



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

**DIPARTIMENTO DI SCIENZE ECONOMICHE ED AZIENDALI
"M. FANNO"**

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN ECONOMIA

TESI DI LAUREA

**INTELLIGENZA UMANA VS. ARTIFICIALE
NEI PROBLEMI RIGUARDANTI LE OPERAZIONI**

RELATORE:

CH.MA PROF.SSA AMBRA GALEAZZO

LAUREANDA: GIORGIA BENATO

MATRICOLA N. 2032094

ANNO ACCADEMICO 2023 – 2024

Dichiaro di aver preso visione del “Regolamento antiplagio” approvato dal Consiglio del Dipartimento di Scienze Economiche e Aziendali e, consapevole delle conseguenze derivanti da dichiarazioni mendaci, dichiaro che il presente lavoro non è già stato sottoposto, in tutto o in parte, per il conseguimento di un titolo accademico in altre Università italiane o straniere. Dichiaro inoltre che tutte le fonti utilizzate per la realizzazione del presente lavoro, inclusi i materiali digitali, sono state correttamente citate nel corpo del testo e nella sezione ‘Riferimenti bibliografici’.

I hereby declare that I have read and understood the “Anti-plagiarism rules and regulations” approved by the Council of the Department of Economics and Management and I am aware of the consequences of making false statements. I declare that this piece of work has not been previously submitted – either fully or partially – for fulfilling the requirements of an academic degree, whether in Italy or abroad. Furthermore, I declare that the references used for this work – including the digital materials – have been appropriately cited and acknowledged in the text and in the section ‘References’.

Firma (signature)

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Giorgio", with a long horizontal stroke extending to the right.

INDICE

ABSTRACT	1
CAPITOLO 1: Problemi operativi e intelligenza artificiale.....	3
1.1 Introduzione.....	3
1.2 I problemi all'interno delle organizzazioni: definizione.....	3
1.3 Approcci per la risoluzione dei problemi	4
1.3 Intelligenza artificiale (AI) nella risoluzione dei problemi	7
CAPITOLO 2: Metodologia e revisione della letteratura	9
2.1 Introduzione.....	9
2.2 Analisi bibliometrica	9
2.3 Costruzione del database	11
2.4 Analisi preliminare	12
2.5 Visualizzazione del database	13
CAPITOLO 3: Risultati.....	16
3.1 Introduzione.....	16
3.2 Mappa 1: co-citazione di riferimenti citati	16
3.3 Mappa 2: accoppiamento bibliografico	21
3.4 Mappa 3: co-occorrenza di parole chiave degli autori	26
CONCLUSIONI	30
BIBLIOGRAFIA	33

ABSTRACT

I problemi si manifestano come ostacoli che impediscono il raggiungimento di obiettivi prefissati o la soddisfazione di specifiche esigenze. Essi costituiscono una componente inevitabile e spesso complessa della gestione organizzativa. La capacità di risolverli efficacemente è fondamentale per garantire l'efficienza operativa, la crescita dell'organizzazione e il mantenimento di un vantaggio competitivo in un mercato in continua evoluzione.

Tradizionalmente, i problemi vengono affrontati attraverso diverse strategie, le quali spaziano dal tentativo ed errore a metodi più strutturati, quali l'analisi logica e sequenziale. Questi approcci includono la risoluzione intuitiva, caratterizzata da decisioni rapide basate sull'esperienza, e la risoluzione sistematica, la quale richiede una comprensione approfondita delle cause radicate e un'analisi deliberata delle alternative.

Tuttavia, pur essendo validi, questi metodi richiedono tempo e risorse, e possono essere influenzati dalle limitazioni cognitive umane, come bias e decisioni subottimali.

L'intelligenza artificiale (AI) emerge come una risorsa potente per superare queste limitazioni. Grazie alla sua capacità di elaborare grandi quantità di dati in tempi ridotti, riconoscere pattern complessi e suggerire soluzioni ottimali, l'AI può migliorare significativamente i processi decisionali e di problem solving. Non solo supporta i metodi tradizionali, ma è anche in grado di individuare autonomamente potenziali problemi e proporre soluzioni innovative. Alla luce di queste premesse, appare evidente che le tecnologie emergenti sono diventate strumenti indispensabili per affrontare le sfide contemporanee, offrendo significativi vantaggi in termini di riduzione dei costi, aumento della produttività e miglioramento dell'efficienza.

In un contesto caratterizzato da dinamiche di mercato e tecnologiche in continua evoluzione, l'integrazione dell'AI nella risoluzione dei problemi non è solo vantaggiosa, ma diventa sempre più una necessità per le organizzazioni che desiderano mantenere la loro competitività e resilienza. Se da un lato l'interesse per l'argomento si è dimostrato sempre più rilevante e l'adozione di questi strumenti innovativi nelle aziende è sempre più diffusa, dall'altro permane una carenza di ricerca in questo ambito.

Questo studio mira a colmare diverse lacune presenti nella letteratura disponibile esaminando 167 articoli di ricerca pubblicati tra il 1999 e il 2024 nel database Scopus. Il lavoro è stato strutturato nel seguente modo: il primo capitolo introduce i due concetti chiave riguardanti l'intelligenza artificiale e i problemi all'interno delle organizzazioni; il secondo offre una

panoramica sull'importanza della convergenza tra queste due aree, concentrandosi sul processo di costruzione del database degli articoli selezionati e ponendo maggiore enfasi sulle sue visualizzazione e analisi, rese possibili dal software VOSviewer e dall'analisi bibliometrica; proseguendo, nel terzo capitolo vengono esposti i risultati della ricerca, ottenuti tramite l'analisi delle tre mappe generate con il software dedicato; infine, l'ultimo capitolo, riassume le principali conclusioni tratte da questo studio, sottolineando l'importanza del tema trattato, le limitazioni dello studio stesso e le possibili direzioni per future ricerche.

CAPITOLO 1: Problemi operativi e intelligenza artificiale

1.1 Introduzione

Le organizzazioni affrontano quotidianamente una varietà di sfide organizzative, tra cui inefficienze operative, problemi di comunicazione, gestione delle risorse e adattamento ai cambiamenti del mercato. L'intersezione tra il campo inerente ai problemi all'interno delle organizzazioni e all'intelligenza artificiale rappresenta un cambiamento significativo in grado di rivoluzionare la risoluzione dei problemi, identificare nuove possibilità per migliorare l'efficienza operativa e raggiungere un vantaggio competitivo.

Sebbene stiamo ancora assistendo solo all'inizio della rivoluzione guidata dall'intelligenza artificiale (AI), quest'ultima sta trasformando le operazioni e il processo decisionale nelle aziende in tutti i settori dell'economia. La capacità di attori umani e digitali di risolvere i problemi rappresenta, ora sempre più, la sfida centrale dell'organizzazione. Simon (1965: 47) ha previsto che "presto avremo i mezzi tecnologici (...) per automatizzare tutte le decisioni manageriali". Negli ultimi anni, i progressi nella potenza di calcolo, l'aumento esponenziale dei dati e i nuovi modelli di apprendimento automatico hanno consentito alla pratica manageriale di adottare l'intelligenza artificiale (Raisch e Krakowski, 2021).

Il fine di questo elaborato è analizzare l'impatto dell'AI sulle problematiche interne delle organizzazioni, in modo tale da comprendere come utilizzare le nuove tecnologie per affrontare le sfide e stimolare l'innovazione, evidenziando al contempo la complessità dell'argomento trattato.

Risulta quindi di fondamentale importanza acquisire una comprensione approfondita dei due principali concetti su cui verterà la tesi: i "problemi all'interno delle organizzazioni" e l'"intelligenza artificiale".

1.2 I problemi all'interno delle organizzazioni: definizione

“Un problema è un ostacolo che rende difficile raggiungere un determinato obiettivo o soddisfare una certa esigenza, frapponendosi tra la volontà dell'individuo, da una parte, e la possibilità o la determinazione di intervento sulla realtà oggettiva, dall'altra, tale da concludere il percorso che conduce al conseguimento di una meta che rappresenta la soluzione”.

1.3 Approcci per la risoluzione dei problemi

Newell e Simon (1972), nel libro *"Human problem-solving"*, evidenziano tre fasi principali per la risoluzione dei problemi: trovare occasioni per prendere decisioni, ricercare un possibile insieme di azioni e scegliere tra linee d'azione. Tuttavia, la risoluzione dei problemi è strettamente correlata ai processi cognitivi dell'individuo. Il comportamento di ricerca di una soluzione può variare da un approccio per tentativi ed errori a un approccio logico-sequenziale, in cui la soluzione migliore è il risultato di un'attenta analisi dei problemi. Allo stesso modo si può attuare una distinzione generale tra la risoluzione del problema rimuovendo semplicemente i suoi sintomi o diagnosticando le cause sottostanti (Morrison, 2015; Choo *et al.*, 2015; Tucker *et al.*, 2002). Il primo approccio (sistema 1) si basa sul ragionamento intuitivo con sforzi cognitivi minimi e utilizza rimedi a breve termine, euristiche e correzioni rapide per risolvere temporaneamente il problema, come la risoluzione intuitiva dei problemi (IPS). Il secondo approccio (sistema 2), invece, si basa sul ragionamento analitico e richiede sforzi cognitivi deliberativi per risolvere i problemi alla radice mediante azioni strutturate, prevenendone così il ripetersi, come la risoluzione sistematica dei problemi (SPS) (Kahneman, 2011).

Dane e Pratt (2007) definiscono l'IPS come una modalità di comportamento non cosciente e rapida, la quale non è in grado di formulare in modo completo il problema a causa di una mancata comprensione delle sue cause profonde e delle diverse alternative di soluzione. Sebbene sia utile per il successo a breve termine, poiché l'euristica semplifica la complessità del problema e aiuta gli individui a risolverlo temporaneamente, l'IPS porta a "errori gravi e sistematici", i quali impediscono progressi duraturi (Tversky e Kahneman, 1974). Keller e Sadler-Smith (2019) evidenziano l'SPS come una modalità di comportamento razionale e consapevole, la quale presuppone un processo graduale per collegare il problema osservato a una diagnosi ed eventualmente a una soluzione appropriata attraverso una strategia di ricerca sistematica (Furlan *et al.*, 2019; Astor *et al.*, 2016). I diversi metodi per i programmi basati su SPS concordano su una serie di passaggi logicamente connessi:

- definizione del problema;
- analisi dei problemi;
- progettazione di soluzioni e valutazione delle alternative;
- selezione della soluzione con l'obiettivo principale di risolvere fundamentalmente i problemi, evitando il loro ripetersi.

Per superare la tendenza naturale dell'IPS e attivare l'elaborazione deliberativa delle informazioni, i risolutori di problemi sono tenuti a rispondere a una serie di domande: "Qual è esattamente il problema?" (definizione del problema), "Quali sono le cause alla radice?" (analisi del problema), "Quali possono essere le soluzioni?" (progettazione di soluzioni e valutazione delle alternative) (Astor *et al.*, 2016). Concentrandosi sulle relative risposte, si ottiene una raccolta di informazioni sulla struttura del problema, utile per la conquista della migliore soluzione applicabile (selezione della soluzione).

Tuttavia, l'SPS non ripaga immediatamente. Una volta proposta la soluzione più appropriata, i risolutori sistematici di problemi sono tenuti a implementare un cambiamento positivo nelle routine operative dell'azienda, ad esempio la standardizzazione. Quando i cambiamenti positivi vengono incorporati nei processi, è meno probabile che i problemi si ripetano e a lungo termine viene imposto al sistema un costo inferiore.

Nonostante la vasta letteratura che incoraggia l'SPS come modalità di comportamento competitivamente superiore rispetto all'IPS (Choo *et al.*, 2015; Bohn, 2000), non viene posta particolare attenzione ai suoi principali fattori di supporto. Un interesse inadeguato a questi si traduce in una tendenza pressante ad adottare l'IPS, la cosiddetta "sindrome antincendio" (Mohaghegh e Größler, 2019; Tucker e Edmondson, 2003; Tucker *et al.*, 2002). Per semplificare, gli attori coinvolti nella risoluzione dei problemi adottano l'IPS nonostante riconoscano la superiore efficacia dell'SPS in termini di apprendimento organizzativo e solidità delle decisioni strategiche. Pertanto, una migliore comprensione dei principali fattori di supporto dell'SPS è vitale per prevenire la lotta agli incendi e rendere le organizzazioni in grado di implementare approcci sistematici alla risoluzione dei problemi sia a livello operativo che strategico.

