incrociata tra variabili** per verificare la coerenza interna del dataset.

Figura 20 - Composizione del dataset sintetico della forza lavoro del settore biotech



Sono stati analizzati i legami tra età e ruolo, tra comparto e funzione aziendale, tra livello organizzativo e genere, confrontando la distribuzione ottenuta con quella attesa sulla base di benchmark settoriali e letteratura di riferimento. In particolare, la distribuzione per genere nelle professioni STEM e in quelle manageriali è stata oggetto di verifica specifica, per evitare fenomeni di *over-representation* o *under-representation* rispetto alla realtà osservata nel biotech italiano.

Un ulteriore controllo è stato applicato tramite un indicatore di **divergenza tra distribuzioni**,⁷² per stimare la distanza tra la distribuzione sintetica e quella attesa, con valori medi inferiori a **0,015** in tutti i comparti e parametri considerati. Questo dato conferma un'elevata aderenza del dataset generato al modello di riferimento.

5.3 Analisi dei trend trasformativi

L'analisi dei trend trasformativi nel settore biotech si fonda sull'integrazione di due elementi chiave della metodologia: da un lato il **motore LLM personalizzato attraverso un processo iterativo di fine-tuning** e validazione, dall'altro il **dataset sintetico della forza lavoro**, sviluppato per rappresentare in maniera verosimile la distribuzione di ruoli, competenze e settori nel panorama occupazionale biotech.

Per acquisire dati relativi alla percezione degli impatti dei trend, il motore LLM è stato interrogato mediante una tecnica di prompting di tipo **act-as**. Ogni prompt è stato costruito ponendo il modello in una condizione di simulazione del punto di vista di una figura professionale presente nel dataset sintetico. Questo ha consentito di generare risposte che riflettono in modo realistico la varietà dei punti di vista interni al settore. Per garantire realismo e variabilità delle risposte, sono stati **modulati casualmente** – seguendo una **distribuzione normale centrata su valori standard** – alcuni **iperparametri del motore**, in particolare:

- Temperature (per modulare il grado di creatività);
- Top-p (per controllare la diversificazione lessicale);
- Presence_penalty e frequency_penalty (per evitare risposte troppo ripetitive);
- Max_tokens (per contenere o espandere la lunghezza delle risposte).

Questa modulazione ha avuto lo scopo di **simulare la presenza di variabili latenti** che normalmente influenzerebbero la qualità delle risposte di un soggetto reale, come la stanchezza, l'attenzione o la disponibilità all'approfondimento.

Complessivamente, l'approccio ha prodotto una base dati strutturata composta da oltre **81.000 risposte simulate**, ognuna delle quali associata a un profilo professionale sintetico specifico e riferita a un insieme di trend potenzialmente rilevanti. A partire da questa base dati è stata condotta una fase di **consolidamento e selezione dei trend**, volta a definire l'insieme finale dei trend da includere nelle fasi successive. Questo processo ha seguito un approccio metodologico ispirato alla letteratura sulle indagini quantitative, in particolare alle tecniche di analisi post-questionario su campioni estesi. In analogia con quanto avviene nel trattamento dei dati derivanti da survey, le risposte sono state sottoposte a:

- Analisi di frequenza dei riferimenti a ciascun trend nelle risposte;
- Normalizzazione per settore, area professionale e profilo sintetico;
- Raggruppamento per similarità semantica e prossimità concettuale (tramite clustering vettoriale);
- Definizione di soglie minime di rilevanza (cut-off) per l'inclusione nella mappa, sulla base del numero e della coerenza dei riferimenti.

Tramite questo processo sono stati selezionati e classificati in tre livelli gerarchici – **megatrend, trend e microtrend** – solo i fenomeni che presentavano una **rilevanza sistematica e ricorrente** nelle risposte simulate, garantendo così una rappresentazione sintetica ma solida dei fattori trasformativi percepiti nel settore.

La classificazione dei fenomeni trasformativi è stata realizzata attraverso una combinazione di analisi semantica e raggruppamento tematico, ispirata alle tecniche utilizzate nella letteratura scientifica per l'elaborazione di dati qualitativi non strutturati. A ciascuna persona sintetica è stata associata una serie di risposte generate dal modello linguistico, successivamente sottoposte a un processo di clustering e codifica supervisionata, per identificare ricorrenze, interdipendenze e traiettorie emergenti. Ne è emersa una **mappa strutturata dei trend** articolata su tre livelli gerarchici: ogni microtrend è parte integrante di un trend, che a sua volta è ricompreso in un megatrend. A rendere particolarmente significativa questa struttura è la **diversa scala di applicazione** dei microtrend, che si distinguono non per la posizione nella gerarchia, ma per l'**ambito di impatto**:

- Alcuni **microtrend hanno natura globale**, ovvero agiscono trasversalmente su tutti i settori produttivi. Rientrano in questa categoria, ad esempio, la *diffusione dell'intelligenza artificiale generativa nei processi decisionali*, o la *transizione verso modelli produttivi low-carbon*, entrambi associabili a megatrend come l'iperautomazione e la sostenibilità ambientale.
- Altri **microtrend si manifestano con intensità e caratteristiche specifiche nel solo settore biotech**. È il caso, ad esempio, della *convergenza tra biotecnologie e dispositivi medici intelligenti*, o dell'*aumento della regolamentazione sulla biosicurezza dei dati clinici*, trend osservabili con particolare forza nel comparto biomedico-sanitario.
- Una terza categoria è composta da **microtrend a impatto comparto-specifico**, ovvero trasformazioni rilevanti solo per alcuni ambiti del biotech. Tra questi, possiamo citare l'*introduzione di enzimi biofunzionali nella trasformazione agroalimentare*, o la *microfluidica per l'analisi ambientale di precisione*, che mostrano impatti selettivi sul comparto agrifood e su quello ambientale-industriale, rispettivamente.

