

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale – LM 31

Collegio di Ingegneria Gestionale



Tesi di Laurea di II Livello

**Nuovi trend nel Project Management: la metodologia ibrida
Waterfall/Agile e l'AI nella gestione e nel monitoraggio dei
progetti.**

Relatore:

Prof. Carlo Rafele

Candidato:

Chiara Corsaro

Anno Accademico 2024/2025

*A me stessa,
alla determinazione con cui ho affrontato ogni sfida,
al coraggio e alla forza con cui ho superato ogni ostacolo e insicurezza.*

*“Incontrerai sempre persone che cercheranno di sminuire i tuoi
successi. Cerca di non essere tu il primo a farlo” – Michael Crichton*

Ringraziamenti

Rivolgo un sentito ringraziamento al professor Carlo Rafele, relatore di questo lavoro, per la disponibilità, l'attenzione e i preziosi suggerimenti che hanno accompagnato la stesura della tesi.

Ringrazio mio nonno Antonio, che con la sua costante presenza e il suo sostegno mi ha sempre fatto sentire al sicuro. Gli sono grata per avermi trasmesso determinazione nei momenti di difficoltà e per avermi insegnato che l'importante non è vincere sempre, ma non arrendersi mai.

Ringrazio mia madre e mio padre, che sono il mio porto sicuro. Li ringrazio per avermi dato la forza di volontà di arrivare fin qui e per avermi sempre fatto sentire valorizzata. Saranno per sempre i miei più grandi sostenitori e la colonna portante della mia vita.

Ringrazio mia sorella, Ambra, per essermi sempre stata affianco, per non aver mai smesso di fare il tifo per me e per essere stata esempio di forza e coraggio.

Ringrazio il mio fidanzato, Gabriele, per la sua presenza assidua, sempre pronto a supportarmi e sostenermi, soprattutto nei momenti di sconforto. Lo ringrazio perché non mi ha mai fatta sentire sola ed è sempre stato pronto a gioire ad ogni mio successo.

Grazie per il tempo che mi avete dedicato.

Grazie perché il desiderio di rendervi orgogliosi ha sempre prevalso su qualsiasi difficoltà.

ABSTRACT

Nella gestione dei progetti si osservano importanti cambiamenti dovuti all'adozione di nuove metodologie e tecnologie di tipo avanzato. In particolare, la presente tesi esplora due trend emergenti in questo campo: la metodologia ibrida Waterfall/Agile e l'applicazione dell'intelligenza artificiale (AI).

Il lavoro analizza i limiti e i punti di forza delle metodologie tradizionali (Waterfall) e iterative (Agile), illustrando come la metodologia ibrida combini i vantaggi di entrambe per rispondere alle sfide di progetti sempre più complessi e dinamici. Si approfondisce il ruolo crescente dell'intelligenza artificiale (AI) nel Project Management, con particolare attenzione agli strumenti di analisi predittiva, automazione dei processi e supporto decisionale per i project manager. Inoltre, viene proposta un'analisi della sinergia tra l'approccio ibrido e l'AI, esplorando le possibilità di ottimizzazione dei progetti.

Attraverso una prevalente ricerca bibliografica, ma anche sitografica, e lo studio di casi settoriali, si evidenzia come l'integrazione dell'approccio ibrido e dell'AI può ottimizzare le prestazioni dei progetti, migliorare la gestione dei rischi e favorire l'allocazione efficiente delle risorse. Tuttavia, l'integrazione di questi strumenti presenta importanti nuove sfide, tra cui la gestione della qualità dei dati, l'etica dell'automazione, la necessità di nuove competenze manageriali e un cambiamento culturale nelle organizzazioni. Le raccomandazioni finali sottolineano l'importanza di un'adozione graduale dell'AI, l'investimento nella formazione continua e l'implementazione di strategie etiche e sostenibili.

In conclusione, la metodologia ibrida e l'intelligenza artificiale rappresentano non solo trend emergenti, ma una necessità strategica per le organizzazioni che vogliono mantenere competitività in un mercato sempre più complesso e dinamico. Il futuro della gestione dei progetti richiederà ulteriori studi e sperimentazioni per affinare l'integrazione tra AI e metodologia ibrida, supportando una trasformazione efficace e consapevole del settore.

INDICE

1. INTRODUZIONE	1
2. REVISIONE DELLA LETTERATURA	3
2.1 Introduzione	3
2.2 Metodologia della revisione	3
2.3 Metodologie utilizzate negli studi analizzati	4
2.4 Evoluzione delle metodologie di Project Management	5
2.5 La metodologia ibrida: definizione e applicazione	6
2.6 Intelligenza artificiale nel Project Management	8
2.6.1 <i>L'AI e il ruolo del Project Manager</i>	9
2.6.2 <i>Sfide e limiti dell'AI nella gestione dei progetti</i>	9
2.6.3 <i>L'AI nel project management per settore</i>	10
2.7 Risultati, gap della letteratura e prospettive future	10
2.7.1 <i>Gap nella letteratura</i>	11
2.7.2 <i>Prospettive future della ricerca</i>	11
3. PROJECT MANAGEMENT: uno sguardo generale	13
3.1 Definizione della Gestione dei Progetti	13
3.2 Storia della gestione dei progetti	15
3.3 Modelli e metodologie di gestione dei progetti	16
3.4 Le sfide nella gestione dei progetti	17
3.5 Il Project Manager	17
3.6 La tecnologia nella gestione dei progetti	18
3.7 Norme per la gestione del progetto	18
3.8 Conclusioni al capitolo	19
4. METODOLOGIA WATERFALL, METODOLOGIA AGILE E IL LORO CONFRONTO	21
4.1 Approccio Waterfall: caratteristiche, vantaggi, limiti e ambiti di applicazione	21
4.2 Approccio Agile: caratteristiche, vantaggi, limiti e ambiti di applicazione	23
4.3 Approcci Waterfall e Agile messi a confronto	27
4.4 Conclusioni al capitolo	30
5. LA METODOLOGIA IBRIDA	31
5.1 Introduzione alla metodologia ibrida	31
5.2 Caratteristiche, funzionamento, vantaggi e limiti della metodologia ibrida	32
5.3 Ambiti di applicazione della metodologia ibrida	36
5.3.1 <i>Settore dello sviluppo software</i>	36

5.3.2	Settore delle costruzioni.....	39
5.3.3	Settore Fintech	42
5.3.4	Marketing e pubblicità	43
5.3.5	Ricerca e sviluppo (R&D).....	44
5.3.6	Settore educativo.....	44
5.4	Confronto tra similitudini e differenze di approccio tra i vari settori.....	45
6.	<i>L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA GESTIONE DEI PROGETTI</i>	48
6.1	Caratteristiche dell'intelligenza artificiale nella gestione dei progetti.....	48
6.2	Il ruolo del Project Manager.....	51
6.3	Livelli d'integrazione dell'AI.....	51
6.4	Ambiti di applicazione dell'AI nella gestione dei progetti	52
6.5	Settori che beneficiano dell'AI.....	54
6.6	Sfide dell'AI nella gestione dei progetti	57
6.7	Approccio applicativo per la gestione del progetto “Golden Horn Metro Crossing Bridge”	59
6.7.1	<i>Descrizione della richiesta del progetto</i>	<i>59</i>
6.7.2	<i>Struttura della gestione del progetto</i>	<i>59</i>
6.7.3	<i>Simulazione scenari</i>	<i>60</i>
6.7.4	<i>Conclusioni e risultati delle simulazioni</i>	<i>65</i>
6.7.5	<i>Ruolo di ChatGPT nella gestione del progetto</i>	<i>65</i>
6.8	Innovazioni recenti nell'AI: un po' di attualità.....	65
7.	<i>SINERGIA TRA METODOLOGIA IBRIDA E AI</i>	67
7.1	Caratteristiche della sinergia tra metodologia ibrida e AI	67
7.2	Livelli di integrazione	69
7.3	Applicazioni pratiche della sinergia	70
7.4	Benefici della sinergia.....	71
7.5	Sfide della sinergia	73
7.6	Conclusioni al capitolo.....	74
8.	<i>CONCLUSIONI.....</i>	75
8.1	Raccomandazioni finali	77
8.2	Conclusione generale	77
	<i>Bibliografia.....</i>	<i>b</i>
	<i>Sitografia.....</i>	<i>e</i>

FIGURA 1. ANALISI SWOT DELL'APPROCCIO TRADIZIONALE (IMMAGINE PRESA DALL'ARTICOLO ANALIZZATO).	5
FIGURA 2. ANALISI SWOT DELL'APPROCCIO AGILE (IMMAGINE PRESA DALL'ARTICOLO ANALIZZATO).	5
FIGURA 3. METODOLOGIA UTILIZZATA NELLE FASI DI PIANIFICAZIONE E ANALISI DEI REQUISITI NEI SETTORI SOFTWARE E IT (IMMAGINE PROVENIENTE DALL'ARTICOLO ANALIZZATO).	7
FIGURA 4. CICLO DI VITA DI UN PROGETTO.	14
FIGURA 5. GRAFICO SULL'ANDAMENTO DEL COINVOLGIMENTO DEL CLIENTE.	28
FIGURA 6. GRAFICO SUL GRADO DI FLESSIBILITÀ DEGLI APPROCCI WATERFALL E AGILE.	28
FIGURA 7. CONFRONTO TRA WATERFALL E AGILE SUI VINCOLI INIZIALI.	29
FIGURA 8. CONFRONTO METODOLOGIE SUI BENEFICI DI SODDISFAZIONE STAKEHOLDER, CONTROLLO E ADATTABILITÀ.	35
FIGURA 9. RAPPRESENTAZIONE DEL MODELLO IBRIDO.	36
FIGURA 10. FRAMEWORK IBRIDO NEL SETTORE DELLE COSTRUZIONI.	41
FIGURA 11. CASO COCA-COLA: STRATEGIA GLOBALE E ITERAZIONI LOCALI.	43
FIGURA 12. FUNZIONALITÀ DELL'AI NELLA GESTIONE DEI PROGETTI.	49
FIGURA 13. LE FUNZIONI DELL'AI NELLA GESTIONE DEI PROGETTI.	50
FIGURA 14. SETTORI IN CUI SI RISCONTRA L'APPLICAZIONE DELL'AI.	52
FIGURA 15. I SETTORI CHE BENEFICIANO DELL'AI NELLA GESTIONE DEI PROGETTI.	57
FIGURA 16. SINERGIA TRA METODOLOGIA IBRIDA E AI.	69
FIGURA 17. APPLICAZIONI DELLA SINERGIA TRA AI E METODOLOGIA IBRIDA.	71
FIGURA 18. BILANCIA SFIDE E BENEFICI DELLA SINERGIA.	74
FIGURA 19. SINTESI DELLA SINERGIA TRA METODOLOGIA IBRIDA E AI.	75

TABELLA 1. ESEMPIO DI TABELLA UTILIZZATA PER LA TRASCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEGLI ARTICOLI.	4
TABELLA 2. TABELLA DELLE DIFFERENZE NELLE CARATTERISTICHE SPECIFICHE DEGLI APPROCCI WATERFALL E AGILE.	27
TABELLA 3. TABELLA UTILE PER LA SCELTA DEL GIUSTO APPROCCIO.	30
TABELLA 4. METODOLOGIE A CONFRONTO.	35
TABELLA 5. AMBITI DI APPLICAZIONE DELL'AI NELLA GESTIONE DEI PROGETTI, ESEMPI E BENEFICI PER AMBITO.	54
TABELLA 6. SFIDE DELL'AI NELLA GESTIONE DEI PROGETTI.	59
TABELLA 7. ANALISI COMPARATIVA DEI FRAMEWORK DI GESTIONE: WATERFALL, AGILE, HYBRID.	61
TABELLA 8. SIMULAZIONI SCENARI TEMPORALI.	62
TABELLA 9. TASK SUI CUI È POSSIBILE EFFETTUARE CRASHING.	62
TABELLA 10. COMPARAZIONE DEGLI SCENARI DI CRASHING.	62
TABELLA 11. SCENARI DI RISCHIO E STRATEGIE DI MITIGAZIONE.	64
TABELLA 12. BENEFICI COMPARATI DELLA SINERGIA TRA METODOLOGIA IBRIDA E AI.	72

1. INTRODUZIONE

Il successo di un'organizzazione, intesa come un'entità strutturata che opera per il raggiungimento di obiettivi specifici, è notevolmente influenzato dalla capacità di pianificare, coordinare e controllare i progetti, ovvero da un'adeguata e corretta gestione dei progetti. Recentemente la globalizzazione e il rapido avanzamento tecnologico, con la complessità delle sue dinamiche, hanno profondamente innovato e trasformato il mercato rendendo necessario rivedere le tradizionali metodologie di gestione dei progetti poiché risultavano spesso troppo rigide e quindi inadeguate a rispondere in maniera flessibile e in modo innovativo, come richiede il contesto attuale.

Ciò ha portato all'affermarsi di due metodologie: la Waterfall e l'Agile.

Successivamente esse sono state associate e hanno dato origine alla metodologia ibrida.

Un ulteriore sviluppo si è avuto con l'applicazione dell'intelligenza artificiale (AI).

La metodologia ibrida, combinando le caratteristiche dei modelli tradizionali e dei modelli Agile, è in grado di rispondere direttamente alla crescente complessità dei progetti attuali. Essa è in grado di bilanciare la prevedibilità e la struttura, tipiche del metodo Waterfall, con la flessibilità e l'adattabilità, tipiche del metodo Agile.

L'intelligenza artificiale (AI) risulta sempre più presente nella gestione dei progetti. Essa è in grado di fornire previsioni affidabili grazie alle analisi predittive, offre strumenti avanzati per l'analisi dei dati, per la previsione dei rischi e per l'ottimizzazione delle risorse.

Attraverso una prevalente ricerca bibliografica, lo scopo è quello di esaminare le caratteristiche, i vantaggi e i limiti delle metodologie di gestione dei progetti tradizionale, Agile e ibrida e dell'intelligenza artificiale, il suo ruolo nel project management, focalizzandosi sulle applicazioni pratiche e sulle nuove competenze richieste ai project manager. Si va ad esaminare la sinergia tra metodologia ibrida e AI, identificando e valutando le opportunità e le sfide che presenta la loro integrazione.

Fino ad ora si guardava all'efficienza dei progetti in termini di costi e tempi, ma non si badava tanto all'adattabilità e alla flessibilità. Visto, come già detto in precedenza, la crescente richiesta di questi ultimi due aspetti nel contesto attuale, la gestione dei progetti oggi aggiunge questi obiettivi.

Comunque, l'approccio tradizionale al project management rimane rilevante in molti casi ma risulta inadeguato nei casi di progetti che richiedono nello specifico una forte capacità di adattamento. D'altra parte, l'approccio Agile, che nasce per andare a risolvere i limiti propri del tradizionale, presenta esso stesso limiti in termini di scalabilità e struttura, soprattutto quando si tratta di progetti di grandi dimensioni.

La metodologia ibrida rappresenta a questo punto un compromesso efficace, capace di rispondere ad ogni fase del progetto con le giuste caratteristiche di struttura e/o flessibilità. Parallelamente, l'intelligenza artificiale, grazie alla sua capacità di analizzare un grande quantitativo di dati e offrire previsioni accurate, emerge nel contesto del project

management. In particolare, tra le tecnologie quelle più comuni sono il machine learning e il natural language processing. Come vedremo più avanti, l'AI automatizza processi ripetitivi, permettendo al personale di concentrarsi su attività che richiedono più attenzione, migliora la comunicazione e supporta il project manager nelle scelte strategiche. Tuttavia, emergono notevoli sfide da affrontare: necessità di competenze avanzate e di un cambiamento culturale nelle organizzazioni.

In questo lavoro di tesi si propone prima una panoramica generale sulla gestione dei progetti e sulle metodologie tradizionale e Agile, da qui si passa alla trattazione della metodologia ibrida, approfondendo le sue caratteristiche, i suoi benefici, le sfide e le applicazioni pratiche; infine si tratta il ruolo dell'intelligenza artificiale nel project management e la sua sinergia con la metodologia ibrida.

Nel contesto contemporaneo, in cui i fattori del successo di un progetto sono l'adattabilità e l'innovazione, la metodologia ibrida e l'intelligenza artificiale rappresentano soluzioni strategiche per tutte le organizzazioni.

2. REVISIONE DELLA LETTERATURA

2.1 Introduzione

La gestione dei progetti è un campo in continua evoluzione, influenzato da innovazioni metodologiche e tecnologiche che mirano a migliorare l'efficienza e la qualità dei risultati. Il lavoro di tesi investiga proprio su due nuove tendenze emergenti in questo contesto: la **metodologia ibrida** e l'**intelligenza artificiale** (AI) applicata al project management.

La metodologia ibrida è una combinazione delle metodologie tradizionali e Agile. Per questo si propone prima un'analisi della letteratura su questi due approcci puri per rilevare vantaggi e svantaggi di ciascuno e introdurre l'analisi sulla metodologia ibrida. L'intelligenza artificiale, invece, sta trasformando la gestione dei progetti attraverso automazione, analisi predittiva e ottimizzazione dei processi decisionali.

Un elemento cruciale per garantire il successo di un progetto è la selezione dell'approccio più adatto al Project Management. La scelta dell'approccio deve tenere conto delle caratteristiche specifiche del progetto, delle necessità dell'organizzazione e delle condizioni esterne, assicurando al tempo stesso la competitività nell'attuale contesto di business.

L'obiettivo di questa revisione della letteratura è fornire un quadro esaustivo delle ricerche precedenti sull'integrazione dell'approccio ibrido e dell'AI nella gestione dei progetti, analizzando i fondamenti teorici e qualche risultato empirico. Di queste due tendenze sono poi stati analizzati i vantaggi, le sfide e le implicazioni pratiche basandosi su articoli scientifici, rapporti aziendali, studi di settore e blog sul project management.

2.2 Metodologia della revisione

Per garantire una revisione rigorosa, la ricerca delle fonti è stata effettuata utilizzando principalmente Google Scholar, Semantic Scholar e la Biblioteca digitale del Politecnico di Torino. È stata tentata una ricerca anche su altri siti, ma con scarsi risultati per via della necessità di richiesta all'autore per ottenere i documenti richiesti.

Sono state utilizzate parole chiave come *hybrid project management*, *agile AND waterfall project management* e *AI in project management*, avvalendosi anche di ricerche booleane per affinare i risultati. “La ricerca booleana è un tipo di ricerca che, riprendendo il funzionamento della logica matematica, combina l'uso di parole chiave/frasi con operatori cosiddetti booleani: AND, OR, NOT¹”.

I risultati ottenuti tramite queste ricerche sono stati oltre i 200 articoli. Inizialmente tra questi ne sono stati selezionati 18, leggendo attentamente gli abstract. Dopo una lettura approfondita, tre sono stati scartati perché ritenuti un po' fuorvianti. Dalla lettura di alcuni documenti ne sono stati aggiunti cinque e altri undici da un'ulteriore ricerca online, tra cui uno scartato per lo stesso motivo di prima. Si è giunti in questo modo ad un totale di 30 articoli valutati in base a criteri di rilevanza, affidabilità delle fonti e applicabilità ai temi trattati.

¹ Cfr. In-recruiting. (2023). *Ricerca booleana: cos'è e come usarla per trovare candidati*. [Pagina web].

La selezione ha permesso di individuare i principali filoni di ricerca, classificabili come segue:

- Evoluzione delle metodologie nel project management
- Metodologia ibrida: definizione, implementazione e vantaggi
- Intelligenza artificiale nella gestione dei progetti
- Risultati (conclusioni), gap nella letteratura e prospettive future

Questi articoli hanno posto le basi per la scrittura della tesi, integrati poi da ricerche di tipo sitografico che rimandano a loro volta ad altri articoli bibliografici.

Per poter ordinare bene gli articoli e i loro punti salienti, è stata creata una tabella (es. Tabella 1) contenente: Titolo dell'articolo, Autore/i, Ruolo autore/i, Anno di pubblicazione, Nazione, Ente di ricerca/Azienda, Rivista, Metodologia, Contesto, Limiti dell'articolo, Risultati, Trad. Agile, Ibrido, Gap riscontrati, Approccio del futuro e note.²

Titolo	Autore/i	Ruolo autore/i	Anno di pubblicazione	Nazione	Ente di ricerca/azienda	Rivista	Metodologia	Contesto	Limiti articolo	Risultati	Trad.	Agile	Ibrido	Gap riscontrati	Approccio del futuro	note
--------	----------	----------------	-----------------------	---------	-------------------------	---------	-------------	----------	-----------------	-----------	-------	-------	--------	-----------------	----------------------	------

Tabella 1. Esempio di tabella utilizzata per la trascrizione delle caratteristiche degli articoli.

2.3 Metodologie utilizzate negli studi analizzati

Gli studiosi della letteratura analizzata hanno utilizzato diverse tecniche per investigare l'efficacia della metodologia ibrida e dell'intelligenza artificiale (AI) nella gestione dei progetti:

1. **Analisi qualitativa basata su interviste:** molti studi hanno adottato un approccio qualitativo, intervistando project managers, sviluppatori e stakeholders per comprendere l'applicazione dell'approccio ibrido nei vari settori. Ad esempio, Urlic et al. (2023) hanno condotto sette ricerche qualitative tramite interviste per esaminare come le pratiche Agile e Waterfall vengano combinate nello sviluppo software. Dacre et al. (2022) hanno invece utilizzato interviste semi-strutturate per analizzare il livello di comprensione dell'AI nel contesto della gestione dei progetti;
2. **Metodi quantitativi con analisi statistiche e sondaggi:** diversi articoli si basano su dati empirici raccolti tramite questionari e analisi statistiche. Dacre et al. (2022), ad esempio, hanno esaminato l'adozione dell'AI nel project management attraverso un sondaggio su 280 professionisti del settore, mentre Serrador et al. (2014) hanno analizzato 1002 progetti di diversi settori e di oltre 60 stati, usando come dimensioni del successo l'efficienza e la soddisfazione degli stakeholder ottenuti tramite questionario, per valutare l'efficacia dell'Agile rispetto al Waterfall. Anche Taboada et al. (2023) hanno utilizzato modelli quantitativi per misurare l'impatto dell'AI nei processi decisionali;
3. **Modellizzazione e simulazione computazionale:** alcuni studi hanno sviluppato modelli matematici e simulazioni per valutare la gestione dei progetti. Kosztyán et al. (2018) hanno utilizzato una matrice multidominio per testare il trade-off tempo-qualità-

² Cfr. Idea rielaborata da: Caporossi, A. (2022). *Waterfall e Agile project management: analisi sistematica della letteratura. Approccio tradizionale, Agile e ibrido: quale approccio per il futuro del project management?* [Tesi magistrale, Politecnico di Torino]. Da questo, sono tratte anche altre informazioni seguenti.

costo (TQC) in progetti gestiti con approccio ibrido, conducendo oltre 19.200 simulazioni. Paporic et al. (2024) hanno esplorato scenari di ottimizzazione delle risorse mediante algoritmi di machine learning;

4. **Analisi SWOT e framework teorici:** alcuni articoli hanno adottato metodi di analisi SWOT per valutare vantaggi e svantaggi dei diversi approcci. Freitas et al. (2020) hanno utilizzato una SWOT analysis per confrontare l'efficacia dell'approccio Agile e del Waterfall nella manutenzione aeronautica (vedi Figura 1 e 2). Kiani (2024) ha invece sviluppato un framework per l'implementazione dell'AI nei progetti imprenditoriali;

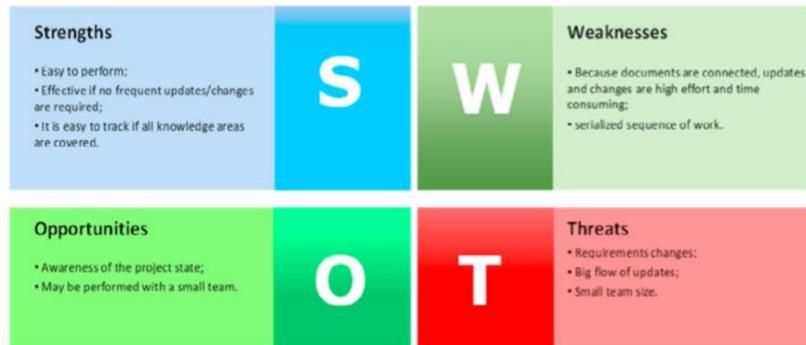


Figura 1. Analisi SWOT dell'approccio tradizionale (immagine presa dall'articolo analizzato).



Figura 2. Analisi SWOT dell'approccio Agile (immagine presa dall'articolo analizzato).

5. **Case study e analisi settoriali:** alcuni articoli si sono focalizzati su analisi di casi reali, come l'applicazione dell'approccio ibrido nel settore FinTech (Xiang et al. 2023 e Shabbir et al. 2023), delle telecomunicazioni (Wu Kuo-Wen, 2020) e dell'energia (Brandas et al., 2023). In questi studi, sono stati analizzati progetti concreti per comprendere le dinamiche reali di implementazione.

2.4 Evoluzione delle metodologie di Project Management

La letteratura esistente evidenzia come il modello tradizionale Waterfall, utilizzato per decenni come unico approccio e caratterizzato da pianificazione rigida e sequenziale, non

sia completamente adeguato in tutti i contesti. La crescente complessità dei mercati e la necessità di maggiore adattabilità hanno portato all'emergere nel 2001 circa dell'approccio Agile, caratterizzato da iterazioni rapide, coinvolgimento degli stakeholder e flessibilità operativa.

Studi come quello di Serrador et al. (2014)³ confermano che l'Agile migliora la soddisfazione degli stakeholder e la qualità dei risultati, ma presenta criticità nei progetti su larga scala. Già dal suddetto articolo emerge che il 65% dei progetti ha solo parzialmente componenti Agile, rimandando quindi all'approccio ibrido di cui discuteremo in seguito e di cui viene consigliata una ricerca futura.

2.5 La metodologia ibrida: definizione e applicazione

Ancora una volta, la letteratura esaminata conferma che, mentre i metodi tradizionali come il Waterfall garantiscono una pianificazione strutturata e prevedibile, e i metodi Agile offrono flessibilità e iterazione continua, nessuno dei due approcci è universalmente applicabile a tutti i progetti. L'approccio ibrido è emerso come una soluzione che combina i vantaggi dei due modelli, adattandosi meglio alle esigenze specifiche di ciascun settore (Albrecht et al., 2021)⁴.

Diversi studi confermano che l'approccio ibrido si caratterizza per la sua capacità di integrare **stabilità e adattabilità**, bilanciando i punti di forza delle metodologie tradizionali e Agile a diversi livelli di integrazione (Leong et al., 2023⁵). Ad esempio, nei settori **software e IT**, si riscontra un utilizzo prevalente di metodologie **tradizionali** nelle fasi di pianificazione e analisi dei requisiti, mentre le pratiche **Agile**, come SCRUM, vengono applicate nelle fasi di sviluppo e testing (Urlic et al., 2023⁶) (vedi Figura 3). Un modello simile viene proposto anche da Shimoda et al.⁷(2017), che evidenziano come nelle prime fasi di progettazione di base sia utile adottare il Waterfall, mentre per il design dettagliato e il testing si preferisca l'approccio Agile.

³ Cfr. Serrador, P., & Pinto, J. K. (2015). Does Agile work? —A quantitative analysis of agile project success. *International Journal of Project Management*, 33(5), 1040–1051. Recuperato da Biblioteca digitale del Politecnico di Torino.

⁴ Cfr. Albrecht, A., & Albrecht, E. (2021). Hybrides Projektmanagement. *Gruppe. Interaktion. Organisation. Zeitschrift für Angewandte Organisationspsychologie (GIO)*, 52, 185–191.

⁵ Cfr. Leong, J., Yee, K. M., Baitsegi, O., Palanisamy, L., & Ramasamy, R. K. (2023). Hybrid project management between traditional software development lifecycle and agile based product development for future sustainability. *Sustainability*, 15(1121). Recuperato da Semantic Scholar.

⁶ Cfr. Urlic, S.; Car, Z.. Application of hybrid project management methodology in development of software systems. *MIPRO 2023, May 22-26, 2023, Opatija, Croatia*. IEEE Xplore. Recuperato da Biblioteca digitale del Politecnico di Torino.

⁷ Cfr. Shimoda, A., & Yaguchi, K. (2017). *A method of setting the order of user story development of an Agile-Waterfall hybrid method by focusing on common objects*. In *2017 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics*. IEEE.

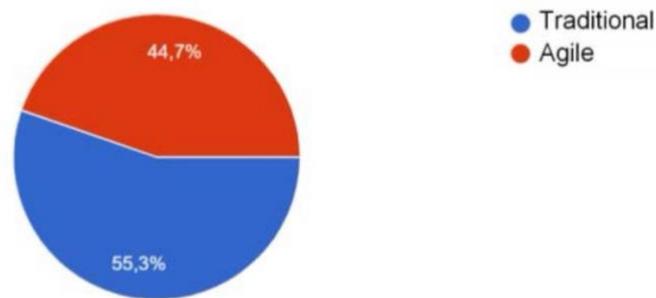


Figura 3. Metodologia utilizzata nelle fasi di pianificazione e analisi dei requisiti nei settori software e IT (immagine proveniente dall'articolo analizzato).

Nel settore **manifatturiero**, Schuh et al.⁸(2017) esplorano la possibilità di utilizzare in parallelo le due metodologie per progetti di sviluppo prodotto, enfatizzando come l'unicità di ciascun progetto renda necessaria una gestione personalizzata. Il modello ibrido in questo contesto è visto come una soluzione ottimale per bilanciare flessibilità e stabilità, adattando diverse metodologie a specifiche fasi progettuali.

Uno degli aspetti chiave della gestione ibrida è il trade-off tra tempo, qualità e costo (**TQC**). Kosztyán et al.⁹ (2018) propongono un modello che utilizza una matrice multidominio per rappresentare le attività di progetto, differenziando tra attività obbligatorie e supplementari. I risultati delle simulazioni mostrano che:

- Il modello tradizionale garantisce alta qualità ma offre poca flessibilità nella riduzione della durata complessiva del progetto;
- Il modello Agile consente una maggiore velocità e riduzione dei costi, ma è meno efficace nei progetti con elevata rigidità strutturale;
- L'approccio ibrido risulta il più bilanciato, permettendo di ottimizzare lo scheduling e l'adattabilità ai vincoli variabili.