Secondo la definizione fornita da Nutt (2011), in base al livello di incertezza percepito dagli individui, definita come la mancanza di informazioni complete, l'elaborazione cognitiva può variare dal sistema automatico 1 al sistema deliberativo 2.

La prima fonte di incertezza è legata al dinamismo ambientale (incertezza esterna), il quale è misurato da un'intensa competizione, da un elevato sviluppo tecnologico e da frequenti cambiamenti nelle esigenze dei clienti (Elbanna, 2012; Elbanna e Bambino, 2007b). Di fronte a un ambiente dinamico, i risolutori di problemi dovrebbero adottare SPS concentrandosi sulla raccolta di informazioni valide per frenare l'incertezza ambientale.

La seconda fonte di incertezza è legata alla natura del problema (incertezza interna), la quale distingue i problemi ben strutturati da quelli mal strutturati. I primi sono caratterizzati da una chiara spiegazione del loro verificarsi e da un insieme completo di informazioni sulle variabili

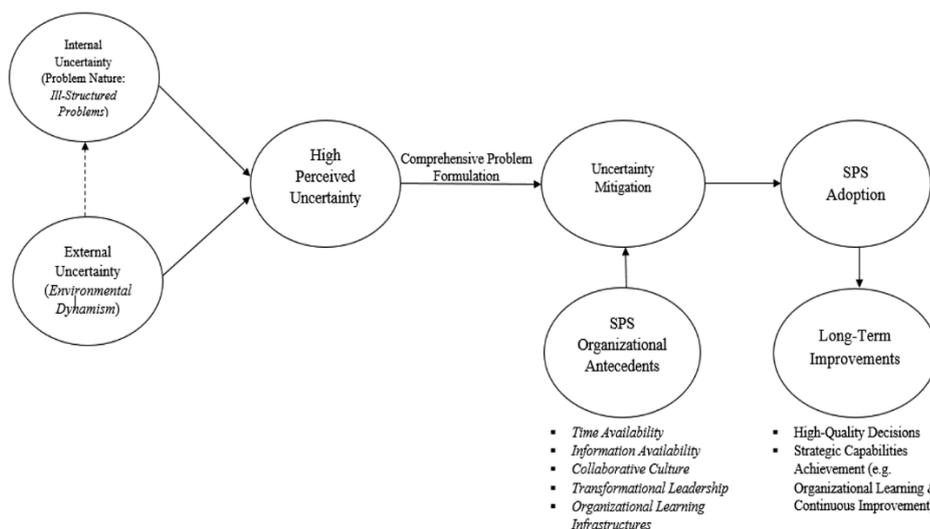
interventute. Hanno una bassa incertezza poiché gli stati attuali e futuri sono precedentemente identificati. I risolutori di problemi non sono tenuti ad adottare SPS costosi poiché la migliore azione possibile è già nota sulla base dell'esperienza precedente e delle ipotesi esistenti. I secondi, al contrario, sono caratterizzati da un'elevata incertezza poiché, sia lo stato attuale sia quello futuro, non sono chiaramente identificati e non esiste un repertorio di soluzioni disponibili. Inoltre, nei problemi mal strutturati esistono molte possibili relazioni causa-effetto e il risolutore di problemi "deve generare e valutare stati alternativi del problema, i loro esiti e i loro impatti" (Laureiro-Martinez e Brusoni, 2018). Gli individui dovrebbero adottare SPS per formulare il problema in modo completo, comprendere la sua struttura, ideare i possibili scenari e valutare le linee d'azione adeguate.

In conclusione, i risolutori di problemi dovrebbero abbinare il tipo di elaborazione cognitiva (sistema 1 o 2) con il tipo di problema (ben o mal strutturato) per ottenere prestazioni significativamente più elevate. Tuttavia, la relazione positiva tra l'incertezza e i benefici derivanti dall'SPS si scontra con la tendenza naturale degli individui a saltare verso le soluzioni, soprattutto quando l'incertezza associata ai problemi è elevata (Evans e Stanovich, 2013). In quest'ultimo caso è più probabile che i risolutori di problemi si affidino esclusivamente a regole di giudizio ed euristiche mentali per semplificare i problemi ed escogitare una scorciatoia basata sulla loro esperienza passata e sulle ipotesi esistenti (McKenzie *et al.*, 2009).

Per attivare il tipo di risoluzione dei problemi riflettente (SPS), l'incertezza dovrebbe essere mitigata raccogliendo le informazioni valide. Un insieme di antecedenti organizzativi può creare un contesto interno che, offuscando l'incertezza percepita di un problema, può essere favorevole ai comportamenti SPS. Questi antecedenti organizzativi sono: la disponibilità di tempo, la disponibilità di informazioni, la cultura collaborativa, la leadership trasformazionale e le infrastrutture di apprendimento organizzativo. Questi fattori definiscono un contesto lavorativo complessivo in cui gli individui possono utilizzare le risorse necessarie, in termini di tempo, informazioni e infrastruttura organizzativa, e possono contare su una leadership trasformazionale di supporto per adottare con successo l'SPS per fronteggiare i problemi mal strutturati. La *Figura 1* sintetizza il modello complessivo emerso: da un lato i problemi mal strutturati, dall'altro l'elevato dinamismo ambientale, introdotti rispettivamente come incertezza interna ed esterna, contribuiscono all'elevata incertezza percepita. Tuttavia, ambienti altamente dinamici potrebbero anche sollevare l'incertezza del problema, soprattutto per le decisioni strategiche in cui sono disponibili poche informazioni per le scelte decisionali. Dane e Pratt (2007) suggeriscono che "l'incertezza ambientale si traduce in un allontanamento dai problemi strutturati e dalle routine operative standard". In altre parole, l'incertezza e la mancanza di

informazioni valide relative agli attori ambientali rendono i problemi mal strutturati. L'SPS può essere pienamente adottato quando l'elaborazione automatica del sistema 1 viene supportata dall'elaborazione di ordine superiore, cioè del sistema deliberativo 2. Per fare ciò, è necessario stabilire una serie di antecedenti organizzativi.

Figura 1 - Modello proposto per l'adozione di SPS.



Fonte: Mohaghegh, Furlan, 2020; 43 (9): 1033 – 1062.

Herbert Simon ha descritto i compiti dei manager, degli scienziati e degli ingegneri nelle organizzazioni come "in gran parte [il] lavoro di prendere decisioni e risolvere problemi" (Simon *et al.*, 1987: 11). Seguendo le sue orme, gli studiosi della teoria comportamentale hanno elaborato modelli di risoluzione dei problemi nelle organizzazioni, i quali "tenevano conto della natura degli agenti umani che li costituivano" (Puranam, Stieglitz, Osman e Pillutla, 2015: 337). Questi modelli descrivono come la ricerca organizzativa di soluzioni ai problemi siano influenzate dalle limitazioni cognitive degli esseri umani (Gavetti, Greve, Levinthal e Ocasio, 2012). Il crescente utilizzo dell'intelligenza artificiale da parte delle organizzazioni sfida queste ipotesi incentrate sull'uomo.

1.3 Intelligenza artificiale (AI) nella risoluzione dei problemi

L'AI consente agli agenti artificiali di svolgere funzioni cognitive, quali il processo decisionale e la risoluzione dei problemi, in precedenza associate solo agli esseri umani (Krakowski, Luger e Raisch, 2023). La ricerca sull'AI suggerisce che questi agenti artificiali non hanno le limitazioni cognitive proprie dell'uomo (Murray, Rhymer e Sirmon, 2021) e che le loro previsioni sono spesso superiori a quelle degli esseri umani (Agrawal, Gans e Goldfarb, 2018).

Definire l'intelligenza artificiale risulta piuttosto difficile dal momento che non esiste una definizione generalmente accettata del concetto. La grande varietà di definizioni in circolazione non è dovuta a disattenzione, ma è insita nel fenomeno stesso. Nella sua definizione più rigorosa, l'AI fa riferimento all'imitazione dell'intelligenza degli esseri umani da parte dei computer, mentre nella sua accezione più ampia viene equiparata agli algoritmi. Il termine "algoritmo" si riferisce a un'istruzione specifica per risolvere un problema. Una definizione comune di AI fa riferimento alla tecnologia che consente alle macchine di imitare diverse abilità umane complesse, senza però approfondirne il livello di complessità.

Una definizione fissa di AI come imitazione della piena intelligenza umana è di scarsa utilità ai fini di questo rapporto. Risulta necessaria una definizione che catturi l'intera gamma di applicazioni che trovano la loro strada nella pratica, oggi e nel prossimo futuro. La definizione avanzata dall'High-Level Expert Group on Artificial Intelligence (AI HLEG) della Commissione Europea (CE) fornisce la necessaria libertà di portata: *"Sistemi che mostrano un comportamento intelligente analizzando il loro ambiente e intraprendendo azioni, con un certo grado di autonomia, per raggiungere obiettivi specifici"*. Questa descrizione comprende tutte le applicazioni che attualmente vengono classificate come AI e, allo stesso tempo, include la possibilità di futuri cambiamenti a tale qualificazione.

L'intelligenza artificiale ha acquisito un enorme slancio negli ultimi anni e uno dei suoi principali motori è stato il progresso in un'area specifica del campo, il "machine learning" (ML), definito come sottoinsieme dei metodi dell'intelligenza artificiale con l'obiettivo di sviluppare algoritmi che apprendano i principi di interpretazione da campioni di addestramento e li applichino a nuovi dati dello stesso dominio. L'innovazione ha portato a quello che oggi è chiamato "deep learning" (DL), un sottoinsieme del ML, basato su una rete di neuroni artificiali che consente di svolgere delle azioni replicando l'attività del cervello umano, tramite modelli di apprendimento organizzati su più livelli. Al contrario degli approcci più tradizionali in cui i sistemi informatici applicano regole fisse, gli algoritmi ML e DL possono riconoscere modelli nei dati.

Alla luce di quanto appena descritto, è fondamentale sottolineare che lo sviluppo e l'evoluzione delle tecnologie sopra citate derivano dall'incremento della disponibilità dei dati e dai progressi nella capacità di elaborazione delle informazioni (Haenlein e Kaplan, 2019).

CAPITOLO 2: Metodologia e revisione della letteratura

2.1 Introduzione

Nonostante il crescente interesse e l'ampia adozione di queste tecnologie nell'industria, le ricerche svolte su questo tema rimangono ancora limitate. La rapida evoluzione dell'AI e della gestione dei problemi all'interno delle organizzazioni richiedono una più recente e aggiornata revisione sistematica della letteratura.

Una revisione della letteratura può essere ampiamente descritta come un modo più o meno sistematico di raccogliere e sintetizzare ricerche precedenti (Baumeister & Leary, 1997; Tranfield, Denyer e Smart, 2003). Una revisione efficace e ben condotta come metodo di ricerca crea una solida base per far avanzare le conoscenze e facilitare lo sviluppo della teoria (Webster & Watson, 2002). Inoltre, rappresenta un modo eccellente per sintetizzare i risultati della ricerca svolta finora per scoprire aree in cui sono necessarie ulteriori ricerche, una componente fondamentale della creazione di quadri teorici e di modelli concettuali.

Gli studi utilizzati nella presente tesi rappresentano il frutto dell'applicazione di un ampio spettro di parole chiave e dell'impiego di strumenti quali l'analisi bibliometrica e la tecnica VOS, che hanno permesso di esaminare un database ricco di articoli. Questo approccio ha consentito di elaborare una visione chiara e approfondita delle applicazioni dell'IA e delle più recenti innovazioni nel contesto delle problematiche interne alle organizzazioni.