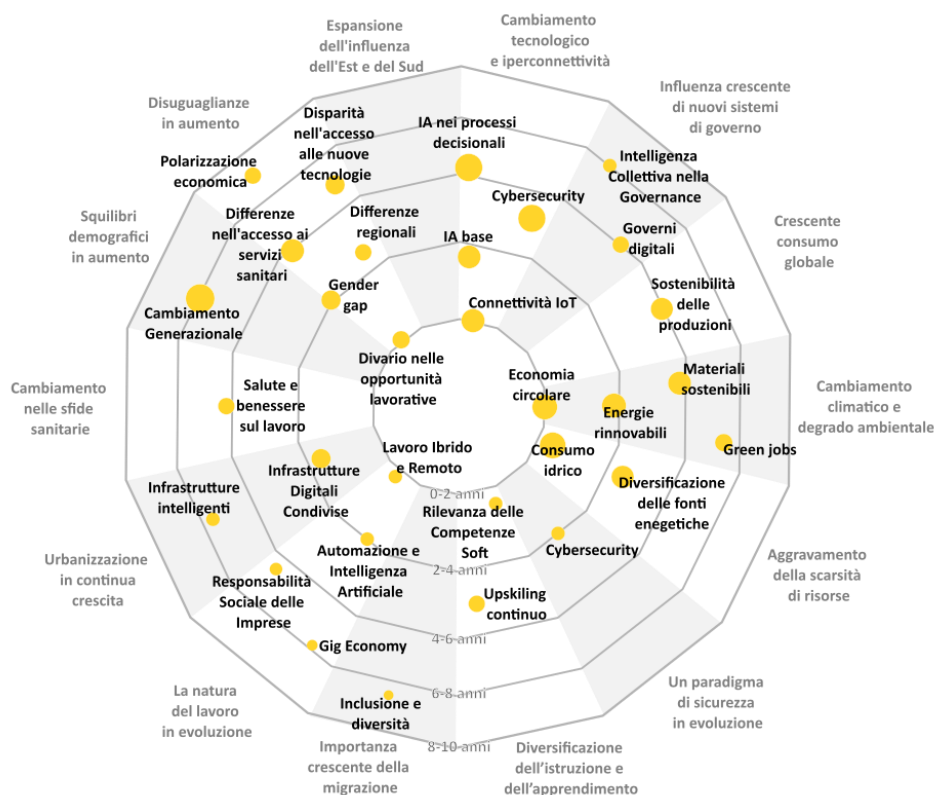
Per ciascun microtrend identificato, sono stati calcolati due **coefficienti di impatto** distinti:

1. **Impatto sulla domanda di lavoro** – espresso su una scala da 0 a 100, quantifica l'intensità con cui il microtrend influenza la quantità e qualità della forza lavoro richiesta nel settore biotech. Questo coefficiente misura, ad esempio, se l'adozione di una nuova tecnologia comporta una crescita occupazionale, una riconversione o una riduzione delle figure esistenti.
2. **Impatto sulla trasformazione delle competenze** – anch'esso su scala 0–100, rappresenta il grado di alterazione degli skillset richiesti a seguito del trend. A differenza del primo, questo coefficiente non misura se aumenteranno o diminuiranno i posti di lavoro, ma quanto cambierà ciò che viene richiesto a chi quei ruoli dovrà occuparli, in termini di conoscenze, abilità e relazioni tra le competenze.

Oltre alla stima dei due coefficienti di impatto – rispettivamente sulla domanda di lavoro e sulla trasformazione delle competenze – per ciascun microtrend identificato è stato inoltre stimato un **orizzonte temporale di manifestazione dell'impatto**.

Per consentire una **visualizzazione sintetica e comparativa** dei trend identificati, è stata realizzata una rappresentazione grafica attraverso **radar map multilivello**, come quella mostrata nella figura successiva. Ogni radar map rappresenta l'intero spettro dei **megatrend e dei trend a essi associati**, collocati lungo l'anello esterno della figura. All'interno, ciascun **punto giallo** indica un microtrend, posizionato sulla base del megatrend di appartenenza e **collocato radialmente secondo l'orizzonte temporale stimato**: i trend più prossimi nel tempo (0–2 anni) sono posti vicino al centro, mentre quelli più distanti (oltre 8 anni) sono collocati lungo i bordi esterni.

Figura 21 – Esempio di radar map per i microtrend globali e orizzonti di impatto sul mercato del lavoro biotech



La **dimensione del punto giallo** è proporzionale all'intensità dell'impatto stimato: più grande è il punto, maggiore sarà l'effetto trasformativo associato a quel microtrend. In questo modo, la radar map consente **una lettura immediata della distribuzione temporale dei trend e della loro rilevanza strategica**, offrendo una visione d'insieme utile sia in chiave analitica sia comunicativa. La posizione, la dimensione e la densità dei punti gialli in corrispondenza di determinati ambiti forniscono **indicazioni qualitative e quantitative** sulle traiettorie evolutive prioritarie da monitorare o su cui intervenire con politiche attive e strategie formative.

5.4 Fuzzy Cognitive Map e variabili di input

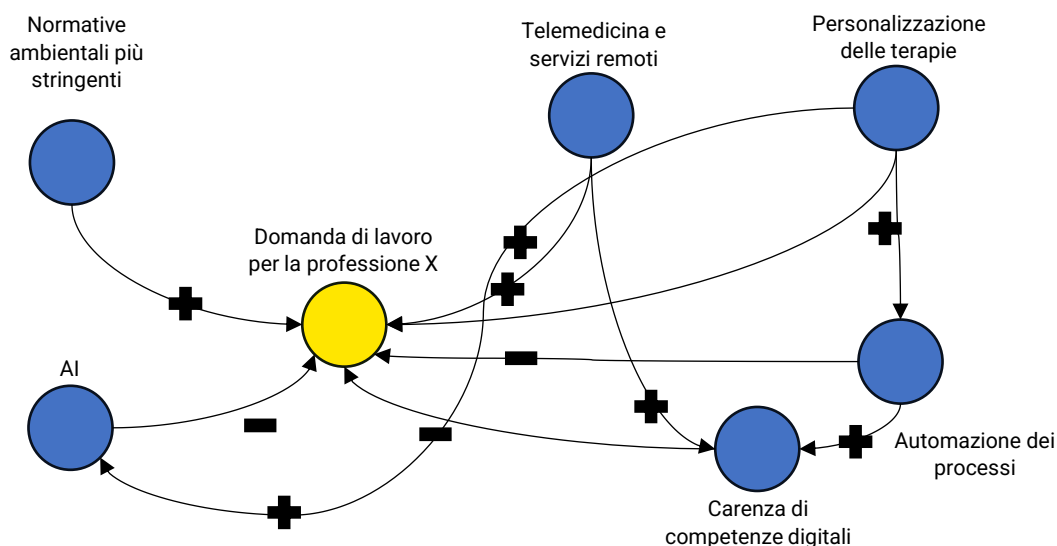
La **Fuzzy Cognitive Map (FCM)** rappresenta uno strumento particolarmente adatto all'analisi e alla previsione dell'evoluzione di sistemi complessi e incerti, come quello del mercato del lavoro nel settore biotech.⁷³ Si tratta di una metodologia che coniuga le potenzialità delle **mappe cognitive**, cioè rappresentazioni grafiche delle relazioni causali tra concetti, con la **logica fuzzy**, che consente di modellare la natura graduale, non binaria, delle interazioni tra i fattori in gioco. Le FCM si rivelano efficaci per esplorare come le trasformazioni indotte da trend globali, settoriali e tecnologici possano influenzare variabili di output come, in questo caso, la **variazione della domanda di lavoro per ciascuna professione**. La loro forza risiede nella capacità di modellare non solo le relazioni dirette tra variabili, ma anche **le retroazioni, le influenze incrociate e le dinamiche temporali** che caratterizzano i sistemi reali.

Per interpretare una FCM, è fondamentale comprendere il significato dei segni associati agli archi:

- Segno **positivo (+)**: indica una relazione causale diretta, dove un aumento del valore del concetto di partenza provoca un aumento nel concetto di destinazione.
- Segno **negativo (-)**: indica una relazione causale inversa, dove un aumento del valore del concetto di partenza provoca una diminuzione nel concetto di destinazione.