Nel settore **Fintech** troviamo gli studi di Xiang et al.¹⁰(2023) e Shabbir et al.¹¹ (2023) che analizzano la metodologia ibrida nella gestione dei progetti Fintech utilizzando i modelli TOE (Technology-Organization-Environment) e TPB (Theory of Planned Behaviour). Nel primo l'approccio ibrido viene esaminato in relazione alla produttività, ai costi e alla

⁸ Cfr. Schuh, G., Rebentisch, E., Riesener, M., Diels, F., Dölle, C., & Eich, S. (2017). *Agile-Waterfall Hybrid Product Development in the Manufacturing Industry – Introducing Guidelines for Implementation of Parallel Use of the Two Models*. Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). IEEE. Recuperato da Biblioteca digitale del Politecnico di Torino.

⁹ Cfr. Kosztyán, Z. T., & Szalkai, I. (2018). *Hybrid time-quality-cost trade-off problems*. Operations Research Perspectives, 5, 306–318. Recuperato da Biblioteca digitale del Politecnico di Torino.

¹⁰ Cfr. Xiang, T. C., Talib, Z. M., & Johar, M. G. M. (2023). *An analysis of sustainable change management for quality 4.0: Evidence from hybrid project management adoption in the Malaysian FinTech context*. Journal of Project Management, 8(2023), 253–272. Recuperato da Semantic Scholar.

¹¹ Cfr. Shabbir, H., Haider, S. W., Iqbal, M. W., & Ahmad, S. Z. (2023). *A study regarding long-term change management for Quality 4.0: Findings from hybrid project management implementation in the FinTech setting*. Bulletin of Business and Economics, 13(2), 959–965. Recuperato da Semantic Scholar.

redditività, evidenziando come il supporto manageriale e la pressione dell'industria siano fattori chiave per affrontare le incertezze nell'adozione della metodologia. Nel secondo, l'adozione della gestione ibrida è analizzata nel contesto della Quality 4.0, sottolineando il suo ruolo emergente nel settore Fintech per migliorare la qualità, la sostenibilità e l'efficienza dei progetti.

Anche nel settore delle **costruzioni**, Lalmi et al.¹²(2021) propongono un modello ibrido che combina strumenti tradizionali come WBS e PERT con tecniche Agile e Lean, ottimizzando la gestione delle risorse e migliorando la comunicazione tra i team. Un approccio simile viene applicato nel settore delle **telecomunicazioni** (Wu Kuo-Wen, 2020¹³), dove la gestione ibrida è utilizzata per il miglioramento delle reti con un ciclo iterativo Agile che consente rapide regolazioni.

Infine, il settore della **manutenzione aeronautica** rappresenta un altro caso di studio significativo. Freitas et al.¹⁴ (2020) sviluppano un modello ibrido per la manutenzione dei velivoli militari, combinando elementi del Waterfall con pratiche Agile per garantire una maggiore adattabilità ai problemi tecnici imprevisti.

2.6 Intelligenza artificiale nel Project Management

Recentemente, l'AI è diventata un fattore chiave nella gestione dei progetti, trasformando il modo in cui essi vengono pianificati, monitorati e ottimizzati.

La letteratura analizzata evidenzia che l'AI offre strumenti avanzati per automatizzare le attività, supportare il processo decisionale, analizzare dati complessi e migliorare l'efficienza operativa.

Gli studi identificano numerose applicazioni dell'AI nel project management:

- Previsione e pianificazione: viene utilizzata per prevedere tempistiche, allocazione delle risorse e costi, migliorando l'accuratezza della pianificazione (Kiani, 2024¹⁵);
- Automazione delle attività ripetitive: i software di project management riducono il tempo dedicato ai compiti manuali, in questo modo è ottimizzata l'allocazione delle risorse e risulta aumentata la prevedibilità dei tempi di progetto. I rischi possono essere identificati in anticipo grazie all'uso di analytics e modelli predittivi, migliorando le decisioni strategiche e facilitando l'allocazione delle risorse in modo più efficace (Savio et al., 2024¹⁶);

¹² Cfr. Lalmi, A., Fernandes, G., & Souad, S. B. (2021). *A conceptual hybrid project management model for construction projects*. *Procedia Computer Science*, 181, 921–930. Recuperato da Semantic Scholar.

¹³ Cfr. Kuo-Wen, W. (2020). *How does hybrid project management create value for the telecommunication industry? Proceeding on Japan International Business and Management Research Conference (JIBM)*, 1(1), 43–48. Recuperato da Semantic Scholar.

¹⁴ Cfr. Freitas, F., Silva, F. J. G., Campilho, R. D. S. G., Pimentel, C., & Godina, R. (2020). *Development of a suitable project management approach for projects with parallel planning and execution*. *Procedia Manufacturing*, 51, 1544–1550. Recuperato da Biblioteca digitale del Politecnico di Torino.

¹⁵ Cfr. Kiani, A. (2024). *Artificial intelligence in entrepreneurial project management: A review, framework and research agenda*. *International Journal of Managing Projects in Business*. Recuperato da Semantic Scholar.

¹⁶ Cfr. Savio, R. D., & Dewan, B. (2023). *Project management enhancement through technology*. *Eximia Journal*, 12(610-617). Recuperato da Semantic Scholar.

- Monitoraggio e controllo del progetto: analizza grandi volumi di dati per identificare potenziali ritardi o inefficienze, migliorando il controllo delle prestazioni (Dacre et al., 2022¹⁷);
- Gestione del rischio: permette di identificare i rischi in anticipo attraverso l'analisi predittiva e modelli di machine learning, aumentando la capacità di mitigazione (Taboada et al., 2023¹⁸);
- Ottimizzazione delle risorse: algoritmi avanzati migliorano l'allocazione delle risorse umane e materiali, aumentando l'efficienza e riducendo gli sprechi. (Savio et al., 2024¹⁴). Inoltre, gli studi evidenziano la necessità di nuove competenze, trasformando i ruoli tradizionali: è fondamentale una revisione completa dei ruoli e dei compiti (Paparic et al., 2024¹⁹);
- Comunicazione e collaborazione: strumenti di Natural Language Processing (NLP) facilitano la comunicazione tra i team, migliorando il coinvolgimento degli stakeholder (Taboada et al., 2023).

2.6.1 L'AI e il ruolo del Project Manager

Il ruolo del Project Manager sta subendo una trasformazione a causa della crescente adozione dell'intelligenza artificiale, permettendogli di spostare l'attenzione da compiti operativi ad attività strategiche e decisionali. Secondo Paparic et al. (2024), l'introduzione dell'AI ha portato alla nascita di nuove figure professionali, come:

- AI Project Manager: utilizza strumenti AI per pianificazione e monitoraggio;
- Ethics Officer per l'AI: supervisiona l'uso etico dell'AI nei progetti;
- Data Scientist & Machine Learning Engineer: sviluppano modelli di analisi predittiva.

Questa trasformazione richiede nuove competenze tecniche e strategiche, evidenziando la necessità di una formazione continua per i professionisti del project management (Dacre et al., 2022).

2.6.2 Sfide e limiti dell'AI nella gestione dei progetti

Nonostante i numerosi vantaggi, la letteratura evidenzia alcune criticità legate all'integrazione dell'intelligenza artificiale nei processi di gestione dei progetti:

- Difficoltà nell'accesso a dati di qualità: essa richiede dataset affidabili per fornire risultati accurati, ma molte organizzazioni non dispongono di dati ben strutturati;
- Costi elevati e difficoltà di implementazione: l'adozione di soluzioni AI può richiedere investimenti significativi in infrastrutture e formazione (Kiani, 2024);
- Resistenza al cambiamento: le organizzazioni possono incontrare ostacoli culturali nell'accettare l'automazione di processi tradizionali;

¹⁷ Cfr. **Dacre, N., & Kockum, F.** (2022). *Artificial intelligence in project management: A review of AI's usefulness and future considerations for the project profession*. Association for Project Management (APM). Recuperato da Semantic Scholar.

¹⁸ Cfr. **Taboada, I., Daneshpajouh, A., Toledo, N., & de Vass, T.** (2023). *Artificial Intelligence Enabled Project Management: A Systematic Literature Review*. *Applied Sciences*, 13(5014). Recuperato da Google Scholar.

¹⁹ Cfr. **Paparic, M., & Bodea, C.-N.** (2024). *Organising projects for responsible use of generative artificial intelligence in project management*. *Informatica Economică*, 28(3), 5-19. Recuperato da Biblioteca digitale del Politecnico di Torino.

- Rischi legati alla sicurezza e alla privacy: la gestione di dati sensibili richiede protocolli avanzati per garantire conformità e protezione.

2.6.3 L'AI nel project management per settore

Gli articoli analizzati mostrano che l'AI è utilizzata in diversi settori e in modo diverso a seconda del contesto:

- Settore IT e sviluppo software: supporta la gestione iterativa e l'ottimizzazione dei cicli di sviluppo Agile, migliorando il time-to-market (Paparic et al., 2024);
- Settore FinTech: è impiegata nella gestione del rischio e nell'ottimizzazione finanziaria per progetti bancari e assicurativi;
- Settore delle costruzioni: viene utilizzata per la previsione dei costi, il monitoraggio dei materiali e l'ottimizzazione dei tempi di costruzione (Taboada et al. 2023);
- Settore sanitario: supporta la gestione di progetti legati all'innovazione medica e alla sperimentazione clinica, migliorando l'allocazione delle risorse ospedaliere (Brandas et al., 2023²⁰);
- Settore energetico: facilita la gestione dei dati complessi e la transizione alle energie rinnovabili, migliorando le previsioni di domanda, la gestione dello stoccaggio energetico e la stabilità della rete. Una sfida importante è la necessità di garantire l'integrazione dell'AI senza perdita di posti di lavoro (Brandas et al., 2023);
- Settore educativo: promuove la personalizzazione dell'apprendimento e migliora in questo campo l'efficienza amministrativa. Tuttavia, è necessario mantenere un'interazione umana e risolvere le preoccupazioni etiche relative all'uso dell'AI in ruoli educativi (Brandas et al., 2023).

2.7 Risultati, gap della letteratura e prospettive future

Dalla revisione della letteratura emerge chiaramente che la gestione dei progetti sta attraversando un'importante trasformazione, guidata dall'adozione di approcci ibridi e dall'integrazione dell'intelligenza artificiale (AI). L'approccio ibrido si è rivelato efficace in numerosi settori, combinando la struttura e la prevedibilità del modello tradizionale con la flessibilità e l'adattabilità delle metodologie Agile. Grazie a questa combinazione le organizzazioni riescono ad affrontare la crescente complessità del mercato e a rimanere competitive.

Parallelamente, l'AI sta emergendo come un elemento chiave nella gestione dei progetti, con applicazioni che spaziano dall'analisi predittiva alla gestione del rischio, dall'automazione delle attività ripetitive al supporto decisionale. Dagli studi è evidente che l'AI migliora l'efficienza operativa e la precisione nelle previsioni, permettendo ai project manager di concentrarsi su compiti strategici e di supervisione.

Nonostante i numerosi benefici di questi due trend emergenti, persistono sfide significative, come la necessità di competenze avanzate, la resistenza al cambiamento e le questioni etiche e di sicurezza legate all'AI.

In particolare, l'integrazione dell'AI nella gestione ibrida è ancora un campo in fase di sviluppo e richiede ulteriori ricerche per definire modelli operativi ottimali.

²⁰ Cfr. Brandas, C., Didraga, O., & Albu, A. (2023). *A SWOT analysis of the role of artificial intelligence in project management*. *Informatica Economică*, 27(4), 5-15. Recuperato da Biblioteca digitale del Politecnico di Torino.

2.7.1 *Gap nella letteratura*

Sebbene l'approccio ibrido e l'AI siano stati studiati in modo approfondito, permangono alcune lacune critiche nella letteratura:

- Mancanza di generalizzazione dei risultati: molti studi si basano su campioni limitati e contesti settoriali specifici, rendendo difficile una generalizzazione dei benefici dell'approccio in altri settori;
- Scarsità di studi a lungo termine: gli studi analizzati sono prevalentemente di natura esplorativa o basati su case study, ma mancano analisi di lungo termine che valutino l'impatto dell'ibridazione e dell'AI sui risultati di progetto nel tempo;
- Scarsità di documenti inerenti alla sinergia Ibrida-AI: la letteratura tratta questi due aspetti separatamente, con pochi studi che analizzano l'efficacia combinata dell'AI nei progetti gestiti con metodologia ibrida;
- Difficoltà nella misurazione dell'efficacia dell'AI: sebbene diversi studi dimostrino che l'AI può ottimizzare i processi di gestione dei progetti, manca un framework consolidato per quantificare il valore aggiunto dell'AI rispetto ai metodi tradizionali;
- Aspetti etici e normativi poco approfonditi: la gestione dei dati e la sicurezza sono due aspetti cruciali per l'adozione dell'AI nei progetti, ma la letteratura esistente non fornisce linee guida chiare su come affrontare queste problematiche.

2.7.2 *Prospettive future della ricerca*

Alla luce dei gap riscontrati, la ricerca futura dovrebbe concentrarsi su tre principali direzioni:

- Sviluppo di framework operativi per l'integrazione di AI e approccio ibrido:
 - o È necessaria maggiore attenzione a modelli di gestione combinati che sfruttino il potenziale dell'AI all'interno di metodologie ibride,
 - o Studi futuri dovrebbero fornire linee guida pratiche per l'adozione di AI in contesti reali, in modo da minimizzare le difficoltà di implementazione.
- Analisi empiriche su larga scala e studi a lungo termine:
 - o La ricerca dovrebbe estendersi a settori ancora poco esplorati, come il marketing, la sanità e la logistica, per verificare l'efficacia dell'approccio ibrido e dell'AI in contesti diversi,
 - o Servono studi a lungo termine per valutare l'impatto dell'AI sulla gestione dei progetti nel lungo periodo.
- Affrontare le sfide legate alla formazione e all'etica:
 - o È consigliato alle organizzazioni un ingente investimento nella formazione dei project manager su AI e metodi ibridi, con corsi specializzati per colmare il gap delle competenze,

- Gli studi futuri dovrebbero esplorare strategie per garantire la trasparenza e l'etica dell'AI nella gestione dei progetti, sviluppando regolamenti e pratiche per mitigare i rischi legati all'automazione.

3. PROJECT MANAGEMENT: uno sguardo generale

La gestione dei progetti, in inglese project management, è una disciplina sempre più importante e presente nei contesti contemporanei che presentano continue trasformazioni tecnologiche, economiche e sociali. I progetti attuali sono caratterizzati da complessità e richiedono adattabilità, sostenibilità e innovazione. La complessità farebbe pensare a un approccio Agile come metodologia da mettere in applicazione, ma spesso anche in presenza di essa risulta indispensabile un approccio strutturato per alcune fasi del progetto. In questo capitolo si analizza nel dettaglio la gestione dei progetti: dai fondamenti, alle principali metodologie e le sfide contemporanee.

3.1 Definizione della Gestione dei Progetti

La gestione dei progetti è definita come “l’uso di conoscenze, abilità, capacità, strumenti e tecniche specifiche per fornire qualcosa di valore a persone e/o organizzazioni²¹”. Nello specifico il PMI (Project Management Institute) dà la più calzante definizione di project management: il project management come “combinazione di uomini, risorse e fattori organizzativi, riuniti temporaneamente per raggiungere obiettivi unici, definiti, con vincoli di tempo, costi, qualità e con risorse limitate”.²²

Un progetto è uno sforzo temporaneo, che dura a seconda delle attività da eseguire più o meno nel tempo, per creare valore attraverso un prodotto, servizio o risultato.

Caratteristiche comuni a tutti i progetti sono una struttura, un team con ruoli e responsabilità, degli obiettivi e degli stakeholders da soddisfare. A coordinare il tutto c’è il project manager.²³

Le attività facenti parte di un progetto devono soddisfare obiettivi specifici entro vincoli definiti di tempo, costo e qualità.

Le interdipendenze tra le attività interne e gli eventi esterni, quali ad esempio la fornitura di prodotti o materiali indispensabili per l’esecuzione di specifici compiti, possono avere un impatto rilevante sulla gestione del tempo, rendendo spesso necessario un adeguamento della pianificazione originaria. Inoltre, la disponibilità delle risorse costituisce un ulteriore fattore determinante in tale ambito.

I costi associati allo sviluppo di un progetto sono determinati da numerosi fattori, tra cui la quantità e la qualità delle risorse impiegate, le spese per materiali e servizi esterni, nonché i costi legati alla gestione dei rischi, come gli importi destinati alla mitigazione delle principali criticità. Inoltre, rientrano in questa categoria i costi di monitoraggio e controllo, quelli amministrativi, le spese relative agli impianti e agli strumenti utilizzati, le eventuali rivalutazioni economiche nei progetti di lunga durata e i costi indiretti.

L’obiettivo del progetto è strettamente connesso alla qualità e alle prestazioni dell’output previsto. La qualità, in questo contesto, si riferisce al grado di precisione con cui i risultati

²¹ Cfr. Twproject. *La gestione di un progetto: struttura, ruoli, responsabilità e obiettivi*. Recuperato da <https://twproject.com/blog/it/la-gestione-di-un-progetto-struttura-ruoli-responsabilita-e-obiettivi/>

²² Cfr. Elisabetta Simeoni, Giovanni Serpelloni, *Principi Project Management*.

²³ *Ibidem*.

ottenuti rispondono ai requisiti stabiliti e, in alcuni casi, offrono un valore aggiunto al cliente.

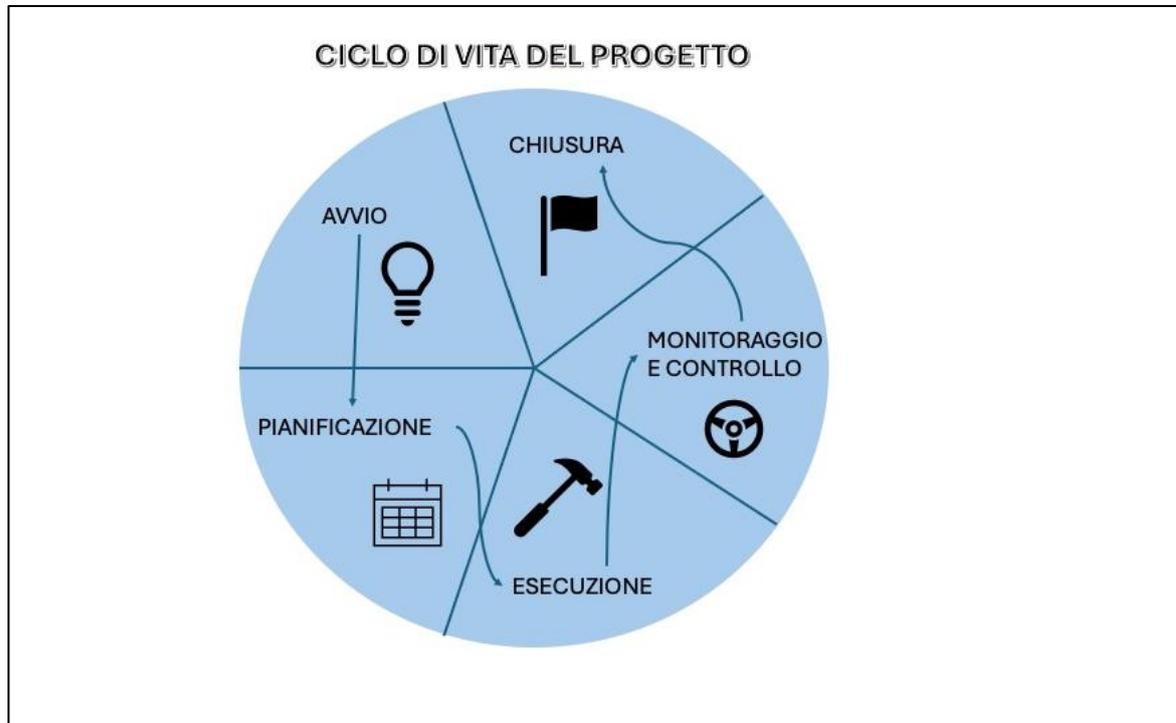


Figura 4. Ciclo di vita di un progetto.

La gestione dei progetti si articola in cinque fasi principali^{24 25} (vedi Figura 4):

1. Fase d'avvio: definizione degli obiettivi, identificazione degli stakeholders, creazione del business case;
2. Fase di pianificazione: si elabora un piano dettagliato che include tempi, risorse, budget e la gestione dei rischi, che guiderà il team attraverso il completamento;
3. Fase di esecuzione: realizzazione delle attività che sono state previste nel piano;
4. Fase di monitoraggio e controllo: supervisione continua che garantisca che il progetto rimanga allineato agli obiettivi prefissati;
5. Fase di chiusura: la consegna dei risultati finali, valutazione delle performance, rilascio delle risorse e documentazione delle lezioni apprese.

La gestione del rischio²⁶ citata in fase di pianificazione è fondamentale in questo campo. Il rischio può essere inteso come un fattore che potrebbe compromettere il successo del

²⁴ Cfr. MasterIN.it. (n.d.). *Le 5 fasi del ciclo di vita di un progetto secondo il PMBOK*. Recuperato da <https://www.masterin.it/start/1408-le-5-fasi-del-ciclo-di-vita-di-un-progetto-secondo-il-pmbok/> in cui si fa riferimento alla suddivisione delle fasi proposta da PMBOK.

²⁵ Cfr. Twproject. (n.d.). *La gestione di un progetto: struttura, ruoli, responsabilità e obiettivi*. Recuperato da <https://twproject.com/blog/it/la-gestione-di-un-progetto-struttura-ruoli-responsabilita-e-obiettivi/>

²⁶ Cfr. George, C. (2020). *The essence of risk identification in project risk management: An overview*. International Journal of Science and Research (IJSR)

progetto oppure come un evento che potrebbe ostacolare il conseguimento degli obiettivi prefissati. Esso è quindi un problema che bisognerebbe gestire prima che si manifesti. Gran parte dei rischi negativi può essere risolta o quantomeno mitigata intervenendo sulla pianificazione del progetto. I rischi, quindi, devono essere gestiti dal project manager e dal team di progetto mediante una stima iniziale accurata e successive tecniche di pianificazione efficienti e reattive.

Un rischio non è necessariamente un elemento negativo, poiché può anche rappresentare un'opportunità. Ad esempio, l'anticipazione della conclusione del progetto rispetto ai tempi previsti potrebbe derivare dall'assegnazione di risorse aggiuntive o dalla semplificazione di alcune attività. Il processo di gestione del rischio è strutturato nell'ambito del Risk Management.

La gestione dei progetti acquisisce sempre più una rilevanza strategica per le organizzazioni, poiché esse vogliono rimanere competitive nel mercato contemporaneo globale. Un'efficiente gestione dei progetti permette l'allineamento degli obiettivi di progetto a quelli aziendali, la massimizzazione del ritorno sugli investimenti (ROI) e la riduzione dei rischi grazie ad una accurata pianificazione e a un monitoraggio continuo.

3.2 Storia della gestione dei progetti

La gestione dei progetti è un concetto risalente già a tantissimi anni fa ed è in continua evoluzione nel corso dei secoli. Possiamo guardare alle Piramidi di Giza e alla Grande Muraglia Cinese come primi esempi di gestione dei progetti. Come si può ben immaginare osservandoli, questi progetti sono il risultato di una rigorosa pianificazione e una chiara definizione delle responsabilità.

“Nel XX secolo assistiamo alla nascita delle moderne teorie di management. Nello specifico si fa riferimento al 1911 quando Frederick Taylor, ingegnere industriale statunitense, pubblicò il suo trattato *“The Scientific Principles of Management”*. Egli capì per primo che per incrementare la produttività non fosse una soluzione quella di far lavorare le risorse per più tempo e più duramente, ma che fosse fondamentale attuare un sistema di produzione in grado di far ottenere come risultato il massimo profitto, ma con la minima fatica e minor tempo.

Nel corso della Prima Guerra Mondiale, Henry Laurence Gantt (1861-1919), ingegnere meccanico, studiò il modo per ottimizzare la sequenza della attività necessarie alla costruzione della flotta navale. Da qui hanno origine i suoi famosi grafici, i Diagrammi di Gantt, che sono ancora largamente utilizzati dai moderni project manager. Proprio sulla base dei suoi risultati, sono nati poi altri strumenti come quello di allocazione delle risorse e Work Breakdown Structure (WBS), che è utilizzato per rappresentare la struttura delle attività di un progetto secondo diverse logiche.

Sempre nel periodo che va dal 1920 al 1950 viene anche introdotto il modello PERT per il controllo del tempo.

Nel corso della Seconda Guerra Mondiale e nel periodo successivo presero luce i primi veri progetti strutturati secondo una concezione moderna del Project Management. Tra questi progetti, spicca il Progetto Manhattan, lanciato dal governo degli USA, che incarica Oppenheimer della sua gestione, con l'obiettivo di preparare ordigni atomici. Quest'ultimo rappresenta la data simbolica della nascita del Project Management (1942).

Nel 1969, negli USA, nasce il Project Management Institute, o PMI, con l'obiettivo di diffondere e rafforzare la metodologia del Project Management. Esso è riconosciuto a livello internazionale come l'ente più autorevole in tale materia.

Dal 1980 al 2000 si osserva una crescita del project management nel settore IT, che porta all'introduzione di approcci più flessibili come l'Agile.²⁷”

Con l'avvento delle tecnologie digitali il project management negli ultimi due decenni subisce importanti trasformazioni. Si osserva infatti che queste tecnologie hanno ampliato le possibilità di pianificazione, collaborazione e monitoraggio.

Le metodologie ibride e l'applicazione dell'intelligenza artificiale sono le ultime osservazioni in ordine cronologico.

3.3 Modelli e metodologie di gestione dei progetti

Esistono diversi modelli di gestione dei progetti applicabili a seconda delle caratteristiche e degli ambiti specifici dei progetti.

Approccio Tradizionale (Waterfall)

L'approccio tradizionale è un modello caratterizzato da linearità delle fasi e struttura. È utile quando si è davanti a progetti che hanno obiettivi ben definiti. Tuttavia, per questa sua rigidità spesso risulta inadeguato, per esempio quando si lavora in contesti dinamici o incerti.

Approccio Agile

Il modello Agile nasce nel settore IT come soluzione ai limiti dell'approccio tradizionale. Esso è caratterizzato da iterazioni brevi e da feedback continui. Risulta ideale per i progetti in cui i requisiti variano rapidamente.

Approccio ibrido

L'approccio ibrido nasce dalla combinazione di tradizionale (Waterfall) e Agile. Questo approccio si adatta a quei progetti complessi che richiedono sia struttura, nelle fasi di pianificazione iniziale, che flessibilità, nelle fasi operative.

²⁷ Cfr. Cinzia Giachelle, "Il Project Management attraverso i secoli", *JEst Junior Enterprise*, 2018, Recuperato da <https://www.jest.it/project-risk-management/il-project-management-attraverso-i-secoli/>

Metodologie Lean

La metodologia Lean nella gestione dei progetti ha come obiettivi la minimizzazione degli sprechi e la massimizzazione del valore per gli stakeholder. Questa metodologia può essere combinata alle precedenti e deriva dal sistema di produzione di Toyota.

3.4 Le sfide nella gestione dei progetti

Nonostante l'avanzamento tecnologico e gestionale, sono ancora presenti numerose sfide nella gestione dei progetti. Essendo il mercato contemporaneo caratterizzato da rapidi cambiamenti e, quindi, rapide trasformazioni nei requisiti, la velocità di cambiamento per gestire l'incertezza è una delle sfide che si incontrano in questo campo. Il fatto che i progetti moderni siano composti da team multidisciplinari e distribuiti geograficamente aumenta la difficoltà di coordinamento e sorge così un'altra delle sfide presenti. Restano sempre importanti gli obiettivi di tempo e di costo, bilanciandoli quindi con la necessità di innovazione.

Soprattutto negli ultimi anni, altri punti fondamentali da considerare nei progetti sono la sostenibilità e la responsabilità sociale, quindi l'impatto ambientale e sociale del prodotto/servizio.

3.5 Il Project Manager

Il project manager è un professionista nell'ambito della gestione dei progetti. Egli è responsabile del progetto nei confronti della commissione di progetto (Project Board). Il suo compito è quello di gestire il progetto giornalmente, pianificando la traduzione della visione strategica in azioni concrete, controllando e monitorando le attività. "È la figura professionale (interna o esterna all'organizzazione) che guida il project team nel raggiungimento degli obiettivi del progetto."

La principale responsabilità del project manager è la soddisfazione degli obiettivi del progetto, assicurando la sua realizzazione nel rispetto di tempi, costi e qualità stabiliti. Egli è responsabile della gestione del progetto dall'avvio alla realizzazione, quindi pianificazione, delega, monitoraggio e controllo. Si occupa anche della gestione delle risorse umane e non; infatti, la comunicazione e la gestione delle risorse sono competenze fondamentali, come anche la leadership e la negoziazione. Spesso viene visto come "fulcro informativo", in cui appunto tutte le informazioni convergono.

Bisogna tenere conto che "fattori come il settore, la dimensione aziendale, la maturità dell'organizzazione e la cultura aziendale possono influire sulle responsabilità specifiche. Tuttavia, alcune responsabilità sono comuni a tutti i project manager e sono:

- ⇒ Interagire con stakeholder, fornitori, clienti, utilizzatori finali;
- ⇒ Definire e comunicare gli obiettivi di progetto al team;
- ⇒ Sviluppare i piani di progetto;

- ⇒ Controllare, monitorare, realizzare la documentazione di progetto;
- ⇒ Acquisizione dei requisiti di progetto – il personale, i materiali, le tecnologie;
- ⇒ Gestire e guidare il team di progetto;
- ⇒ Stabilire le procedure all'interno di un progetto: gestione del rischio, gestione delle questioni, gestione dei cambiamenti, gestione della comunicazione;
- ⇒ Predisposizione del budget.”²⁸

Sfide del ruolo

Il project manager si trova a dover affrontare alcune sfide. Tra queste, è importante la necessità di adattarsi a nuove tecnologie e, quindi, una costante evoluzione delle competenze. Inoltre, è importante essere in grado di gestire team diversificati: infatti, i progetti globali necessitano di una particolare attenzione alle differenze culturali.

3.6 La tecnologia nella gestione dei progetti

Nel contesto attuale la tecnologia cambia rapidamente. Tra le tecnologie emergenti, vediamo l'intelligenza artificiale (AI). Queste stanno trasformando in modo importante la gestione dei progetti rendendola più efficiente. La cosa fondamentale da tenere in considerazione è la necessità di alta qualità dei dati, poiché il project management che lavora con queste tecnologie si basa su questi.