2.2 Analisi bibliometrica

“L'analisi bibliometrica è un metodo ampiamente utilizzato in letteratura e rigoroso per la ricerca e l'analisi di fonti di dati scientifici e dettagli evolutivi di un particolare ambito” (Donthu, Kumar, Mukherjee, Pandey e Lim, 2021: 285). Rappresenta un tentativo di gestire enormi informazioni attraverso la concettualizzazione, mostrando tendenze e composizione strutturale di un dominio nella ricerca scientifica.

Gli studi che adottano l'analisi bibliometrica vengono analizzati statisticamente in termini di autore, titolo dell'argomento, parola chiave, opera citata, fonte citata, ecc... rivelando la struttura concettuale, intellettuale e sociale della disciplina (Bozkurt e Çetin, 2016). L'analisi bibliometrica si basa sull'accessibilità e sulla disponibilità di strumenti bibliometrici come VOSviewer e database scientifici (Google Scholar, Scopus e Web of Science), i quali sono responsabili della popolarità di questa tecnica.

L'obiettivo dell'analisi bibliometrica è quello di ottenere dati quantitativi e indicatori di misurazione numerici sulle prestazioni della ricerca condotta (Dirik, Eryılmaz ed Erhan, 2023).

Gli approcci per l'analisi bibliometrica che permettono il raggiungimento di questo scopo si manifestano in due categorie: analisi delle prestazioni, la quale tiene conto dei contributi dei componenti della ricerca, e mappatura scientifica, la quale si concentra sulle relazioni tra i componenti della ricerca (Baker *et al.*, 2021). Le tecniche riguardanti la seconda includono:

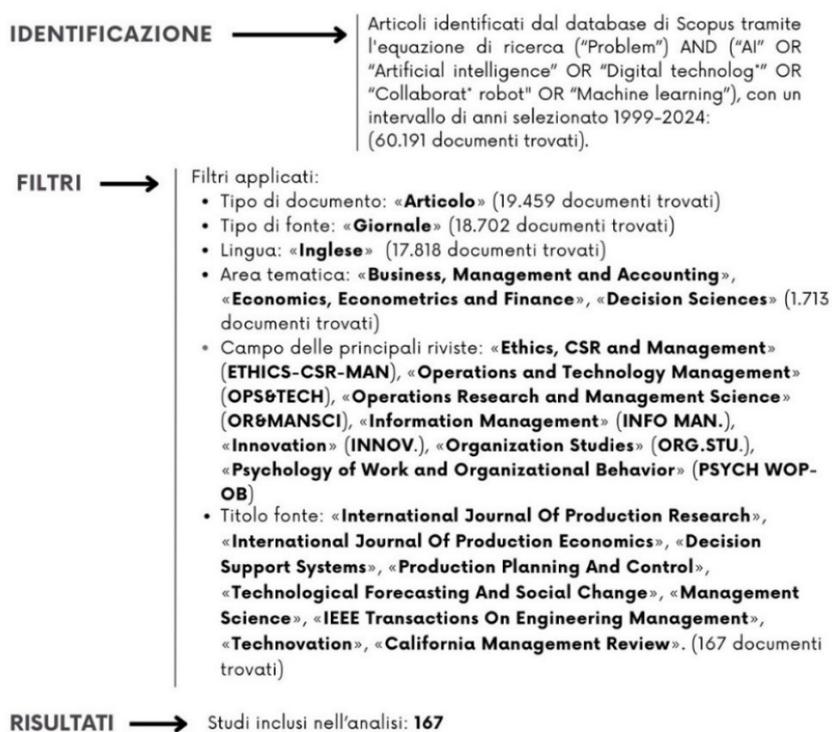
1. Analisi delle citazioni: tecnica che opera sul presupposto che le citazioni riflettano collegamenti intellettuali tra le pubblicazioni che si formano quando una cita l'altra (Appio, Cesaroni, & Di Minin, 2014);
2. Analisi delle co-citazioni: tecnica che presuppone che le pubblicazioni citate insieme frequentemente siano tematicamente simili (Hjørland, 2013). Tuttavia, questa analisi si concentra solo sulle pubblicazioni altamente citate, tralasciando le più recenti e quelle di nicchia. In questo senso, l'analisi della co-citazione è adatta per gli studiosi che desiderano scoprire pubblicazioni seminali e fondamenti della conoscenza;
3. Accoppiamento bibliografico: tecnica che opera sul presupposto che due pubblicazioni che condividono riferimenti comuni siano simili anche nel loro contenuto (Kessler, 1963, Weinberg, 1974). L'accoppiamento bibliografico offre una rappresentazione del presente del campo di ricerca e, a differenza dell'analisi precedente, le pubblicazioni recenti e di nicchia possono ottenere visibilità. In questo senso, questa tecnica è adatta per gli studiosi che desiderano indagare un ampio spettro di temi e i suoi ultimi sviluppi;
4. Analisi delle co-parole: tecnica che esamina il contenuto effettivo della pubblicazione stessa. Mentre le tecniche precedenti si concentrano sulle pubblicazioni, ora le unità di analisi sono le "keywords", parole utilizzate dagli autori per definire i concetti chiave trattati all'interno della loro pubblicazione (Baker *et al.*, 2020, Burton *et al.*, 2020, Donthu *et al.*, 2020a);
5. Analisi della co-autorialità: tecnica che esamina le interazioni tra gli studiosi in un campo di ricerca (Acedo *et al.*, 2006, Cisneros *et al.*, 2018). Poiché la co-autorialità è un modo formale di collaborazione intellettuale tra studiosi, è fondamentale comprendere come questi interagiscono per favorire progressi nella ricerca, migliorare la chiarezza e ottenere intuizioni più profonde (Tahamtan, Safipour Afshar e Ahamdzadeh, 2016).

Ai fini della ricerca, sono state utilizzate le tecniche di co-citazione, accoppiamento bibliografico e co-occorrenza di keywords degli autori, poiché risultano particolarmente efficaci sia per comprendere le tematiche principali che hanno caratterizzato gli studi passati, sia per identificare le tendenze emergenti, ottenendo così una visione completa e aggiornata del panorama scientifico relativo al tema oggetto dello studio.

2.3 Costruzione del database

Per la costruzione del database di articoli pertinenti, come strumento di ricerca, è stato utilizzato Scopus, una delle più ampie basi di dati bibliografiche nel mondo scientifico, creata nel 2004 dalla casa editrice Elsevier. L'equazione di ricerca utilizzata è la seguente: (“Problem”) AND (“AI” OR “Artificial intelligence” OR “Digital technolog*” OR “Collaborat* robot” OR “Machine learning”). La ricerca, caratterizzata da queste parole chiave e con l'intervallo di anni selezionato 1999 – 2024, ha dato un primo risultato di 60.191 documenti trovati. Con l’obiettivo di scremare questo esito, si sono applicati specifici filtri per selezionare i documenti più pertinenti. Includendo solo articoli in lingua inglese derivanti da riviste accademiche e commerciali nelle aree tematiche di "Business, Management and Accounting", "Economics, Econometrics and Finance" e "Decision Sciences", la ricerca si è ridotta a 5.030 documenti. Infine, consultando la “Academic Journal Guide (ABS, 2021) Ranking list”, si sono selezionate le riviste principali, con una classifica di 3 o 4 stelle, nei campi di "Ethics, CSR and Management" (ETHICS-CSR-MAN), "Operations and Technology Management" (OPS&TECH), "Operations Research and Management Science" (OR&MANSCI), “Information Management” (INFO MAN.), “Innovation” (INNOV.), “Organization Studies” (ORG.STU.), "Psychology of Work and Organizational Behavior" (PSYCH WOP-OB). Il risultato finale di questo procedimento (riassunto nella *Tabella 1*) è stato una raccolta di 167 documenti, i quali sono stati inclusi nel database finale.

Tabella 1 - Processo di costruzione del database finale



Fonte: propria elaborazione

2.4 Analisi preliminare

Prima di procedere con la spiegazione dettagliata del processo utilizzato per visualizzare il database, risulta necessario soffermarsi su una panoramica generale, in modo tale da comprendere più a fondo l'analisi effettiva dei risultati finali. Più specificamente, dopo aver filtrato il database in base ai passaggi descritti nel paragrafo precedente, la *Tabella 1* approfondisce le fonti utilizzate in questo studio. I documenti pertinenti sono stati trovati nei domini "Operations and Technology Management" e "Operations Research and Management Science", nonché in nove diverse riviste importanti. "OPS&TECH" è il campo principale per gli studi inclusi, con "International Journal of Production Research" che rappresenta la fonte più importante dell'analisi con 60 pubblicazioni. A seguire "Decision Support Systems" con 48, "International Journal Of Production Economics" con 28, "Management Science" con 12 e "Technological Forecasting and Social Change" con 9.

La *Figura 2* è volta a rendere più chiara l'analisi preliminare, illustrando la distribuzione dei 167 articoli selezionati nell'intervallo di anni considerato. Nell'asse delle ascisse è indicato l'anno, nell'asse delle ordinate il numero di pubblicazioni. Procedendo in questa direzione, è possibile sviluppare una prima idea di come l'argomento sia affrontato nella letteratura esistente e di come abbia guadagnato crescente attenzione negli ultimi anni. A differenza dei primi anni della ricerca, caratterizzati da un numero di articoli limitato, l'andamento generale del grafico mostra una crescente consapevolezza del valore potenziale dell'intelligenza artificiale nella gestione dei problemi all'interno delle organizzazioni, il cui culmine è avvenuto nel 2024. È proprio questo l'anno in cui si è verificato un picco di 18 articoli pubblicati, decretandolo l'anno fondamentale sia per il presente studio che per l'argomento in generale.

Figura 2 – Numero di pubblicazioni per anno



Fonte: propria elaborazione

L'interesse per l'AI era già presente prima che diventasse un tema di discussione diffuso, nonostante le pubblicazioni sull'argomento fossero relativamente poche. Tuttavia, è possibile affermare che questa tematica ha guadagnato maggiore popolarità con l'avvento dell'Industry 4.0, un concetto introdotto intorno all'anno 2011. Questa fase ha segnato un punto di svolta per l'intelligenza artificiale, legando la tecnologia ai processi di automazione avanzata e alle smart factories. Successivamente, il lancio di ChatGPT da parte di OpenAI nel 2020 ha catalizzato un'attenzione senza precedenti verso l'AI, spingendo il tema al centro del dibattito pubblico e accademico. Dal 2023 in poi, il numero di discussioni e pubblicazioni riguardanti l'intelligenza artificiale ha visto una crescita esponenziale, trasformando definitivamente l'argomento da una nicchia di ricerca a un pilastro della riflessione tecnologica globale.

In sintesi, questa analisi preliminare offre una prima panoramica del database di articoli che verranno esaminati in maggiore dettaglio nei capitoli successivi della tesi. Questi risultati pongono le basi per un'indagine più approfondita della letteratura esistente e offrono spunti preziosi per futuri studi e discussioni.

2.5 Visualizzazione del database

Si possono identificare due tipologie di mappe comunemente utilizzate nella ricerca bibliometrica: basate sulla distanza e basate sui grafici. Le prime mettono in risalto la distanza tra due elementi, la quale rappresenta la forza della loro relazione. Una minore distanza suggerisce, generalmente, una connessione più forte. Al contrario, nelle mappe basate sui grafici, le relazioni vengono indicate da linee che collegano gli elementi e la distanza tra questi non deve necessariamente riflettere la forza della loro relazione.