È importante notare che le FCM possono anche rappresentare relazioni più complesse, come feedback loop, dove i concetti si influenzano reciprocamente, creando cicli che possono amplificare o attenuare gli effetti nel sistema modellato.

Figura 22 - Esempio di una FCM semplificata



La costruzione di una FCM prevede l'identificazione dei **nodi** (le variabili rilevanti), la definizione degli **archi** (che rappresentano relazioni causali tra i nodi), e l'assegnazione di **pesi fuzzy** agli archi, che ne quantificano l'influenza, positiva o negativa. In questo studio, i nodi in input sono costituiti dai trend trasformativi individuati nella fase precedente, mentre il nodo di output è rappresentato dalla variazione della domanda di lavoro associata a ciascuna professione oppure dalla trasformazione degli insiemi di competenza. Le relazioni sono modellate attraverso **funzioni di trasferimento**, che simulano l'effetto di una variazione di uno o più nodi di input sul sistema, tenendo conto anche di effetti non lineari e di possibili ritardi temporali nell'attivazione delle risposte.

Rispetto ad altri strumenti previsionali più rigidi, le FCM permettono di integrare conoscenza esperta, dati empirici e modelli generativi in un framework dinamico, in grado di rappresentare sia le **interazioni complesse** tra i driver di cambiamento che la **dinamica evolutiva nel tempo** del sistema osservato.

Il risultato è una mappa cognitiva che, a partire da configurazioni iniziali dei trend (i nodi di input), consente di calcolare iterativamente gli impatti sulle professioni, simulando l'evoluzione del mercato del lavoro in differenti scenari. Questo approccio permette, inoltre, di quantificare non solo gli effetti diretti, ma anche quelli sistemici, offrendo così una lettura **profondamente strutturata e orientata all'azione** delle trasformazioni in atto nel settore biotech.

consentito di stimare l'influenza aggregata che ciascun microtrend, direttamente o attraverso interazioni con altri nodi, esercita sulla variabile di output: da un lato, la **variazione della domanda di lavoro** per ciascuna delle 122 professioni del settore biotech, e dall'altro, il **grado di trasformazione degli skillset** associati a tali professioni.

La propagazione si basa su un meccanismo iterativo di aggiornamento dei nodi, fondato sull'algoritmo classico proposto da Kosko⁷⁴ e sulle successive evoluzioni metodologiche che hanno consentito di trattare in modo più robusto sia l'incertezza dei pesi che la dinamica temporale. Ogni nodo riceve segnali ponderati in base al **peso dell'arco in ingresso**. Tali pesi sono stati ottenuti attraverso l'interrogazione iterativa del motore LLM e normalizzati su scala [-1, +1] per rappresentare rispettivamente influenze negative e positive. A ogni ciclo di propagazione, il valore di attivazione di ciascun nodo viene aggiornato sulla base della somma pesata dei segnali ricevuti e trasformato tramite la funzione di trasferimento.

L'algoritmo viene eseguito fino al raggiungimento di uno stato di **quasi-stazionarietà**, ovvero quando i valori dei nodi si stabilizzano entro una soglia predefinita di variazione tra iterazioni consecutive. Questo consente di determinare il livello finale di attivazione del nodo di output, che nel nostro caso rappresenta:

- **La variazione stimata della domanda di lavoro** per ciascuna professione, espressa come indice compreso tra -1 (forte calo) e +1 (forte crescita);
- **Il livello di trasformazione delle competenze**, inteso come grado di disallineamento del profilo professionale rispetto al 2025.

5.5 Costruzione del modello predittivo

L'obiettivo principale del modello predittivo sviluppato in questo studio è quello di stimare, su base decennale (orizzonte 2025–2035), l'evoluzione della domanda di lavoro e la trasformazione degli skillset per ciascuna delle 122 professioni identificate nel perimetro del settore biotech. L'ambizione del modello non è soltanto quella di fornire una fotografia statica dei fabbisogni futuri, ma di costruire un sistema dinamico in grado di supportare la pianificazione strategica delle politiche formative, occupazionali e industriali. In particolare, la modellizzazione predittiva ha riguardato due variabili target distinte ma fortemente interrelate:

- **Indice di variazione della domanda di lavoro:** una variabile continua che sintetizza l'andamento atteso della domanda per ciascuna professione, tenendo conto delle forze di trasformazione rilevate dai microtrend e propagate attraverso la Fuzzy Cognitive Map. Tale indicatore esprime in termini percentuali l'aumento o la contrazione prevista dell'occupazione professionale nel settore, in risposta a fattori esogeni e endogeni.
- **Indice di trasformazione degli skillset:** anch'essa una variabile continua, misura il grado di evoluzione delle competenze richieste da ciascuna professione nell'arco temporale considerato. È calcolata sulla base della variazione osservata tra lo skillgraph 2025 e quello 2035, e riflette tanto la perdita di rilevanza di alcune competenze (obsolescenza), quanto l'emergere di nuove competenze o nuove relazioni funzionali tra esse.

Per la previsione di queste variabili, sono state utilizzate come feature di input diverse tipologie di dati,⁷⁵ compresi quelli derivanti dall'elaborazione del dataset sintetico della forza lavoro, dall'output della FCM e dall'analisi dei trend, fra cui:

- I valori di impatto dei microtrend su ciascuna professione, disaggregati per orizzonte temporale (prossimo, intermedio, lungo).
- Le caratteristiche aggregate dei profili sintetici (es. seniority, area funzionale, livello formativo, comparto biotech di appartenenza).
- Le relazioni di prossimità e co-evoluzione fra professioni rilevate dallo skillgraph multilivello.
- I livelli iniziali (2025) delle variabili target, utilizzati come baseline evolutiva.