Sono presenti diverse tecnologie, eccone alcune:

- Strumenti digitali come Microsoft Project, Jira e Trello, che facilitano la pianificazione e il monitoraggio;
- L'intelligenza artificiale che consente di analizzare grandi volumi di dati per la previsione di rischi e l'ottimizzazione delle decisioni;
- Collaborazione online con piattaforme come Slack o Microsoft Teams, che migliorano la comunicazione tra team distribuiti.

3.7 Norme per la gestione del progetto

Le norme per il project management garantiscono la standardizzazione, la qualità e l'efficienza nella gestione dei progetti. Esse forniscono le linee guida creando un linguaggio comune per gestire i progetti, quindi per affrontare le sfide operative, migliorare i processi e facilitare la collaborazione. Esse aumentano la probabilità di successo del progetto garantendo che i processi seguano best practice riconosciute a livello internazionale.

Nel 2021 è stata pubblicata la norma internazionale UNI ISO 21502:2021 “Gestione dei progetti, dei programmi e del portfolio – Guida alla gestione dei progetti” a sostituzione della UNI ISO 21500:2012 “Guidance on project management”. La norma ISO 21500, sviluppata dall'International Organization for Standardization (ISO), offre una guida universale per il project management, fornendo le linee guida per la gestione del progetto.

²⁸ Cfr. QRP International. *Project Manager: chi è e cosa fa*, recuperato da <https://www.qrpinternational.it/blog/glossario/project-manager-chi-e-cosa-fa/>

Essa è applicabile a progetti di qualsiasi dimensione, organizzazione, settore o complessità.
29

La normativa in questione è allineata agli standard promossi da enti internazionali, tra cui il PMBOK, elaborato dal Project Management Institute (PMI), e l'ICB (IPMA Competence Baseline), sviluppato dall'International Project Management Association (IPMA).

Un altro standard ampiamente utilizzato in Europa, sviluppato dal governo del Regno Unito, è PRINCE2®. Esso si basa su 7 principi, 7 temi e 7 processi ed è quindi ideale per progetti che richiedono una forte governance.³⁰

3.8 Conclusioni al capitolo

La gestione dei progetti è in costante e rapida evoluzione, conseguenza di un mondo sempre più complesso. Il successo di un progetto è dato dall'applicazione dei giusti fondamenti, metodologie e tecnologie; quindi, comprendere questi tre elementi risulta essenziale per assicurare il successo e mantenere la competitività.

Nei capitoli successivi saranno approfonditi i trend emergenti, in particolare la metodologia ibrida e l'adozione dell'intelligenza artificiale. Questi, come si vedrà in seguito, risultano essere la chiave per una corretta gestione dei progetti moderni.

²⁹ Cfr. UNI. *Pubblicata la nuova UNI ISO 21502 per lo sviluppo, la realizzazione e la gestione dei progetti.* Recuperato da <https://www.uni.com/pubblicata-la-nuova-uni-iso-21502-per-lo-sviluppo-la-realizzazione-e-la-gestione-dei-progetti/>

³⁰ Cfr. HumanWare Online. (n.d.). *Cos'è PRINCE2?* . Recuperato da <https://www.humanwareonline.com/project-management/center/cose-prince2/>

4. METODOLOGIA WATERFALL, METODOLOGIA AGILE E IL LORO CONFRONTO

Le metodologie applicate alla gestione dei progetti si sono evolute nel tempo per la necessità di rispondere alle diverse esigenze dei contesti organizzativi. I due approcci, Waterfall e Agile, hanno caratteristiche ben distinte. Questo capitolo analizzerà le caratteristiche, i vantaggi e i limiti di ciascuno dei due, confrontando le loro applicazioni e focalizzandosi sulle situazioni specifiche in cui ciascuno è più appropriato.

4.1 Approccio Waterfall: caratteristiche, vantaggi, limiti e ambiti di applicazione

Un progetto viene avviato per soddisfare un'esigenza o per risolvere una problematica specifica. Pertanto, il primo passo fondamentale consiste nella definizione degli obiettivi, ovvero nell'identificazione dei risultati attesi al termine del suo sviluppo.

L'approccio Waterfall, ovvero l'approccio tradizionale, si caratterizza di una sequenza lineare e predefinita di fasi. Le fasi in questione^{31 32} sono: avvio, pianificazione, esecuzione, controllo, chiusura e manutenzione. In tale approccio prima di passare a fasi successive, è fondamentale che ogni fase venga completata.

La prima fase, anche detta dei "requisiti", indica cosa dovrebbe fare il sistema; bisogna determinare l'ambito del progetto che va dagli obblighi aziendali alle esigenze degli utenti. I requisiti specificano le risorse necessarie per il progetto, quali saranno gli aspetti su cui lavorerà ogni membro del team e in quale fase e la sequenza temporale, quindi, la durata di ogni fase.

La fase di pianificazione è dipendente dagli obiettivi definiti. Quindi è necessario che essi vengano formulati accuratamente, in particolare in questa metodologia che non ammette grandi cambiamenti in corso d'opera. Un metodo utile a questo scopo è il metodo chiamato con l'acronimo SMART³³, che riassume le cinque qualità fondamentali che un obiettivo deve possedere:

- Specific (specifico): i grandi obiettivi sono ben definiti, focalizzati e tangibili;
- Measurable (misurabile): ogni obiettivo deve avere un risultato misurabile, numericamente o, nel caso non fosse possibile, almeno qualitativamente;
- Achievable (raggiungibile): spesso vengono fissati obiettivi oltre alla portata disponibile. È importante che gli obiettivi siano coerenti, compatibili con il contesto e le risorse; quindi, attuabili;
- Relevant (rilevante): l'obiettivo deve essere importante per il committente e in linea con gli obiettivi di lungo termine;

³¹ Cfr. Atlassian. (n.d.). *Waterfall methodology*. Recuperato da <https://www.atlassian.com/it/agile/project-management/waterfall-methodology>

³² Cfr. BeFormazione. *Waterfall vs Agile*. Recuperato da <https://www.beformazione.com/pmfacile/waterfall-vs-agile/>

³³ Cfr. Enrico Pacassoni, 25 marzo 2021, *Obiettivi SMART: cosa sono e qual è il loro significato*, recuperato da <https://taskom.at/it/blog/smart-working/obiettivi-smart-cosa-sono-qual-e-significato>

- Time-based (basato sul tempo): gli obiettivi, in generale, possono essere realizzati quando viene fissato un tempo limite, una scadenza, una deadline. Questo limite aiuta a mantenere alta la motivazione e facilita la definizione delle priorità tra le attività.

La valutazione delle dimensioni rappresenta una delle fasi iniziali del progetto e influisce direttamente sul suo successo. Esistono diverse metodologie per stimare sia i tempi che i costi richiesti per la realizzazione del progetto. Nei casi di progetti complessi, è preferibile effettuare almeno due stime separate, idealmente utilizzando approcci differenti, per poi confrontarle e armonizzarle al fine di ottenere una valutazione più accurata. In generale, tutte le tecniche di pianificazione prevedono l'identificazione delle attività elementari, chiamate "task", necessarie a produrre i deliverable associati a ciascun elemento della Work Breakdown Structure (WBS), che è una rappresentazione gerarchica ad albero in cui ogni livello rappresenta un grado maggiore di dettaglio, e le loro dipendenze. Si passa poi all'assegnazione dei compiti alle persone, definendo la Organization Breakdown Structure (OBS). Per ottenere una rappresentazione chiara delle relazioni tra i vari elementi del progetto, i task vengono suddivisi e organizzati all'interno di un diagramma di Gantt. Successivamente, si procede alla stima del carico di lavoro richiesto per completare ogni attività, identificando le risorse necessarie, sia umane che materiali. Parallelamente, si valutano i tempi di esecuzione di ciascun task in base al numero di risorse assegnate e si calcolano i costi del personale, moltiplicando il volume di lavoro per il costo medio delle risorse impiegate. A questi si aggiungono le spese relative ai materiali e ai servizi indispensabili per la realizzazione del progetto. Infine, il percorso critico viene determinato sulla base delle dipendenze tra le attività e la durata complessiva del progetto si ottiene sommando i tempi di tutte le attività che ne fanno parte.

Nella fase di progettazione i progettisti sviluppano soluzioni che soddisfino i requisiti (i.e. creano programmazioni e milestone, determinano i risultati finali esatti e creano progetti e/o modelli per i risultati finali).

Dopo aver approvato il progetto, è il momento dell'implementazione: gli sviluppatori creano un piano di implementazione, raccolgono i dati, assegnano compiti specifici e allocano le risorse del team. Proprio in questa fase ci si può rendere conto che alcune parti della progettazione non possono essere implementate. Se il problema che si presenta è abbastanza rilevante, è necessario tornare alla fase di progettazione. Viene poi controllato il prodotto/ servizio tramite verifiche e test in modo che non sia rilasciato un prodotto difettoso al cliente finale. Può aggiungersi una fase di manutenzione successiva alla chiusura in cui gli sviluppatori, dopo il rilascio del prodotto, potrebbero dover eliminare bug.

Ciascuna fase citata, in questo modello, riceve in input l'output della fase precedente.

La struttura sequenziale che caratterizza l'approccio conferisce chiarezza sulle fasi e sui processi che devono essere svolti. Ciò che inoltre caratterizza questa metodologia è la documentazione, che deve essere dettagliata, cioè ogni attività deve essere accompagnata da documentazione formale che ne permetta la tracciabilità e il controllo. La pianificazione a cascata è rigorosa e lascia poco spazio alla confusione, quindi i tempi e il budget sono definiti con precisione fin da subito.

Questo approccio offre prevedibilità: le attività sono pianificate in modo dettagliato, riducendo l'incertezza. Il processo, se risulta avere successo, è replicabile e può essere utilizzato per altri progetti che hanno requisiti simili. L'accuratezza della pianificazione iniziale consente agli sviluppatori di individuare i problemi di progettazione prima di scrivere qualsiasi codice, riducendo i rischi. In più, grazie alla conoscenza delle esigenze in anticipo, si verificano meno ritardi dovuti a ulteriori richieste da parte degli stakeholder o dei clienti.³⁴

La metodologia Waterfall risulta adatta a progetti che hanno requisiti ben definiti e che sono caratterizzati da pochi cambiamenti.

Tuttavia, in questa metodologia non mancano le debolezze^{35 36}:

- Eccessivo tempo per le attività di analisi e pianificazione che potrebbe comportare ritardi nell'implementazione;
- I requisiti difficilmente modificabili e, se possibile, solo tramite specifiche pratiche di escalation;
- Il cliente in questo approccio percepisce i risultati del progetto solo alla fine; quindi, i tempi di consegna sono più lunghi;
- Se in una fase emerge un problema importante, tutto viene bloccato finché il team non lo risolve. Si verifica allora uno slittamento delle scadenze;
- Può emergere in corso d'opera la necessità di un approccio diverso e più flessibile;
- Gran parte dei problemi viene scoperta solo nella fase di test, che nel modello a cascata è prevista tardi nel processo, al termine dello sviluppo;
- Il lavoro risulta spesso burocratizzato per via degli standard basati sulla produzione di una data documentazione che il modello obbliga ad utilizzare.

Per quanto detto, il modello Waterfall è adatto a progetti che hanno requisiti chiari e ben definiti, ossia ove i cambiamenti sono minimi o addirittura assenti, e che richiedono documentazione rigorosa e dettagliata. Alcuni esempi di progetti di questo tipo sono quelli nel settore delle costruzioni, dell'ingegneria e nei settori regolamentati.

4.2 Approccio Agile: caratteristiche, vantaggi, limiti e ambiti di applicazione

L'approccio Agile è un tipo di gestione innovativo, iterativo e incrementale. È definito iterativo poiché comprende le stesse fasi del modello Waterfall, ma in chiave iterativa.

Esso venne coniato nel 2001 con la pubblicazione dell'”Agile Manifesto” e fa riferimento in particolare agli strumenti e metodologie con cui si gestiscono i progetti di sviluppo

³⁴Cfr. Atlassian. (n.d.). *Waterfall methodology*. Recuperato da <https://www.atlassian.com/it/agile/project-management/waterfall-methodology>, paragrafo “Vantaggi della metodologia a cascata”

³⁵Cfr. Atlassian. (n.d.). *Waterfall methodology*. Recuperato da <https://www.atlassian.com/it/agile/project-management/waterfall-methodology>, paragrafo “Limiti della metodologia a cascata”

³⁶Cfr. HumanWare Online. (n.d.). *PMBOK e Agile: Quale scegliere?*. Recuperato da <https://www.humanwareonline.com/project-management/center/pmbok-agile/>, paragrafo “Punti di debolezza dell'approccio “waterfall”

software, essendo essi molto diversi da progetti di altri settori. Ciò che differenzia il settore di sviluppo software è il cambio tecnologico che avviene con alta frequenza e l'alta competitività tra le varie industrie del settore stesso.

Di seguito si riporta il Manifesto Agile³⁷:

Manifesto per lo Sviluppo Agile di Software

*Stiamo scoprendo modi migliori di creare software,
svilupandolo e aiutando gli altri a fare lo stesso.
Grazie a questa attività siamo arrivati a considerare importanti:*

*Gli individui e le interazioni più che i processi e gli strumenti
Il software funzionante più che la documentazione esaustiva
La collaborazione col cliente più che la negoziazione dei contratti
Rispondere al cambiamento più che seguire un piano*

*Ovvero, fermo restando il valore delle voci a destra,
consideriamo più importanti le voci a sinistra.*

Kent Beck - Mike Beedle - Arie van Bennekum - Alistair Cockburn - Ward Cunningham - Martin Fowler - James Grenning - Jim Highsmith - Andrew Hunt - Ron Jeffries - Jon Kern - Brian Marick - Robert C. Martin - Steve Mellor - Ken Schwaber - Jeff Sutherland - Dave Thomas
© 2001, gli autori sopraindicati

Leggendo il Manifesto sono chiare le intenzioni e le pratiche della nuova metodologia.

L'Agile non nega la necessità di documentazione, ma sostiene che debba essere effettuata solo quella strettamente necessaria, così come per la pianificazione: ne riconosce l'importanza, ma pone l'accento sui suoi limiti in un ambiente turbolento come quello in questione.

Per comprendere meglio questa proposta è bene riportare i dodici principi espressi nello stesso documento³⁸, che diede inizio ad un nuovo approccio di gestione dei progetti:

- 1) La nostra massima priorità è soddisfare il cliente rilasciando software di valore, fin da subito e in maniera continua.
- 2) Accogliamo i cambiamenti nei requisiti, anche a stadi avanzati dello sviluppo. I processi agili sfruttano il cambiamento a favore del vantaggio competitivo del cliente.
- 3) Consegniamo frequentemente software funzionante, con cadenza variabile da un paio di settimane a un paio di mesi, preferendo i periodi brevi.
- 4) Committenti e sviluppatori devono lavorare insieme quotidianamente per tutta la durata del progetto.
- 5) Fondiamo i progetti su individui motivati. Diamo loro l'ambiente e il supporto di cui hanno bisogno e confidiamo nella loro capacità di portare il lavoro a termine.

³⁷Cfr. Agile Alliance. *Manifesto per lo sviluppo agile di software*. Recuperato da <https://agilemanifesto.org/iso/it/manifesto.html>

³⁸Cfr. Agile Alliance. *Principi del manifesto agile*. Recuperato da <https://agilemanifesto.org/iso/it/principles.html>

- 6) Una conversazione faccia a faccia è il modo più efficiente e più efficace per comunicare con il team ed all'interno del team.
- 7) Il software funzionante è il principale metro di misura di progresso.
- 8) I processi agili promuovono uno sviluppo sostenibile. Gli sponsor, gli sviluppatori e gli utenti dovrebbero essere in grado di mantenere indefinitamente un ritmo costante.
- 9) La continua attenzione all'eccellenza tecnica e alla buona progettazione esalta l'agilità.
- 10) La semplicità – l'arte di massimizzare la quantità di lavoro non svolto – è essenziale.
- 11) Le architetture, i requisiti e la progettazione migliori emergono da team che si auto-organizzano.
- 12) A intervalli regolari il team riflette su come diventare più efficace, dopodiché regola e adatta il proprio comportamento di conseguenza.

I requisiti e le soluzioni qui maturano in corso d'opera, attraverso la comunicazione e la collaborazione tra il team di sviluppo e il committente. Ci si allontana dall'idea di pianificare l'intero progetto in anticipo e si opera su singoli blocchi di requisiti, consentendo di svolgere contemporaneamente lo sviluppo e il test, oltre a realizzare più consegne nel corso del progetto.

L'obiettivo deve comunque essere chiaro fin dall'inizio.

Le metodologie più conosciute e utilizzate sono SCRUM, Kanban ed Extreme Programming (XP).

“Scrum è un framework di processo utilizzato dai primi anni Novanta per gestire lo sviluppo di prodotti complessi. Scrum non è un processo o una tecnica per costruire prodotti ma piuttosto è un framework all'interno del quale è possibile utilizzare vari processi e tecniche. Scrum rende chiara l'efficacia relativa del proprio product management e delle proprie pratiche di sviluppo così da poterle migliorare.”

Jeff Sutherland, La guida a Scrum™³⁹

Questo approccio risponde rapidamente ai cambiamenti grazie alle sue iterazioni brevi, chiamate Sprint, e fornisce risultati e feedback continui agli stakeholder. All'inizio di ciascuno Sprint, viene concordato con il cliente un elenco di deliverable da completare entro la durata dello Sprint stesso. Nel caso in cui alcune attività pianificate non vengano portate a termine, il lavoro rimanente viene riorganizzato e considerato nella pianificazione dello Sprint successivo. Al termine dello Sprint, il team di progetto e il cliente hanno l'opportunità di esaminare e valutare i risultati ottenuti attraverso test e dimostrazioni, verificandone la conformità agli obiettivi stabiliti. I principi di questo framework Scrum sono la trasparenza, l'ispezione e l'adattamento e la sua efficacia è dimostrata in tutti quei contesti in cui è complesso pianificare tutto in anticipo. Tutti gli elementi rilevanti del processo devono essere chiaramente visibili ai responsabili del lavoro, che devono esaminare regolarmente i risultati e i progressi per individuare tempestivamente eventuali problemi e/o scostamenti rispetto al piano. Si parla di adattamento quando, durante le

³⁹ Cfr. Wikipedia. *Scrum (informatica)*. Recuperato da [https://it.wikipedia.org/wiki/Scrum_\(informatica\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Scrum_(informatica))

verifiche, si rileva che uno o più aspetti del processo produttivo superano i limiti accettabili o che il prodotto finale non soddisfa i requisiti previsti. In tali casi, è necessario intervenire sul processo o sul materiale prodotto. L'intervento deve avvenire in maniera più rapida possibile per minimizzare ulteriori difformità rispetto agli obiettivi prestabiliti. Sono previste quattro occasioni formali per l'ispezione e l'adattamento: Sprint Planning Meeting, Daily Scrum, Sprint Review, Sprint Retrospective.

Lo Sprint, menzionato in precedenza, rappresenta l'unità fondamentale dello sviluppo nel framework Scrum e ha una durata compresa tra una e quattro settimane. Prima di ogni Sprint si svolge una riunione di pianificazione, durante la quale vengono definiti gli obiettivi e stimati i tempi necessari per raggiungerli. Nel corso di uno Sprint gli obiettivi stabiliti rimangono invariati e qualsiasi modifica viene rinviata alla successiva riunione di pianificazione, per essere eventualmente inclusa nello Sprint successivo. Al termine di ogni Sprint, il team di sviluppo consegna una versione del prodotto che è potenzialmente completa e funzionante. Le caratteristiche e le funzionalità incluse in uno Sprint sono selezionate dal Product Backlog, un elenco prioritario dei requisiti. La scelta degli elementi del Backlog da includere nello Sprint avviene nel corso dello Sprint Planning Meeting.

Il risultato viene ispezionato in un evento, chiamato Sprint Review, mentre il processo nella Sprint Retrospective.

Queste caratteristiche conferiscono flessibilità al progetto, perciò esso è in grado di rispondere rapidamente ai cambiamenti. "Eventuali esigenze di modifica vengono raccolte e gestite all'interno di nuove release o versioni del prodotto. Questo significa che i processi di definizione dell'ambito, di creazione della WBS e di verifica dell'ambito vengono ripetuti iterativamente all'interno di approcci Agile"⁴⁰. Le iterazioni brevi permettono che le consegne siano rapide e questo fornisce valore incrementale. Un vantaggio evidente è il coinvolgimento costante degli stakeholder e del cliente, il che migliora la comunicazione e riduce le possibili incomprensioni.

Quando ci si trova di fronte a progetti complessi e/o di grandi dimensioni, allora l'approccio Agile presenta qualche limite, come la difficoltà di scalabilità: l'Agile è stato pensato per funzionare in contesti piccoli e flessibili, con team autonomi e comunicazioni dirette, per cui quando si cerca di applicarlo a progetti di grandi dimensioni emergono delle sfide. L'Agile non è scalabile, ossia adattabile a qualsiasi contesto, perché ⁴¹ ⁴²:

- Favorisce interazioni frequenti e informali tra i membri del team, che risultano difficili con un aumento del numero di partecipanti;
- È progettato per team piccoli (massimo 9 persone), auto-organizzati e coordinare molti team Agile richiede framework aggiuntivi;

⁴⁰Cfr. HumanWare. (n.d.). *Metodologia Agile e PMBOK: waterfall e metodo iterativo*. Recuperato da <https://www.humanwareonline.com/project-management/center/pmbok-agile/>

⁴¹Cfr. Atlassian. *Agile at scale*. Recuperato da <https://www.atlassian.com/it/agile/agile-at-scale>

⁴²Cfr. Turk, D., France, R., & Rumpe, B. (2002). *Limitations of Agile Software Processes*. In *Third International Conference on Extreme Programming and Flexible Processes in Software Engineering (XP2002)* (pp. 43–46).

- Coordinare molteplici team nei progetti grandi può portare a perdita di coerenza, sovrapposizioni o lacune nelle responsabilità;
- Si concentra sul cambiamento rapido e sull'adattamento continuo, ma progetti su larga scala spesso richiedono una pianificazione a lungo termine che mal si adatta a cicli brevi.

In più, quando il progetto richiede che ci sia elevata tracciabilità, la mancanza di una documentazione formale tipica dell'Agile rappresenta un altro limite.

Dalle caratteristiche appena descritte, appare evidente che l'approccio Agile sia efficace in progetti dai contesti dinamici, in cui i requisiti cambiano in modo frequente, in cui la velocità di consegna e il coinvolgimento del cliente sono rispettivamente rapida e costante e in organizzazioni caratterizzate da collaborazione e iterazione.

Risulta particolarmente adatto nel settore dello sviluppo software.

4.3 Approcci Waterfall e Agile messi a confronto

Per quanto dai paragrafi precedenti risultino già evidenti le differenze tra i due approcci, la tabella in seguito (Tabella 2) aiuta a visionarle in maniera più rapida e immediata.

Caratteristica	Waterfall	Agile
Struttura	Sequenziale e rigida	Iterativa e flessibile
Pianificazione	Completa e dettagliata all'inizio	Adattabile e continua
Gestione dei cambiamenti	Difficile e costosa	Integrata nel processo
Documentazione	Dettagliata e rigorosa	Minima
Coinvolgimento del cliente	Minimo, concentrato alla fine	Continuo, in ogni iterazione
Ambito di applicazione	Progetti con requisiti chiari e stabili	Progetti con requisiti variabili e dinamici

Tabella 2. Tabella delle differenze nelle caratteristiche specifiche degli approcci Waterfall e Agile.

Come è stato detto in precedenza, una delle differenze principali è il grado di coinvolgimento del cliente: l'approccio Agile offre un costante coinvolgimento del cliente,

mentre l'approccio Waterfall offre un coinvolgimento minimo fino al termine del progetto. Queste considerazioni sono visibili nel grafico sottostante (Figura 5).

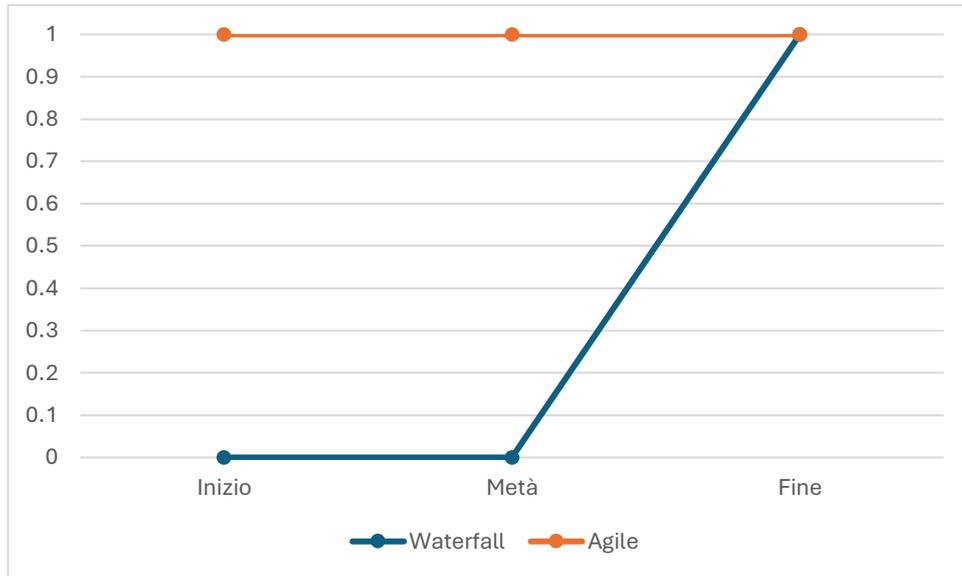


Figura 5. Grafico sull'andamento del coinvolgimento del cliente.

Un'altra differenza tra le due metodologie è il grado di flessibilità. Ipotizziamo che il grado di flessibilità possa assumere valori che vanno da 0 (basso grado di flessibilità) a 10 (alto grado di flessibilità). Dato il basso grado di flessibilità dell'approccio Waterfall e l'alto grado dell'approccio Agile, attribuiamo rispettivamente valori 2 e 10 e otteniamo il seguente grafico (Figura 6):

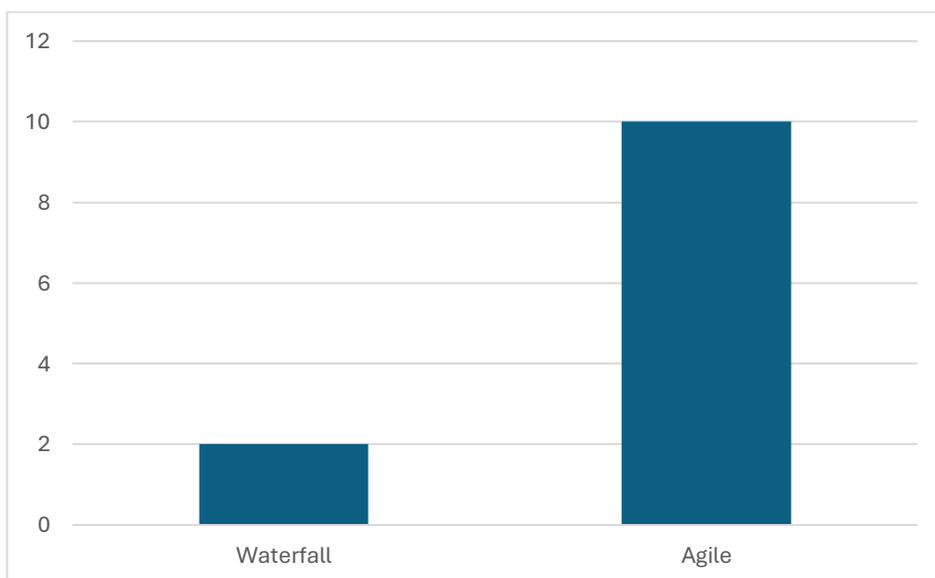


Figura 6. Grafico sul grado di flessibilità degli approcci Waterfall e Agile.

Per scegliere l'approccio più adatto al contesto in cui ci si trova, bisogna analizzare in maniera attenta le caratteristiche del progetto e gli obiettivi aziendali.

In generale, il metodo sequenziale 'a cascata' si concentra sulla prevenzione dei cambiamenti nell'ambito del progetto e nei deliverables, che possono derivare da una pianificazione o un'analisi inadeguata. In questo approccio, i costi e i tempi sono stimati come conseguenza delle specifiche definite per i deliverables (vedi Figura 7).

D'altra parte, l'approccio iterativo, ossia l'approccio Agile, si concentra sui tempi e sui costi stabiliti a contratto e li gestisce con una logica 'Timeboxing'⁴³. La logica timeboxing è una tecnica di gestione del tempo e delle attività; essa assegna un limite di tempo specifico a un'attività o a un gruppo di attività, a prescindere dal fatto che siano completamente concluse entro quel periodo. Al termine del tempo assegnato, quindi il "timebox", l'attività viene interrotta e si passa alla successiva o si rivede lo stato per decidere come procedere. L'obiettivo è ottenere il massimo risultato possibile entro il limite di tempo, anziché inseguire la perfezione.

Quindi, l'ambito del progetto viene qui adattato di conseguenza e rimane flessibile in funzione delle esigenze di rapidità di sviluppo e di massimo valore erogabile nei tempi e costi stabiliti.