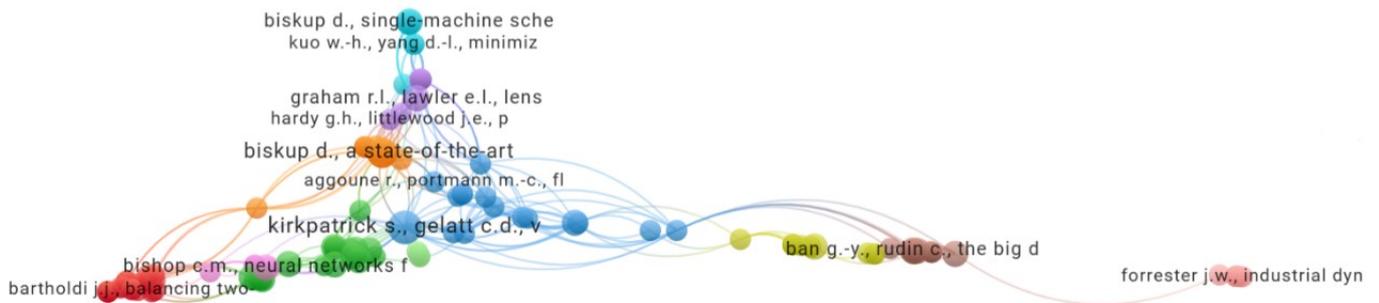
Per analizzare il database risultante dal paragrafo precedente, ho adottato VOSviewer (versione 1.6.20). Il termine VOS indica "Visualisation Of Similarities" (Eck and Waltman, 2009), un software in cui sono supportate solo mappe che utilizzano l'approccio basato sulla distanza, con il fine di costruire e visualizzare reti bibliometriche, le quali possono includere riviste, ricercatori o singole pubblicazioni e possono essere costruite in base a relazioni di citazione, accoppiamento bibliografico, co-citazione o co-occorrenza delle keywords degli autori.

Con il programma descritto sono state elaborate tre mappe distinte, basate sulle analisi di co-citazione, accoppiamento bibliografico e co-occorrenza, tutte presentate nel formato di visualizzazione di rete standard.

La *Figura 3* illustra la prima mappa, costruita utilizzando la tecnica della co-citazione, prendendo i riferimenti citati come unità di analisi. Scegliendo un numero minimo di 2 citazioni,

dal totale di 8700 riferimenti citati, il set più grande era composto da 130 elementi, i quali sono mostrati nella mappa.

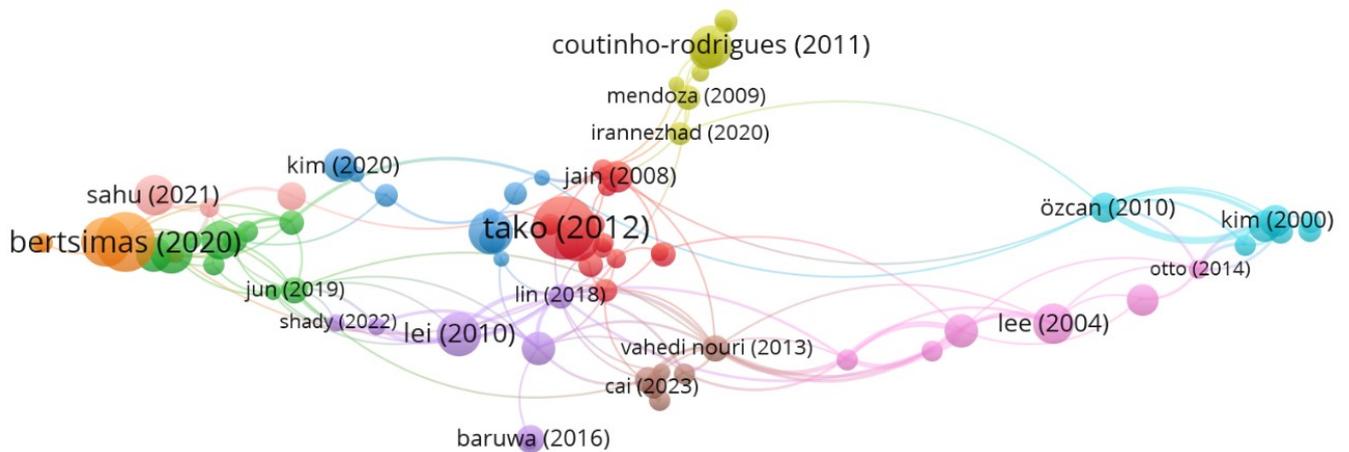
Figura 3 - *Analisi di co-citazione dei riferimenti citati (130 elementi mostrati)*



Fonte: propria elaborazione basata su VOSviewer

La *Figura 4* presenta la seconda mappa, creata utilizzando l'accoppiamento bibliografico sui documenti del database. Con un numero minimo selezionato di 20 citazioni, dei 167 documenti, 82 rappresentavano il lotto più grande di elementi connessi.

Figura 4 - *Accoppiamento bibliografico dei documenti (82 elementi mostrati)*



Fonte: propria elaborazione basata su VOSviewer

Infine, la *Figura 5* mostra la terza e ultima mappa dell'analisi bibliometrica, costruita con la tecnica della co-occorrenza delle parole chiave degli autori. In primo luogo, è stato creato un file di testo "Thesaurus", appositamente ideato per pulire la raccolta di parole chiave ed evitare duplicazioni e ripetizioni. In questo modo, il medesimo concetto viene ancora referenziato nonostante le variazioni nei plurali o nei sinonimi. Successivamente, selezionando un numero minimo di 5 occorrenze, delle 2.023 parole chiave totali, sono state visualizzate sulla mappa le 71 che soddisfacevano la soglia.

CAPITOLO 3: Risultati

3.1 Introduzione

Il seguente capitolo si concentra su un'analisi approfondita di quanto presentato finora, esaminando i risultati principali del database di ricerca e offrendo spunti e modelli preziosi. Ciascuno dei tre paragrafi che seguono è dedicato alla descrizione delle mappe generate con VOSviewer. Tali rappresentazioni visive informative che evidenziano i cluster tematici e gli articoli di ricerca più influenti, offrono una panoramica sul passato, presente e futuro dell'impatto dell'IA sugli approcci di problem solving adottati dai lavoratori e, più in generale, sul modo di gestire i problemi interni alle organizzazioni.

3.2 Mappa 1: co-citazione di riferimenti citati

Come precedentemente descritto nel capitolo "Metodologia", la prima mappa è stata costruita utilizzando la tecnica della co-citazione dei riferimenti citati. Questa tipologia di analisi è utile per rivelare l'impatto storico e le connessioni tra le pubblicazioni, identificando le opere chiave che hanno avuto un'influenza significativa nel campo. Quest'analisi evidenzia la ricerca fondamentale e gli studi rilevanti che hanno posto le basi per gli sviluppi e i progressi attuali nell'area tematica.

La mappa è strutturata in undici cluster, ognuno dei quali è composto a sua volta da un numero distinto di articoli. La *Tabella 2* offre una panoramica generale, suddividendo i diversi cluster secondo il colore che li contraddistingue ed il relativo contenuto.

Tabella 2 – *Confronto degli undici cluster nell'analisi di co-citazione di riferimenti citati*

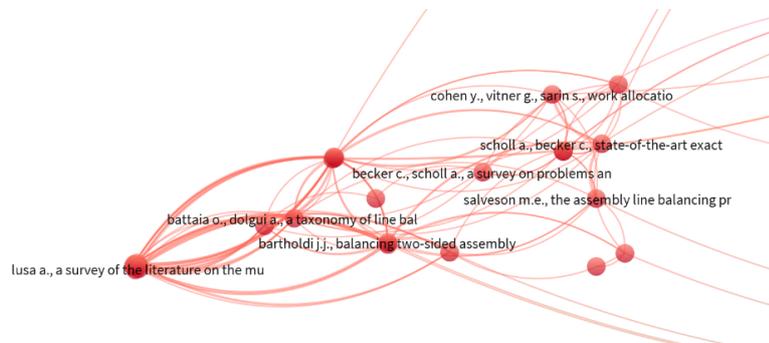
Cluster	Colore	Descrizione
1	Rosso	Include lavori concentrati sui problemi di ottimizzazione, bilanciamento e scheduling, in particolare nelle operazioni e nella produzione.
2	Verde	Esplora le tecniche di ottimizzazione e bilanciamento per applicazioni in intelligenza artificiale, ponendo il focus su metodi legati alle reti neurali e al machine learning.
3	Blu	Si focalizza sull'ottimizzazione dei problemi di scheduling nella produzione e nella gestione delle operazioni, con particolare attenzione alla combinazione di tecniche di apprendimento automatico e ricerca locale.

Cluster	Colore	Descrizione
4	Giallo	Tratta tematiche legate all'apprendimento automatico e all'ottimizzazione, con particolare enfasi su approcci cost-sensitive, genetic algorithms, e tecniche di reinforcement learning.
5	Viola	Include studi sulla programmazione dinamica con contributi importanti per la risoluzione di problemi complessi.
6	Azzurro Chiaro	Esamina i modelli di ottimizzazione per minimizzare obiettivi come il tempo di completamento totale o il numero di job in ritardo, considerando l'effetto dell'apprendimento.
7	Arancione	Include studi su modelli matematici e algoritmi per ottimizzare i tempi di completamento totale in diversi contesti di scheduling, come flowshop e single-machine, considerando l'impatto dell'apprendimento.
8	Marrone	Esplora l'applicazione di algoritmi di ottimizzazione a problemi pratici di design e produzione.
9	Rosa Scuro	Analizza metodi di riconoscimento di pattern e reti neurali e tecniche di ricerca euristica e metaeuristica, integrando l'apprendimento automatico, con il fine di migliorare l'efficienza nella gestione delle operazioni.
10	Rosa Chiaro	Esamina l'interazione tra tecnologia, apprendimento organizzativo e dinamiche industriali.
11	Verde chiaro	Include studi sull'uso di modelli decisionali avanzati e algoritmi computazionali per ottimizzare processi decisionali in ambiti che spaziano dalla sperimentazione scientifica fino alla collaborazione uomo-robot.

Fonte: propria elaborazione

Ai fini di questa discussione, il primo tra questi, rappresentato in rosso nella mappa, risulta essere il più interessante, in quanto comprende il numero maggiore di articoli, con un totale di 24 (Figura 6).

Figura 6 – Cluster 1 nell'analisi di co-citazione dei riferimenti citati (24 articoli)



Fonte: propria elaborazione basata su VOSviewer

Il cluster in oggetto riflette un interesse accademico e pratico per l'ottimizzazione delle linee di produzione, con un'enfasi particolare sull'uso di tecniche avanzate per risolvere problemi complessi in modo efficiente e applicabile nel contesto reale. La maggior parte degli articoli presenti si focalizza sul bilanciamento delle linee di montaggio, un problema critico nella produzione, il quale richiede la distribuzione ottimale delle attività tra diverse stazioni di lavoro, con il fine di minimizzare il tempo di inattività e massimizzare l'efficienza produttiva (es. Bartholdi, Gokcen *et al.*, Kara *et al.*). Altri, invece, forniscono una classificazione e una tassonomia dei diversi problemi di bilanciamento delle linee di montaggio, così come delle metodologie esistenti per affrontarli (es. Battaia & Dolgui e Becker & Scholl). Altri ancora, esplorano l'uso di approcci euristici e metaeuristici per risolvere questi problemi (es. Gendreau *et al.*, Scholl & Becker). Tra questi ultimi articoli, vale la pena menzionare anche “*Two-sided assembly line balancing using an Ant-Colony-Based heuristic*” di Baykasoglu A. e Dereli T. (2008). L'articolo affronta il problema del bilanciamento delle linee di montaggio a due lati (two-sided assembly line balancing problem, TALBP), comunemente utilizzato in industrie in cui l'assemblaggio avviene simultaneamente su entrambi i lati della linea.