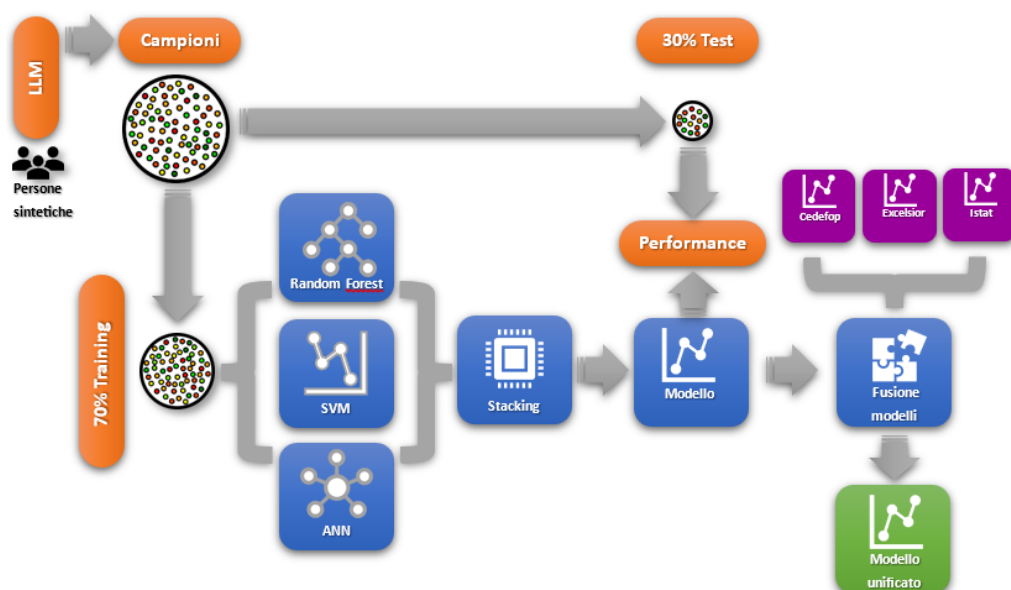
L'integrazione di queste fonti ha consentito di simulare traiettorie di trasformazione plausibili, cogliendo sia gli effetti incrementali, sia le discontinuità indotte da shock tecnologici, normativi o di mercato. L'output del modello è stato pensato non solo per identificare le aree a maggiore rischio o opportunità, ma anche per alimentare strumenti di decisione strategica su scala settoriale, aziendale e istituzionale.

Per costruire un modello predittivo robusto e in grado di generalizzare su differenti configurazioni professionali del settore biotech, è stato adottato un approccio integrato che ha coinvolto tre famiglie di algoritmi di apprendimento supervisionato: **Random Forest (RF)**, **Support Vector Machines (SVM)** e **Reti Neurali Artificiali (Artificial Neural Networks – ANN)**. La scelta di diversificare gli approcci algoritmici è motivata dalla volontà di confrontare le performance su differenti tipologie di dati e architetture, valutandone punti di forza e criticità nel contesto specifico dell'analisi.

Dopo la generazione del dataset sintetico, ottenuto incrociando l'output del motore LLM con i profili delle persone sintetiche costruite nel capitolo precedente, l'intero campione è stato suddiviso secondo una classica logica holdout in due sottogruppi: il 70% dei dati è stato destinato alla fase di training, mentre il restante 30% è stato riservato alla fase di test. Tale separazione ha garantito un'adeguata capacità di generalizzazione del modello, evitando fenomeni di overfitting.

Nella fase di training, sono stati implementati in parallelo tre differenti algoritmi di machine learning: Random Forest (RF), Support Vector Machine (SVM) e Artificial Neural Network (ANN). Ognuno di questi modelli ha elaborato gli stessi dati di input, fornendo previsioni che sono state successivamente combinate secondo un approccio di stacking. Questa tecnica ha permesso di integrare i punti di forza di ciascun modello di base in un meta-modello superiore, capace di migliorare l'accuratezza complessiva della previsione.

Figura 23 - Processo di Meta Learning o Ensemble Learning



Il modello risultante dallo stacking è stato quindi sottoposto a test tramite il 30% dei dati precedentemente separati. Le performance predittive sono state valutate attraverso misure standard quali accuratezza, F1-score, precision e recall, permettendo un confronto puntuale tra i risultati attesi e quelli effettivamente ottenuti. Infine, in una fase di validazione esterna, il modello è stato confrontato con dati e previsioni provenienti da fonti autorevoli quali Cedefop, Excelsior e Istat. L'integrazione dei benchmark ufficiali ha permesso non solo di verificare la coerenza dei risultati ottenuti, ma anche di migliorarne ulteriormente la qualità tramite una procedura di fusione e affinamento che ha portato alla costruzione del modello predittivo unificato finale. Questo modello, così ottenuto, è stato utilizzato come base per tutte le simulazioni presentate nelle sezioni successive dello studio.

La fase di ottimizzazione dei modelli ha rappresentato un passaggio cruciale per garantire il massimo livello di affidabilità e robustezza predittiva del sistema costruito. Una volta selezionati i tre algoritmi principali – Random Forest (RF), Support Vector Machine (SVM) e Artificial Neural Network (ANN) – ciascun modello è stato oggetto di una procedura sistematica di ottimizzazione degli iperparametri. Tale procedura è stata condotta utilizzando tecniche di *grid search* e *random search* su spazi parametrici definiti a partire da evidenze nella letteratura e da esperienze pregresse in ambito applicativo.⁷⁶

5.6 Modello SkillGraph® e network delle competenze

Lo **SkillGraph®** è un modello avanzato per la rappresentazione delle competenze professionali che consente di superare l'approccio statico delle classificazioni tradizionali, ponendo al centro l'interazione tra le competenze e la loro mobilitazione congiunta all'interno di una professione. Più che una semplice lista, è una **struttura reticolare orientata e pesata**, in cui le competenze sono rappresentate come **nodi** e le loro connessioni funzionali come **archi**. Questo approccio consente di comprendere non solo quali competenze siano necessarie per svolgere un determinato ruolo, ma anche **come** queste competenze si combinano tra loro per generare valore nel contesto lavorativo.

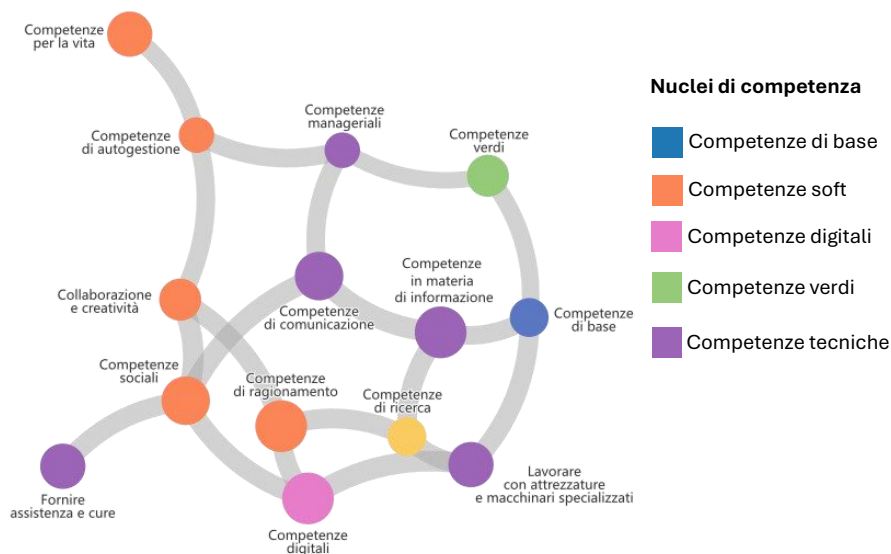
Lo **SkillGraph®** è un modello avanzato per la rappresentazione delle competenze professionali che consente di superare l'approccio statico delle classificazioni tradizionali, ponendo al centro l'interazione tra le competenze e la loro mobilitazione congiunta all'interno di una professione. Più che una semplice lista, è una **struttura reticolare orientata e pesata**, in cui le competenze sono rappresentate come **nodi** e le loro connessioni funzionali come **archi**. Questo approccio consente di comprendere non solo quali competenze siano necessarie per svolgere un determinato ruolo, ma anche **come** queste competenze si combinano tra loro per generare valore nel contesto lavorativo.