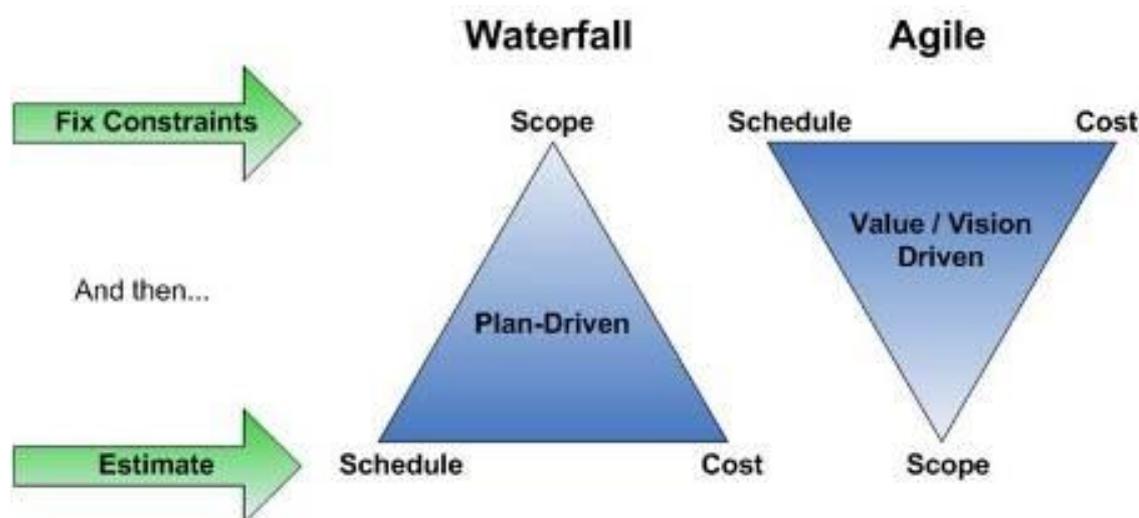


Figura 7. Confronto tra Waterfall e Agile sui vincoli iniziali.⁴⁴

Perciò, l'approccio Waterfall è adatto a progetti ad alta prevedibilità e con requisiti stabili, mentre l'Agile è più efficace in ambienti in rapida evoluzione.

⁴³ Cfr. Asana. *Cos'è il Timeboxing?*. Recuperato da <https://asana.com/it/resources/what-is-timeboxing>

⁴⁴ Cfr. Immagine recuperata da: HumanWare Online. *PMBOK e Agile: Quale scegliere?*. Recuperato da <https://www.humanwareonline.com/project-management/center/pmbok-agile/>

La seguente tabella (Tabella 3) aiuta a scegliere il giusto approccio tra i due in base alle caratteristiche del progetto.

Domande Chiave	Waterfall	Agile
I requisiti sono stabili?	Sì	No
Il cliente richiede feedback frequenti?	No	Sì
Ci sono forti vincoli regolamentari?	Sì	No
Il progetto è grande e complesso?	Sì	No, a meno di modifiche

Tabella 3. Tabella utile per la scelta del giusto approccio.

4.4 Conclusioni al capitolo

Gli approcci Waterfall e Agile sono due approcci opposti alla gestione dei progetti. L'approccio sequenziale Waterfall garantisce stabilità e controllo, mentre l'approccio Agile flessibilità e velocità. Il fatto che essi siano complementari suggerisce che una possibile combinazione dei due approcci possa risolvere alcuni limiti specifici di ciascuno e rappresentare la soluzione ottimale. Vedremo questo tema nel capitolo successivo, in cui analizzeremo la metodologia ibrida.

5. LA METODOLOGIA IBRIDA

5.1 Introduzione alla metodologia ibrida

Negli ultimi anni, la gestione dei progetti è stata caratterizzata da una trasformazione radicale. Con i cambiamenti continui nel mercato, ci si trova di fronte a una crescente complessità delle sfide aziendali, ad aspettative sempre maggiori da parte degli stakeholder e a una velocità delle innovazioni tecnologiche che sottolineano i limiti presenti nell'adozione dei modelli tradizionali di project management.

L'approccio tradizionale segue una rigida sequenza di fasi e una pianificazione dettagliata iniziale, per questo risulta adeguata quando si trattano contesti stabili, ma non funziona, in quanto troppo inflessibile, in contesti più dinamici. D'altra parte, l'approccio Agile, con la sua capacità di rispondere adattandosi rapidamente ai cambiamenti, potrebbe risultare inadeguato in progetti di grande scala o con vincoli rigidi⁴⁵.

È proprio per via dei suddetti limiti che si introduce la metodologia ibrida: un approccio che nasce dalla combinazione delle due metodologie opposte Waterfall e Agile⁴⁶. Con questa nuova metodologia non esiste una soluzione unica per ogni progetto. Infatti, ogni progetto è diverso ed è necessario individuare per ciascuno di essi un modello su misura che sappia bilanciare in modo adeguato struttura e flessibilità, personalizzazione permessa proprio dall'approccio ibrido.

Per fare un esempio, possiamo immaginare che un viaggio che abbiamo in programma sia un progetto da gestire con l'approccio ibrido. Nei primi spostamenti potremmo necessitare di una mappa ben dettagliata per sapere dove stiamo andando, come arrivarci e cosa ci serve, quindi un tipo di approccio tradizionale. Durante il viaggio, però, possono insorgere imprevisti o nuove opportunità e quindi un tipo di approccio Agile, che dia la libertà di improvvisare, diventa fondamentale.

La metodologia ibrida si basa sull'idea che la gestione dei progetti non debba essere rigida, ma flessibile e adattiva. Quindi, possiamo scegliere un approccio tradizionale nelle fasi in cui sia necessaria stabilità, come nella pianificazione iniziale, e adottare un approccio di tipo Agile nelle fasi in cui siano necessarie rapidità e iterazione, ad esempio le fasi di sviluppo e implementazione. La flessibilità concessa dall'approccio ibrido permette di affrontare progetti complessi senza perderne il controllo.

L'approccio ibrido non riguarda cambiamenti solo dal punto di vista dei processi, ma anche del personale. Esso richiede stretta collaborazione tra tutti gli stakeholder, un coinvolgimento continuo del cliente e una cultura di miglioramento continuo. Quest'ultima rappresenta la capacità di apprendere e migliorare costantemente durante il ciclo di vita del

⁴⁵ Cfr. Leong, J., Yee, K. M., Baitsegi, O., Palanisamy, L., & Ramasamy, R. K. (2023). *Hybrid project management between traditional software development lifecycle and agile-based product development for future sustainability*. Sustainability. Recuperato da Semantic Scholar.

⁴⁶ *Ibidem*.

progetto; non si limita a garantire la qualità del risultato finale, ma ottimizza i processi e favorisce un ambiente collaborativo e innovativo.

L'ibrida è perfettamente in linea con la verità che sta dietro alla gestione dei progetti: nessun progetto segue il piano esattamente come previsto, quindi serve una metodologia che pianifichi il pianificabile e si adatti a ciò che non lo è.

In poche parole, la metodologia ibrida è un modo per creare un modello su misura per ciascun progetto; è pensata per gestire la complessità, incoraggiare la collaborazione e garantire un'efficace gestione di ogni fase del progetto.

Nei seguenti paragrafi si vedrà nello specifico come funziona, le sue sfide, i suoi vantaggi e le sue applicazioni concrete.

Tutto ciò contribuirà a dimostrare come mai è diventata così popolare e potente nella gestione dei progetti.

5.2 Caratteristiche, funzionamento, vantaggi e limiti della metodologia ibrida.

La metodologia ibrida consiste in un'integrazione mirata che sfrutta i punti di forza di ciascuno dei due metodi. In questo modo, è in grado di affrontare al meglio le diverse esigenze che possono emergere durante il ciclo di vita di un progetto.

Una delle caratteristiche più evidenti è la sua natura personalizzabile; infatti, non esiste un modello unico per gestire tutti i progetti, ma ogni team può combinare le pratiche tradizionali e Agile in base al contesto, quindi alle esigenze specifiche del progetto, del settore e degli stakeholder.

Quando trattiamo ad esempio un progetto di sviluppo software, l'approccio Waterfall può essere utilizzato durante le fasi iniziali per definire i requisiti tecnici e le architetture di base, mentre l'approccio Agile, una volta avviato lo sviluppo, permette di creare iterazioni, testare nuove funzionalità e adattarsi rapidamente ai feedback dei clienti⁴⁷.

“Per applicare la metodologia ibrida, è necessario comprendere quali fasi del progetto richiederanno un approccio più tradizionale e quali dovranno seguire le pratiche Agile”⁴⁸. La gestione dei progetti ibrida si articola in cinque fasi^{49 50}:

⁴⁷ Cfr. Shimoda, A., & Yaguchi, K. (2017). *A method of setting the order of user story development of an Agile-Waterfall hybrid method by focusing on common objects*. In *2017 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)* (pp. 300-306). IEEE, recuperato da Biblioteca digitale del Politecnico.

⁴⁸ **PMO Team**. (1 settembre 2024). *Come implementare un project management ibrido*. ClickUp. Recuperato da <https://clickup.com/it/blog/207275/project-management-ibrido>.

⁴⁹ Cfr. ServiceNow. *What is hybrid project management?*. Recuperato da <https://www.servicenow.com/it/products/strategic-portfolio-management/what-is-hybrid-project-management.html>

⁵⁰ Cfr. HumanWare Online. *Metodologia ibrida di project management*. Recuperato da <https://www.humanwareonline.com/project-management/center/metodologia-ibrida-project-management/>

- Pianificazione iniziale: definizione degli obiettivi, delle risorse e delle tempistiche principali del progetto, stabilendo una struttura chiara e prevedibile;
- Suddivisione in componenti: identificazione delle diverse parti del progetto, distinguendo tra quelle che beneficiano di un approccio tradizionale e quelle più adatte a metodologie Agile;
- Gestione dei Backlog: creazione di elenchi di attività, in ordine di priorità, per le componenti Agile, facilitando una gestione dinamica e adattabile delle esigenze;
- Esecuzione degli Sprint: implementazione iterativa delle attività Agile in cicli brevi e definiti, permettendo aggiustamenti rapidi basati sul feedback continuo;
- Monitoraggio e revisione: valutazione costante dell'avanzamento del progetto, integrando feedback e apportando modifiche necessarie per allinearsi agli obiettivi prefissati.

Il modello generale, confermato anche dalla revisione bibliografica che si vedrà in seguito, è il seguente:

- *Inizio e pianificazione*, qui si utilizza l'approccio Waterfall: si definisce la visione del progetto, si identificano gli stakeholder principali e si stabiliscono gli obiettivi generali;
- *Sviluppo iterativo*, tramite l'approccio Agile: una volta stabilita la pianificazione generale, i processi operativi si svolgono attraverso brevi e incrementali iterazioni (circa 2-4 settimane). Ciascuna iterazione viene conclusa con una revisione, in cui viene visto il lavoro eseguito e con i feedback dei clienti o degli stakeholder sono programmati i miglioramenti necessari;
- *Monitoraggio e controllo*, anche qui si utilizza il Waterfall. Il monitoraggio consiste nel supervisionare costantemente i progressi del progetto rispetto al piano originale, seguendo un approccio tradizionale. In tal modo, si garantisce l'allineamento del progetto agli obiettivi, seppur a volte capitino cambiamenti nelle fasi iterative;
- *Chiusura*, la documentazione dettagliata con cui si effettua rimanda all'approccio tradizionale. Proprio la citata documentazione serve per migliorare le metodologie per progetti futuri, garantendo comunque un equilibrio tra pratiche Waterfall e Agile.

In ogni caso, uno dei fattori del successo di un progetto è il project manager. Quindi, anche il successo della metodologia ibrida dipende da questa figura, da cui ci si aspetta che sia in grado di orchestrare una combinazione dinamica di tecniche.

Il project manager ha un ruolo particolare nella metodologia ibrida⁵¹:

- Conoscenza e competenze elevate: il project manager deve avere una profonda conoscenza sia delle metodologie tradizionali (Waterfall), sia di quelle Agile (Scrum, Kanban); egli deve saper scegliere quali elementi di ciascuna metodologia sono più appropriati in base al progetto;
- Coordinamento delle attività: gestire le interazioni tra le due metodologie, assicurando che le fasi iterative Agile si integrino con la pianificazione tradizionale e facilitare la collaborazione tra team con esperienze e aspettative diverse;

⁵¹Cfr. Albrecht, A., & Albrecht, E. (2021). *Hybrides Projektmanagement*. Gr Interakt Org. Recuperato da Semantic Scholar.

- Gestione della complessità: il project manager deve essere in grado di affrontare la complessità che deriva dall'integrazione di processi eterogenei e dall'elevato numero di stakeholder coinvolti;
- Promozione di flessibilità e adattabilità: deve garantire che il progetto possa adattarsi rapidamente ai cambiamenti, sfruttando le iterazioni Agile, ma senza compromettere la struttura generale del piano tradizionale;
- Leadership e gestione del team: deve esercitare una leadership efficace, motivando il team. Egli deve favorire il miglioramento delle soft skills dei membri del team, come la capacità di lavorare in ambienti dinamici e complessi;
- Supervisione e monitoraggio: è responsabile del monitoraggio continuo delle performance del progetto e dell'implementazione di soluzioni correttive per mantenere il progetto nei tempi e nei budget previsti;
- Gestione delle aspettative degli stakeholder: il project manager deve bilanciare le esigenze e le aspettative di numerosi stakeholder, spesso con requisiti divergenti.

Perciò, sta a lui decidere in quali fasi sia meglio utilizzare un approccio piuttosto che l'altro, assicurandosi che le pratiche adottate siano adeguate al contesto e che il team abbia le competenze necessarie.

L'approccio ibrido, inoltre, bilancia il coinvolgimento degli stakeholder tra la caratteristica del tradizionale che li coinvolge solo alla fine del progetto e la caratteristica dell'Agile che li vede coinvolti quasi quotidianamente. Gli stakeholder in questo caso danno gli input iniziali per definire i requisiti durante la pianificazione, poi durante le iterazioni i loro feedback vengono raccolti in momenti strategici in modo da non interferire eccessivamente con il lavoro del team.

Con la combinazione dell'approccio tradizionale e dell'Agile (vedi Figura 8 per il confronto delle metodologie sui benefici) si ottengono i seguenti vantaggi⁶:

- Controllo e adattabilità: la pianificazione dettagliata delle fasi iniziali conferisce stabilità, mentre la flessibilità data dalle iterazioni successive consente di rispondere rapidamente ai cambiamenti;
- Allocazione ottimale delle risorse, infatti sono assegnate in base alle fasi e ai requisiti del progetto;
- Migliore gestione dei rischi: integra approcci tradizionali per prevedere e mitigare i rischi, combinati con l'adattabilità dell'approccio Agile per rispondere ai rischi emergenti;
- Maggiore trasparenza: la trasparenza migliora grazie alla combinazione di strumenti di monitoraggio tradizionali e iterazioni Agile che garantiscono aggiornamenti frequenti e la condivisione dei progressi. Agli stakeholder è permessa una visione chiara dello stato del progetto e dei prossimi passi;
- Maggior coinvolgimento degli stakeholder.

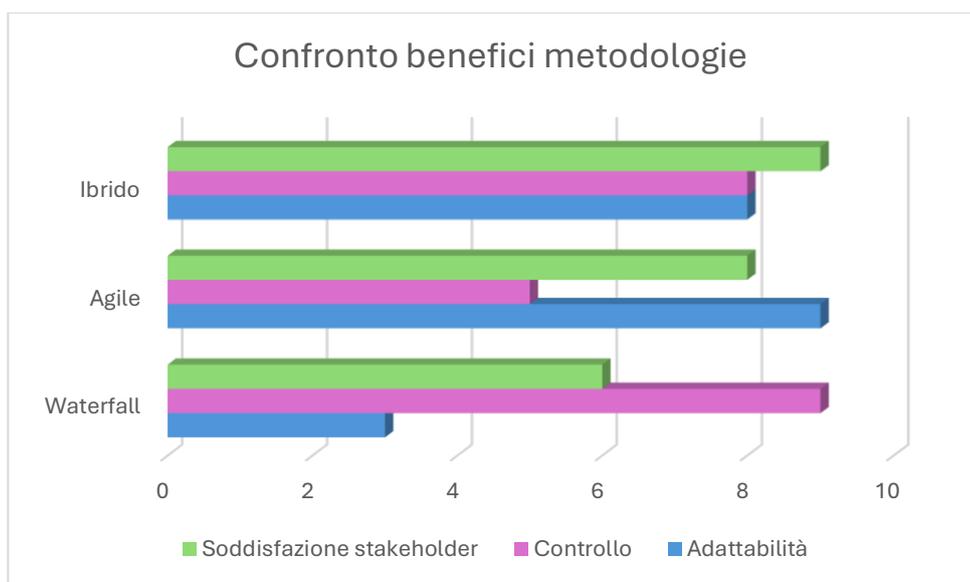


Figura 8. Confronto metodologie sui benefici di soddisfazione stakeholder, controllo e adattabilità.

D'altra parte, adottando la metodologia ibrida ci si trova a dover affrontare diversi limiti ⁶:

- Resistenza al cambiamento, poiché i team tradizionali o Agile potrebbero opporre resistenza a questa metodologia mista;
- Aumento di complessità nella gestione, poiché è richiesta la conoscenza di entrambe le metodologie tradizionale e Agile da parte del project manager e dei membri del team, quindi competenze avanzate, e una pianificazione accurata per evitare che vi siano conflitti tra i due approcci;
- Difficoltà di bilanciamento: integrare le due metodologie in modo sinergico può risultare problematico, soprattutto quando sono presenti numerosi stakeholder e requisiti in evoluzione;
- Carico di lavoro eccessivo: l'uso combinato di tecniche iterative e approcci sequenziali può aumentare significativamente il carico di lavoro complessivo, con la necessità di aggiornamenti frequenti e revisioni costanti;
- Stress e pressione sui membri del team: l'ambiente ibrido può aumentare lo stress, in quanto richiede una gestione simultanea delle strutture gerarchiche tradizionali e delle pratiche Agile più dinamiche.

Nella tabella seguente (Tabella 4) è proposto un confronto tra le metodologie: Waterfall, Agile e Ibrida.

Caratteristica	Tradizionale	Agile	Ibrida
Struttura	Rigorosa	Flessibile	Bilanciata
Pianificazione iniziale	Dettagliata	Minima	Adattiva
Coinvolgimento del cliente	Limitato	Continuo	Moderato
Applicabilità	Progetti stabili	Ambienti dinamici	Contesti complessi

Tabella 4. Metodologie a confronto.

5.3 Ambiti di applicazione della metodologia ibrida

L'approccio ibrido (vedi Figura 9) è estremamente versatile e per questo risulta applicabile in tantissimi settori e in diversi tipi di progetto. La combinazione di stabilità e adattabilità propria lo rende molto utile in contesti complessi.

Di seguito si analizzeranno alcuni ambiti di applicazione della metodologia ibrida, facendo riferimento anche a casi aziendali per dimostrare come questo approccio possa migliorare in modo significativo i risultati dei progetti.

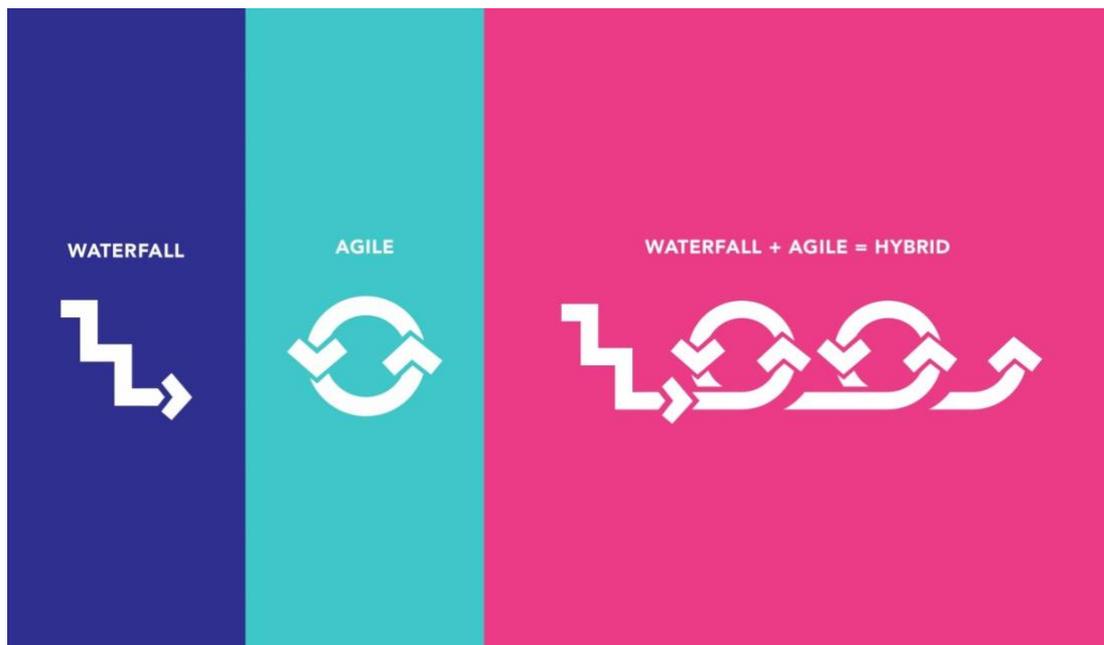


Figura 9. Rappresentazione del modello ibrido.

5.3.1 Settore dello sviluppo software

Lo sviluppo dei software è uno dei settori in cui la metodologia ibrida trova la sua massima espressione. Proprio qui, infatti, l'esigenza di adattarsi rapidamente ai cambiamenti del mercato e alle richieste dei clienti è sempre più presente e si combina con la necessità di garantire stabilità nell'architettura tecnica⁵².

Per questo settore viene generalmente utilizzato l'approccio Waterfall nella fase di pianificazione per definire la visione complessiva, i requisiti tecnici e l'architettura del sistema. In questo modo, viene garantita una base solida su cui costruire il resto del progetto.

⁵²Cfr. Svea Urlic, Zeljka Car (2023). *Application of hybrid project management methodology in development of software systems*. In *2023 MIPRO Conference Proceedings*, recuperato da Biblioteca digitale del Politecnico di Torino.

Dopo, nelle fasi di design, implementazione e test entra in gioco l'approccio Agile per ridurre i rischi di ritardi e rielaborazioni, adattandosi ai feedback degli utenti⁵³.

Un caso concreto in questo ambito è il caso IBM, azienda statunitense del settore informatico. Essa “produce e commercializza hardware, software per computer, middleware e servizi informatici, offrendo infrastrutture, servizi di hosting, cloud computing, intelligenza artificiale, computazione quantistica e consulenza nel settore informatico e strategico”⁵⁴. IBM⁵⁵ è nota per implementare una gestione ibrida dei progetti per i team in transizione verso l'Agile. Il Center of Excellence di IBM a Chicago, Illinois, ha condotto uno studio per la combinazione dell'Agile con gli approcci tradizionali di sviluppo. Ha chiamato questo approccio “Agile con Disciplina”. I Project Manager hanno cercato di capire come la metodologia ibrida potesse sviluppare nuovi metodi per migliorare i programmi e le pratiche esistenti. In generale, tramite interviste, è emersa l'insoddisfazione riguardo le pratiche tradizionali di project management. Infatti, con l'Agile ibrido (una terminologia IBM) riescono a sfruttare: documentazione dettagliata, tempistiche flessibili, adattabilità ai cambiamenti, sprint di sviluppo e feedback continuo. Il project manager con la gestione ibrida si sente direttamente coinvolto e attivamente impegnato nella gestione delle persone, nell'organizzazione delle risorse e nella consegna di output di qualità.

Viene posta una domanda a un senior project manager su come cambi il ruolo del PM nei team ibridi e lui risponde:

“Ciò che cambia è il modo in cui il project manager offre la soluzione e coinvolge i clienti. Il project manager mantiene la proprietà del progetto, guida il progetto fino al completamento degli sprint, segue tutti i controlli e gli equilibri necessari e ottiene tutte le approvazioni richieste. Ciò che cambia è che il project manager ha molte più interazioni con i clienti, guida le chiamate giornaliere sugli sprint con il team e struttura i progetti in modo leggermente diverso (ad esempio, consegna in piccole porzioni e revisioni frequenti con il cliente)”

Un altro caso è Atypon⁹, un'azienda di software con sede in California.

Atypon ha implementato tecniche ibride per migliorare il flusso di lavoro esistente. Il progetto che stavano sviluppando consisteva in un nuovo sito web per una casa editrice. Per il completamento del progetto nei tempi previsti era necessario trasferire oltre 1000 riviste sul nuovo sito web; quindi, un progetto complesso.

⁵³Cfr. Hayata, T., & Han, J. (2011). *A hybrid model for IT project with Scrum*. In *2011 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, recuperato da Semantic Scholar.

⁵⁴Cfr. Wikipedia contributors. (2025). *IBM*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Recuperato da https://it.wikipedia.org/wiki/IBM#L'affermazione_nel_settore_dei_mainframe

⁵⁵Cfr. LinkedIn. (n.d.). *9 benefits of hybrid project management with real-life examples from companies*. Recuperato da <https://www.linkedin.com/pulse/9-benefits-hybrid-project-management-real-life-examples-companies/>

Il team inizia con un approccio Waterfall e in seguito passa all'Agile, che lo può aiutare a gestire le variabili in evoluzione. Presto, però, si rende conto che ha bisogno di una via di mezzo ibrida.

Infatti, la gestione ibrida lo aiuta a: consegnare i risultati finali con il metodo Waterfall, affrontare le sfide imprevedute con l'Agile, sfruttare al meglio le risorse e il tempo limitati e generare e condividere nuove idee.

Grazie all'adozione di questa metodologia ibrida, il team consegna il software con tre mesi di anticipo.

FlexiProject⁵⁶ è un'azienda che offre una soluzione software completa per la gestione di progetti e portafogli, progettata per adattarsi alle esigenze specifiche delle organizzazioni. Essa utilizza un modello di approccio ibrido al fine di ottenere flessibilità e controllo. Il modello è pensato per adattarsi a progetti di varia complessità e natura, fornendo strumenti che integrano le distintive caratteristiche di entrambi gli approcci.

Nella pratica l'azienda sostiene che è necessario sviluppare una pianificazione del progetto per completarlo con successo e dare agli stakeholder la sensazione di avere il controllo su di esso e sulle sue date chiave. Il classico metodo a cascata è molto adatto a questo scopo. Utilizzandolo, si può sviluppare un piano ad alto livello che ne illustri le principali fasi, le tappe e i compiti più importanti. "I singoli compiti del progetto devono avere date di inizio e fine definite, persone responsabili e interrelazioni progettate. Una pianificazione sviluppata in questo modo mostra un quadro delle principali attività che devono essere svolte nel progetto. Se gli stakeholder accettano tale piano, il team può iniziare a suddividere le attività più grandi in sprint, creare backlog e così via, ossia passare alla modalità Agile". Ma non c'è più una situazione di "assenza di scadenze", perché le scadenze principali sono state definite nel master schedule.

È da notare che solo una parte specifica del progetto può essere realizzata con metodi Agile, il resto con metodi classici.

Con riferimento ai casi aziendali menzionati, viene proposta una valutazione dei pro e dei contro.

I vantaggi derivanti dall'utilizzo della metodologia ibrida sono i seguenti:

- *Flessibilità operativa*, grazie alla combinazione degli approcci tradizionali e Agile che permette alle aziende di adattarsi rapidamente ai cambiamenti del mercato e alle esigenze dei clienti;
- *Miglior Gestione del Rischio*: la suddetta combinazione consente una valutazione più esaustiva dei rischi e l'implementazione di strategie di mitigazione più efficaci;
- *Ottimizzazione delle risorse*: grazie all'approccio ibrido è permessa una distribuzione più efficiente delle risorse, combinando la pianificazione dettagliata con l'adattabilità;
- *Miglioramento della comunicazione*: l'approccio in questione promuove una comunicazione più efficace tra i team, combinando la documentazione strutturata con le interazioni frequenti;

⁵⁶Cfr. FlexiProject. *Gestione ibrida dei progetti: Cos'è e come utilizzarla nella pratica*. Recuperato da <https://flexi-project.com/it/gestione-ibrida-dei-progetti-cose-e-come-utilizzarla-nella-pratica/>

- *Aumento della qualità del prodotto*: viene effettuato un controllo qualità più rigoroso, grazie all'integrazione di test continui con revisioni strutturate.

Emergono dall'utilizzo dell'approccio ibrido anche importanti limiti:

- *Complessità di implementazione*: data dall'integrazione di due metodologie diverse che può risultare complessa e richiedere un'attenta gestione per evitare i conflitti tra processi;
- *Resistenza al cambiamento*: i membri del team abituati a una singola metodologia potrebbero opporre resistenza nell'adozione di un approccio che ne combina diverse. Per questo, è importante che il personale venga coinvolto attivamente nel processo di transizione e che venga fornito il supporto adeguato;
- *Necessità di coordinamento maggiore*: la gestione della metodologia ibrida richiede un coordinamento efficace per evitare disallineamenti tra le diverse pratiche adottate. Si consiglia l'implementazione di strumenti di gestione adeguati, per mantenere la coerenza tra i processi;
- *Possibile aumento dei costi*: l'integrazione di due metodologie può comportare costi aggiuntivi legati alla formazione, agli strumenti e alla gestione del cambiamento. Le aziende allora devono valutare attentamente i benefici a lungo termine rispetto ai costi iniziali.

5.3.2 Settore delle costruzioni

L'industria delle costruzioni opera in ambienti complessi e soggetti a cambiamenti, mentre tiene conto delle sfide legate a costi, tempi, qualità e soddisfazione del cliente. Proprio per questi motivi, ossia per la complessità degli ambienti e per i frequenti cambiamenti, è necessario affiancare l'approccio tradizionale all'approccio Agile (vedi Figura 10).

Come propone A. Lalmi et al. ⁵⁷(2021), un modello ibrido applicabile in questo settore può essere il seguente:

- Fase di avvio: creazione di un business case e coinvolgimento degli stakeholder. È importante che venga stabilita una visione chiara del progetto per ottenere l'approvazione e il supporto della direzione;
- Pianificazione e progettazione: utilizza tecniche tradizionali (WBS, PERT⁵⁸) e include strumenti Agile, come lo Sprint Planning e il Kanban per la visualizzazione del flusso

⁵⁷Cfr. Lalmi, A., Fernandes, G., & Souad, S. B. (2021). *A conceptual hybrid project management model for construction projects*. *Procedia Computer Science*, recuperato da *Semantic Scholar*.

⁵⁸ Il PERT, Program Evaluation and Review Technique, è una metodologia di gestione dei progetti utilizzata per pianificare, organizzare e controllare attività. Si basa su un'analisi probabilistica dei tempi di completamento, rappresentando le attività e le loro dipendenze in un diagramma di rete. Ogni attività ha tre stime temporali: ottimistica (tempo minimo possibile), probabile (tempo più probabile), pessimistica (tempo massimo possibile). Da queste stime è calcolato il tempo medio atteso per ogni attività. Il PERT aiuta nell'identificazione del percorso critico.

di lavoro. Si vede anche l'utilizzo del BIM, ossia Building Information Modelling (Lean), per migliorare la comunicazione e ridurre errori di progettazione;

- Esecuzione e controllo: strumenti di gestione del valore acquisito (EVM⁵⁹) per monitorare i costi e le tempistiche del progetto; pratiche Lean, come il just in time, e la gestione della qualità (TQM⁶⁰) vengono applicate per ridurre i tempi di flusso e migliorare la sicurezza;
- Chiusura del progetto: consiste nella conclusione del progetto, sono inclusi un incontro di chiusura e la revisione finale con il cliente per assicurare che tutti gli elementi siano stati completati secondo il piano.