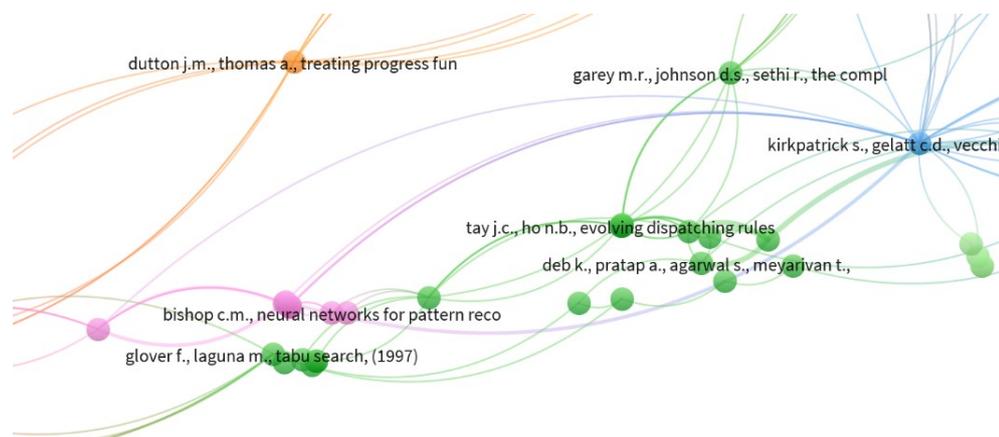
"L'euristica basata sulle colonie di formiche sviluppata in questo studio fornisce un metodo di soluzione robusto e flessibile per il problema del bilanciamento della linea di assemblaggio bilaterale, che è fondamentale per ottimizzare l'efficienza produttiva." (Baykasoglu & Dereli, 2008). In altre parole, per risolvere problemi combinatori complessi, gli autori utilizzano l'ACO (Ant Colony Optimization), una tecnica di ottimizzazione che fa parte degli algoritmi bioispirati, un sottogruppo dell'intelligenza artificiale. È un algoritmo euristico, ispirato al comportamento naturale delle formiche, il quale si basa sull'osservazione di come questi

esemplari trovano il percorso più breve tra il nido e una fonte di cibo. Le formiche rilasciano feromoni lungo il percorso che seguono e, con il tempo, il percorso più breve accumula una maggiore concentrazione di feromoni, diventando più attraente per altre formiche. In ACO, un gruppo di agenti chiamati “formiche artificiali” cerca soluzioni a un problema specifico. Ogni formica costruisce una soluzione passo dopo passo, facendo scelte probabilistiche basate sulla quantità di feromoni rilasciati sulle possibili opzioni. Man mano che più formiche trovano una buona soluzione rafforzano quel percorso con più feromoni, rendendolo più probabile da seguire per le altre formiche. Questo processo iterativo conduce alla scoperta di soluzioni ottimali.

"L'integrazione di tecniche di IA, come l'ottimizzazione delle colonie di formiche, nella pianificazione della produzione, evidenzia il ruolo crescente dell'intelligenza artificiale nella risoluzione di complessi problemi industriali, aprendo la strada a sistemi di produzione più intelligenti e adattabili". (Baykasoglu & Dereli, 2008). Con queste parole, i due autori dimostrano il potenziale delle tecniche basate sull'intelligenza artificiale per ottimizzare i processi di risoluzione dei problemi e scoprire nuove opportunità per rafforzare l'efficienza operativa.

Ai fini dello studio, risulta necessario focalizzare l'attenzione anche sul secondo cluster, rappresentato in verde nella mappa, il quale segue il primo per numero di articoli (*Figura 7*).

Figura 7 – Cluster 2 nell'analisi di co-citazione dei riferimenti citati (20 articoli)



Fonte: propria elaborazione basata su VOSviewer

Questo cluster consiste in 20 articoli differenti che ruotano prevalentemente attorno al tema di "Ottimizzazione intelligente e tecniche di IA nella produzione e logistica". Gli articoli esaminati dimostrano un'interconnessione tra le tecniche di ottimizzazione, le metodologie di scheduling e l'implementazione di sistemi di supporto decisionale, sottolineando l'importanza dell'intelligenza artificiale nel migliorare l'efficienza e l'efficacia delle operazioni in diversi

ambiti di produzione e logistica. Questi argomenti comuni evidenziano l'evoluzione delle strategie e delle tecnologie impiegate per affrontare le complessità emergenti del settore, contribuendo a significativi progressi nella ricerca e nelle applicazioni pratiche.

Seguendo un percorso simile a quello degli autori del cluster precedente, Agrawal e Tiwari (2008) affrontano il problema del bilanciamento delle linee di disassemblaggio sottolineando l'importanza della ACO in contesti stocastici. Analogamente, Dorigo *et al.* (1997) presentano ACO per risolvere il problema del commesso viaggiatore ("Travelling Salesman Problem", TSP), il quale richiede di trovare il percorso più breve che consente a un venditore di visitare un insieme di città una sola volta, tornando infine alla città di partenza. La difficoltà di questo problema aumenta esponenzialmente con l'aumento del numero di città, rendendo difficile l'utilizzo di approcci esatti.

Tuttavia, la novità e l'originalità di questo cluster risiede nella presenza di diverse pubblicazioni che esplorano l'uso di algoritmi genetici. Tra questi studi, i lavori di Deb *et al.* (2013) e Nguyen *et al.* (2017), si intrecciano attraverso l'uso di questi algoritmi per affrontare problemi complessi di ottimizzazione di scheduling e pianificazione della produzione, evidenziandone l'efficacia in scenari multi-obiettivo.

Più in dettaglio, il documento di Nguyen *et al.* (2017) offre un'ampia panoramica approfondita sull'applicazione della programmazione genetica, con il fine di identificare le difficoltà e le opportunità nella pianificazione della produzione. Inizialmente, gli autori identificano diverse sfide nella pianificazione della produzione, inclusi problemi di complessità, variabilità della domanda e vincoli di capacità. L'articolo prosegue poi con la descrizione dettagliata della soluzione ritenuta migliore per queste problematiche complesse: la programmazione genetica. La GP ("Genetic Programming") è una tecnica di intelligenza artificiale ispirata ai processi evolutivi della natura, la quale non richiede conoscenze specifiche della struttura del problema, rendendola in tal modo altamente versatile e adattabile a una vasta gamma di scenari di programmazione della produzione. Secondo la GP, le potenziali soluzioni ai problemi rilevati sono rappresentate come "individui" in una popolazione, i quali sono generalmente pensati come alberi sintattici che descrivono programmi o espressioni matematiche. Questi individui vengono successivamente valutati mediante una funzione che misura quanto bene ciascuna soluzione è in grado di risolvere il problema. Nella fase di "selezione", chi è ritenuto migliore secondo la funzione viene selezionato per riprodursi, e in quella successiva di "crossover", due "genitori" combinano parte dei loro "genomi" per produrre uno o più "figli". Questo processo si ispira alla ricombinazione genetica nei sistemi biologici. Infine, la popolazione evolve

attraverso diverse generazioni, con l'aspettativa che le soluzioni diventino sempre più adatte al problema con il passare del tempo.

In sintesi, l'articolo di Nguyen *et al.* (2017) rappresenta un'ulteriore conferma dell'importanza dell'intelligenza artificiale nella risoluzione di problemi complessi all'interno delle organizzazioni. L'AI, attraverso metodi quali la programmazione genetica, non solo ottimizza l'efficienza operativa, ma è anche in grado di fornire soluzioni innovative e capaci di adattarsi alle esigenze in continua evoluzione delle organizzazioni moderne.

3.3 Mappa 2: accoppiamento bibliografico

La seconda mappa è stata creata utilizzando la tecnica dell'accoppiamento bibliografico, in cui i collegamenti indicano connessioni tra articoli che condividono riferimenti o citano un documento comune. I 10 cluster colorati rappresentano insiemi di studi che si concentrano su aspetti specifici di ottimizzazione, gestione delle operazioni, algoritmi di programmazione e supporto decisionale, mostrando la diversità e la complessità delle ricerche nell'ambito dell'ingegneria gestionale e della logistica. Ognuno di questi contiene un numero variabile di articoli, i quali coprono un periodo di circa vent'anni, offrendo in tal modo una visione temporale trasversale del campo di studio e permettendo di comprendere l'evoluzione della ricerca accademica e di identificare specifiche sottoaree che necessitano di ulteriori indagini in studi futuri. La *Tabella 3* fornisce una panoramica complessiva, suddividendo i cluster della mappa secondo il colore, il tipo di problema che affrontano e l'approccio di intelligenza artificiale adottato.

Tabella 3 – Confronto dei dieci cluster nell'analisi di accoppiamento bibliografico

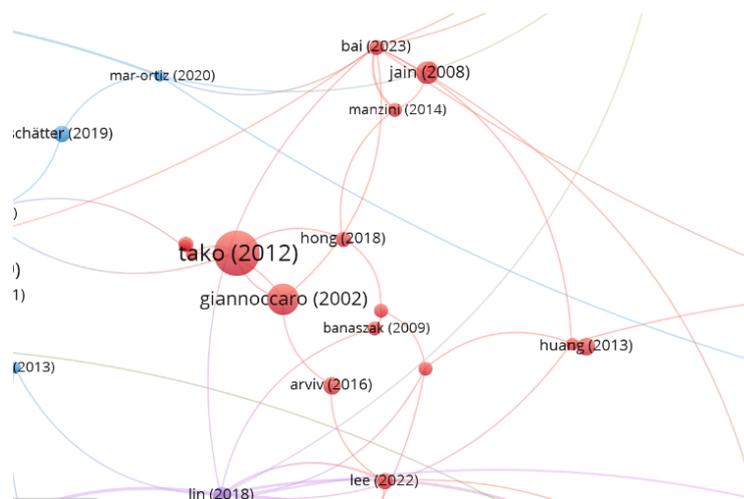
Cluster	Colore	Tipo di Problema	Approccio AI adottato
1	Rosso	Ottimizzazione produttiva e logistica	Simulazione Ottimizzazione (SO)
2	Verde	Previsione temporale	Regressione lineare e reti neurali ricorrenti
3	Blu	Evoluzione delle tecniche di ottimizzazione	Agenti autonomi intelligenti
4	Giallo	Gestione delle risorse naturali e ambientali	Machine learning

Cluster	Colore	Tipo di Problema	Approccio AI adottato
5	Viola	Gestione della supply chain e ottimizzazione delle risorse	TLBO “Teaching-Learning-Based Optimization”
6	Azzurro Chiaro	Ottimizzazione logistica	Algoritmi di ottimizzazione
7	Arancione	Analisi dei dati	Apprendimento automatico
8	Marrone	Ottimizzazione e analisi decisionale	Apprendimento automatico
9	Rosa Scuro	Ottimizzazione logistica	Algoritmi di ottimizzazione
10	Rosa Chiaro	Gestione della supply chain	Combinazione AI e AR

Fonte: propria elaborazione

Il primo cluster della mappa, rappresentato in rosso e costituito da 17 pubblicazioni, rappresenta una componente fondamentale dello sviluppo delle tecniche di ottimizzazione applicate nei contesti industriali, fornendo sia un quadro teorico che pratico per affrontare e risolvere problemi complessi di gestione operativa (*Figura 8*). L'analisi di questo primo cluster suggerisce che ci sono ancora molte opportunità per ulteriori esplorazioni, in particolare nell'integrazione di tecniche di ottimizzazione con nuove tecnologie emergenti come l'intelligenza artificiale e il machine learning, le quali potrebbero aprire nuove possibilità per migliorare ulteriormente l'efficienza dei sistemi produttivi e logistici.

Figura 8 – Cluster 1 nell'analisi di accoppiamento bibliografico (17 articoli)



Fonte: propria elaborazione basata su VOSviewer

All'interno di questo gruppo di articoli, lo studio condotto da Tako (2012) ha raccolto un numero di 325 citazioni, diventando il documento più citato nell'intero database. La novità risiede nella

proposta di combinazione della simulazione e delle tecniche di ottimizzazione per migliorare le prestazioni operative nei contesti produttivi e logistici. Questa combinazione viene spesso denominata come "Simulazione Ottimizzazione" (SO). La simulazione permette di testare diversi scenari operativi senza interferire con il sistema reale. Dopo aver simulato diversi scenari, le tecniche di ottimizzazione vengono utilizzate per identificare la configurazione migliore. Algoritmi come la programmazione genetica, algoritmi genetici, o altre tecniche di ottimizzazione vengono applicati per trovare la soluzione che massimizza o minimizza una funzione obiettivo (ad esempio, minimizzare i costi o massimizzare la produzione). L'obiettivo della SO è trovare le migliori soluzioni possibili per migliorare le prestazioni del sistema simulato, tenendo conto delle complessità e delle dinamiche reali. Questo approccio è utile in contesti dove la semplice ottimizzazione matematica potrebbe non catturare tutte le variabili e le interazioni presenti nel sistema reale. La SO, quindi, fornisce un metodo più realistico e adattabile per affrontare problemi complessi.