Per ciascuna delle **122 professioni del settore biotech** considerate nello studio, sono stati costruiti due SkillGraph®: uno che descrive la abilitansituazione attuale (AS-IS, anno base 2025) e uno proiettato al 2035 (TO-BE), sulla base degli effetti previsti dei trend trasformativi.

Per facilitare la lettura e l'interpretazione del modello, è utile riferirsi alla figura successiva, che rappresenta un esempio tipico di SkillGraph®. In questo grafo:

- La **dimensione del nodo** è proporzionale al peso (ovvero all'importanza) della competenza all'interno della professione. Nodi più grandi indicano competenze centrali e ricorrenti nello svolgimento delle attività lavorative.
- Lo **spessore degli archi** rappresenta la forza della relazione tra due competenze. Archi più spessi indicano relazioni di forte co-mobilitazione o dipendenza te.

Figura 24 - Esempio dello Skillgraph® AS-IS del profilo tipico del settore biotech



Un elemento chiave per l'analisi predittiva non risiede solo nella presenza o nell'importanza delle singole competenze, ma **nella struttura del grafo nel suo insieme**. La topologia dello SkillGraph® - ossia il modo in cui le competenze si distribuiscono e si collegano tra loro - rivela molto sulla **funzionalità sistemica** della professione. Due professioni potrebbero condividere molte competenze simili, ma attivarle in modi profondamente diversi a causa della differente organizzazione del loro SkillGraph®.

Ogni nodo del grafo corrisponde a una **competenza ESCO**, selezionata in base alla sua rilevanza per uno specifico profilo professionale tra quelli considerati nello studio. Le competenze vengono classificate secondo diverse dimensioni, tra cui il **livello di importanza per la professione di riferimento**, la **frequenza di attivazione** nei processi lavorativi, la **trasversalità** tra settori e la **velocità di evoluzione**.

L'aggregazione delle competenze in **nuclei** è avvenuta sulla base della loro prossimità semantica e funzionale, ma anche considerando l'interconnessione tra i nodi rilevata empiricamente nei dati storici e predittivi. Sono stati identificati i seguenti nuclei di competenza:

- **Competenze di base:** includono la capacità di lettura, scrittura, calcolo, uso basilare di strumenti informatici e gestione dell'informazione. Queste competenze costituiscono il fondamento operativo per qualsiasi altra attività lavorativa.
- **Competenze soft:** comprendono cinque sottodomini funzionali: Autogestione (es. iniziativa, adattabilità), Competenze per la vita (es. consapevolezza ambientale, finanziaria, sanitaria), Collaborazione e creatività, Competenze sociali e di comunicazione, Ragionamento e pensiero critico.
- **Competenze digitali:** declinate su vari livelli, da quelle di base (alfabetizzazione digitale) fino ad ambiti avanzati come cybersecurity, analisi dati e gestione di sistemi informatici complessi.
- **Competenze di ricerca:** fondamentali nel biotech, includono la capacità di condurre esperimenti, analizzare dati scientifici, utilizzare metodologie sperimentali avanzate e diffondere i risultati.
- **Competenze tecniche:** legate a processi produttivi e di laboratorio, includono gestione di macchinari, controllo qualità, competenze ingegneristiche e operative.
- **Competenze verdi:** riflettono l'orientamento del settore verso la sostenibilità, e comprendono la gestione efficiente delle risorse, il monitoraggio ambientale, l'adozione di pratiche circolari.
- **Competenze manageriali:** trasversali a molti profili, comprendono la capacità di pianificare, organizzare, coordinare risorse, persone e progetti, con attenzione crescente all'innovazione e al cambiamento.

Oltre all'identificazione dei singoli nodi, il modello prevede una **modellazione esplicita delle relazioni tra le competenze**. Queste relazioni sono rappresentate come **archi** nel grafo e assumono significato in termini funzionali: non si tratta di semplici co-occorrenze, ma di **legami cognitivi e operativi** che descrivono in che modo una competenza supporta, attiva, potenzia o dipende da un'altra. Le principali tipologie di relazioni considerate nel modello sono:

- **Relazioni di co-mobilitazione:** due o più competenze che vengono mobilitate congiuntamente per l'esecuzione di un'attività specifica. Queste relazioni indicano complementarità e sinergia tra le competenze.

Relazioni di dipendenza abilitante: una competenza che rappresenta un prerequisito per l'attivazione di un'altra. In questo caso, l'arco è orientato dalla competenza abilitante verso quella dipendente.

Per descrivere e interpretare le reti di competenze costruite, sono state calcolate diverse metriche tipiche della *network analysis*:

- **Grado di centralità** (in-degree e out-degree): individua le competenze più interconnesse, ovvero quelle che maggiormente influenzano o sono influenzate da altre.
- **Betweenness centrality**: identifica le competenze che agiscono da snodo o ponte tra sottogruppi di competenze, spesso cruciali nei percorsi di riqualificazione.
- **Clustering coefficient**: evidenzia la tendenza delle competenze a formare sottogruppi densi e coesi, ovvero veri e propri **nuclei funzionali**.
- **Intensità media delle connessioni**: calcolata come media dei pesi degli archi, misura la coesione interna di un profilo e la sua stabilità in termini di competenze interdipendenti.

Un elemento chiave dell’approccio SkillGraph® è la valorizzazione della **struttura della rete** come componente informativa autonoma: due profili possono avere lo stesso insieme di competenze, ma reti completamente diverse in termini di relazioni, densità e direzionalità. Questo approccio consente di distinguere tra skillset che, pur simili nell’insieme delle competenze, hanno livelli di **specializzazione**, **versatilità** o **adattabilità** molto differenti.

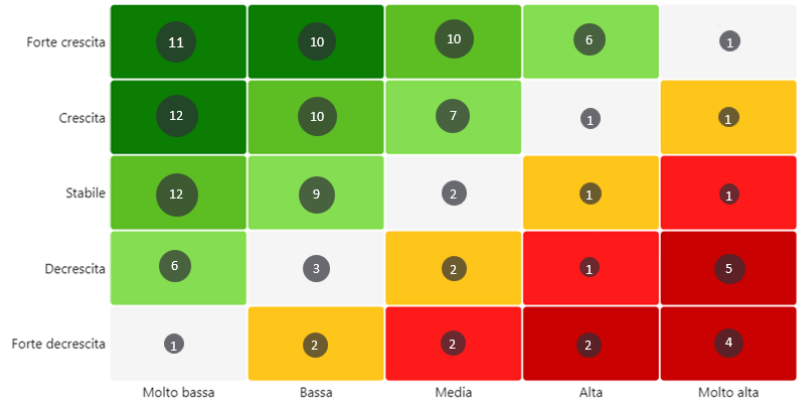
5.7 Indicatori e metriche

La complessità del progetto, delle tecniche analitiche e degli strumenti predittivi adottati ha reso necessario lo sviluppo di indicatori specifici per facilitare la lettura e l’interpretazione dei risultati ottenuti. Tra questi, la *mappa rischio-opportunità* rappresenta uno strumento strategico per identificare le professioni biotech che, nei prossimi dieci anni, presenteranno i maggiori rischi di contrazione o le migliori opportunità di crescita. Questa mappa è costruita a partire da un indicatore composito che incrocia due dimensioni fondamentali:

- **La variazione prevista della domanda di lavoro** per ciascuna delle 122 professioni analizzate nel periodo 2025-2035, stimata dal modello predittivo sviluppato sulla base della Fuzzy Cognitive Map (FCM) e dal successivo modello predittivo.
- **L’attuale peso occupazionale** di ciascuna professione all’interno del settore biotech, derivante dal dataset sintetico della forza lavoro.