Questa combinazione è pensata perché si adatti alle specifiche dei progetti di costruzione, aumentando la capacità di rispondere ai cambiamenti e alle incertezze e garantendo un controllo attivo durante l'intero ciclo di vita del progetto.

Come emerge dalla letteratura presente, i metodi Agile maggiormente utilizzati sono:

- Lean Construction, riduce gli sprechi e i ritardi, ottimizzando risorse e flussi di lavoro;
- Scrumban, che consiste nella combinazione di Scrum e Kanban, enfatizza le iterazioni brevi, il monitoraggio visivo del lavoro e la collaborazione del team.

La pianificazione iterativa permette di definire gli obiettivi iniziali generali e di dettagliare in modo progressivo il piano, adattandolo alle esigenze emergenti.

Sono importanti in questo modello gli incontri e i feedback, quindi riunioni giornaliere brevi per monitorare i progressi e riunioni settimanali e retrospettive al termine delle iterazioni per analizzare le performance e implementare miglioramenti.

La metodologia in questione è stata validata tramite il metodo Delphi⁶¹, una tecnica strutturata di raccolta di opinioni con il coinvolgimento di esperti nazionali e internazionali per prendere decisioni o fare previsioni. Consiste in un processo iterativo in cui gli esperti rispondono in modo anonimo a una serie di questionari, con feedback e sintesi dei risultati dopo ogni round, fino al raggiungimento di un consenso o una convergenza di opinioni. Dai risultati è emerso che l'approccio ibrido è "abbastanza appropriato" per migliorare l'efficienza e i risultati dei progetti di costruzione.

⁵⁹ EVM, Earned Value Management, è una metodologia di gestione dei progetti che integra costi, tempi e prestazioni per monitorare e valutare l'andamento del progetto. Consente di confrontare il lavoro effettivamente svolto con il lavoro pianificato e i costi effettivi.

⁶⁰ TQM, Total Quality Management, è un approccio alla gestione dei progetti focalizzato sul miglioramento continuo della qualità in tutti gli aspetti di un'organizzazione. I principi chiave del TQM sono: orientamento al cliente, coinvolgimento totale del personale, approccio sistemico ai processi e miglioramento continuo.

⁶¹ Cfr. Frangakis Cano, Y. (2024). *Project management: Hybrid approach for construction projects*.

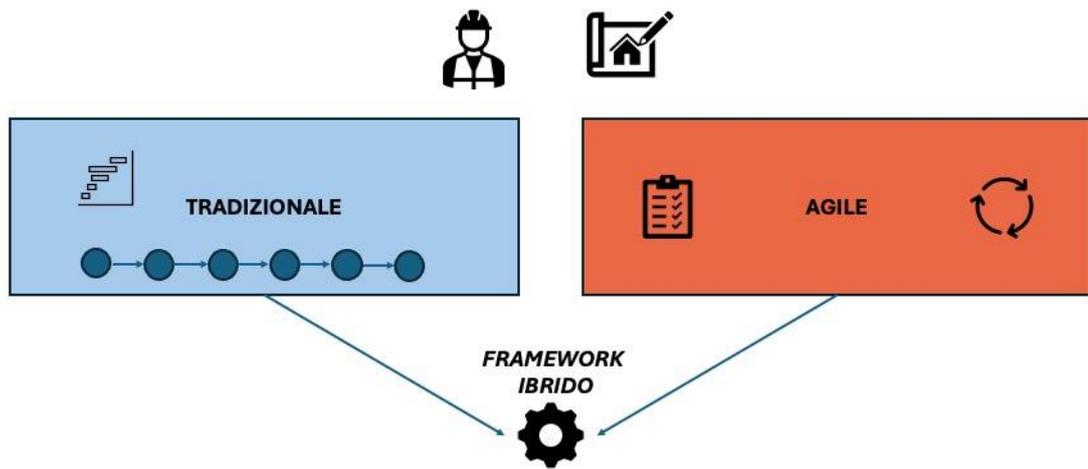


Figura 10. Framework ibrido nel settore delle costruzioni.

A. Sibiyi et al.⁶² analizzano il settore generale dello sviluppo infrastrutturale in Sudafrica, con un focus su un modello di gestione ibrido. La crescita economica sudafricana è strettamente legata a questi progetti di sviluppo, dove le piccole-medie imprese rivestono un ruolo fondamentale. Tuttavia, queste imprese incontrano spesso difficoltà nella gestione dei progetti, tra cui ritardi e superamento del budget, dovuti a una scarsa implementazione di metodologie di project management.

Questo studio propone, per l'appunto, un modello di gestione ibrido basato sulla combinazione di metodologie tradizionali, Agile e Lean per migliorare l'efficienza e il valore economico dei progetti.

Esso prevede l'utilizzo dell'approccio tradizionale per stabilire budget e timeline, la metodologia Agile per rispondere rapidamente ai cambiamenti con cicli di sviluppo brevi e feedback continuo e, infine, la Lean per la minimizzazione degli sprechi e l'incremento dell'efficienza dei processi, cercando di ridurre al minimo il numero di difetti.

Nel contesto analizzato è necessario considerare anche l'influenza dei fattori macro-ambientali:

- Politica e regolamenti: le PMI devono tenere conto delle normative governative e degli effetti delle decisioni politiche, essendo il governo proprio il principale cliente nel settore infrastrutturale;
- Economia e società: le PMI sono direttamente influenzate dai tassi di inflazione, dall'accesso al credito e dalla disoccupazione, per cui è necessario monitorare questi indicatori economici;
- Tecnologia e ambiente: l'innovazione tecnologica e i cambiamenti climatici rappresentano sia opportunità che sfide per le PMI, richiedendo una continua adattabilità.

⁶²Cfr. Sibiyi, A., Sibiyi, B., Jordaan, J., & Mahosi, B. N. (2023). *Enhancing project management for SMEs: A hybrid approach*. *Journal of Management and Entrepreneurship Research*, recuperato da *Semantic Scholar*.

In poche parole, l'approccio ibrido, combinando i punti di forza di varie metodologie, offre flessibilità e reattività che aiutano a ridurre al minimo i difetti, migliora l'allocazione delle risorse e ottimizza il flusso di lavoro. Tuttavia, non sono assenti i limiti per la sua adozione. Come nel settore IT, emerge la complessità di implementazione dovuta all'integrazione di metodologie differenti e la personalizzazione per ogni progetto, le difficoltà provenienti dai fattori esterni sopra citati e la resistenza al cambiamento da parte di membri del team e dirigenti abituati a una singola metodologia.

5.3.3 Settore Fintech

Dai documenti analizzati emerge l'applicazione della metodologia ibrida in un altro settore: il Fintech. La metodologia combina pratiche tradizionali e agili per adattarsi alle dinamiche mutevoli del settore, che richiede soluzioni rapide e flessibili per rispondere a cambiamenti normativi, esigenze degli utenti e innovazioni tecnologiche. L'approccio in questione è particolarmente adatto allo sviluppo di software complessi e multi-modulari tipici delle aziende Fintech.

In particolare, viene analizzata l'industria FinTech malese⁶³. In questo contesto l'adozione di HPM, Hybrid Project Management, potrebbe avere i seguenti vantaggi:

- Incremento della produttività del team: in quanto, con la combinazione del rigore e della flessibilità, migliora il flusso di lavoro e l'efficienza operativa;
- Riduzione dei costi e dei tempi: grazie alla possibilità di adattare risorse e priorità, si ottiene maggiore efficienza, eliminando ritardi e sprechi;
- Miglioramento della qualità del progetto: sono integrate tecniche di controllo qualità iterative e una pianificazione dettagliata, assicurando che i risultati siano in linea con le aspettative del cliente;
- Flessibilità nella gestione delle esigenze del cliente: permette risposte rapide ai cambiamenti nei requisiti del cliente durante il ciclo di vita del progetto, senza che sia compromessa la pianificazione complessiva;
- Adattamento alle pressioni del settore: risulta particolarmente utile per affrontare la competizione e le richieste di mercato in evoluzione, aiutando le organizzazioni a rimanere competitive.

Anche qui, come nel settore IT, permangono i limiti dovuti alla complessità di implementazione, alla resistenza al cambiamento e alla necessità di competenze specifiche e si aggiunge la richiesta di un forte supporto manageriale, poiché senza supporto da parte del top management, risulta difficile ottenere le risorse necessarie e garantire un'implementazione efficace.

⁶³Cfr. Tan, C. X., Talib, Z. M., & Johar, M. G. M. (2023). *An analysis of sustainable change management for Quality 4.0: Evidence from hybrid project management adoption in the Malaysian FinTech context*. *Journal of Project Management*, recuperato da Semantic Scholar.

5.3.4 Marketing e pubblicità

Il settore del marketing è caratterizzato da alta variabilità e sperimentazione. Ed è per questo che la metodologia ibrida risulta adeguata⁶⁴, così si riesce a testare e adattare le campagne.

La pianificazione iniziale segue un approccio tradizionale, con obiettivi chiari e una visione a lungo termine. Mentre per la fase di test e creatività vengono utilizzate pratiche Agile, tramite le quali si itera rapidamente.

Un caso di azienda nel settore che ha utilizzato tale approccio è Coca-Cola per la campagna “Taste the Feeling”⁶⁵: per la strategia globale (come messaggi principali e temi visivi) è stata utilizzata precisione, per i test, invece, pratiche Agile che permettono di adattarsi alle preferenze culturali di ogni regione.

Nell’immagine (Figura 11) vediamo il flusso delle decisioni strategiche verso le iterazioni locali. I cerchi di colori diversi vogliono indicare proprio la diversità delle iterazioni locali.

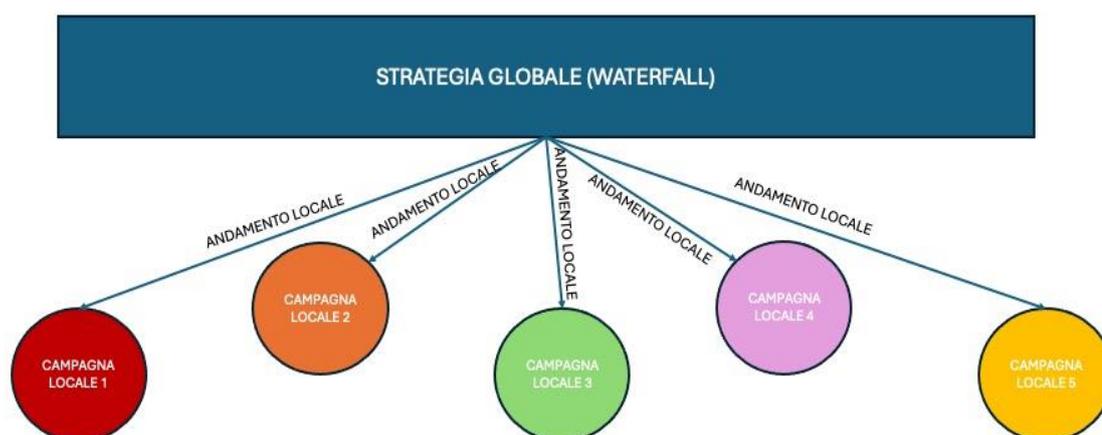


Figura 11. Caso Coca-Cola: Strategia Globale e Iterazioni Locali.

⁶⁴Cfr. Bakkah. *Hybrid Project Management: Combining Agile and Waterfall Approaches*. Recuperato da <https://bakkah.com/knowledge-center/hybrid-project-management>.

⁶⁵Cfr. Sprintzeal. *Coca-Cola's Project Management Strategy*. Recuperato da https://www.sprintzeal.com/blog/coca-cola-project-management-strategy#coca-colas_-_project_management_strategy_overview

5.3.5 Ricerca e sviluppo⁶⁶ (R&D)

Un altro campo in cui si richiede un equilibrio tra controlli rigorosi e la capacità di innovazione rapida è il settore della ricerca scientifica e dello sviluppo di prodotti complessi come farmaci o tecnologie innovative. Le fasi iniziali di progettazione seguono un modello tradizionale, per garantire anche uniformità alle normative. Le fasi successive utilizzano il modello Agile per testare, migliorare e validare i risultati.

Tesla utilizza un approccio ibrido nelle sue Gigafactories⁶⁷. La progettazione iniziale è gestita con un approccio tradizionale, mentre i miglioramenti nel design e le modifiche alle funzionalità con pratiche Agile, basandosi su feedback provenienti dal mercato e dai clienti.

5.3.6 Settore educativo

Per il settore educativo l'approccio ibrido è utilizzato per lo sviluppo di programmi e piattaforme di apprendimento che rispondano sia agli obiettivi pedagogici a lungo termine sia alle esigenze immediate degli studenti. Quindi, la definizione del programma (obiettivi educativi) segue un approccio tradizionale e la sperimentazione didattica segue le pratiche Agile, per testare metodi e strumenti didattici, adattandoli in base ai risultati.

In questo contesto vediamo OpenProject⁶⁸, un software open source per la gestione dei progetti. Esso è utilizzato da università, istituti educativi e di ricerca per facilitare la collaborazione efficiente tra team e dipartimenti diversi. In particolare, OpenProject supporta la gestione ibrida dei progetti, combinando elementi delle metodologie tradizionali e Agile. Il software consente di pianificare progetti utilizzando diagrammi di Gantt, perfetti per seguire approcci tradizionali in cui le attività sono sequenziali, e di avere una reportistica strutturata, permettendo di mantenere una visione chiara dei progressi rispetto agli obiettivi prefissati.

Esso supporta l'uso di bacheche Kanban per la gestione delle attività in tempo reale, aiutando i team a rimanere flessibili in caso di cambiamenti. Inoltre, è permesso agli istituti organizzare i loro progetti in Sprint per concentrarsi su cicli di lavoro più brevi. Migliorano anche la comunicazione e la collaborazione: gli utenti possono caricare documenti, condividere note e tenere traccia delle modifiche direttamente all'interno del progetto; l'accesso è permesso ai membri di team di vari dipartimenti o istituti, a cui è possibile una collaborazione in tempo reale.

La struttura gerarchica è ideale per i grandi progetti universitari che coinvolgono più team o dipartimenti, mentre l'uso di tecniche Agile consente alle università di adattarsi rapidamente ai risultati della ricerca o alle nuove esigenze emergenti.

⁶⁶Cfr. Bakkah. *Hybrid Project Management: Combining Agile and Waterfall Approaches*. Recuperato da <https://bakkah.com/knowledge-center/hybrid-project-management>.

⁶⁷Cfr. Workfeed. *The project management behind Tesla's Gigafactories*

⁶⁸Cfr. OpenProject. *Project management in universities and research*. Recuperato da <https://www.openproject.org/project-management-universities-research/>

L'integrazione delle due metodologie consiste, quindi, nell'uso di pratiche tradizionali (ad es. diagrammi di Gantt) per la pianificazione iniziale per passare poi a strumenti Agile per la gestione quotidiana delle attività. Questa integrazione rende il software uno strumento molto potente per la gestione ibrida, rispondendo alle necessità complesse delle università. Ad esempio, la Coburg University of Applied Sciences⁶⁹ utilizza OpenProject per consolidare i contenuti didattici nella pratica attraverso una gestione ibrida dei progetti. La suddetta Università apprezza la gestione dei progetti con OpenProject poiché ottiene grande risparmio in termini di tempo e di sforzo amministrativo, un aumento della produttività e riunioni efficienti.

Anche in questi ultimi tre ambiti di applicazione si riscontra un miglioramento nell'efficienza ed efficacia, ma una notevole complessità nell'adozione dell'approccio. Ad esempio, nel caso del marketing potrebbero volerci molte competenze aggiuntive e maggiore sforzo per riuscire ad adattarsi alle preferenze locali.

Oltre ai contesti analizzati, dalla letteratura trovata risultano altri due settori papabili all'uso di tale approccio: il settore delle telecomunicazioni⁷⁰ e il settore manifatturiero⁷¹.

Per il primo, viene utilizzato l'approccio tradizionale per individuare i luoghi idonei, mentre l'Agile per effettuare regolazioni rapide nelle aree circostanti. Con l'avvento del 5G il modello ibrido continua a svolgere un ruolo cruciale nella gestione dei progetti, mantenendo alta la competitività e migliorando l'esperienza del cliente.

Nel settore manifatturiero viene proposto un framework in cui si distinguono due dimensioni: struttura, che include aspetti più stabili e di lunga durata; processo, che include aspetti dinamici e temporali della gestione del progetto, quindi pianificazioni a breve termine e comunicazione tra team. Anche in questo settore, nonostante le sfide citate in precedenza, risulta utile il metodo ibrido.

5.4 Confronto tra similitudini e differenze di approccio tra i vari settori

La metodologia ibrida applicata in diversi settori presenta sia similitudini che differenze sostanziali per quanto riguarda l'approccio e l'implementazione. Attraverso l'analisi dei settori proposti precedentemente, emerge una caratteristica in comune: grazie alla combinazione delle pratiche Waterfall e Agile si riesce a garantire una solida pianificazione iniziale e flessibilità e capacità di adattamento nelle fasi operative. La caratteristica appena citata è essenziale soprattutto per il settore dello sviluppo software, Fintech e di ricerca e sviluppo dove è necessaria stabilità iniziale e agilità nelle iterazioni. Nei settori delle

⁶⁹Cfr. OpenProject. (n.d.). *Case study: Coburg University*. Recuperato da

<https://www.openproject.org/project-management-universities-research/case-study-coburg-university/>

⁷⁰Cfr. Wu, K.-W. (2020). How Does Hybrid Project Management Create Value for Telecommunication Industry? *Proceeding on Japan International Business and Management Research Conference (JIBM)*, recuperato da *Semantic Scholar*

⁷¹Cfr. Schuh, G., Rebentisch, E., Riesener, M., Diels, F., Dölle, C., & Eich, S. (2017). Agile-Waterfall Hybrid Product Development in the Manufacturing Industry: Introducing Guidelines for Implementation of Parallel Use of the Two Models. *Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, recuperato da *Biblioteca digitale del Politecnico*.

costruzioni e manifatturiero l'approccio ibrido aiuta a combinare progettazione strutturata con iterazioni brevi per migliorare la produzione.

Si riscontrano punti in comune anche trattando le sfide:

- la resistenza al cambiamento da parte di team abituati a un solo approccio;
- la necessità di competenze specifiche e avanzate, poiché richiede la conoscenza di entrambe le metodologie da parte di project manager e team.

Tuttavia, ci sono importanti differenze di approccio tra i vari settori e queste si riscontrano soprattutto nei livelli di rigidità e flessibilità e nel coinvolgimento degli stakeholder:

- Settore software: si vede una pianificazione rigida iniziale (Waterfall), in cui si definiscono i requisiti tecnici e l'architettura del sistema, poi l'Agile (flessibilità) per le fasi di design, implementazione e test, che permette di adattarsi ai feedback. Il coinvolgimento degli stakeholder è moderato: si caratterizza di feedback continuo durante lo sviluppo, ma limitato nelle fasi iniziali per evitare che vengano revisionati di frequente i requisiti (esempi: Atypon, IBM);
- Settore delle costruzioni: la struttura è solida ed emerge l'Agile per la gestione degli imprevisti. Gli stakeholder in questo caso sono poco coinvolti, poiché ci si concentra su milestone fisse;
- Settore FinTech: è richiesta stabilità per compliance, che si riferisce all'adesione alle normative e regolamentazioni imposte da autorità di vigilanza finanziaria, nazionali e internazionali, e l'Agile è utilizzato per lo sviluppo dei prodotti. D'altra parte, sebbene il cliente sia al centro dei servizi digitali, esistono restrizioni legali e di sicurezza che limitano la personalizzazione e l'interazione diretta in alcuni aspetti. Per questo, il coinvolgimento degli stakeholder, e in particolare del cliente, è medio (esempio: FinTech malese);
- Settore Marketing: la rigidità è presente nella pianificazione strategica iniziale (Waterfall), dove si definiscono obiettivi, budget e messaggi chiave, mentre la flessibilità si manifesta nella fase operativa (Agile), con test iterativi e adattamenti basati sui dati di mercato. Il coinvolgimento delle parti interessate è alto, infatti il successo di una campagna dipende dal continuo feedback e dall'ottimizzazione in tempo reale (esempio: Coca-Cola "Taste the Feeling");
- Settore R&D: nelle fasi iniziali di ricerca e sperimentazione si rispetta una rigidità di tipo normativo (approccio tradizionale), essendo necessario seguire protocolli scientifici e test rigorosi prima di avanzare. La flessibilità emerge nelle fasi di sviluppo e iterazione (Agile), quando i prototipi vengono migliorati attraverso feedback, dati sperimentali e adattamenti alle esigenze di mercato. Il coinvolgimento qui è moderato perché l'innovazione richiede un equilibrio tra rigorosi processi di validazione e adattabilità alle esigenze di mercato: le aziende non possono permettersi di modificare costantemente la ricerca basandosi solo sulle richieste dei clienti, perché ogni variazione può richiedere anni di studi e milioni di dollari (esempio: Tesla Gigafactories);
- Settore dell'educazione: emerge rigidità nella pianificazione dei programmi didattici, che devono seguire standard ministeriali e obiettivi pedagogici definiti (Waterfall). La

flessibilità si ritrova nell'adattamento delle metodologie di insegnamento, con l'uso di strumenti digitali, feedback degli studenti e sperimentazione di nuove tecniche didattiche (Agile). Il coinvolgimento di studenti e docenti è molto alto; infatti, l'efficacia dell'apprendimento dipende dal feedback continuo e dall'adattamento delle metodologie didattiche.

In generale, la metodologia ibrida conferma la sua versatilità, adattandosi alle esigenze di ogni settore, ma è necessario essere in possesso della capacità di adattarla alle peculiarità del contesto in cui viene applicata, poiché da questo dipende il suo successo. Nei settori regolamentati (Fintech, costruzioni) si richiede maggiore struttura, mentre nei settori più "creativi", come il marketing e l'educazione, si enfatizza la flessibilità e l'iterazione.

6. L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA GESTIONE DEI PROGETTI

Oltre alla metodologia ibrida, anche l'intelligenza artificiale (AI) rivoluziona la gestione dei progetti. Sono stati introdotti strumenti e metodi innovativi che migliorano la pianificazione, il controllo e il processo decisionale. L'AI è in grado di analizzare grandi volumi di dati, di rilevare schemi e prevedere risultati e grazie a questi consente ai project manager di ottimizzare le risorse, ridurre i rischi e migliorare la qualità dei risultati.

Questo capitolo esaminerà le caratteristiche principali dell'AI nella gestione dei progetti, i livelli di integrazione, gli ambiti di applicazione, i benefici concreti che apporta e le sfide.

6.1 Caratteristiche dell'intelligenza artificiale nella gestione dei progetti

L'intelligenza artificiale (AI) viene descritta dal Parlamento Europeo come l'abilità di una macchina di mostrare capacità umane quali il ragionamento, l'apprendimento, la pianificazione e la creatività.

“L'AI permette ai sistemi di capire il proprio ambiente, mettersi in relazione con quello che percepisce e risolvere problemi, e agire verso un obiettivo specifico. Il computer riceve i dati (già preparati o raccolti tramite sensori, come una videocamera), li processa e risponde. I sistemi di AI sono capaci di adattare il proprio comportamento analizzando gli effetti delle azioni precedenti e lavorando in autonomia.”⁷²

Ci sono diversi “tipi di intelligenza artificiale:

- Software: assistenti virtuali, software di analisi di immagini, motori di ricerca, sistemi di riconoscimento facciale e vocale;
- Intelligenza incorporata: robot, veicoli autonomi, droni, l'internet delle cose.”

“Artificial intelligence – this refers to the study of ‘intelligent agents’, autonomous non-human entities that can take in information from their environment and act upon their environment in a way that enables them to succeed in their goals. Intelligent agents need to have mastered machine learning and aspects of predictive data analytics in order to be able to do this. In a project context, some people have speculated that an intelligent agent could enhance or change the roles and status of many project professionals.” (Brookes et al., 2020)⁷³

⁷²Cfr. Parlamento Europeo. (2023). *Che cos'è l'intelligenza artificiale e come viene usata?* Recuperato da <https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20200827STO85804/che-cos-e-l-intelligenza-artificiale-e-come-viene-usata>.

⁷³Cfr. Dacre, N., & Kockum, F. (2022). *Artificial intelligence in project management: A review of AI's usefulness and future considerations for the project profession*. Association for Project Management (APM). Recuperato da Semantic Scholar.

L'AI è in grado di migliorare l'efficienza e l'efficacia della gestione dei progetti, apportando benefici, grazie a diverse funzionalità ⁷⁴ ⁷⁵(Figura 12):

- *Analisi predittiva*, ossia l'AI utilizza come input alcuni dati storici e grazie a modelli avanzati prevede tempi, costi e probabilità di successo. È molto utilizzata per la stima dei ritardi nelle consegne e nell'identificazione dei colli di bottiglia nelle risorse;
- *Supporto decisionale*, l'AI analizza diversi scenari e suggerisce opzioni ottimali basate su dati reali. Risulta utile quando è necessario prendere rapide decisioni in situazioni particolarmente critiche;
- *Automazione dei processi*, l'AI consente di automatizzare compiti ripetitivi, quali l'aggiornamento di piani, la generazione di report e la gestione delle approvazioni. Grazie a questa caratteristica, l'AI offre ai project manager più tempo per potersi dedicare alle attività strategiche, liberandolo per esempio dagli oneri amministrativi;
- *Apprendimento continuo*, per mezzo di algoritmi di machine learning che migliorano continuamente le proprie prestazioni, adattandosi ai cambiamenti del contesto del progetto;



Figura 12. Funzionalità dell'AI nella gestione dei progetti.

- *Interfacce conversazionali*, in cui troviamo chatbot alimentati dall'AI. Essi possono, ad esempio, facilitare la comunicazione all'interno dei team di progetto offrendo risposte immediate a domande frequenti e assistendo nella diffusione delle informazioni. Ci

⁷⁴Cfr. BeFormazione. *L'impatto rivoluzionario dell'AI*. Recuperato da <https://www.beformazione.com/pmfacile/general-management/limpatto-rivoluzionario-dell-ai/>.

⁷⁵Cfr. Taboada, I., Daneshpajouh, A., Toledo, N., & de Vass, T. (2023). *Artificial intelligence enabled project management: A systematic literature review*. Applied Sciences.

Sono state considerate anche le osservazioni del sito web: T-PPM. (2024). *Gestione progetti: Intelligenza artificiale per miglioramenti nella collaborazione e nelle decisioni*. Recuperato da <https://www.t-ppm.it/gestione-progetti-intelligenza-artificiale-miglioramenti-collaborazione-decisione>

sono anche assistenti virtuali basati sull'AI che possono aiutare a pianificare riunioni, inviare promemoria e gestire la documentazione del progetto⁷⁶;

- *Ottimizzazione dell'utilizzo delle risorse*: degli algoritmi intelligenti possono aiutare il project manager nell'allocazione ottimale delle risorse, stimate sulla base di performance passate e previsioni di disponibilità. In questo modo garantisce che le persone, così come il tempo e il capitale, siano assegnate in modo efficace;
- *“Monitoraggio e segnalazione*, tramite l'AI è possibile configurare sistemi di monitoraggio che tracciano continuamente i progressi dei progetti e forniscono alert in tempo reale in caso di deviazioni dai piani o rischi emergenti. Ciò fa sì che i PM possano agire velocemente per correggere il piano e mantenere il progetto in linea con gli obiettivi previsti.

Attraverso l'analisi predittiva e l'apprendimento continuo, l'AI permette una migliore valutazione dei rischi, proponendo strategie di mitigazione su misura e aiutando i PM “a lavorare in contesti complessi e caratterizzati da molte incertezze con maggiore sicurezza.

(T-PPM. (2024). *Gestione progetti: Intelligenza artificiale per miglioramenti nella collaborazione e nelle decisioni.*)

Di seguito (vedi Figura 13) possiamo vedere un grafico a torta in riferimento alle funzioni dell'AI proposto dalla letteratura. La principale funzione è il forecasting, cioè la previsione, abilitato dall'AI nella gestione dei progetti. È altrettanto rilevante l'utilizzo di metodi basati sull'AI per il supporto decisionale, seguono in ordine di importanza l'ottimizzazione, l'automazione e la stima. Inoltre, diversi studi trattano l'apprendimento basato sull'AI applicato alla gestione dei progetti.

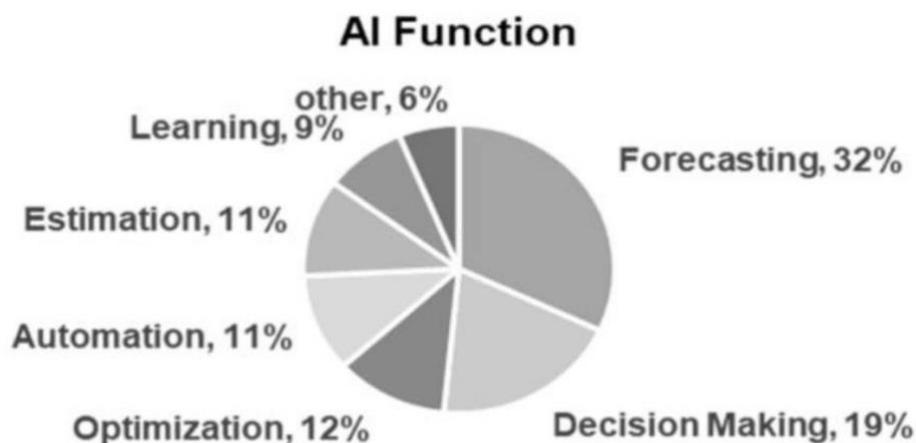


Figura 13. Le funzioni dell'AI nella gestione dei progetti.⁷⁷

⁷⁶Cfr. Florin, J. *AI nella gestione dei progetti*. Recuperato da <https://julienflorkin.com/it/gestione-del-progetto/ai-nella-gestione-dei-progetti/>

⁷⁷ Cfr. Immagine estratta dall'articolo: Taboada, I., Daneshpajouh, A., Toledo, N., & de Vass, T. (2023). *Artificial intelligence enabled project management: A systematic literature review*. Applied Sciences.