Il secondo e terzo cluster, contraddistinti dai colori verde e blu sulla mappa, sono costituiti da un totale combinato di 20 pubblicazioni. In generale, i due cluster partono da modelli decisionali di base e tecniche di ottimizzazione fino a includere approcci moderni come il machine learning e le tecniche di apprendimento profondo per risolvere problemi complessi. Condividono l'obiettivo di dimostrare come la ricerca nel campo dell'ottimizzazione sia passata da approcci classici a tecniche integrate che sfruttano la potenza del machine learning per risolvere problemi sempre più dinamici. Un ponte tra questi 20 documenti può essere identificato nel lavoro di Bui (1999), il quale ha ricevuto il maggior numero di citazioni. L'autore esplora l'uso di tecnologie basate su agenti per la costruzione di sistemi di supporto decisionale (DSS, "Decision Support Systems"), strumenti informatici progettati per assistere i processi decisionali umani, specialmente in contesti complessi, e che richiedono una valutazione rapida di molteplici variabili. Questi sistemi forniscono supporto attraverso la raccolta, l'elaborazione e l'analisi dei dati, offrendo informazioni che possono migliorare la qualità delle decisioni. Nonostante non sia una pubblicazione molto recente nel campo analizzato, l'articolo di Bui si distingue per il suo approccio innovativo per la costruzione di sistemi di supporto decisionale utilizzando un framework basato su agenti. Questo framework offre flessibilità, scalabilità, e una maggiore efficienza nel processo decisionale, rappresentando un avanzamento significativo rispetto ai DSS tradizionali dell'epoca. L'autore propone l'uso di agenti intelligenti come componenti fondamentali dei DSS, i quali possono operare in modo autonomo per raccogliere informazioni, eseguire analisi specifiche, e coordinare azioni tra diversi componenti del sistema. Questi agenti autonomi rappresentano software capaci di prendere decisioni indipendenti basate su regole

predefinite o su modelli di apprendimento. Un sistema basato su queste premesse può adattarsi rapidamente a nuove informazioni o cambiamenti nell'ambiente decisionale, grazie alla sua architettura flessibile.

Il quarto cluster, contraddistinto dal colore giallo e 9 pubblicazioni, ruota attorno al tema della gestione delle risorse naturali e ambientali, con un forte focus su modelli di ottimizzazione e simulazione per supportare il processo decisionale in contesti complessi. I temi comuni includono l'ottimizzazione multi-obiettivo, l'integrazione di dati ambientali e climatici nei modelli di pianificazione, e l'uso di tecniche avanzate per gestire l'incertezza. L'evoluzione nel cluster mostra un passaggio da approcci più tradizionali e applicativi a metodologie più avanzate e integrate, con un crescente uso di dati e tecnologie moderne per affrontare problemi sempre più complessi e variabili.

Il quinto cluster, illustrato in viola nella mappa e costituito da 7 pubblicazioni, rappresenta un corpus di lavori che, partendo da solide basi matematiche e teoriche, come in Lee (2004) e Lei (2010), evolve verso applicazioni pratiche moderne, come in Baruwa (2016) e Otto (2014). Il cluster si focalizza principalmente su tecniche di ottimizzazione e modelli decisionali avanzati, con un'enfasi sulla loro applicazione in settori come la logistica, la gestione della supply chain e l'ottimizzazione delle risorse, riflettendo le nuove esigenze del mondo reale e l'integrazione di nuove tecnologie come il big data e l'apprendimento automatico. L'articolo più citato in questo cluster è lo studio condotto da Lei (2010), la cui originalità risiede nell'approccio TLBO ("Teaching-Learning-Based Optimization"), un algoritmo di ottimizzazione ispirato al processo educativo, il cui obiettivo è migliorare le soluzioni al problema della pianificazione. Il metodo TLBO si basa su due fasi principali:

1. Insegnamento: il "maestro", ovvero la soluzione migliore finora trovata, insegna agli "studenti", ovvero le soluzioni candidate, come migliorare le loro prestazioni. Per ogni soluzione, si calcola un nuovo set di soluzioni basato sulla differenza tra la migliore soluzione e la soluzione corrente. Questa differenza viene amplificata da un fattore di insegnamento e poi applicata alla soluzione corrente per generare nuove soluzioni candidate;
2. Apprendimento: gli studenti si confrontano e apprendono dalle migliori soluzioni tra di loro. In questa fase, le migliori soluzioni vengono utilizzate per aggiornare quelle degli studenti, incrementando le possibilità di convergenza verso la soluzione ottimale.

Il sesto ed il nono cluster, rappresentati rispettivamente con i colori azzurro chiaro e rosa scuro, sono costituiti da un totale combinato di 11 pubblicazioni, rispettivamente 7 e 6. Sebbene i due gruppi di articoli si concentrino su argomenti diversi e più specifici, un filo conduttore comune

può essere trovato nella loro analisi dei metodi di ottimizzazione. Il cluster azzurro rappresenta metodi fondamentali e innovazioni algoritmiche, mentre il cluster rosa rappresenta la ricerca applicata in cui questi algoritmi vengono testati e impiegati in scenari pratici come la gestione della supply chain.

Il settimo e ottavo cluster, rispettivamente indicati dal colore arancione e marrone sulla mappa, comprendono 6 pubblicazioni ciascuno, le quali possono essere ampiamente raccolte sotto il titolo: "Ottimizzazione avanzata e analisi decisionale". Nell'arco di quasi due decenni, queste 12 pubblicazioni hanno apportato un contributo significativo alle teorie di ottimizzazione fondamentali, integrando al contempo questi metodi con l'analisi dei dati, con l'obiettivo di risolvere sfide complesse del mondo reale. Il lavoro di Bertsimas (2020) si classifica come la seconda pubblicazione più citata nel database con 306 citazioni. L'articolo evidenzia come le tecniche di apprendimento automatico possano essere efficacemente combinate con modelli di ottimizzazione, consentendo la creazione di strutture robuste in grado di adattarsi a modelli e ambienti di dati in continua evoluzione e fornendo così soluzioni più affidabili ed efficaci. In sintesi, il lavoro di Bertsimas mira a trasformare il modo in cui le organizzazioni utilizzano i dati non solo per comprendere il futuro, ma anche per plasmarlo attivamente.

Infine, il decimo e ultimo cluster, contraddistinto dal colore rosa chiaro e quattro pubblicazioni, riflette un focus di ricerca in evoluzione, incorporando sia i principi fondamentali sia gli ultimi progressi nel processo decisionale basato sui dati, dimostrando la crescente complessità e integrazione tecnologica all'interno della moderna gestione della supply chain. In particolare, l'articolo più citato in questo cluster è lo studio condotto da Sahu (2021), il quale esplora la convergenza delle tecnologie di intelligenza artificiale (AI) e realtà aumentata (AR) nel settore manifatturiero. Il concetto di AI è stato precedentemente discusso nella parte introduttiva di questa tesi. Tuttavia, per approfondire la comprensione della nozione di realtà aumentata (AR), risulta utile la definizione proposta dall'autore: *“L'AR è il mezzo che sovrappone le informazioni digitali al mondo fisico, colmando così la frattura tra il mondo reale e quello virtuale”* (Sahu, 2021: 1). In particolare, l'articolo sottolinea il potenziale sinergico della combinazione di AI e AR. Mentre la prima può elaborare e analizzare grandi quantità di dati, la seconda può fornire interfacce intuitive e in tempo reale per interagire con tali dati. Sfruttando i punti di forza sia dell'intelligenza artificiale che della realtà aumentata, i produttori possono ottenere miglioramenti significativi in termini di produttività, qualità e sicurezza. Il documento evidenzia varie applicazioni pratiche quali manutenzione, formazione, controllo qualità e assemblaggio, mostrando l'ampio potenziale di queste tecnologie. Tuttavia, riconosce anche le sfide nell'implementazione, tra cui barriere tecniche, finanziarie e sociali. Guardando al futuro,

l'autore prevede che i progressi negli algoritmi di intelligenza artificiale, nelle interfacce di realtà aumentata e nella loro integrazione con IoT (Internet of Things) e Industria 4.0 guideranno la prossima ondata di innovazione nella produzione assistita dalla realtà aumentata.

3.4 Mappa 3: co-occorrenza di parole chiave degli autori

La terza e ultima mappa è realizzata utilizzando la tecnica della co-occorrenza delle parole chiave degli autori, la quale fornisce preziose indicazioni sulla struttura e le dinamiche della letteratura. Questo strumento aiuta i ricercatori a identificare le principali tendenze, gli autori più influenti e i temi di ricerca rilevanti. La mappa è suddivisa in 6 cluster, ciascuno dei quali contiene un numero distinto di parole chiave.

Sebbene la profondità dell'analisi per i singoli cluster potrebbe non essere così ampia come nelle mappe precedenti, in cui gli articoli selezionati sono stati esaminati più minuziosamente, rimane possibile riconoscere i domini tematici primari. Osservando la frequenza di parole chiave specifiche all'interno di questi domini, possiamo identificare traiettorie prospettive per futuri sforzi di ricerca che comprendono tecnologie emergenti, sostenibilità e strategie per gestire le problematiche interne alle organizzazioni.

Il primo cluster è rappresentato in rosso ed è quello che contiene il maggior numero di parole chiave, con un totale di 16 elementi. Questa raccolta rappresenta un ecosistema di concetti interconnessi che ruotano attorno all'ottimizzazione dei processi di produzione, con particolare enfasi sui problemi di scheduling, i quali rappresentano le sfide nell'organizzare le operazioni di produzione. Il cluster converge sul tema generale di "Ottimizzazione computazionale e algoritmi di scheduling nei sistemi di produzione", come sottolineato da parole chiave quali *Computational Results* e *Scheduling Problem*. Questi termini si uniscono per affrontare il comune obiettivo di migliorare l'efficienza e la produttività nelle operazioni industriali, utilizzando strumenti avanzati di calcolo e algoritmi intelligenti. Per affrontare la complessità di questi problemi, entrano in gioco i *Genetic algorithms* ed *Heuristic algorithms*, strumenti essenziali per esplorare soluzioni pratiche e ottimali in tempi ragionevoli. I termini specifici, quali *Flow shop scheduling problems* e *Single machine scheduling problems*, rappresentano varianti del problema generale di scheduling, ciascuna con le proprie sfide e approcci ottimizzativi. Ad esempio, nel primo, l'ordine delle operazioni è predeterminato, mentre nel *Job shop scheduling*, i percorsi di produzione possono variare, aumentando significativamente la complessità. Proseguendo, i termini *Machinery* e *Machine shop practice*, evidenziano il contesto industriale in cui questi problemi vengono affrontati. Infine, la keyword di spicco nel cluster è *Scheduling*, la quale ricorre ben 37 volte. Questa ampia copertura, unita alla sua

interconnessione con termini che abbracciano tutti i cluster, riafferma il suo ruolo centrale nell'ottimizzazione della produzione e nello svolgimento di determinati compiti in un ordine specifico. Nel contesto della produzione e gestione industriale, un efficace scheduling può ridurre i tempi di inattività, aumentare la produttività e ridurre i costi. Ad eccezione di quest'ultima nozione, le restanti parole chiave hanno una frequenza relativamente più bassa, il che probabilmente suggerisce una base consolidata, anche se con margini di raffinamento.

Il secondo cluster, contraddistinto dal colore verde e composto da una raccolta di 14 parole chiave, rappresenta una panoramica completa di come l'AI stia rivoluzionando il modo in cui le decisioni vengono prese e i processi produttivi vengono gestiti. I termini inclusi riflettono la complessità e l'importanza di utilizzare tecnologie avanzate per migliorare la pianificazione, il controllo e la gestione delle attività in contesti aziendali e produttivi. Non a caso, il termine che emerge con maggiore frequenza è *Artificial Intelligence*, il quale attira un notevole interesse per via dei solidi collegamenti con altri cluster. La sua predominanza riecheggia la crescente tendenza a sfruttare analisi basate sui dati e previsioni per supportare decisioni informate in varie fasi della supply chain. Le catene di approvvigionamento (*Supply chains*) sono reti complesse che richiedono una gestione attenta per assicurare che i materiali e i prodotti finiti siano consegnati in modo efficiente. L'AI può ottimizzare le operazioni logistiche, prevedere la domanda e migliorare la visibilità lungo tutta la catena, riducendo i rischi e migliorando la reattività del sistema. D'altro canto, altre parole chiave quali *Production Planning*, *Production Engineering* e *Production Control* richiamano l'attenzione sull'aspetto complementare delle pratiche di produzione, le quali possono essere notevolmente potenziate dall'adozione delle tecniche di intelligenza computazionale sovraccitate, sottolineando così l'importanza di integrare queste tecnologie nelle aziende moderne.