In asse **verticale** è rappresentata la dinamica occupazionale futura (da forte calo a forte crescita); in asse **orizzontale**, il peso attuale della professione nel settore (da quota minima a quota elevata di occupati). La posizione delle professioni all’interno del piano cartesiano così definito permette di identificare con precisione le aree di rischio e opportunità in funzione del loro impatto potenziale sul settore biotech.

Figura 25 - Mappa rischio-opportunità per le professioni biotech



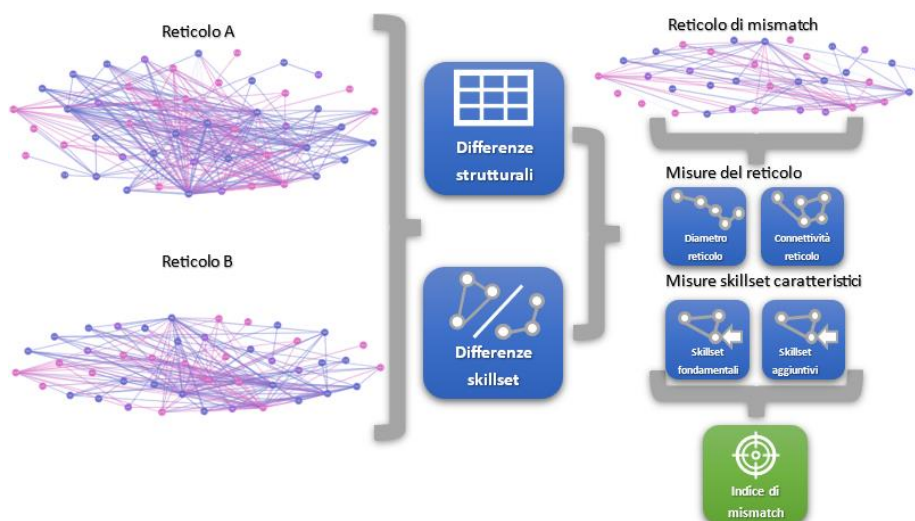
Le professioni sono quindi collocate all'interno di **sette zone**:

- **Zona 1 – AGISCI (rischio alto)**: professioni in forte calo e con elevata presenza attuale. Sono figure da presidiare con priorità attraverso strategie di reskilling e riconversione.
- **Zona 2 – PIANIFICA (rischio futuro)**: professioni con calo previsto e media rilevanza occupazionale, che necessitano di azioni graduali di adattamento.
- **Zona 3 – OSSERVA (criticità potenziale)**: ruoli ancora stabili ma con potenziale vulnerabilità da monitorare.
- **Zona 4 – GOVERNA (equilibrio)**: professioni in equilibrio tra domanda futura e attuale presenza. Richiedono aggiornamento costante.
- **Zona 5 – OSSERVA (opportunità emergente)**: ruoli in crescita contenuta ma con potenziale da valutare nel tempo.
- **Zona 6 – PIANIFICA (crescita medio termine)**: figure con dinamiche positive ma ancora limitata presenza nel settore, da sostenere con piani formativi.
- **Zona 7 – AGISCI (opportunità alta)**: ruoli in forte crescita e con bassa attuale diffusione, per cui è necessario attivare rapidamente politiche di attrazione e sviluppo delle competenze.

Nel contesto metodologico adottato per l'analisi predittiva del settore biotech, l'individuazione del mismatch tra le competenze effettivamente disponibili sul mercato e quelle richieste dalle imprese ha rappresentato un nodo cruciale. La complessità del progetto, che integra modelli predittivi, intelligenza artificiale e rappresentazioni reticolari delle competenze, ha reso necessario sviluppare un indicatore ad hoc, in grado di misurare con precisione questa distanza.⁷⁷ Lo **skill mismatch**, infatti, rappresenta la distanza esistente tra le **competenze attese per svolgere efficacemente una professione** e le **competenze effettivamente possedute dalla forza lavoro disponibile o in formazione**. Questo scostamento può generare inefficienze significative nei processi di inserimento lavorativo, rallentare la produttività e ostacolare l'innovazione all'interno dei settori industriali.⁷⁸

La figura successiva offre una visualizzazione sintetica del processo di confronto tra due grafi di competenze - indicati come **Reticolo A** e **Reticolo B** - e della costruzione del **reticolo di mismatch**, da cui si ricava l'indice finale.

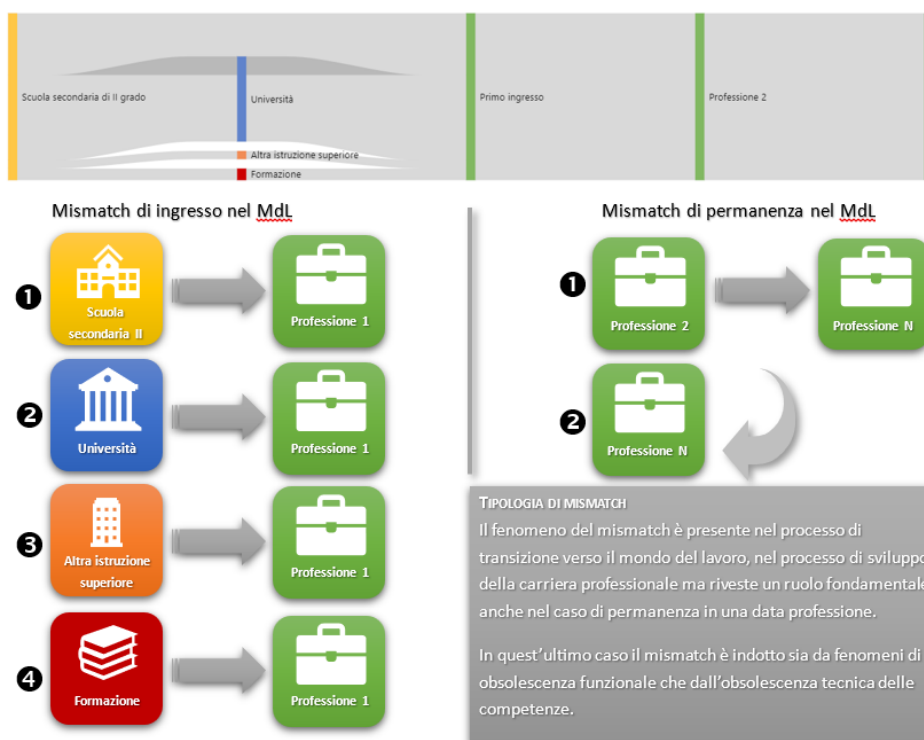
Figura 26 - Calcolo dell'indice di mismatch