6.2 Il ruolo del Project Manager

Il ruolo del project manager⁷⁸ sta attraversando una significativa trasformazione, spostandosi verso una dimensione più strategica. L'attenzione si concentra sempre più sulla gestione degli stakeholder e sulla leadership, richiedendo maggiore abilità nel navigare le complessità delle dinamiche di gruppo e nel gestire il cambiamento dovuto all'introduzione di nuove tecnologie.

Accanto alle competenze tecniche tradizionali, stanno diventando indispensabili abilità come la comunicazione efficace, la gestione del cambiamento e l'agilità operativa. Oggi, l'80% dei PM necessita di aggiornare le proprie competenze per restare competitivi sul mercato in rapida evoluzione. Tra le capacità più richieste: la leadership, la negoziazione e la risoluzione dei conflitti.

Nonostante l'automazione stia rivoluzionando molte funzioni, comunque il fattore umano resta irrinunciabile, soprattutto nella gestione degli aspetti emotivi e sociali dei progetti.

Il project manager deve quindi affinare le proprie competenze, poiché il futuro sarà caratterizzato da una crescente collaborazione tra esseri umani e AI. Questa sinergia migliorerà l'efficienza e l'innovazione e garantirà maggiore trasparenza ed etica nella gestione dei progetti.

6.3 Livelli d'integrazione dell'AI

L'AI nella gestione dei progetti viene adottata a diversi livelli, in base alla complessità e alle esigenze del progetto. Nonostante non esista una classificazione universale dei livelli di integrazione dell'AI nel project management, dalla letteratura esistente si è giunti a una classificazione generale⁷⁹:

- AI di base: viene utilizzata per automatizzare compiti semplici, come la creazione di report o la raccolta di dati. Un esempio pratico sono le notifiche automatiche sui ritardi o aggiornamenti nei software;
- AI intermedia: offre strumenti in grado di analizzare dati complessi. Un esempio sono i software che suggeriscono la riassegnazione delle risorse per ottimizzare il carico di lavoro;

⁷⁸Cfr. Rizzo, R. (2024). *L'AI nel project management: Applicazioni, sfide e futuro*. Recuperato da <https://www.rinorizzo.com/2024/08/lai-nel-project-management-applicazioni-sfide-e-futuro/>

⁷⁹Cfr. Considerazioni effettuate dalla revisione di articoli accademici:

- Taboada, I., Daneshpajouh, A., Toledo, N., & de Vass, T. (2023). *Artificial intelligence enabled project management: A systematic literature review*. Applied Sciences.
- Dacre, N., & Kockum, F. (2022). *Artificial intelligence in project management: A review of AI's usefulness and future considerations for the project profession*. Association for Project Management.

E dalla revisione di risorse online:

- **Project Management Institute (PMI). (2023).** *Shaping the Future of Project Management With AI*.

- AI avanzata: è qui che entrano in gioco modelli di machine learning⁸⁰ e analisi predittiva per prevenire i rischi e simulare scenari. Possiamo pensare alle soluzioni basate su Natural Language Processing (NLP)⁸¹ che interpretano feedback provenienti da stakeholder e team.

6.4 Ambiti di applicazione dell'AI nella gestione dei progetti

L'intelligenza artificiale si rivela utile in tutte le fasi del project management e aiuta nel miglioramento dei processi e dei risultati in vari settori. I. Taboada et al. in riferimento ai settori di applicazione dell'AI (Vedi Figura 14), hanno riscontrato che quasi metà dei lavori selezionati si concentra sulla gestione dei progetti nel settore delle costruzioni; l'uso dell'AI nei progetti IT è anch'esso significativo raggiungendo un 22%. Tuttavia, la sua applicazione in settori specifici, come la sanità, è estremamente limitata.

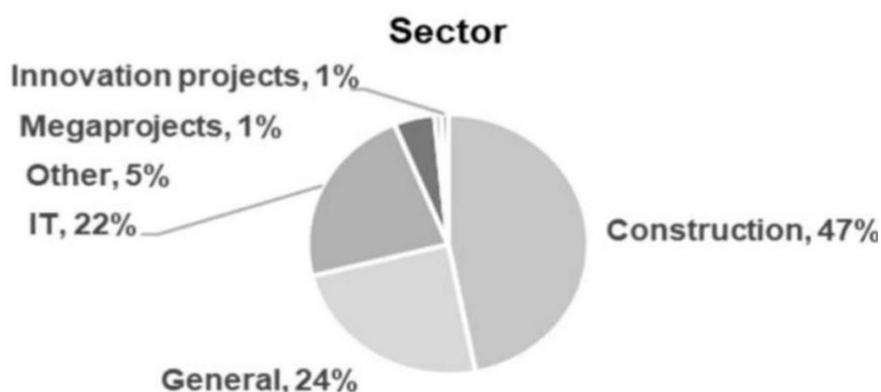


Figura 14. Settori in cui si riscontra l'applicazione dell'AI⁸².

“Secondo uno studio di Capterra⁸³, cioè l’“Impactful Project Management Tools 2024”, l’81% dei PM che utilizzano un software di gestione dei progetti abilitato all’AI afferma che gli investimenti basati su AI effettuati dall’azienda negli ultimi 12 mesi hanno riportato un ROI positivo. Lo studio mostra anche che si prevede che le aziende che utilizzano software di project management abilitati all’AI in Italia aumenteranno i loro investimenti in questo tipo di tecnologia AI in media del 25% entro il 2025”.

⁸⁰ Il Machine Learning (ML) è un sottoinsieme dell'intelligenza artificiale (AI) che si occupa di creare sistemi che apprendono o migliorano le performance in base ai dati che utilizzano (da Oracle).

⁸¹ “Per NLP (acronimo di Natural Language Processing) o elaborazione del linguaggio naturale si intendono algoritmi di Intelligenza Artificiale in grado di analizzare, rappresentare e quindi comprendere il linguaggio naturale. Le finalità possono variare dalla comprensione del contenuto, alla traduzione, fino alla produzione di testo in modo autonomo a partire da dati o documenti forniti in input” (da Osservatori Digital Innovation. Natural Language Processing (NLP): come funziona l'elaborazione del linguaggio naturale).

⁸² Cfr. Immagine estratta dall'articolo: Taboada, I., Daneshpajouh, A., Toledo, N., & de Vass, T. (2023). Artificial intelligence enabled project management: A systematic literature review. Applied Sciences.

⁸³ Cfr. Capterra. (2024). Intelligenza artificiale e project management. Recuperato da <https://www.capterra.it/blog/6895/intelligenza-artificiale-e-project-management>

A partire dalla fase di pianificazione, gli algoritmi AI sono utili poiché analizzano dati storici ed effettuano la previsione di tempi e costi con precisione. Ad esempio, Microsoft Project, così come altri strumenti, utilizza l'AI per suggerire tempistiche realistiche basate su progetti simili.

L'AI supporta la gestione delle risorse: “attraverso algoritmi intelligenti, l'AI analizza le competenze, le disponibilità e le preferenze dei membri del team. Sulla base dei risultati delle analisi, può consigliare l'assegnazione di compiti e responsabilità, in un'ottica di efficienza complessiva. Se un membro del team ha dimostrato particolare abilità nella risoluzione di uno specifico problema, allora l'AI permette di assegnargli automaticamente compiti che sfruttano le sue competenze, potenziando le performance”⁸⁴.

ProSymmetry ha utilizzato l'intelligenza artificiale per la sua piattaforma Tempus Resource, che permette di ottimizzare l'allocazione delle risorse in progetti complessi. Ciò ha portato una riduzione dei costi e delle tempistiche per una multinazionale.⁸⁵

Gli strumenti AI sono anche in grado di monitorare i KPI del progetto in tempo reale, segnalando problemi potenziali o anomalie in caso di deviazioni dai piani o rischi emergenti. Ciò permette ai PM di agire rapidamente per correggere i processi e mantenere il progetto in linea con gli obiettivi stabiliti. Quindi, il suo utilizzo si rivela utile anche per il monitoraggio e controllo.

Una fase molto importante per la gestione dei progetti è quella di gestione del rischio e qui l'AI identifica rischi potenziali e suggerisce le strategie di mitigazione.

Wrike⁸⁶ è un software che incorpora l'intelligenza artificiale per prevedere i rischi del progetto. Questa funzionalità identifica se esso rischia di essere incompleto, consentendo ai project manager di apportare misure correttive. Queste analisi predittive svolgono un ruolo cruciale nel mantenere i progetti nei tempi stabiliti e all'interno del budget, mettendo in luce il valore dell'AI nell'identificazione e nella gestione dei rischi.

Oltre alle fasi del project management, l'AI offre il suo aiuto per una migliore comunicazione e collaborazione dei team. Chatbot e assistenti AI migliorano la comunicazione, riducendo i tempi di risposta. Slack ne è un esempio, esso offre integrazioni AI per semplificare la condivisione di aggiornamenti e documenti.

Di seguito, è proposta una tabella (Tabella 5) contenente gli ambiti di applicazione appena citati (pianificazione, gestione delle risorse, monitoraggio e controllo, gestione del rischio e comunicazione) e per ogni ambito sono elencati degli esempi e i benefici.

⁸⁴Cfr. BeFormazione. (2023) *L'impatto rivoluzionario dell'AI*. Recuperato da

<https://www.beformazione.com/pmfacile/general-management/limpatto-rivoluzionario-dell-ai/>

⁸⁵Cfr. ProSymmetry. *Home page*. Recuperato da <https://www.prosymmetry.com/> e Florkin, J. *AI nella*

gestione dei progetti. Recuperato da <https://julienflorkin.com/it/gestione-del-progetto/ai-nella-gestione-dei-progetti/>

⁸⁶Cfr. Florkin, J. *AI nella gestione dei progetti*. Recuperato da <https://julienflorkin.com/it/gestione-del-progetto/ai-nella-gestione-dei-progetti/>.

Ambito	Esempi di applicazione AI	Benefici
Pianificazione	Previsione tempi e costi	Precisione nelle stime
Gestione risorse	Allocazione intelligente	Ottimizzazione del carico di lavoro
Monitoraggio	Analisi KPI in tempo reale	Individuazione rapida di anomalie
Gestione del rischio	Previsione rischi	Riduzione degli impatti negativi
Comunicazione	Chatbot e assistenti virtuali	Miglioramento della collaborazione

Tabella 5. Ambiti di applicazione dell'AI nella gestione dei progetti, esempi e benefici per ambito.

6.5 Settori che beneficiano dell'AI

Per quanto riguarda i settori, sembrerebbe che molti beneficino dell'adozione dell'intelligenza artificiale. Tra questi, si trova il settore IT e sviluppo software in cui è utilizzata per monitorare lo sviluppo, testare i codici e prevedere i ritardi.

Netflix, “società statunitense operante nella distribuzione streaming via internet di film, serie televisive e altri contenuti d'intrattenimento a pagamento”⁸⁷, è un esempio di utilizzo dell'AI per la gestione dei progetti interni. Infatti, utilizza i suoi algoritmi per analizzare grandi set di dati, in modo da arrivare a comprendere le preferenze degli utenti. Le informazioni vengono utilizzate per informare i piani di marketing e altre decisioni interne sui progetti.

Nel settore delle costruzioni, l'intelligenza artificiale è utilizzata per migliorare la gestione della logistica e l'allocazione delle risorse. Secondo i risultati ottenuti da I. Taboada et al., questo settore è il più influenzato dall'AI, a causa della complessità della natura megaprogettuale dei suoi progetti⁸⁸. Un esempio concreto è l'azienda Skanska⁸⁹, società multinazionale di costruzione e sviluppo con sede in Svezia, che ha evidenziato il suo investimento proattivo nel programma dati.

Un'altra azienda nelle costruzioni è Caterpillar che, come altre aziende, ha implementato sensori basati sull'AI per la manutenzione predittiva nei progetti di costruzione. La manutenzione predittiva è una strategia che utilizza i dati raccolti in tempo reale da alcuni sensori e li analizza con algoritmi avanzati (spesso AI) per prevedere guasti o problemi nei

⁸⁷Cfr. Wikipedia contributors. (2024). *Netflix*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Recuperato da <https://it.wikipedia.org/wiki/Netflix>

⁸⁸Cfr. Taboada, I., Daneshpajouh, A., Toledo, N., & de Vass, T. (2023). *Artificial intelligence enabled project management: A systematic literature review*. Applied Sciences.

⁸⁹Cfr. Skanska USA. (n.d.). *How AI is revolutionizing productivity, efficiency, and knowledge sharing*. Recuperato da <https://www.usa.skanska.com/who-we-are/media/constructive-thinking/how-ai-is-revolutionizing-productivity-efficiency-and-knowledge-sharing/>.

macchinari prima che si verifichino. Grazie a questo approccio risultano ridotti i tempi di inattività, aumentata l'efficienza e prolungata la durata dei macchinari pesanti.

Nel settore della vendita al dettaglio troviamo aziende come Amerisleep che utilizzano l'AI per un reporting efficiente dei progetti. L'azienda di materassi collega l'AI al feedback e alle preferenze dei clienti in tempo reale ed è così in grado di generare velocemente report, per esempio elencando i migliori prodotti in base alla soddisfazione del cliente. Questo approccio riduce in modo significativo il tempo e lo sforzo richiesti per l'analisi e il reporting dei dati, rendendo il processo più efficiente e accurato.

Siemens AG, multinazionale tedesca attiva nei settori delle tecnologie, della mobilità e dei servizi, ha utilizzato l'intelligenza artificiale per migliorare la precisione delle previsioni nella gestione dei progetti. Esaminando i dati storici insieme alle condizioni di mercato attuali, Siemens è stata in grado di anticipare potenziali ritardi, sforamenti di budget e carenze di risorse, garantendo l'intervento tempestivo per mitigare i rischi.

Accenture, multinazionale statunitense con sede a Dublino operante nel settore della consulenza strategica e direzionale e dell'esternalizzazione, ha utilizzato l'AI per ottimizzare l'allocazione delle risorse tra i progetti, abbinando le competenze dei dipendenti ai requisiti del progetto. Si è ottenuto un miglioramento delle prestazioni del progetto e una maggiore soddisfazione del cliente.⁹⁰

L'AI si rivela utile anche nel settore sanitario, aiutando nella gestione di progetti complessi: Pfizer⁹¹ è un esempio di azienda che utilizza l'AI "per guidare scoperte scientifiche, aiutare nella diagnosi, nel trattamento e nella gestione delle malattie, accelerare lo sviluppo e la consegna dei farmaci, controllare i costi e supportare l'equità nel sistema sanitario. L'AI potrebbe aiutare gli scienziati a scoprire le differenze genetiche che spiegano perché, ad esempio, alcune persone con ipertensione rispondono bene a un determinato farmaco mentre altre no. Oppure perché alcune persone sperimentano effetti collaterali specifici quando si sottopongono a un trattamento che è generalmente ben tollerato." Ancora, potrebbe aiutare i ricercatori a scoprire nuovi usi terapeutici per i farmaci esistenti. Vediamo l'utilizzo dell'AI nella creazione dei vaccini anti Covid-19.

Infine, l'applicazione dell'AI nell'ambito educativo è ampiamente trattata dalla letteratura accademica. Lo studio di Algabri et al.⁹²(2021) evidenzia come attraverso l'uso dell'AI nell'educazione gli insegnanti possano interagire più frequentemente con gli studenti, assisterli in diversi compiti elementari, velocizzare le valutazioni, pianificare meglio le lezioni, coinvolgere studenti con diverse abilità e caratteristiche, creare percorsi di apprendimento personalizzato, essere supportati nella preparazione dei test. D'altra parte, gli studenti possono avere un supporto adeguato ai propri ritmi di apprendimento,

⁹⁰Cfr. Florin, J. *AI nella gestione dei progetti*. Recuperato da <https://julienflorin.com/it/gestione-del-progetto/ai-nella-gestione-dei-progetti/>.

⁹¹Cfr. Pfizer. (2023). *Intelligenza artificiale: I tre principi di Pfizer per una gestione etica e responsabile*. Recuperato da <https://www.pfizer.it/news/blog-novembre-2023-intelligenza-artificiale-i-tre-principi-di-pfizer-per-una-gestione-etica-e-responsabile> e Agenda Digitale. (2020). *Vaccini anti-Covid: Così l'intelligenza artificiale sta aiutando la ricerca e le terapie*. Recuperato da <https://www.agendadigitale.eu/sanita/vaccini-anti-covid-cosi-lintelligenza-artificiale-sta-aiutando-la-ricerca-e-le-terapie/>

⁹²Cfr. H.K. Algabri, K. Kharade, R. Kamat, "Promise, Threats, And Personalization In Higher Education With Artificial Intelligence", *Webology*, vol. 18/6, 2021

accedendo quindi a programmi individualizzati, avere obiettivi personalizzati, apprendere in base ai propri interessi grazie a stimoli in base a ciò che ritengono più interessante, avere accesso a materiali aggiuntivi che possano completare eventuali carenze e avere valutazioni più veloci. Anche Alam⁹³ (2021) nel suo studio evidenzia come l'AI sia utilizzata in svariati modi dalle organizzazioni, permettendo agli insegnanti di incrementare la qualità del loro lavoro educativo, ottimizzare l'efficienza e accelerare i processi, tutto mentre personalizzano i percorsi di apprendimento degli studenti e ne rafforzano il coinvolgimento. La maggior parte dei ricercatori ha analizzato l'uso dell'AI nell'educazione tramite review focalizzate sugli ambiti applicativi principali (Zhang et al.⁹⁴, 2021). Chen et al.⁹⁵ (2020) evidenzia come l'AI sia stata largamente adottata per la gestione dei corsi, attività amministrative e apprendimento. Chatbot e robot sono stati impiegati per compiti specifici, con o senza la presenza di insegnanti. Grazie a queste tecnologie, gli insegnanti hanno migliorato le attività didattiche, personalizzato i contenuti per gli studenti e gestito meglio compiti amministrativi, come valutazioni. L'AI offre anche esperienze pratiche agli studenti, soprattutto combinata con altre tecnologie, ed è vista come assistente educativo nella fase iniziale, adattandosi ai cambiamenti delle esigenze di apprendimento.

Dall'analisi della letteratura accademica presente, nello studio emerge che l'AI in ambito educativo è stata applicata in diversi campi, come:

- *Adaptive learning*, raccogliendo dati sul comportamento degli studenti e pianificando il percorso di apprendimento ottimale;
- *Teaching evaluation*, non solo generando domande d'esame, ma anche correggendo automaticamente i compiti e le prove;
- *Virtual classroom*, che prevede l'applicazione della realtà virtuale e della realtà aumentata per integrare lo spazio educativo fisico e creare aule virtuali e laboratori;
- *Smart campus*, per la gestione degli spazi e delle attività al loro interno;
- *Intelligent tutoring robot*.

Lo studio focalizza l'attenzione sulle necessità in termini di garanzia di equità nell'applicazione dell'AI nell'istruzione, sull'importanza di affrontare le questioni etiche, di supportare gli insegnanti nell'impiego di tali strumenti, nonché gli studenti in termini di autonomia nell'apprendimento, anche in forma collaborativa.⁹⁶

Quelli citati (vedi Figura 15) sono i settori in cui l'AI viene utilizzato maggiormente e in cui porta un contributo rilevante.

⁹³Cfr. A. Alam, "Should Robots Replace Teachers? Mobilisation of AI and Learning Analytics in Education", 2021 International Conference on Advances in Computing, Communication, and Control (ICAC3), Mumbai, India, 2021, pp. 1-12.

⁹⁴Cfr. K. Zhang, A. Begum Aslan, "AI technologies for education: Recent research & future directions", Computers and Education: Artificial Intelligence, vol. 2, 2021

⁹⁵Cfr. L. Chen, P. Chen, Z. Lin, "Artificial Intelligence in Education: A Review," in IEEE Access, vol. 8, pp. 75264-75278, 2020

⁹⁶Cfr. Agenda Digitale. *Come l'IA cambia l'educazione: Strategie, ricerca, nodi etici*. Recuperato da <https://www.agendadigitale.eu/scuola-digitale/come-lia-cambia-leducazione-strategie-ricerca-nodi-etici/>



Figura 15. I settori che beneficiano dell'AI nella gestione dei progetti.

6.6 Sfide dell'AI nella gestione dei progetti

Come si è visto, l'AI offre numerosi vantaggi e trova applicazione in molti settori. Tuttavia, la sua adozione presenta altrettante sfide⁹⁷ (vedi Tabella 6).

Innanzitutto, la resistenza al cambiamento opposta dal team. Questa è una sfida comune e significativa, specialmente quando si tratta, come in questo caso, di nuove tecnologie.

Per superare questa resistenza è importante che venga promossa una comunicazione aperta e onesta riguardo ai vantaggi e agli obiettivi dell'implementazione dell'AI. È necessario che venga spiegato come essa possa offrire strumenti per migliorare l'efficienza, ridurre i carichi di lavoro ripetitivi e offrire nuove opportunità di sviluppo professionale; tutto ciò può aiutare a mitigare i timori e le preoccupazioni dei membri del team. Inoltre, è fondamentale offrire sessioni di formazione mirate e continuative per migliorare le competenze del team nell'uso delle nuove tecnologie.

L'AI per poter funzionare in modo efficiente ed efficace necessita di dati di qualità, ossia dati accurati e aggiornati, che spesso non sono facilmente accessibili e disponibili.

Si deve tenere in considerazione anche che per utilizzarla potrebbero essere necessari investimenti significativi, quindi alti costi di implementazione.

Un tema molto importante in questo contesto è legato alle questioni etiche e di sicurezza. Le preoccupazioni sulla gestione dei dati e la sicurezza sono al centro delle discussioni

⁹⁷Cfr. Florkin, J. (n.d.). *AI nella gestione dei progetti*. Recuperato da <https://julienflorkin.com/it/gestione-del-progetto/ai-nella-gestione-dei-progetti/>.

sull'applicazione dell'intelligenza artificiale. È necessario stabilire delle linee guida, chiare e complete, sul suo uso etico, che garantiscano una protezione delle informazioni sensibili. È fondamentale che lo sviluppo e l'implementazione dell'AI seguano le norme stabilite dal Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (GDPR) per garantire la privacy degli utenti. Le linee guida etiche per l'utilizzo dell'AI devono essere rigorose e devono includere l'adozione di pratiche trasparenti e responsabili nella gestione dei dati.

La gestione etica dell'AI include le sfide legate al bias, all'equità e alla trasparenza. Cosa si intende per bias e discriminazione? Il bias si verifica quando i dati per addestrare un modello o un algoritmo sono distorti o non rappresentativi, formando algoritmi che possono produrre risultati discriminatori o distorti oppure a causa di pregiudizi incorporati nei modelli. Ciò comporta questioni etiche importanti, soprattutto quando le decisioni hanno un impatto significativo, come nel settore della sanità e del diritto.

Il bias può compromettere, quindi, la validità, l'affidabilità e l'equità dei risultati in vari campi. Riconoscerlo e correggerlo è utile per garantire equità, evitare discriminazioni o ingiustizie e produrre risultati accurati e applicabili.

Anche la Santa Sede ha recentemente discusso sulle questioni etiche fondamentali riguardanti l'uso dell'AI. Essa ha da poco pubblicato la nota "Antiqua et nova"⁹⁸ sul rapporto tra intelligenza artificiale e intelligenza umana, evidenziando la necessità di garantire che lo sviluppo e l'uso dell'AI rispettino la dignità umana e promuovano il bene comune. Nel documento emerge la necessità di un approccio etico che consideri le implicazioni dell'AI sul lavoro, l'educazione, le relazioni umane e la società in generale. Tutto ciò comporta per i project manager una responsabilità nell'assicurare che l'adozione di strumenti basati sull'AI non comprometta i valori etici fondamentali e che tali strumenti siano utilizzati per potenziare, anziché sostituire, le capacità umane.

SFIDA	DESCRIZIONE	SOLUZIONE PROPOSTA
Resistenza al cambiamento	Il team oppone resistenza a nuove tecnologie.	Comunicazione chiara e trasparente sui vantaggi e gli obiettivi dell'applicazione AI, formazione e supporto.
Qualità dei dati	Dati incompleti o non aggiornati.	Migliorare i processi di raccolta e verifica dei dati.

⁹⁸Cfr. Conferenza Episcopale Italiana (CEI). (28 Gennaio 2025). *Antiqua et Nova: Nota sul rapporto tra intelligenza artificiale e intelligenza umana*. Recuperato da <https://www.chiesacattolica.it/antiqua-et-nova-nota-sul-rapporto-tra-intelligenza-artificiale-e-intelligenza-umana/>

Costi	Elevati costi iniziali di implementazione.	Iniziare con strumenti AI semplici.
Etica e privacy	Problemi legati alla privacy e all'etica.	Definire linee guida etiche chiare.
Formazione	Mancanza di competenze adeguate nel team di progetto.	Organizzare corsi di formazione per acquisire le competenze necessarie.

Tabella 6. Sfide dell'AI nella gestione dei progetti.

6.7 Approccio applicativo per la gestione del progetto “Golden Horn Metro Crossing Bridge”

Di seguito viene sviluppato un approccio applicativo per la gestione del progetto assegnato nel corso di Gestione dei Progetti dell'anno 2023/2024 “Golden Horn Metro Crossing Bridge”, utilizzando ChatGPT 4.0 per supportare l'analisi e la simulazione dei diversi scenari possibili.

6.7.1 Descrizione della richiesta del progetto

Il progetto “Golden Horn Metro Crossing Bridge” è un'iniziativa del Municipio Metropolitan di Istanbul che ha lo scopo di migliorare la capacità di trasporto pubblico nella città, riducendo la congestione del traffico nel tratto critico del Corno d'Oro. Il progetto prevede la costruzione di un ponte strallato di 387 metri, di un ponte mobile di 120 metri per permettere il passaggio del traffico navale, la realizzazione di viadotti di accesso e una stazione metro intermedia.

6.7.2 Struttura della gestione del progetto

Si inizia con il delineare le fasi principali del progetto in modo tale da garantire una gestione efficace.

È importante quindi partire con la suddivisione delle attività del progetto in fasi operative gestibili attraverso lo sviluppo di una WBS che include:

- Fase 1: Preparazione e studio di fattibilità del progetto
- Fase 2: Progettazione e pianificazione dettagliata
- Fase 3: Approvvigionamento materiali e risorse
- Fase 4: Costruzione: ponte strallato, ponte mobile, viadotti e metro station
- Fase 5: Testing e collaudo
- Fase 6: Chiusura del progetto

Dopodiché si descrive la ripartizione dei costi di progetto e la loro gestione, sviluppando la CBS (Cost Breakdown Structure) in cui si suddivide il budget in:

- Costi diretti: materiali, manodopera, attrezzature;

- Costi indiretti: gestione, sicurezza, overhead (ossia costi necessari per il funzionamento dell'organizzazione ma non direttamente attribuibili a una specifica attività produttiva o operativa): € 12.000/giorno;
- Contingency budget: per mitigare i rischi (€ 50.000/giorno di ritardo);
- Riserva di gestione: 3% dei costi diretti.

Ora si passa alla pianificazione temporale e alla decisione sull'effettuare crashing o meno. Il crashing è una tecnica di gestione dei progetti utilizzata per ridurre la durata complessiva di un progetto attraverso l'allocazione di risorse aggiuntive o l'ottimizzazione di attività critiche; ha quindi l'obiettivo di comprimere il tempo di completamento del progetto al minor costo possibile. Lo scopo della pianificazione è l'ottimizzazione dei tempi di esecuzione del progetto, mantenendo comunque sotto controllo i costi e la qualità.

Il progetto stabilisce un calendario iniziale standard di 5 giorni lavorativi a settimana con 8 ore/giorno. Per ottimizzare il tempo si eseguono alcune simulazioni crashing:

1. Incremento del numero di operai da 5 fino a un massimo di 8 per team;
2. Pagamenti extra ai subappaltatori in cambio di riduzione dei tempi lavorativi considerando la seguente formula:

$$\text{Crashed Cost} = \text{Normal Cost} * (\text{Crashed Duration} / \text{Normal Duration})^{-0,12}$$

6.7.3 Simulazione scenari

Come **prima fase** di interazione con ChatGPT, vediamo l'inserimento iniziale dei dati e la richiesta di analisi. All'inizio della chat, ho fornito a ChatGPT le specifiche del progetto, comprese le informazioni strutturali del ponte, i costi diretti e indiretti, il budget di contingenza e il calendario di lavoro. Ho anche caricato un file Excel contenente dettagli su attività, risorse e opzioni di subappalto.

Si riporta il quesito posto in apertura della chat, considerando in allegato il documento Excel:

“Mi hanno assegnato un nuovo progetto con le seguenti specifiche “costruzione del Golden Horn Metro Crossing Bridge, un ponte strallato con sezioni mobili per il traffico navale, incluso un ingresso alla stazione metro. I principali stakeholder sono il Municipio metropolitano di Istanbul (proprietario del progetto), i fornitori e gli appaltatori coinvolti nella costruzione, gli utenti finali (cittadini e passeggeri della metro) ed enti regolatori e di sicurezza. Gli obiettivi chiave: costruzione di un ponte strallato da 387 m, costruzione di un ponte mobile da 120m, costruzione di viadotti di accesso da 172m e 271m. Le specifiche delle attività e dei costi sono nell'allegato Exhibit 3. I costi si possono suddividere in: Costi diretti: materiali, manodopera, attrezzature; Costi indiretti: gestione, sicurezza, overhead (ossia costi necessari per il funzionamento dell'organizzazione ma non direttamente attribuibili a una specifica attività produttiva o operativa): € 12.000/giorno; Contingency budget: per mitigare i rischi (€ 50.000/giorno di ritardo); Riserva di gestione: 3% dei costi diretti. Il progetto stabilisce un calendario iniziale standard di 5 giorni lavorativi a settimana con 8 ore/giorno. Per ottimizzare il tempo si eseguono alcune simulazioni crashing:

1. *Incremento del numero di operai da 5 fino a un massimo di 8 per team;*
2. *Pagamenti extra ai subappaltatori in cambio di riduzione dei tempi lavorativi considerando la seguente formula: Crashed Cost = Normal Cost * (Crashed Duration / Normal Duration)^{-0,12.}*

ChatGPT ha elaborato e organizzato le informazioni e i dati dei tre fogli del file (“Task”, “Resources” e “MakeorBuy”). A questo punto ho effettuato la seguente richiesta: “con le informazioni che hai, vorrei che effettuassi simulazioni della scelta del framework di gestione (Waterfall, Agile e hybrid) con relative conseguenze” ed esso mi ha restituito un’analisi comparativa dei tre framework di gestione, per mezzo della seguente tabella (Tabella 7):

Framework	Vantaggi	Svantaggi	Applicabilità al Progetto
Waterfall (a cascata)	-Pianificazione chiara e dettagliata -Facilità di monitoraggio dei costi e dei tempi -Adeguato per progetti con requisiti fissi	-Difficoltà nel gestire cambiamenti -richiede una chiara definizione iniziale dei requisiti	✓ Adatto perché il ponte ha fasi sequenziali di progettazione, costruzione e collaudo
Agile (iterativo e incrementale)	-Flessibilità nel gestire i cambiamenti -Iterazioni rapide migliorano la qualità	-Non adatto a progetti con dipendenze rigide -Difficile gestione dei costi e tempi per grandi infrastrutture	✗ Poco adatto, poiché la costruzione del ponte richiede una sequenza ben definita di attività
Hybrid (combinazione di Waterfall e Agile)	-Combina la solidità del Waterfall con la flessibilità dell’Agile -Migliore adattabilità ai cambiamenti	-Complesso da implementare -Richiede una gestione avanzata delle risorse	✓ Ideale per combinare pianificazione rigida nella costruzione con flessibilità nelle fasi di progettazione e approvvigionamento

Tabella 7. Analisi comparativa dei framework di gestione: Waterfall, Agile, Hybrid.