La successiva raccolta, identificata dal colore blu, comprende 13 parole chiave, le quali ruotano attorno all'obiettivo comune di migliorare l'efficienza, ridurre i costi (*Costs*) e massimizzare la produttività attraverso un uso intelligente delle risorse disponibili e un bilanciamento ottimale delle attività lungo la linea di produzione (*Assembly Line*). Questo cluster rappresenta un panorama sofisticato di concetti e strumenti matematici che si uniscono per affrontare problemi complessi nell'ottimizzazione e nel bilanciamento delle linee di produzione:

- *Computer Simulation*: strumento essenziale per modellare e testare diverse configurazioni della linea di produzione prima di implementarle;
- *Mathematical Model*: strumento utilizzato per rappresentare formalmente i problemi di ottimizzazione e bilanciamento delle linee di produzione;

- *Integer Programming*: tecnica matematica utilizzata per risolvere problemi di ottimizzazione nei quali alcune o tutte le variabili devono assumere valori interi;
- *Heuristic Method*: approccio utilizzato per trovare soluzioni accettabili a problemi complessi in tempi ragionevoli, quando una soluzione ottimale non è praticabile;
- *Tabu Search*: tecnica di ottimizzazione metaeuristica che utilizza una memoria per evitare di riesaminare soluzioni precedentemente considerate;
- *Neural Network*: strumento impiegato per risolvere problemi complessi di ottimizzazione e per apprendere modelli di produzione efficienti basati sui dati storici.

Il termine che emerge con maggiore frequenza è *Problem Solving*, il quale indica il processo generale di risoluzione dei problemi che integra tutte le tecniche e gli approcci menzionati sopra per trovare soluzioni pratiche ai problemi complessi incontrati nella progettazione e gestione delle linee di produzione.

Il quarto cluster è rappresentato in giallo sulla mappa e comprende 12 parole chiave. Al cuore di questa raccolta vi è l'integrazione tra la *Digital Transformation*, i *Big Data* ed il *Machine Learning*, la quale permette di migliorare il processo decisionale, ottimizzare l'allocazione delle risorse e prevedere con maggiore precisione eventi futuri, affrontando anche l'incertezza intrinseca in sistemi complessi. La sinergia tra queste tecniche e approcci offre alle organizzazioni un vantaggio competitivo significativo, trasformando i dati in un asset strategico. La trasformazione digitale non è solo un processo tecnologico, ma un cambiamento strategico che permea l'intera struttura organizzativa. La tecnica di apprendimento automatico e l'analisi dei big data sono strumenti chiave nel quadro presentato, permettendo non solo di prevedere tendenze future (*Forecasting*), ma anche di ottimizzare la distribuzione delle risorse in maniera intelligente e basata su dati. *Decision trees* e altri modelli di classificazione vengono utilizzati per prendere decisioni mirate, offrendo una base solida per la previsione e l'allocazione delle risorse. In questo contesto, i sistemi di apprendimento, sostenuti da *Stochastic Models*, sono essenziali per gestire l'incertezza intrinseca in ambienti complessi, fornendo soluzioni robuste e adattabili.

Il quinto cluster può essere identificato con il colore viola e comprende un totale di 10 parole chiave. Nonostante i collegamenti piuttosto forti, questa raccolta presenta meno occorrenze rispetto alle altre, suggerendo potenzialmente una base di ricerca più matura in questo dominio. Questo cluster rappresenta una rete integrata di concetti che, attraverso l'ottimizzazione combinatoria, si uniscono per migliorare la logistica, la produzione e le operazioni economiche, portando a una gestione più efficiente e redditizia delle risorse aziendali. La *Combinatorial Optimization* è il nucleo centrale, essenziale per risolvere problemi complessi come il *Vehicle*

Routing e Production Scheduling, il cui l'obiettivo è trovare la migliore combinazione possibile di elementi per ottimizzare i costi e le risorse. In questo ambito, il termine *Vehicles* può essere interpretato con un duplice significato: da un lato, si può riferire ai mezzi di trasporto fisici, dall'altro, alla gestione strategica delle risorse veicolari all'interno di un sistema di ottimizzazione logistica più ampio, in cui ogni decisione deve tenere conto di tutte le variabili in gioco per raggiungere un equilibrio ottimale tra costi, efficienza e soddisfazione del cliente. Infine, il termine *Economics* gioca un ruolo fondamentale nel collegare tutti questi elementi, poiché le decisioni ottimali in ambito logistico e di produzione sono guidate da considerazioni economiche quali la minimizzazione dei costi, la massimizzazione delle vendite e l'efficienza nell'allocazione delle risorse.

Il sesto e ultimo cluster è rappresentato con un colore azzurro chiaro e comprende solo 6 parole chiave. Dato il numero limitato di termini, identificare un tema singolare risulta più complesso. Tuttavia, adottando una prospettiva più ampia, si può affermare che i punti focali riguardano il concetto di *Benchmarking* e *Ant Colony Optimization*. Il primo concetto si riferisce al processo di valutazione, in cui un'organizzazione misura le proprie prestazioni e prodotti rispetto a standard di riferimento o alle migliori pratiche del settore. Il secondo termine, già analizzato nell'analisi di co-citazione dei riferimenti citati, sottolinea nuovamente l'importanza di questo potente algoritmo di ottimizzazione combinatoria, il quale consente di convergere verso soluzioni di alta qualità attraverso un processo iterativo di miglioramento.

CONCLUSIONI

Il presente lavoro si focalizza sull'esplorazione della complessa e altamente rilevante intersezione tra intelligenza artificiale e problematiche all'interno delle organizzazioni, impiegando l'analisi bibliometrica e il software VOSviewer come strumenti analitici primari. Come evidenziato ripetutamente in questo studio, nell'attuale scenario aziendale, caratterizzato da una crescente competitività, è essenziale valutare accuratamente i benefici e i rischi legati all'adozione di queste nuove tecnologie, al fine di ottimizzare l'efficienza operativa nelle aziende. È evidente che l'AI e le tecnologie intelligenti esercitano un impatto trasformativo che sta ridefinendo non solo il panorama economico, ma anche settori chiave come la sanità, l'agricoltura e i trasporti.

Attraverso l'analisi delle mappe generate con l'apposito software e i numerosi riferimenti esaminati, questa ricerca offre una revisione della letteratura aggiornata e sistematica, la quale funge da fondamento di conoscenza interdisciplinare. L'ampio database di pubblicazioni utilizzato ha permesso di condurre un'analisi estesa e globale, evitando di limitarsi a temi o contesti specifici. Di conseguenza, il capitolo "Risultati" ha rivelato molteplici intuizioni, facendo luce sullo stato attuale della ricerca ed evidenziando la scarsità di studi e pubblicazioni nel campo specifico dell'intelligenza artificiale applicata alle problematiche organizzative, il quale ha guadagnato maggiore popolarità con l'avvento dell'Industry 4.0, intorno all'anno 2011.

Ciascuna delle mappe elaborate mediante le tecniche di co-citazione, accoppiamento bibliografico e co-occorrenza di parole chiave degli autori, offre un contributo unico e complementare per comprendere l'impatto dell'AI nei contesti organizzativi.

La prima mappa si focalizza sull'analisi delle connessioni storiche tra le pubblicazioni più influenti nel campo. Attraverso l'analisi di co-citazione, sono stati identificati i pilastri della letteratura, ovvero le opere e gli autori che hanno posto le basi teoriche e metodologiche per l'evoluzione della ricerca sull'intelligenza artificiale nella risoluzione dei problemi operativi che di solito si incontrano in ambito di operations management nei diversi settori. Questa mappa dimostra come l'approccio tradizionale si sia evoluto, integrando tecnologie avanzate quali l'Ant Colony Optimization (ACO) e la Genetic Programming (GP). Il primo è un algoritmo di ottimizzazione combinatoria, particolarmente efficace per affrontare problemi della logistica e dell'allocazione delle risorse; il secondo, invece, è un algoritmo evolutivo, progettato per sviluppare soluzioni innovative in settori come la finanza, la robotica e l'ingegneria.

La seconda mappa, ottenuta tramite la tecnica di accoppiamento bibliografico, offre una prospettiva più contemporanea e orientata al presente della ricerca, evidenziando come le

pubblicazioni recenti siano interconnesse attraverso riferimenti comuni. Da questa mappa emerge il crescente focus della ricerca sull'IA verso applicazioni pratiche, quali la simulazione e l'ottimizzazione nei contesti produttivi e logistici. Un esempio significativo è rappresentato dall'approccio della Simulazione Ottimizzazione (SO), che integra le tecniche di simulazione con algoritmi di ottimizzazione per migliorare le prestazioni operative. Questo metodo costituisce un ponte tra la teoria e la pratica, sottolineando l'evoluzione delle tecniche di problem solving per affrontare efficacemente le sfide operative moderne.

Infine, la terza mappa di co-occorrenza delle parole chiave degli autori, offre una panoramica delle tendenze emergenti nella ricerca, evidenziando i temi più rilevanti e le keywords più frequenti. Questa mappa sottolinea l'importanza di concetti come la *Digital Transformation* ed il *Machine Learning* nel ridefinire le strategie aziendali, indicando come la ricerca stia progredendo verso l'adozione di tecnologie sempre più sofisticate, le quali permettono non solo di prevedere tendenze future, ma anche di ottimizzare la distribuzione delle risorse in maniera intelligente.

L'analisi integrata delle tre mappe fornisce un quadro dettagliato delle sfide e delle opportunità legate all'adozione dell'AI e delle tecniche di ottimizzazione per affrontare problemi organizzativi, suggerendo che un approccio combinato di analisi storica, interconnessioni contemporanee e attenzione alle tendenze emergenti è cruciale per sviluppare strategie efficaci e innovative.

In sintesi, per rimanere competitive, le organizzazioni devono abbracciare queste tendenze emergenti, integrandole nei processi decisionali e di problem solving, con l'obiettivo di affrontare con successo le sfide del mercato globale. La sinergia tra intelligenza umana e artificiale si rivela dunque centrale per risolvere le complessità che caratterizzano i problemi aziendali odierni.

Il ruolo dell'uomo viene trattato in modo significativo in tutte le mappe, specialmente in relazione alla decision-making e alla gestione delle problematiche aziendali. In particolare, la prima mappa di co-citazione evidenzia come le competenze umane rimangano fondamentali per il successo delle organizzazioni. Ad esempio, nel lavoro di Baykasoglu e Dereli sul bilanciamento delle linee di montaggio a due lati (TALBP), l'uso di un'euristica basata sulle colonie di formiche fornisce soluzioni ottimali per migliorare l'efficienza produttiva. Tuttavia, il ruolo dell'uomo appare decisivo per interpretare i dati generati dall'algoritmo, adattare le strategie operative e intervenire in caso di cambiamenti imprevisti nelle condizioni di produzione. L'analisi della mappa di accoppiamento bibliografico, inoltre, mostra come l'AI venga utilizzata principalmente per potenziare le capacità umane, migliorare l'efficienza e

supportare il processo decisionale, piuttosto che per sostituire completamente l'intervento umano. Alla luce di queste considerazioni, il rapporto tra uomo e intelligenza artificiale si percepisce più come un effetto di supporto reciproco piuttosto che di sostituzione totale. Molti autori hanno evidenziato che ogni evoluzione comporta costi, e la simbiosi tra AI e intervento umano non è esente da controversie. Se da un lato queste tecnologie offrono strumenti potenti per migliorare l'efficienza, dall'altro la loro crescente adozione solleva interrogativi sulla sostituzione della forza lavoro umana, richiedendo una riflessione attenta e ponderata. Nonostante l'abilità dell'intelligenza artificiale di assistere gli esseri umani nel gestire la complessità attraverso un approccio analitico superiore, il ruolo dei decisori umani e della loro intuizione nell'affrontare l'incertezza e l'equivocità del processo decisionale rimane indiscutibile. L'esperienza passata, l'intuizione e la visione olistica sono e rimarranno elementi essenziali del capitale umano. Come Kevin Kelly (2012) ha affermato: "*Questa non è una corsa contro le macchine... Questa è una gara con le macchine*". In linea con la visione della simbiosi uomo-macchina, è più opportuno considerare l'IA come uno strumento per potenziare le capacità umane piuttosto che come un mezzo per automatizzarle e sostituirle.