Lo skill mismatch è un fenomeno estremamente complesso da analizzare, in quanto si gioca su molteplici dimensioni ma in generale potremmo identificare una prima classificazione del mismatch notando che i suoi effetti si manifestano principalmente nei momenti di transizione della carriera professionale di un individuo, anche se effettivamente possono incidere anche sulla capacità di permanenza di un individuo in una data professione. Il modello separa così:

- Il **mismatch di ingresso** nel mercato del lavoro, ovvero il mismatch che si sperimenta nel disallineamento tra le competenze prodotte in esito a percorsi di istruzione o formazione (scuole, università, ITS ...) e le professioni di primo ingresso;
- Il **mismatch di permanenza** nel mercato del lavoro, ovvero il mismatch sperimentato dagli individui nell'evoluzione della propria carriera professionale o comunque collegato anche al processo dinamico che il reticolo delle competenze di una professione subisce nel corso del tempo.

Figura 27 - Tipologia di mismatch



Nel settore biotech - per sua natura altamente innovativo, interdisciplinare e in rapida evoluzione - il **mismatch di primo ingresso** assume connotazioni ancora più critiche. L'elevata velocità con cui si modificano le tecnologie, i processi e i modelli organizzativi fa sì che le competenze richieste dalle imprese si aggiornino molto più rapidamente rispetto ai tempi medi di revisione dei curricula scolastici e universitari. Questo genera un **ritardo strutturale** dell'offerta formativa rispetto alla domanda occupazionale, amplificando la frizione in ingresso nel mondo del lavoro. Per stimare in modo oggettivo e sistemico il mismatch di ingresso nel biotech, si è adottata una metodologia basata sull'analisi reticolare delle competenze, in linea con il modello SkillGraph®. L'approccio ha previsto la **costruzione di skillgraph specifici per ciascun percorso formativo** (ITS, laurea triennale, laurea magistrale, dottorato), ottenuti analizzando l'offerta formativa presente in Italia e traducendola in insiemi di competenze, strutturati secondo i codici ESCO.

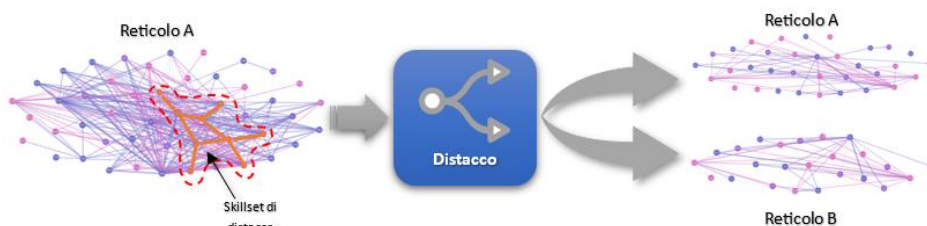
Questi skillgraph sono stati poi confrontati con quelli delle professioni del settore biotech che rappresentano gli **sbocchi occupazionali naturali** per ciascun percorso formativo. Il confronto ha utilizzato tecniche di network analysis già descritte nel paragrafo 8.2, consentendo la misurazione del **grado di disallineamento tra i due insiemi** sia in termini di contenuto (competenze mancanti o ridondanti), sia di struttura (coerenza funzionale tra le competenze). L'applicazione di tale metodologia ha confermato come **il mismatch in ingresso rappresenti uno dei principali ostacoli all'occupabilità giovanile**. Tale frizione non solo rallenta l'accesso al primo impiego, ma può determinare effetti di lungo periodo sulla qualità dell'occupazione e sulle traiettorie professionali individuali (i cosiddetti *scarring effects*), come evidenziato dalla letteratura scientifica.⁷⁹

Nel contesto di un settore ad alta intensità innovativa come il biotech, la **rapidità del cambiamento tecnologico**, la **digitalizzazione dei processi** e l'evoluzione costante delle pratiche scientifiche rendono centrale il tema dell'**obsolescenza delle competenze**.⁸⁰ Con questo termine si intende il processo per cui competenze precedentemente rilevanti diventano **progressivamente meno utili o addirittura inutilizzabili** all'interno del contesto professionale di riferimento.⁸¹ Nella metodologia adottata per il presente studio, è stato previsto un indicatore specifico per intercettare e quantificare questo fenomeno, inteso come **caso particolare di skill mismatch**. A differenza del mismatch generato dal confronto tra una professione e un percorso formativo, l'indice di **obsolescenza** viene calcolato comparando lo **SkillGraph® della stessa professione in due istanti temporali differenti**, ovvero nel 2025 e nel 2035.

Nel contesto attuale, caratterizzato da rapidi avanzamenti tecnologici e cambiamenti socio-economici, le professioni stanno subendo trasformazioni significative. Questi **processi trasformativi** possono essere classificati principalmente in tre categorie: **distacco**, **fusione** e **ibridazione** delle professioni esistenti.

Il **processo di distacco** si verifica principalmente nelle professioni per le quali è forte il trend di crescita della domanda di lavoro. In altri termini, laddove esiste una forte domanda di lavoro i lavori tenderanno a specializzarsi, ovvero a scindere le attività svolte da una professione.

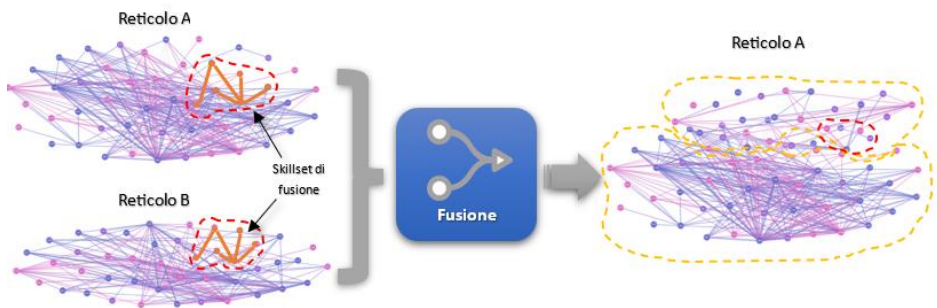
Figura 28 – Fenomeno del distacco rappresentato tramite il modello reticolare



A valle del processo, pertanto, si genereranno due skillset che rappresentano la professione iniziale e quella nata per distacco (ovvero per specializzazione della prima).