Esso offre anche una conclusione: *il metodo Hybrid sembra il più efficace. Utilizzeremo Waterfall per la costruzione (attività con dipendenze rigide) e Agile per la gestione dei fornitori, test e iterazioni di ottimizzazione.* Questa conclusione è in linea con le considerazioni effettuate nel capitolo precedente.

Dopo aver ottenuto questo primo set di risultati, ho affinato la richiesta con domande più specifiche, passando alla **seconda fase**: simulazioni di scenari temporali. La prima richiesta è stata: “Quali sono i diversi scenari temporali con e senza Crashing?”. Lo strumento ha restituito una comparazione tra:

- Scenario base (Standard): utilizza il piano originale con una durata standard: **600 giorni e costo stimato 7,25 milioni di euro**;
- Scenario Crashing: implementa l’accelerazione del progetto con più risorse o pagamenti extra ai subappaltatori per ridurre la durata: **482 giorni e costo stimato di 5,66 milioni di euro**;
- Scenario Ritardato (30 giorni): introduce ritardi dovuti a fattori esterni come maltempo e/o problemi regolatori: **630 giorni e costo stimato di 8,51 milioni di euro**. Questo scenario comporta un aumento rilevante dei costi dovuto alle penali e ai costi indiretti.

Non pienamente soddisfatta della risposta, ho chiesto un ulteriore affinamento che illustrasse parallelismi e crashing con la seguente domanda: *considerando la pianificazione delle attività, con la possibilità di parallelismi o crashing, quali sono i diversi scenari includendo il sequenziale? Cosa comportano in termini di tempo e costi?*

Esso mi ha restituito la seguente tabella (Tabella 8) e le conclusioni successive:

<i>Scenario</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Giorni</i>	<i>Costo (milioni)</i>
Scenario Sequenziale	Tutte le attività in serie	482	5,61
Scenario parzialmente parallelo	Alcune attività in parallelo, riduzione del 30% della durata	337	4,24
Scenario completamente parallelo	Massima esecuzione simultanea, riduzione del 50% della durata	241	3,34
Scenario Crashing+Parallelismo	Accelerazione combinata di crashing e parallelismo parziale	337	4,28

Tabella 8. Simulazioni scenari temporali.

Conclusioni:

- L'opzione Completamente Parallelo è la più veloce e la più economica, ma richiede una gestione complessa delle risorse;
- L'opzione Crashing+Parallelismo offre un buon compromesso tra tempo e costi;
- L'opzione Sequenziale è la più sicura ma ha il tempo di completamento più lungo.

L'ultima domanda effettuata sugli scenari temporali è stata: *quali sono le attività su cui si può effettuare crashing? Cosa comportano in termini di tempo i diversi scenari?*

ChatGPT ha restituito le seguenti tabelle (Tabella 9 e 10):

	Task	Workers Assigned	Total Hours	Total Cost (Turkish £)
3	Collaudo Ponte Strallato	5	160	720000
5	Meccanismi di Apertura	7	240	1512000
6	Collaudo Ponte Mobile	5	120	540000
9	Struttura Portante Viadotti	7	240	1512000
10	Collaudo Viadotti	5	120	540000
11	Sicurezza & Regolamentazione	5	800	3600000
12	Gestione del Progetto	5	960	4320000

Tabella 9. Task sui cui è possibile effettuare Crashing.

Scenario	Durata Totale (giorni)
Crashing su attività critiche	385.28571428571433
Crashing su tutte le attività	337.125
Crashing + Parallelismo	240.80357142857144

Tabella 10. Comparazione degli scenari di Crashing.

La **terza fase** consiste nell'analisi delle strategie Make, Buy e Make-or-Buy. Dopo aver identificato gli scenari temporali e i relativi costi, ho chiesto a ChatGPT: *considerando le possibilità di fare make, buy solo su alcune attività subappaltabili e make or buy, cosa comporta ognuno dei 3 scenari? (considera le informazioni dell'excel).*

I risultati provenienti dall'analisi dei tre scenari effettuata dallo strumento sono i seguenti:

- Scenario make (interno): maggiore controllo sulla qualità e sulla gestione del progetto, ma più tempo richiesto;
- Scenario Buy (subappalto totale): riduce il carico di gestione interna, ma è significativamente più costoso;
- Scenario Make-or-Buy (mix ottimizzato): un equilibrio tra costi e tempi, scegliendo di subappaltare solo attività lunghe e costose.

Conclusione: make è più economico ma più lungo, buy è più veloce ma più costoso, make-or-buy rappresenta un compromesso ottimale.

Ho inoltre chiesto quali attività nello scenario misto di Make e Buy, tra quelle subappaltabili, metterebbe in subappalto e la risposta è stata:

*“Nello scenario **Make-or-Buy**, ho selezionato le seguenti attività per il subappalto, scegliendo quelle più lunghe e costose tra quelle subappaltabili:*

1. **Deck erection**
2. **Finishing**
3. **Pylon erection**
4. **Scaffolding**
5. **Central segment**

*Queste attività sono state scelte perché il loro subappalto permette di **ridurre significativamente il tempo di esecuzione senza aumentare eccessivamente i costi.**”*

Infine, la **quarta** ed ultima **fase** di simulazione è quella di analisi del rischio. Le domande poste allo strumento sono state: “quali potrebbero essere i principali eventi avversi? Quali strategie di mitigazione possono essere adottate per ridurre i rischi?”. La risposta (Tabella 11):

Rischio	Descrizione	Strategia di mitigazione
Errori di progettazione	Progettazione errata che causa revisioni e ritardi	Revisione tecnica con esperti indipendenti e test preliminari
Guasti nelle attrezzature	Macchinari fuori servizio che rallentano la costruzione	Manutenzione preventiva e disponibilità di macchinari di riserva
Problemi nei materiali	Materiali difettosi o ritardi nelle forniture	Accordi con fornitori multipli e controllo qualità
Incidenti sul lavoro	Infortuni che bloccano temporaneamente i lavori	Formazione obbligatoria sulla sicurezza e utilizzo DPI

Condizioni meteo avverse	Piogge e vento che impediscono il lavoro	Pianificazione con buffer e coperture per i lavori critici
Ritardi nei pagamenti	Blocchi finanziari che fermano il progetto	Monitoraggio finanziario e riserva di liquidità
Fluttuazioni dei prezzi	Aumento improvviso dei costi dei materiali	Contratti a prezzo fisso con fornitori
Cambiamenti nelle normative	Nuove regolazioni che impongono modifiche	Monitoraggio legale continuo e conformità anticipata
Problemi nei permessi	Blocchi amministrativi e ritardi burocratici	Gestione proattiva dei rapporti con enti pubblici

Tabella 11. Scenari di rischio e strategie di mitigazione.

Per affinare ulteriormente i quesiti da porre a ChatGPT si possono utilizzare librerie che fanno parte di diversi ambiti della Data Science e dell'AI. Le librerie sono collezioni di funzioni, classi e moduli pre-sviluppati che permettono di eseguire operazioni complesse senza dover scrivere tutto il codice da zero.

Le librerie in questione sono:

1. *pandas*: per l'analisi e la manipolazione dei dati, fa parte del data wrangling, ossia preparazione e pulizia dei dati; serve per caricare, elaborare e normalizzare i dati estratti dal file Excel del progetto. Sono estratte le informazioni sui dati reali per domande su costi, durata e risorse;
2. *numpy*: per il calcolo numerico e statistico; è utilizzato per operazioni matematiche efficienti e aiuta in questo caso, ad esempio, a calcolare il **criticality score** per classificare le attività più rilevanti e critiche in termini di durata, costo e dipendenze. Con l'individuazione delle attività critiche si migliorano le domande sull'ottimizzazione;
3. *sklearn.cluster.KMeans*: nell'ambito del machine learning, esegue il clustering dei dati utilizzando l'algoritmo K-Means, che raggruppa punti con caratteristiche simili in K cluster distinti. Nel nostro codice può essere utilizzato per raggruppare le attività in base al loro fattore di rischio e ad identificare le attività più rischiose per generare domande più mirate, come quelle sulle strategie di mitigazione.

Per un affinamento ulteriore delle domande, si possono aggiungere le seguenti librerie:

- *spaCy* o *NLTK*: l'obiettivo è di generare domande più precise e simili a quelle formulate da un esperto. Essa usa modelli di linguaggio per formulare automaticamente le domande in modo più fluido e analizza le descrizioni delle attività per estrarre automaticamente parole chiave e generare domande più mirate;
- *scikit-learn*: si vuole prevedere quali attività avranno problemi in base alla storicità, a progetti precedenti. Si addestra un modello su dati storici di progetti per prevedere quali attività avranno ritardi o aumenti di costo e genera domande basate su rischi previsti anziché solo sui dati attuali;
- *networkx*: per l'identificazione delle attività che impattano maggiormente il progetto e affinare i quesiti su di esse. Grazie a questa libreria, viene creato un grafo delle dipendenze tra attività, si trovano le attività critiche per il percorso del progetto e si generano domande su di esse (es. sulla gestione dei ritardi).

6.7.4 Conclusioni e risultati delle simulazioni

Si riassumono i principali risultati ottenuti dalle simulazioni per determinare la scelta gestionale ottimale.

Si ottiene:

- Un incremento degli operai accelera i tempi ma aumenta i costi di gestione;
- Il subappalto riduce il tempo totale ma introduce rischi di qualità;
- La gestione attenta del cash flow evita problemi di liquidità;
- L'inserimento di misure di mitigazione riduce significativamente gli impatti negativi degli imprevisti.

La scelta ottimale suggerita è un equilibrio tra manodopera interna e subappalto, con buffer finanziari adeguati a ridurre i rischi.

6.7.5 Ruolo di ChatGPT nella gestione del progetto

Si è visto che ChatGPT 4.0 può essere utilizzato in particolare per l'analisi delle opzioni gestionali, quindi, nel caso del progetto considerato, per una valutazione delle alternative Make, Buy o Make&Buy e delle strategie di crashing. Esso offre supporto nell'identificazione dei possibili rischi, offrendo simulazioni di ritardi e ottimizzazione delle risorse, e suggerisce soluzioni di mitigazione degli impatti.

Inoltre, aiuta nell'identificazione di attività critiche, così come nei costi che offre una modellazione delle spese per ottimizzare il cash flow.

In sintesi, può essere utilizzato per il supporto decisionale in termini di approcci e le simulazioni delle scelte nell'attività di preparazione e studio di fattibilità.

Dopo questi passaggi si procederà alla validazione del piano con gli stakeholder, alla finalizzazione della WBS e CBS dettagliate, all'ottimizzazione della gestione del rischio e, infine, alla presentazione della proposta finale alla municipalità.

6.8 Innovazioni recenti nell'AI: un po' di attualità

Il panorama dell'AI negli ultimi anni ha assistito a trasformazioni importanti che influenzano direttamente anche la gestione dei progetti, oltre ad altri contesti.

Un caso rappresentativo e recente è quello della startup cinese DeepSeek⁹⁹, fondata nel 2023 a Hangzhou.

“L'azienda cinese il mese scorso ha rilasciato un nuovo modello di intelligenza artificiale”, somigliante a prodotti simili di aziende statunitensi, come il produttore di ChatGPT OpenAI.

DeepSeek ha rapidamente guadagnato l'attenzione internazionale grazie alla sua accessibilità, tramite gli app store di Apple e Google all'inizio di quest'anno, e grazie all'offerta di un modello di linguaggio AI avanzato, capace di garantire prestazioni

⁹⁹Cfr. Euroborsa. (28 Gennaio 2025). *DeepSeek AI: La startup cinese che sfida OpenAI*. Recuperato da <https://euroborsa.it/deepseek-ai-startup.aspx>

comparabili ai leader del settore a costi notevolmente inferiori. DeepSeek afferma che i suoi modelli più recenti sono realizzati con chip H800 di Nvidia, dalle prestazioni inferiori, dimostrando che l'innovazione nell'AI non è esclusiva delle grandi corporazioni occidentali.

“Ciò che distingue DeepSeek dai suoi concorrenti come OpenAI è che i suoi modelli sono open source, ossia i componenti chiave sono accessibili e modificabili da chiunque, anche se l'azienda non ha divulgato i dati utilizzati per l'addestramento.

DeepSeek offre avanzate capacità di elaborazione del linguaggio naturale, eccellendo nella comprensione e generazione di testo: offre risposte dettagliate e contestualmente pertinenti alle domande degli utenti. Il modello è progettato per migliorare continuamente le sue prestazioni attraverso un apprendimento continuo dai dati. Inoltre, le sue capacità trovano applicazione in diversi settori, offrendo soluzioni efficienti e scalabili.”

Non mancano le preoccupazioni “sulla sicurezza e privacy sollevate da DeepSeek:

- Secondo la sua politica sulla privacy, i dati degli utenti vengono memorizzati su server situati nella Repubblica Cinese e questo crea interrogativi sulla possibilità di accesso ai dati da parte del governo cinese e sulle implicazioni per la privacy degli utenti;
- La stessa politica citata indica che i dati degli utenti possono essere ulteriormente utilizzati per addestrare i modelli di AI, il che potrebbe comportare l'uso non autorizzato di informazioni personali;
- A differenza di altri strumenti AI che aderiscono alle normative sulla protezione dei dati come il GDPR, non ha dichiarato esplicitamente la conformità a tali standard internazionali. Questo suscita ulteriori preoccupazioni sulla gestione dei dati.

Queste riserve hanno portato diverse reazioni a livello globale, come divieti governativi e indagini regolatorie. Il governo di Taiwan ha consigliato ai dipartimenti governativi di non adottare i servizi di DeepSeek, sottolineando i rischi potenziali legati alla trasmissione transfrontaliera dei dati e alle possibili fughe di informazioni; questo è un esempio di divieto governativo. D'altra parte, in Europa le autorità stanno esaminando l'uso di sistemi AI che potrebbero compromettere la privacy, la salute o la sicurezza dei cittadini, con attenzione su piattaforme come questa.

L'adozione di misure di sicurezza informatica adeguate e una comprensione approfondita delle politiche sulla privacy sono essenziali per garantire un utilizzo responsabile e sicuro di tali tecnologie emergenti.”¹⁰⁰

¹⁰⁰Cfr. Marro, D. (31/01/2025). *DeepSeek: Analisi dei pro e contro in termini di sicurezza e privacy*. Recuperato da <https://www.davidmarro.it/blog/deepseek-analisi-dei-pro-e-contro-in-termini-di-sicurezza-e-privacy>

7. SINERGIA TRA METODOLOGIA IBRIDA E AI

La gestione dei progetti è un campo in continua evoluzione, influenzato dall'innovazione tecnologica e dalle nuove tecnologie emergenti. Essa è stata rivoluzionata dall'adozione della metodologia ibrida e dell'intelligenza artificiale (AI). Nel presente lavoro di tesi abbiamo analizzato prima la metodologia ibrida poi l'AI che, se combinati, offrono una capacità del tutto nuova di affrontare la complessità, migliorare l'efficienza, l'adattabilità e garantire risultati di alta qualità.

Da una parte abbiamo quindi la metodologia ibrida che unisce la stabilità delle pratiche tradizionali (Waterfall) con la flessibilità del modello Agile; dall'altra abbiamo l'AI che introduce automazione, analisi predittiva e supporto decisionale basato sui dati.

Questo capitolo mira ad esplorare come possano lavorare insieme la metodologia ibrida e l'AI. Si vanno ad analizzare le caratteristiche, le applicazioni pratiche, i benefici e le sfide che vi si presentano.

Le considerazioni riportate di seguito sono in gran parte elaborazioni personali derivanti dalla possibilità di combinare l'ibrida e l'AI analizzate precedentemente. Vi è ancora scarso studio riguardo questo argomento e la ricerca bibliografica e sitografica hanno portato pochi risultati.

7.1 Caratteristiche della sinergia tra metodologia ibrida e AI

La sinergia tra metodologia ibrida e intelligenza artificiale è facilitata dalle caratteristiche fondamentali proprie e condivise dai due modelli:

- *Adattabilità e flessibilità*: la metodologia ibrida consente di adattare l'approccio alle diverse fasi del progetto, mentre l'intelligenza artificiale fornisce gli strumenti per analizzare e rispondere in maniera rapida ai cambiamenti;
- *Focus sugli stakeholder*: in entrambi gli approcci viene considerato molto importante il coinvolgimento degli stakeholder e l'AI aiuta a raccogliere e interpretare i feedback più rapidamente;
- *Automazione dei processi ripetitivi*: le attività come la raccolta di dati, la generazione di report e l'analisi dei rischi vengono automatizzate dall'AI, rendendo disponibili risorse per attività più strategiche;
- *Approccio basato sui dati*: da una parte abbiamo la metodologia ibrida che utilizza feedback iterativi per ottimizzare le prestazioni, dall'altra l'AI che analizza i dati in tempo reale per fornire previsioni e raccomandazioni;
- *Apprendimento continuo*, l'AI ha la capacità di apprendere dai dati storici del progetto e fornire suggerimenti per migliorare l'efficienza e prevenire errori futuri.

Come sappiamo, la metodologia ibrida combina tradizionale e Agile. Tra le considerazioni degli studiosi, merita attenzione quella fatta da L. Sfarm (2024)¹⁰¹, in un suo articolo, che tratta la sinergia tra Agile e intelligenza artificiale, per le fasi che seguono una metodologia iterativa nell'ibrida combinate all'AI. L'articolo inizialmente offre un'analisi dei vantaggi dell'Agile: i suoi principi fondamentali (come trasparenza, collaborazione e auto-organizzazione) creano un ambiente favorevole all'innovazione e all'adattamento continuo.

¹⁰¹ Cfr. Sfarm, Lucian. (2024). *Empowering Project Managers through Dynamic AI and Agile Collaboration*. PM World Journal, Vol. XIII, Issue VI, June 2024. Disponibile su www.peworldjournal.com.

Dopodiché evidenzia che l'intelligenza artificiale sta avendo un impatto positivo in molti settori, offrendo capacità senza precedenti per analizzare dati, automatizzare compiti e ottenere preziose informazioni. Egli sostiene che nel PM l'AI si presenta come un potente alleato. Grazie alle sue tecnologie, i project manager possono raggiungere nuove efficienze, ottimizzare l'allocazione delle risorse e prendere decisioni basate sui dati con maggiore sicurezza.

L'analisi della sinergia tra AI e Agile, evidenzia una "convergenza naturale di due paradigmi complementari" e rappresenta un grande aiuto ai project manager in diversi ambiti chiave:

- **Decisioni basate sui dati:** le analisi supportate dall'AI forniscono una visibilità in tempo reale sulle performance del progetto, consentendo loro di identificare tendenze, prevedere rischi e prendere decisioni informate basandosi sui dati anziché sull'intuizione;
- **Pianificazione Agile adattiva ed esecuzione con miglioramento della gestione e mitigazione dei rischi:** le metodologie Agile permettono ai team di adattarsi rapidamente a requisiti e priorità in evoluzione. L'AI completa questa agilità automatizzando compiti ripetitivi, ottimizzando i flussi di lavoro e fornendo raccomandazioni per miglioramenti iterativi durante l'intero ciclo di vita del progetto. Contribuisce anche alla gestione e mitigazione dei rischi;
- **Ottimizzazione delle risorse:** gli algoritmi AI analizzano i dati del progetto per ottimizzare l'allocazione delle risorse, garantendo che i team abbiano le persone adatte e con competenze adeguate, impegnate sui compiti appropriati, al momento giusto. Deriva quindi un miglioramento della produttività, una riduzione dei colli di bottiglia e una massimizzazione dell'utilizzo delle risorse disponibili;
- **Collaborazione, produttività ed efficienza migliorate:** gli strumenti di collaborazione supportati dall'AI facilitano la comunicazione e il coordinamento tra i membri del team Agile, indipendentemente dalla loro posizione geografica o fuso orario.

Sfart nel suo articolo offre dei suggerimenti per sfruttare la collaborazione tra AI e Agile:

- *Iniziare in piccolo, scalare gradualmente:* si consiglia di iniziare integrando l'AI in aspetti specifici del processo di gestione del progetto e ampliare gradualmente pian piano che i team acquisiscono familiarità con la tecnologia;
- *Promuovere l'apprendimento continuo:* bisogna incoraggiare i membri del team a rimanere aggiornati sui progressi dell'AI e sulle best practices Agile attraverso corsi di formazione, workshop e sessioni di condivisione della conoscenza;
- *Abbracciare la sperimentazione:* è fondamentale favorire una cultura dell'innovazione e della sperimentazione, dove i team siano incoraggiati a esplorare nuovi strumenti e metodologie basati sull'AI per migliorare i risultati dei progetti;
- *Iterare e adattare:* è necessario monitorare ed esaminare costantemente l'impatto dell'integrazione dell'AI sulle performance del progetto, raccogliendo feedback dagli stakeholder e apportando modifiche necessarie per ottimizzare i risultati.

Infine, sempre secondo Sfart, man mano che le organizzazioni adottano questa sinergia, i project manager diventano catalizzatori di innovazione e cambiamento, promuovendo miglioramenti continui e ottenendo risultati eccellenti in un contesto in continua evoluzione.

Secondo David Robins¹⁰², il modello unico dell'ibrido è meglio predisposto per l'integrazione dell'AI nella gestione dei progetti rispetto ai metodi tradizionali o Agile, perché l'approccio ibrido consente una pianificazione accurata dei progetti senza compromettere la velocità di esecuzione. L'AI prende la pianificazione WBS e apprende dalle prestazioni del team man mano che il progetto avanza. Inoltre, utilizza l'esperienza di altri team impegnati in progetti simili per aiutare il team e prendere decisioni migliori.

Di seguito è proposto un diagramma di Venn (vedi Figura 16) della sinergia, il cui obiettivo è di mostrare la sovrapposizione tra la metodologia ibrida, che concerne stabilità, flessibilità e iterazioni, e l'AI, in cui si incontrano automazione, analisi predittiva e apprendimento.

La zona di sovrapposizione rappresenta la sinergia: un adattamento continuo basato sui dati e un'ottimizzazione continua.

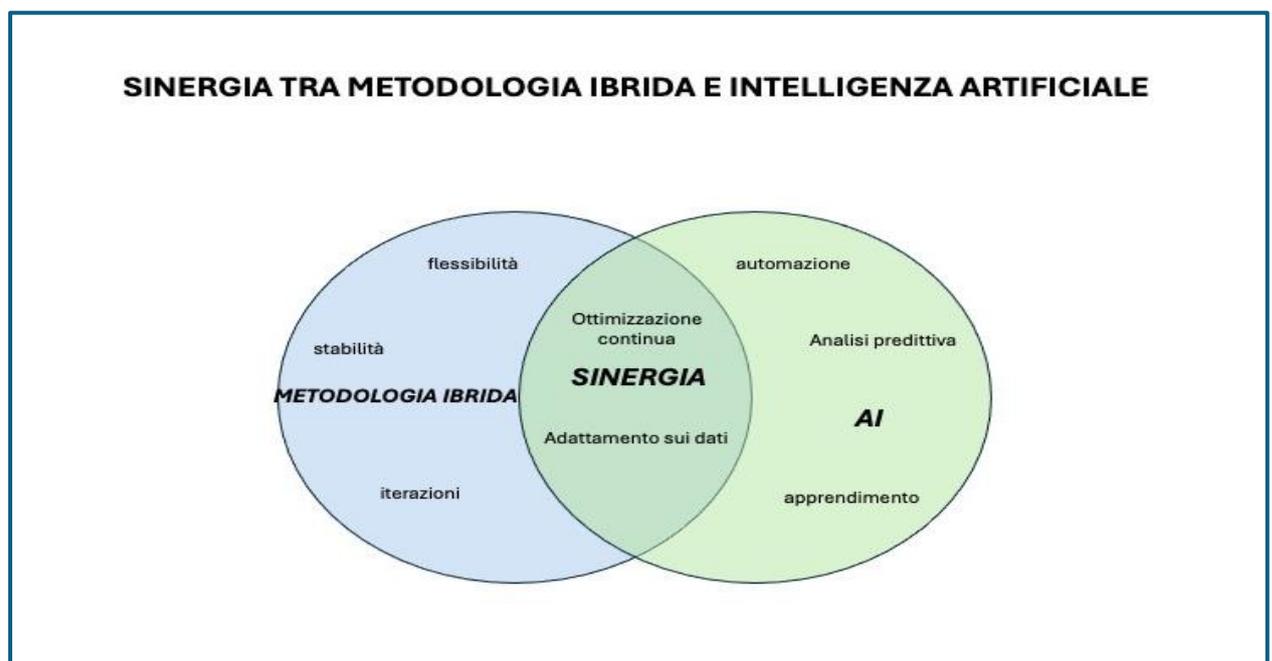


Figura 16. Sinergia tra metodologia ibrida e AI.

7.2 Livelli di integrazione

La combinazione tra metodologia ibrida e l'AI può avvenire a diversi livelli, in base alla complessità del progetto e alla maturità tecnologica dell'organizzazione.

Di seguito è proposta una classificazione dei livelli di integrazione, elaborata sulla base delle considerazioni espresse nei capitoli precedenti sulla metodologia ibrida e sull'intelligenza artificiale. Tale classificazione rappresenta un'interpretazione personale derivata dall'analisi condotta:

- *Integrazione operativa*: per esempio l'automatizzazione di attività ripetitive, tra le quali spesso si ritrovano la pianificazione e il monitoraggio. Grazie a questo tipo di

¹⁰²Cfr. David Robins (19 dicembre 2018), "The combination of Hybrid Project Management and AI", pubblicato su: <https://www.linkedin.com/pulse/combination-hybrid-project-management-ai-david-robins/>.

- integrazione si ottiene una riduzione del carico di lavoro manuale e una maggiore accuratezza per quanto riguarda i compiti operativi;
- *Integrazione innovativa*: in questo livello vediamo l'applicazione di machine learning per anticipare gli scenari futuri o simulare soluzioni alternative e, quindi, uno dei suoi vantaggi è la capacità di rispondere in modo proattivo ai cambiamenti. Questo livello si può definire anche come gestione proattiva poiché grazie all'uso di questi strumenti il project management è reso proattivo anziché reattivo;
 - *Integrazione strategica*: l'AI viene utilizzata per supportare decisioni strategiche, come l'allocazione delle risorse o la definizione delle priorità. Quello che si ottiene è un miglioramento delle performance complessive grazie a un migliore allineamento con gli obiettivi aziendali.

7.3 Applicazioni pratiche della sinergia

Sempre da un'elaborazione personale dei capitoli precedenti, si rileva che grazie ai suoi molteplici benefici, la combinazione tra metodologia ibrida e intelligenza artificiale (AI) potrebbe offrire una vasta gamma di applicazioni pratiche in molte aree (vedi Figura 17). Essa è vista come un approccio versatile e innovativo utile ad affrontare la complessità e migliorare l'efficienza nella gestione dei progetti. Come abbiamo visto, questa sinergia tra i due approcci consente un'ottimizzazione dei processi e offre la capacità di affrontare i cambiamenti con maggiore agilità e precisione.

Iniziamo ad analizzare, tra le applicazioni pratiche della sinergia, la pianificazione proattiva. La pianificazione è una delle fasi più importanti e critiche di qualsiasi progetto. La parola proattiva si riferisce a un approccio grazie al quale si anticipano le problematiche, le opportunità e le possibili variazioni, anziché limitarsi a una semplice reazione a ciò che si verifica man mano. Una pianificazione di questo tipo richiede un'analisi approfondita, previsioni accurate e una gestione strategica delle risorse.

La sinergia tra i due approcci migliora questo processo nei seguenti modi: l'AI è utilizzata per l'analisi predittiva e l'uso dei dati, ossia vengono analizzati dati storici e in tempo reale e grazie a questi essa può prevedere con precisione tempi, costi e risorse necessarie al completamento di un progetto, mentre la metodologia ibrida offre flessibilità nei piani, che sono adattabili a scenari futuri.

Una società di sviluppo software può, quindi, utilizzare l'AI per prevedere i ritardi nelle consegne in base a progetti passati, integrando questa analisi predittiva nei piani tradizionali e iterativi. Anche nel settore edilizio, ad esempio, l'AI è utile per la previsione del consumo di materiali e l'identificazione di potenziali problemi di approvvigionamento. Nel marketing e vendite, grazie alle strategie personalizzate e ai dati analizzati dall'AI, possono essere pianificate e migliorate le campagne.

I project managers grazie a questi ausili possono aggiornare i piani in tempo reale.

L'ottimizzazione delle risorse è essenziale per garantire l'efficienza e ridurre gli sprechi: la suddetta sinergia aiuta in questo scopo.

L'AI si occupa dell'identificazione delle inefficienze, mentre la metodologia ibrida consente di adattare rapidamente il piano per risolverle. In questo caso, la prima analizza i carichi di lavoro, le competenze a disposizione e le richieste del progetto per suggerire allora la migliore distribuzione delle risorse, mentre la seconda le assegna in base alle fasi e ai requisiti del progetto.