Per concludere, questo studio fornisce una visione sistemica sulla convergenza tra intelligenza artificiale e le dinamiche interne delle organizzazioni, sottolineando la rilevanza fondamentale di questi strumenti per le aziende moderne e analizzando come le organizzazioni possano sfruttare tali tecnologie, oltre a sensibilizzare sulle potenziali sfide da affrontare. Una comprensione approfondita dell'interazione complessa tra questi ambiti è essenziale per un processo decisionale informato e una pianificazione strategica efficace, supportando le aziende nell'era dell'innovazione e della sostenibilità.

Lunghezza della prova finale (frontespizio, indice, bibliografia esclusi): 9.827 parole

BIBLIOGRAFIA

- Acedo, F. J., Barroso, C., Casanueva, C., and Galan, J. L. (2006). "Co-authorship in management and organizational studies: An Empirical and Network Analysis". *Journal of Management Studies*, 43(5), 957–983.
- Agrawal, A., Gans, J., and Goldfarb, A. (2018). "Prediction machines: The simple economics of artificial intelligence". Boston, MA: *Harvard Business School Press*.
- Agrawal, S. and Tiwari M.K. (2008). "A collaborative ant colony algorithm to stochastic mixed-model u-shaped disassembly line balancing and sequencing problem". *International journal of production research*, 46(6), 1405-1429.
- Appio, F. P., Cesaroni, F., and Di Minin, A. (2014). "Visualizing the structure and bridges of the intellectual property management and strategy literature: A document cocitation analysis". *Scientometrics*, 101(1), 623–661.
- Astor, T., Morales, M. and Repenning, N. (2016), "What problem are you trying to solve: an introduction to structured problem solving". *MITSloan School of Management, Working Paper*.
- Baykasoglu, A. and Dereli, T. (2008). "Two-sided assembly line balancing using an ant-colony-based heuristic". *International journal of advanced manufacturing technology*, 36(5-6), 582-588.
- Baker, H. K., Kumar, S., and Pandey, N. (2020). "A bibliometric analysis of Managerial Finance: A retrospective". *Managerial Finance*, 46(11), 1495–1517.
- Baker, H. K., Kumar, S., and Pandey, N. (2021). "Forty years of the Journal of Futures Markets: A bibliometric overview". *Journal of Futures Markets*.
- Bartholdi, J.J., (1993) "Balancing two-sided assembly lines: a case study". *International journal of production research*, 31(10), 2447-2461.
- Baruwa, O. and Piera, M. (2016). "A coloured Petri net-based hybrid heuristic search approach to simultaneous scheduling of machines and automated guided vehicles". *International Journal of Production Research*, 54(16), 4773-4792.
- Battaia, O. and Dolgui, A., (2013). "A taxonomy of line balancing problems and their solution approaches". *International journal of production economics*, 142 (2), 259-277.
- Baumeister, R. F., and Leary, M. R. (1997). "Writing narrative literature reviews". *Review of General Psychology*, 1, 311–320.
- Becker, C. and Scholl, A. (2006). "A survey on problems and methods in generalized assembly line balancing". *European journal of operational research*, 168, 694-715.
- Bertsimas, D. and Kallus, N. (2020). "From Predictive to Prescriptive Analytics". *Management Science*, 66 (3).
- Bohn, R. (2000). "Stop fighting fires", *Harvard Business Review*: 83-91.
- Bozkurt, Ö. Ç. and Çetin, A. (2016). "Check out the analysis of biblical analysis ", 11(2), 229-263.
- Bui, T. and Lee, J. (1999). "Agent-based framework for building decision support systems". *Decision Support Systems*, 25(3), 225-237.
- Burton, B., Kumar, S., and Pandey, N. (2020). "Twenty-five years of The European Journal of Finance (EJF): A retrospective analysis". *The European Journal of Finance*, 26(18), 1817–1841.
- Choo, A.S., Nag, R. and Xia, Y. (2015), "The role of executive problem solving in knowledge accumulation and manufacturing improvements", *Journal of Operations Management*, 36 (1), 63-74.

- Cisneros, L., Ibanescu, M., Keen, C., Lobato-Calleros, O., and Niebla-Zatarain, J. (2018). "Bibliometric study of family business succession between 1939 and 2017: Mapping and analyzing authors' networks".
- Dane, E. and Pratt, M.G. (2007), "Exploring intuition and its role in managerial decision making", *Academy of Management Review*, 32 (1), 33-54.
- Dirik, D., Eryilmaz, İ. and Erhan, T. (2023). " Bibliometric analysis of studies on the concept of post-truth with VOSviewer ". *Sosyal Mucit Academic Review*, 4(2), 164–188.
- Donthu, N., Gremler, D. D., Kumar, S., and Pattnaik, D. (2020a). "Mapping of Journal of Service Research themes: A 22-year review". *Journal of Service Research*.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N. and Lim, W. M. (2021). "How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines". *Journal of business research*, 133, 285-296.
- Dorigo, M. and Gambardella, L.M. (1997). "Ant colonies for the travelling salesman problem". *Biosystems*, 43(2), 73-81.
- Eck, N. and Waltman, L., (2009). "Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping". *Scientometrics*, 84, 523–538.
- Elbanna, S. (2012), "Slack, planning and organizational performance: evidence from the Arab Middle East". *European Management Review*, 9 (2), 99-115.
- Elbanna, S. and Child, J. (2007b), "The influence of decision, environmental and firm characteristics on the rationality of strategic decision-making". *Journal of Management Studies*, 44 (4), 561-591.
- Evans, J.S.B.T. and Stanovich, K.E. (2013), "Dual-process theories of higher cognition: advancing the debate", *Perspectives on Psychological Science*, 8 (3), 223-241.
- Furlan, A., Galeazzo, A. and Paggiaro, A. (2019), "Organizational and perceived learning in the workplace: a multilevel perspective on employees' problem-solving", *Organization Science*, 30 (2), 280-297.
- Gavetti, G., Greve, H. R., Levinthal, D. A., and Ocasio, W. (2012). "The behavioral theory of the firm: Assessment and prospects". *Academy of Management Annals*, 6: 1-40.
- Gendreau, M. (2003) "An introduction to tabu search, handbook of metaheuristics", 37-54.
- Gokcen, h., Agpak, K. and Benzer, R. (2006), "Balancing of parallel assembly lines". *International journal of production economics*, 103(2), 600-609.
- Haenlein, M., and Kaplan, A. (2019). "A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence". *California Management Review*, 61, 5–14.
- Hjørland, B. (2013). "Facet analysis: The logical approach to knowledge organization. *Information Processing and Management*", 49(2), 545–557.
- Kahneman, D. (2011), "Thinking, Fast and Slow London: Allen Lane, Allen Lane, London".
- Kara, Y. Gokcen, H. and Atasagun, Y., (2010). "Balancing parallel assembly lines with precise and fuzzy goals". *International journal of production research*, 48(6), 1685-1703.
- Keller, J. and Sadler-Smith, E. (2019), "Paradoxes and dual processes: a review and synthesis", *International Journal of Management Reviews*, 21 (2), 162-184.
- Kessler, M. M. (1963). "Bibliographic coupling between scientific articles. *American Documentation*", 14(1), 123–131.
- Kelly, K. (2012). "Better than human: Why robots will and must take our jobs". *Wired*.
- Krakowski, S., Luger, J., & Raisch, S. (2023). "Artificial intelligence and the changing sources of competitive advantage". *Strategic Management Journal*, 44, 1425-1452.
- Laureiro-Martinez, D. and Brusoni, S. (2018), "Cognitive flexibility and adaptive Decision-Making: Evidence from a laboratory study of expert decision-makers", *Strategic Management Journal*, 39 (4), 1031-1058.

- Lei, D., Su, B. and Li, M. (2020). "Cooperated teaching-learning-based optimisation for distributed two-stage assembly flow shop scheduling". *International Journal of Production Research*, 59(23), 7232-7245.
- McKenzie, J., Woolf, N., Winkelen, C., van. and Morgan, C. (2009), "Cognition in strategic decision making", *Management Decision*, 47 (2), 209-232.
- Mohaghegh, M. and Größler, A. (2019), "The dynamics of operational problem-solving: a dual-process approach", *Systemic Practice and Action Research*, 1-28.
- Morrison, B. (2015), "The problem with workarounds is that they work: the persistence of resource shortages", *Journal of Operations Management*, 39/40, 79-91.
- Murray, A., Rhymer, J., and Sirmon, D. G. 2021. "Humans and technology: Forms of conjoint agency in organizations". *Academy of Management Review*, 46, 552-571.
- Newell, A. and Simon, H.A. (1972), "Human problem solving", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 104 (9).
- Nguyen, S., Mei, Y. and Zhang, M. (2017). "Genetic programming for production scheduling: a survey with a unified framework". *Complex Intelligent Systems*, 3, 41-66.
- Nutt, P.C. (2011), "Making decision-making research matter: some issues and remedies", *Management Research Review*, 34 (1), 5-16.
- Otto, C. and Otto, A. (2014). " Extending assembly line balancing problem by incorporating learning effects". *International Journal of Production Research*, 52(24), 7193-7208.
- Problema - Wikipedia: <https://it.m.wikipedia.org/wiki/Problema>
- Puranam, P., Stieglitz, N., Osman, M., and Pillutla, M. M. (2015). "Modelling bounded rationality in organizations: Progress and prospects". *Academy of Management Annals*, 9, 337-392.
- Raisch, S., Krakowski, (2021). "The learning spiral: A process perspective on paradox". *Journal of Management Studies*, 55, 1507–1526.
- Sahu, C., young, C. and Rai, R. (2021). "Artificial intelligence (AI) in augmented reality (AR)-assisted manufacturing applications: a review". *International Journal of Production Research*. 59(16), 4903-4959.
- Scholl, A. and Becker, C. (2006). "State-of-the-art exact and heuristic solution procedures for simple assembly line balancing". *European journal of operational research*, 168(3), 666-693.
- Simon, H. A. 1965. "The shape of automation for men and management". New York, NY: Harper & Row.
- Simon, H. A., Dantzig, G. B., Hogarth, R., Plott, C. R., Raiffa, H., Schelling, T. C., Shepsle, K. A., Thaler, R., Tversky, A., and Winter, S. 1987. "Decision making and problem solving". *Interfaces*, 17, 11-31.
- Tahamtan, I., Safipour Afshar, A., and Ahamdzadeh, K. (2016). "Factors affecting number of citations: A comprehensive review of the literature." *Scientometrics*, 107(3), 1195-1225.
- Tako, A. and Robinson, S. (2012). "The application of discrete event simulation and system dynamics in the logistics and supply chain context". *Decision Support Systems*. 52(4), 802-815.
- Tranfield, D., Denyer, D., and Smart, P. (2003). "Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review". *British Journal of Management*, 14, 207–222.
- Tucker, A.L., Edmondson, A.C. and Spear, S. (2002), "When problem solving prevents organizational learning", *Journal of Organizational Change Management*, 15 (2), 122-137.

- Tversky, A., and Winter, S. (1987). "Decision making and problem solving". *Interfaces*, 17: 11-31.
- Tversky, A. and Kahneman, D. (1974), "Judgment under uncertainty: heuristics and biases", *Science*, 185 (4157), 1124-1131.
- Webster, J., and Watson, R. T. (2002). "Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review". *Management Information Systems Quarterly*, 26, 3.
- Weinberg, B. H. (1974). "Bibliographic coupling: A review". *Information Storage and Retrieval*, 10(5-6), 189-196.