Il **processo di fusione** si verifica principalmente in risposta a fenomeni di contrazione del mercato del lavoro. Date due o più professioni la cui tendenza di domanda di lavoro è in decrescita, ovvero per le quali le opportunità occupazionali sono molto limitate, il loro skillset si fonde su uno o più sottoinsiemi comuni.

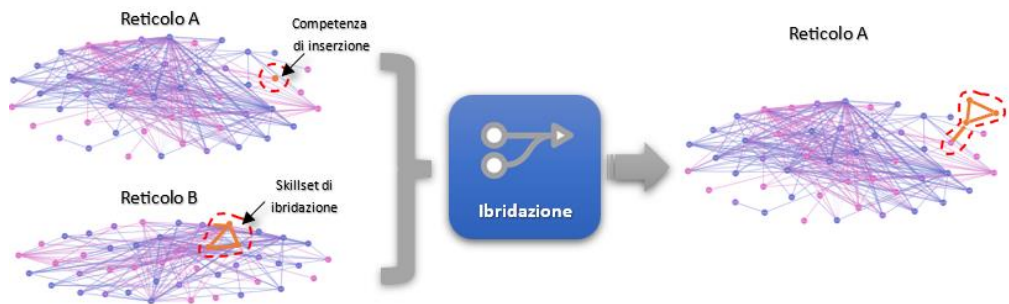
Figura 29 – Fenomeno della fusione rappresentato tramite il modello reticolare



Successivamente alla fusione le due professioni A e B cessano di esistere; pertanto, il fenomeno della fusione produce una contrazione netta delle professioni.

Il **processo di ibridazione** si sostanzia attraverso l’inserimento nello skillset di una professione A di un skillset specifico della professione B. In questo senso il processo di ibridazione tende a modificare le professioni rendendo alcuni skillset maggiormente trasversali. L’ibridazione è un processo tipicamente guidato dall’innovazione, non esclusivamente tecnologica, e pertanto risulta maggiormente evidente in quei cluster professionali nei quali l’impatto delle innovazioni è maggiore.

Figura 30 – Fenomeno dell’ibridazione rappresentato tramite il modello reticolare



Note

68. Li, Zhuoyan & Zhu, Hangxiao & Lu, Zhuoran & Yin, Ming, (2023). *Synthetic Data Generation with Large Language Models for Text Classification: Potential and Limitations*.
69. De Wilde, P., Arora, P., Buarque, F., Chin, Y., Thinyane, M., Stinckwich, S., Fournier-Tombs, E., Marwala, T. (2024), *Recommendations on the Use of Synthetic Data to Train AI Models*. Tokyo: United Nations University.
70. De Wilde, P., Arora, P., Buarque, F., Chin, Y., Thinyane, M., Stinckwich, S., Fournier-Tombs, E., Marwala, T., *Recommendations on the Use of Synthetic Data to Train AI Models*. Tokyo: United Nations University, 2024.
71. Dati ISTAT (2024), *occupazione per settore professionale*.
72. Nielsen F. (2019). *On the Jensen-Shannon Symmetrization of Distances Relying on Abstract Means*. Entropy (Basel).
73. Antonie J. Jetter, Kasper Kok (2014), *Fuzzy Cognitive Maps for futures studies—A methodological assessment of concepts and methods*, Futures, Volume 61.
74. Bart Kosko (1986), *Fuzzy cognitive maps*, in International Journal of Man-Machine Studies, Volume 24, Issue 1.
75. Con l'obiettivo di migliorare la stabilità dell'output sono stati considerati anche: il modello predittivo CEDEFOP, il modello predittivo EXCELSIOR UNIOCAMERE e i dati previsionali ISTAT dai microdati della rilevazione della forza lavoro ISTAT
76. EY, Manpower, Assobiotec (2022). *Quale futuro per le competenze del biotech?*. Vedi: [link](#).
77. Brun-Schammé, A. and Rey, M. (2021), *A new approach to skills mismatch*, OECD Productivity Working Papers.
78. Cedefop (2021), *Skill mismatch in Europe*, Briefing note.
79. Arulampalam W. (2001) *Is Unemployment Really Scarring? Effects of Unemployment Persistence on Wages*, in The Economic Journal 111 (475).
80. Cedefop (2016), *Rise of the machines: Technological skills obsolescence in the EU*.
81. Van Loo, Jasper & Grip, Andries & Steur, Margot (2001), *Skills Obsolescence: Causes and Cures*, in International Journal of Manpower

Federchimica Assobiotec

Assobiotec, Associazione nazionale di Federchimica per lo sviluppo delle biotecnologie, rappresenta oltre 110 imprese, parchi e istituti scientifici e tecnologici, IRCCS operanti in Italia nei diversi settori di applicazione del biotech: salute, agricoltura, ambiente e processi industriali.

L'Associazione riunisce realtà diverse - per dimensione e settore di attività - che trovano una forte coesione nella vocazione all'innovazione e nell'uso della tecnologia biotech: leva strategica di sviluppo in tutti i campi industriali e risposta concreta a esigenze sempre più urgenti a livello di salute pubblica, cura dell'ambiente, agricoltura e alimentazione. Costituita nel 1986, Assobiotec è socio fondatore di EuropaBio, l'Associazione Europea delle Bioindustrie, della European Biosolutions Coalition e di ICBA, l'International Council of Biotechnology Association.

In Italia è socio fondatore, attraverso Federchimica, del Cluster Nazionale delle Scienze della Vita ALISEI e del Cluster Nazionale della Bioeconomia Circolare SPRING. Partecipa costantemente e attivamente ai lavori dei Cluster Blue Growth e del Cluster Agrifood Nazionale CLAN.

EY | Building a better working world

EY continua a realizzare il suo purpose - building a better working world - creando nuovo valore per i clienti, le persone, la società e il pianeta, ed instaurando fiducia nei mercati finanziari.

Grazie all'uso di dati, intelligenza artificiale e tecnologie avanzate, i team di EY aiutano i clienti a plasmare il futuro con fiducia e a sviluppare risposte per le principali sfide di oggi e di domani.

Operando nei campi di revisione, consulenza, assistenza fiscale e legale, strategia e transaction e con il supporto di analisi di settore dettagliate, una rete globale connessa e multidisciplinare e un ecosistema di partner diversificati, i professionisti di EY sono in grado di fornire un'ampia gamma di servizi in più di 150 paesi e territori.

All in to shape the future with confidence.

"EY" indica l'organizzazione globale di cui fanno parte le Member Firm di Ernst & Young Global Limited, ciascuna delle quali è un'entità legale autonoma. Ernst & Young Global Limited, una "Private Company Limited by Guarantee" di diritto inglese, non presta servizi ai clienti. Maggiori informazioni su raccolta e utilizzo dei dati da parte di EY e sui diritti individuali che ricadono sotto la legislazione sulla protezione dei dati sono disponibili su ey.com/IT/privacy. Le Member Firm di EY non prestano servizi legali dove non è consentito dalle normative locali.

Per maggiori informazioni sulla nostra organizzazione visita ey.com