Durante lo sviluppo del progetto, la sinergia consente un monitoraggio continuo attraverso dashboard dinamici alimentati da dati in tempo reale. Grazie ai sistemi di monitoraggio

basati su AI, si analizzano costantemente i KPI (Key Performance Indicator) del progetto, segnalando anomalie e deviazioni rispetto ai target.

Un'altra fase molto importante che viene migliorata dalla sinergia è la gestione dei rischi. In questa fase, la sinergia potrebbe mostrare il suo valore maggiore. L'AI offre strumenti avanzati per anticipare i rischi, come algoritmi di machine learning che analizzano dati storici e attuali per identificare i rischi potenziali e la probabilità e l'impatto, mentre la metodologia ibrida fornisce la flessibilità necessaria per la loro mitigazione.

Anche il coinvolgimento degli stakeholder risente in maniera positiva della sinergia dei due approcci. Come abbiamo visto, la comunicazione efficace con gli stakeholder è cruciale per il successo di qualsiasi progetto. Da una parte la metodologia ibrida consente il coinvolgimento continuo ma bilanciato, dall'altra l'AI lo rende più efficiente e mirato. Sono utili ai fini della comunicazione chatbot e strumenti basati su NLP (Natural Language Processing), che possono rispondere rapidamente alle domande degli stakeholder, fornire aggiornamenti sullo stato del progetto e raccogliere feedback.



Figura 17. Applicazioni della sinergia tra AI e metodologia ibrida.

7.4 Benefici della sinergia

La combinazione Ibrida-AI rappresenterebbe una rivoluzione nella gestione dei progetti. Essa offre un'ampia gamma di vantaggi, tra cui il miglioramento di efficienza operativa, l'ottimizzazione delle risorse e un miglioramento della capacità di affrontare situazioni complesse. Tutto ciò è ottenuto grazie all'integrazione delle caratteristiche migliori dei due

modelli: la flessibilità e l’adattabilità tipiche della metodologia ibrida e la capacità dell’AI di fornire analisi predittive e automazione.

Come si può vedere in maniera schematica nella tabella sotto (Tabella 12), analizzeremo quattro benefici importanti:

BENEFICIO	METODOLOGIA IBRIDA	AI	SINERGIA
Gestione dei rischi	Reattiva	Predittiva	Proattiva e adattiva
Coinvolgimento degli stakeholder	Bilanciato e strutturato	Continuo	Personalizzato
Decisioni informate	Basate su feedback iterativi	Basate sui dati	Basate su feedback e dati
Efficienza operativa	Iterativa	Automatica	Iterativa e automatizzata

Tabella 12. Benefici comparati della sinergia tra metodologia ibrida e AI.

Una migliore gestione dei rischi. Essa rappresenta per qualsiasi progetto uno degli aspetti più critici. La sinergia in questione offre un approccio proattivo e dinamico per questa fase. Si parte con l’identificazione, che qui diventa proattiva: l’AI analizza grandi quantità di dati storici e in tempo reale per identificare i rischi potenziali. Grazie a questo, i team possono reagire prima che i problemi si verifichino. Durante l’esecuzione del progetto, grazie alla metodologia ibrida, le strategie di mitigazione possono essere implementate rapidamente e aggiornate iterativamente, per cui si ha un adattamento continuo.

Lavorando insieme migliorano il coinvolgimento e la comunicazione con gli stakeholder, rendendola trasparente. Questi due aspetti sono fondamentali per il successo di un progetto. Si utilizzano strumenti AI, come chatbot e report automatici, che possono fornire aggiornamenti personalizzati agli stakeholder e quindi si assiste a una personalizzazione della comunicazione. Qui la metodologia ibrida garantisce che i feedback degli stakeholder vengano integrati nelle iterazioni del progetto.

In presenza di progetti complessi, una delle maggiori difficoltà è prendere decisioni rapide e basate su dati/ informazioni affidabili. La suddetta sinergia offre i mezzi adatti per il supporto decisionale: l’AI offre analisi dettagliate e aggiornamenti continui, consentendo così ai project manager di svolgere valutazioni di diversi scenari in modo rapido ed efficace; contemporaneamente la metodologia ibrida garantisce che le decisioni prese siano testate e ottimizzate durante le iterazioni successive.

Grazie all’automazione e alla standardizzazione offerte dall’AI, combinate con la struttura iterativa della metodologia ibrida, risulta una migliore efficienza operativa, ovvero la possibilità di adattare le metodologie e utilizzare l’AI per ottimizzare i processi con conseguente riduzione dei tempi e dei costi. Infatti, l’AI gestisce compiti ripetitivi quali la generazione di report, la raccolta di dati e il monitoraggio dei progressi, lasciando così al team il tempo per concentrarsi su attività strategiche.

Da una parte la metodologia ibrida utilizza iterazioni per affinare continuamente i processi operativi, dall'altra l'AI fornisce feedback in tempo reale per ulteriori miglioramenti.

7.5 Sfide della sinergia

Nonostante la sinergia tra metodologia ibrida e intelligenza artificiale (AI) offra numerosi vantaggi, non sono di poco conto le sfide che si presentano. Si osservano ostacoli tecnici, organizzativi e anche culturali. Se non si riuscisse ad affrontare queste difficoltà in maniera appropriata, esse potrebbero limitare le potenzialità di questa innovativa combinazione.

Si analizzano allora le principali sfide con le relative considerazioni per adottare con successo la sinergia:

- *Qualità dei dati*: perché l'AI possa lavorare in maniera efficiente ed efficace, la qualità dei dati rappresenta il suo fondamento principale. Infatti, algoritmi di machine learning e analisi predittiva dipendono fortemente dalla disponibilità di dati accurati, completi e aggiornati. Tuttavia, rimane un problema comune la presenza di dati di scarsa qualità o frammentati, il che limita a sua volta la qualità delle analisi. Si sono trovate alcune soluzioni possibili, come l'implementazione di processi rigorosi di raccolta e pulizia dei dati e la creazione di team dedicati proprio alla supervisione della qualità dei dati;
- *Resistenza al cambiamento*: il personale dell'organizzazione potrebbe opporre resistenza all'introduzione di nuove tecnologie, come l'AI, in combinazione con un approccio ibrido. La resistenza spesso deriva dalla rigidità della cultura organizzativa, dalla paura di perdere il controllo, dal timore di essere sostituiti dall'automazione e/o dalla mancanza di competenze per utilizzare questi strumenti avanzati. Alcune delle strategie che possono essere applicate per superare la resistenza sono: offerta di programmi di formazione per migliorare la comprensione e le competenze nell'utilizzo dell'AI, integrazione dei team nei processi decisionali relativi all'implementazione dell'AI e la mostra di esempi concreti di come le due metodologie possono semplificare il lavoro e migliorare i risultati;
- *Costo di implementazione*: la sinergia richiede un investimento significativo. Le componenti di costo che si possono citare sono: acquisto di software e hardware avanzati, l'assunzione e formazione di esperti di AI, l'implementazione di infrastrutture tecnologiche e la necessità di una possibile consulenza esterna per l'integrazione e la modifica dei processi di gestione. Iniziare con strumenti semplici e scalabili, adottare un approccio graduale, iniziando ad utilizzare l'AI in progetti pilota prima di estenderla a tutta l'organizzazione sono alcune delle possibili strategie di mitigazione di questa sfida;
- *Etica e privacy*: i dati che vengono utilizzati per addestrare modelli AI molto spesso contengono informazioni sensibili e un uso improprio può violare le normative sulla protezione dei dati; da qui nascono le questioni relative all'etica e alla privacy. Tra le sfide etiche, il tema della trasparenza, ossia spesso le decisioni prese dall'AI non sono facilmente comprensibili dagli utenti e questo crea difficoltà nel fidarsi dei risultati.

Nelle sfide legali vediamo la conformità alle normative sulla privacy e la sicurezza nella gestione dei dati per evitare fughe o accessi non autorizzati.

Implementare politiche chiare per l'uso etico dei dati può risolvere molti dei problemi relativi all'etica, mentre utilizzare dati anonimi o pseudonomizzati quando possibile può risolvere quelli legali.

Di seguito è proposta l'immagine di una bilancia tra i benefici e le sfide presenti con l'applicazione di questo approccio sinergico (vedi Figura 18).

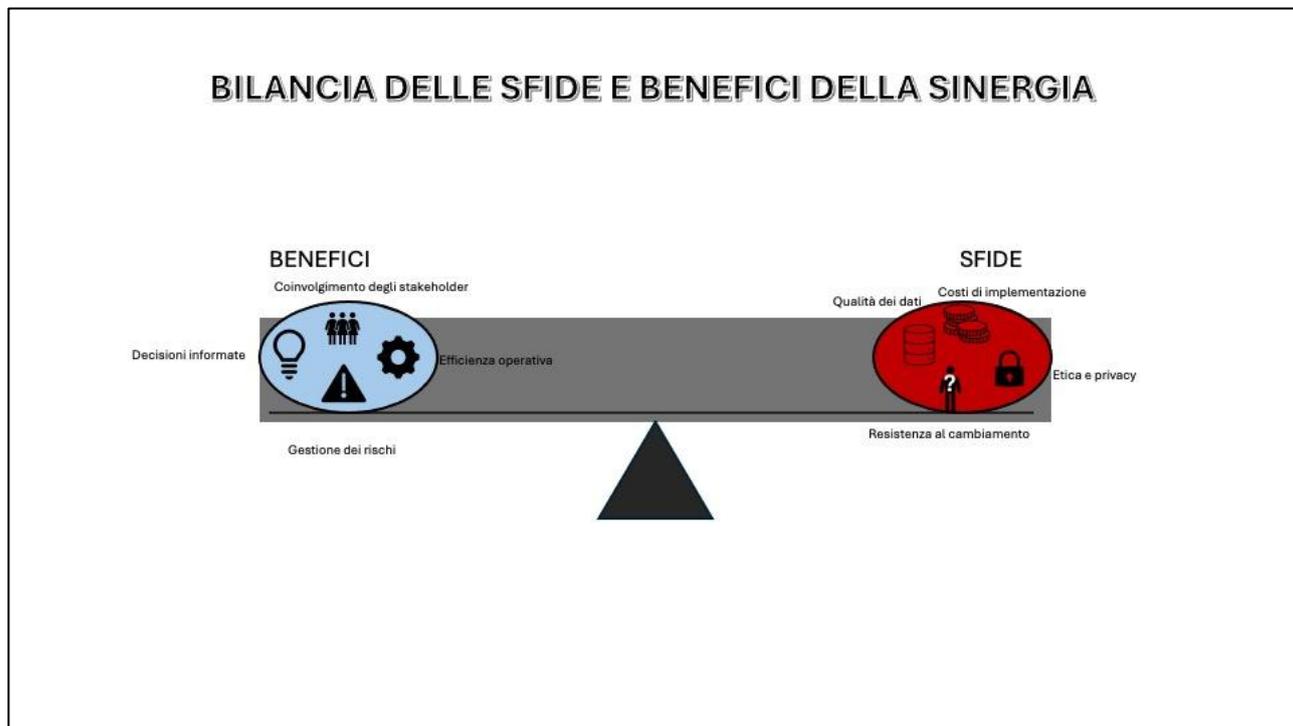


Figura 18. Bilancia sfide e benefici della sinergia.

7.6 Conclusioni al capitolo

La combinazione di metodologia ibrida e intelligenza artificiale rappresenta uno degli scenari più promettenti nel project management. Nonostante siano presenti comunque numerose sfide, i benefici per quanto riguarda l'efficienza, la flessibilità e la capacità di adattamento le superano notevolmente. La maggior parte dei paragrafi di questo capitolo (dal par. 7.2) sono frutto di elaborazioni personali provenienti dalle considerazioni dei capitoli precedenti; si consigliano quindi approfondimenti e maggiore ricerca sull'argomento, risultando un fattore di successo per il progetto.

8. CONCLUSIONI

Attualmente il mercato è caratterizzato da una crescente complessità e dinamicità dei contesti organizzativi e l'integrazione di metodologie ibride e intelligenza artificiale (AI) ne rappresenta una risposta efficace.

Attraverso questo lavoro di tesi, si è esplorato come esse rappresentino una trasformazione senza precedenti per la gestione dei progetti e come la loro sinergia (vedi Figura 1) ne possa migliorare l'efficienza e l'adattabilità, affrontando sfide organizzative e tecnologiche.

Di seguito è proposta una sintesi dei punti chiave emersi nei capitoli precedenti, accompagnati da raccomandazioni per il futuro sviluppo e l'applicazione di queste innovazioni.



Figura 19. Sintesi della sinergia tra metodologia ibrida e AI.

La revisione della letteratura sull'applicazione dell'approccio ibrido e sull'adozione dell'Intelligenza Artificiale mette in evidenza l'evoluzione significativa delle pratiche manageriali attuali.

L'approccio ibrido risulta adeguato alla maggior parte dei progetti, poiché combinando pratiche tradizionali e Agile a diversi livelli di integrazione, offre flessibilità operativa adattandosi alle rapidità richieste dal mercato globale.

L'adozione dell'Intelligenza Artificiale supporta questa flessibilità già permessa dall'approccio ibrido, amplificandola, introducendo strumenti avanzati per l'automazione dei processi, l'analisi predittiva e il supporto decisionale.

Questi strumenti, come machine learning e Natural Language Processing, stanno rivoluzionando il modo di lavorare dei project manager, migliorando l'efficienza operativa e la gestione del rischio.

Tuttavia, per quanti aspetti positivi vengano elencati, non mancano le sfide da affrontare adottando queste innovazioni: gestione di dati sensibili, implicazioni etiche dell'automazione e la necessità di formazione e competenze specifiche.

Nei primi capitoli sono state analizzate le pratiche tradizionali e come esse si siano evolute per rispondere alle esigenze moderne. Tuttavia, presentando la metodologia tradizionale ancora alcuni difetti durante l'esecuzione, la metodologia ibrida rappresenta una soluzione efficace per bilanciare stabilità e flessibilità. Per utilizzarla al meglio, è necessario

comprendere bene i contesti in cui è più efficace. Detto ciò, la gestione dei progetti non è più vista come un approccio lineare, ma come un approccio dinamico che unisce pianificazione rigorosa e capacità di adattamento. Viene suggerito alle organizzazioni l'investimento nella formazione di project manager per metterli in grado di applicare il modello ibrido più adatto a ciascuna fase del progetto.

Si confrontano le due metodologie, tradizionale e Agile, per introdurre meglio quella ibrida e le motivazioni per cui è stata pensata. Si è visto che il modello tradizionale risulta troppo rigido e offre poco coinvolgimento degli stakeholder, mentre l'Agile si rivela inadeguato per la gestione di progetti su larga scala. La metodologia ibrida rappresenta allora il giusto compromesso, combinando la prevedibilità delle pratiche tradizionali con la flessibilità dell'Agile. Essa offre la possibilità di affrontare progetti complessi in contesti dinamici, accogliendo i cambiamenti pur mantenendo una struttura chiara.

È fondamentale che si adottino strumenti e processi che supportino la collaborazione tra team che utilizzano pratiche tradizionali e Agile. Compito dell'organizzazione è promuovere la cultura dell'adattamento e del miglioramento continuo.

Nel capitolo dedicato alla metodologia ibrida, sono state approfondite le sue caratteristiche e i contesti di applicazione; essa risulta particolarmente efficace in settori complessi come le costruzioni, lo sviluppo software, il marketing e R&D. Tuttavia, questo modello non può essere considerato una soluzione universale, ma comunque uno strumento potente quando applicato correttamente. Il suo successo dipende dalla scelta del giusto equilibrio tra struttura e flessibilità. È necessario tenere conto delle caratteristiche proprie di ogni progetto e degli stakeholder coinvolti per poter effettuare una scelta corretta. Viene suggerita la definizione di linee guida chiare per l'implementazione corretta dell'approccio ibrido.

L'intelligenza artificiale rappresenta una tecnologia chiave per migliorare la gestione dei progetti. Risultano vantaggi dalla sua applicazione, come l'automazione e la previsione dei rischi e grazie a questi si rilevano ottimizzazione dei processi e decisioni informate. Tuttavia, l'efficacia dell'AI dipende dalla qualità dei dati e dalla capacità dei team di utilizzare gli strumenti disponibili.

Per sfruttarla al meglio le organizzazioni dovrebbero investire in strumenti affidabili e scalabili, insieme a una formazione adeguata per i team.

La sinergia tra AI e Ibrida permette di affrontare la complessità dei progetti moderni sfruttando i punti di forza di entrambe. Essa consente di migliorare l'efficienza, la gestione dei rischi e la comunicazione con gli stakeholder. Bisogna tenere bene in considerazione la comprensione dei contesti e degli strumenti disponibili.

Si consiglia alle organizzazioni di avvicinarsi alla loro integrazione con un approccio graduale, iniziando quindi con progetti pilota e scalando in base ai risultati raggiunti.

Le due metodologie non mancano di sfide, tra cui la resistenza al cambiamento, la qualità dei dati e i costi di implementazione, che possono limitare l'efficacia delle applicazioni, ma che possono essere superate. Quindi, le sfide non devono rappresentare un limite per le organizzazioni, ma un'opportunità per migliorare i propri processi e adottare un approccio più strategico.

L'approccio ibrido e l'Intelligenza Artificiale (AI) rappresentano una tendenza in crescita e una necessità strategica per le organizzazioni che vogliono mantenere la competitività nel

contesto contemporaneo. Sono suggeriti dalla letteratura ulteriori studi empirici per approfondire l'impatto di queste pratiche e sviluppare un framework che ne supporti l'implementazione.

8.1 Raccomandazioni finali

Di seguito viene proposto un elenco delle principali raccomandazioni elaborate alla luce delle conclusioni tratte dai capitoli precedenti:

- *Formazione continua*: è importante che i project manager acquisiscano competenze sia nella metodologia ibrida che nell'uso degli strumenti AI. A questo scopo, sono consigliati alle organizzazioni programmi di formazione personalizzati;
- *Adozione graduale*: per sperimentarle, prima singolarmente e poi la loro sinergia, è consigliato iniziare con piccoli progetti pilota, raccogliendo dati e migliorando le strategie man mano;
- *Investimenti in dati e tecnologie*: la qualità dei dati è il cuore dell'efficacia dell'AI. È necessario investire in infrastrutture per la raccolta, la gestione e l'analisi dei dati;
- *Cultura dell'innovazione*: è necessaria la promozione all'interno dell'organizzazione di una cultura aziendale che incoraggi l'innovazione, l'adattabilità e la collaborazione tra team multidisciplinari;
- *Sostenibilità ed etica*: nel contesto moderno, è essenziale che l'AI sia implementata in modo etico e sostenibile, rispettando anche le normative sulla privacy.

8.2 Conclusione generale

I nuovi trend nella gestione dei progetti, ossia la metodologia ibrida, l'intelligenza artificiale (AI) e la loro sinergia, rappresentano il futuro in questo campo. Con l'adozione di questi approcci emergono numerosi vantaggi per le organizzazioni, tra cui l'ottimizzazione dei processi e un'adeguata pianificazione per poter affrontare la complessità e l'incertezza dei mercati moderni.

Nonostante i vantaggi superino di gran lunga le difficoltà, esse non sono da meno e bisogna prendere le giuste precauzioni per poterle affrontare.

Infine, l'approccio integrato che unisce la flessibilità della metodologia ibrida e la potenza predittiva dell'AI rappresenta una necessità per chi desidera rimanere competitivo nel contesto contemporaneo.

Per massimizzare i benefici sopra citati, sarà fondamentale promuovere ulteriori studi, sperimentazioni e iniziative di formazione che favoriscano una transizione efficace verso queste nuove frontiere del project management.

Bibliografia

- Pedro Serrador, Jeffrey K. Pinto (2014). Does Agile work? - A quantitative analysis of agile project success. Elsevier.
- Caporossi, A. (2022). *Waterfall e Agile project management: analisi sistematica della letteratura. Approccio tradizionale, Agile e ibrido: quale approccio per il futuro del project management?* [Tesi magistrale, Politecnico di Torino].
- Mario Paporic, Costanța- Nicoleta Bodea (2024). Organising projects for responsible use of generative artificial intelligence in project management. *Informatica Economică*.
- Jerzy Kisielnicki, Anna Maria Misiak (2017). Effectiveness of Agile Compared to Waterfall Implementation Methods in IT Projects: Analysis Based on Business Intelligence Projects. *Foundations of Management*.
- Svea Urlic, Zeljka Car (2023). Application of Hybrid Project Management Methodology in Development of Software Systems. *Conferenza MIPRO 2023*.
- Günther Schuh, Eric Rebentisch, Michael Riesener, Frederic Diels, Christian Dölle, Steffen Eich (2017). Agile-Waterfall Hybrid Product Development in the Manufacturing Industry – Introducing Guidelines for Implementation of Parallel Use of the Two Models. *IEEE IEEM*.
- Marcello Zampella (2023). Analisi della metodologia di Project Management ibrida utilizzata nell'azienda Coolshop S.R.L. Politecnico di Torino.
- Atsushi Shimoda, Kazuyuki Yaguchi (2017). A Method of Setting the Order of User Story Development of an Agile-Waterfall Hybrid Method by Focusing on Common Objects. Pubblicato in occasione del 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics.
- Emmanouil Papadakis, Dr. Loukas K. Tsironis (2020). Towards a Hybrid Project Management Framework. *Journal of Modern Project Management*.
- Ianire Taboada, Abouzar Daneshpajouh, Nerea Toledo, Tharaka de Vass (2023). Artificial Intelligence Enabled Project Management: A Systematic Literature Review. *Applied sciences, MDPI*.
- José Alejandro Lugo García, Anié Bermudez Peña, Pedro Yobanis Piñero Pérez, Rafael Bello Pérez (2017). Project Control and Computational Intelligence: Trends and Challenges. Atlantis Press, *International Journal Of Computational Intelligence Systems*.
- Nicholas Dacre, Fredrik Kockum (2022). Artificial Intelligence in Project Management: A review of AI's usefulness and future considerations for the project profession. Pubblicazione interna della APM.
- Jason Leong, Kiu May Yee, Onalethata Baitsegi, Lingesvaran Palanisamy, R. Kanesaraj Ramasamy (2023). Hybrid Project Management between Traditional Software Development Lifecycle and Agile Based Product Development for Future Sustainability. *Sustainability*.
- Arnd Albrecht, Evelyn Albrecht (2021). *Hybrides Projektmanagement*. GIO.
- Tomohiro Hayata, Jianchao Han (2011). A Hybrid Model for IT Project with SCRUM. *IEEE*.

- G.H. Galal-Edeen, A.M.Riad, M.S.Seyam (2007). Agility versus Discipline: Is Reconciliation Possible? IEEE.
- Tan Chi Xiang, Zunirah Mohd Talib, Md Gapar Md Johar (2023). An analysis of sustainable change management for Quality 4.0: Evidence from hybrid project management adoption in the Malaysian FinTech context. *Journal of Project Management*.
- R. K. Nigmatullin, A. G. Dmitriev (2023). Flexible, classic and hybrid project management methodologies: advantages and disadvantages. *Entrepreneur's Guide*.
- Silvana Costantini, Jon G. Hall, Lucia Rapanotti (2021). Using complexity and volatility characteristics to guide hybrid project management. *International Journal of Managing Projects in Business*.
- Ayanda Sibiyah, Bongani Sibiyah, Johan Jordaan, Brian Ngwako Mahosi (2023). Enhancing Project Management for SMEs: A Hybrid Approach. *Journal of Management and Entrepreneurship Research*.
- Federico P. Zasa, Andrea S. Patrucco, Elena Pellizzoni (2021). Managing the Hybrid Organization: How Can Agile and Traditional Project Management Coexist?. *Research-Technology Management*.
- S. A. Titov e N. V. Titova (2022). Hybrid Project Management Methodologies as a Sign for Organizational Ambidexterity. *Management Sciences*.
- Wu Kuo-Wen (2020). How Does Hybrid Project Management Create Value for Telecommunication Industry?. *Japan International Business and Management Research Conference (JIBM)*.
- Abdallah Lalmi, Gabriela Fernandes, Sassi Boudemagh Souad (2021). A conceptual hybrid project management model for construction projects. *Procedia Computer Science*.
- Rajesh Dominic Savio, Bassam Dewan (2023). Project Management Enhancement through Technology. *Eximia Journal*.
- Ataullah Kiani (2024). Artificial intelligence in entrepreneurial project management: a review, framework, and research agenda. *International Journal of Managing Projects in Business*.
- Claudiu Brandas, Otniel Didraga, Andrei Albu (2023). A SWOT Analysis of the Role of Artificial Intelligence in Project Management. *Informatica Economică*.
- Niusha Shafiabady, Nick Hadjinicolaou, Fareed Ud Din, Binayak Bhandari, Robert M. X. Wu, James Vakilian (2023). Using Artificial Intelligence (AI) to predict organizational agility. *PLOS ONE*.
- Zsolt T. Kosztyán, István Szalkai (2018). Hybrid Time-Quality-Cost Trade-Off Problems. *Operations Research Perspectives (Elsevier)*.
- F. Freitas, F. J. G. Silva, R. D. S. G. Campilho, C. Pimentel, R. Godina (2020). Development of a suitable project management approach for projects with parallel planning and execution. *Procedia Manufacturing*.
- Hamza Shabbir, Syed Wasi Haider, Muhammad Waseem Iqbal, Saleem Zubair Ahmad (2024). A Study Regarding Long-Term Change Management for Quality 4.0: Findings from Hybrid Project Management Implementation in The Fintech Setting. *Bulletin of Business and Economics*.

- Elisabetta Simeoni, Giovanni Serpelloni (). *Principi Project Management. Principi Project Management.*
- George, C. (2020). *The essence of risk identification in project risk management: An overview.* International Journal of Science and Research (IJSR)
- Turk, D., France, R., & Rumpe, B. (2002). *Limitations of Agile Software Processes.* In *Third International Conference on Extreme Programming and Flexible Processes in Software Engineering (XP2002)* (pp. 43–46).
- Frangakis Cano, Y. (2024). *Project management: Hybrid approach for construction projects.* MOJ Biology and Medicine.
- H.K. Algabri, K. Kharade, R. Kamat, “Promise, Threats, And Personalization In Higher Education With Artificial Intelligence”, *Webology*, vol. 18/6, 2021
- A. Alam, “*Should Robots Replace Teachers? Mobilisation of AI and Learning Analytics in Education*”, 2021 International Conference on Advances in Computing, Communication, and Control (ICAC3), Mumbai, India, 2021, pp. 1-12
- K. Zhang, A. Begum Aslan, “*AI technologies for education: Recent research & future directions*”, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, vol. 2, 2021
- L. Chen, P. Chen, Z. Lin, “Artificial Intelligence in Education: A Review,” in *IEEE Access*, vol. 8, pp. 75264-75278, 2020

Sitografia

- Twproject. *La gestione di un progetto: struttura, ruoli, responsabilità e obiettivi*. Recuperato da <https://twproject.com/blog/it/la-gestione-di-un-progetto-struttura-ruoli-responsabilita-e-obiettivi/>
- MasterIN.it. (n.d.). *Le 5 fasi del ciclo di vita di un progetto secondo il PMBOK*. Recuperato da <https://www.masterin.it/start/1408-le-5-fasi-del-ciclo-di-vita-di-un-progetto-secondo-il-pmbok/> in cui si fa riferimento alla suddivisione delle fasi proposta da PMBOK.
- Cinzia Giachelle, “Il Project Management attraverso i secoli”, *JEst Junior Enterprise*, 2018, Recuperato da <https://www.jest.it/project-risk-management/il-project-management-attraverso-i-secoli/>
- QRP International. *Project Manager: chi è e cosa fa*, recuperato da <https://www.qrpinternational.it/blog/glossario/project-manager-chi-e-cosa-fa/>
- UNI. *Pubblicata la nuova UNI ISO 21502 per lo sviluppo, la realizzazione e la gestione dei progetti*. Recuperato da <https://www.uni.com/pubblicata-la-nuova-uni-iso-21502-per-lo-sviluppo-la-realizzazione-e-la-gestione-dei-progetti/>
- HumanWare Online. (n.d.). *Cos'è PRINCE2?* . Recuperato da <https://www.humanwareonline.com/project-management/center/cose-prince2/>
- Atlassian. (n.d.). *Waterfall methodology*. Recuperato da <https://www.atlassian.com/it/agile/project-management/waterfall-methodology>
- BeFormazione. *Waterfall vs Agile*. Recuperato da <https://www.beformazione.com/pmfacile/waterfall-vs-agile/>
- Enrico Pacassoni, 25 marzo 2021, *Obiettivi SMART: cosa sono e qual è il loro significato*, recuperato da <https://taskom.at/it/blog/smart-working/obiettivi-smart-cosa-sono-qual-e-significato>
- Agile Alliance. *Manifesto per lo sviluppo agile di software*. Recuperato da <https://agilemanifesto.org/iso/it/manifesto.html>
- Agile Alliance. *Principi del manifesto agile*. Recuperato da <https://agilemanifesto.org/iso/it/principles.html>
- Wikipedia. *Scrum (informatica)*. Recuperato da [https://it.wikipedia.org/wiki/Scrum_\(informatica\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Scrum_(informatica))
- Atlassian. *Agile at scale*. Recuperato da <https://www.atlassian.com/it/agile/agile-at-scale>
- Asana. *Cos'è il Timeboxing?*. Recuperato da <https://asana.com/it/resources/what-is-timeboxing>
- ServiceNow. *What is hybrid project management?*. Recuperato da <https://www.servicenow.com/it/products/strategic-portfolio-management/what-is-hybrid-project-management.html>
- HumanWare Online. *Metodologia ibrida di project management*. Recuperato da <https://www.humanwareonline.com/project-management/center/metodologia-ibrida-project-management/>
- LinkedIn. (n.d.). *9 benefits of hybrid project management with real-life examples from companies*. Recuperato da <https://www.linkedin.com/pulse/9-benefits-hybrid-project-management-real-life-examples-companies/>
- FlexiProject. *Gestione ibrida dei progetti: Cos'è e come utilizzarla nella pratica*. Recuperato da <https://flexi-project.com/it/gestione-ibrida-dei-progetti-cose-e-come-utilizzarla-nella-pratica/>

- Bakkah. *Hybrid Project Management: Combining Agile and Waterfall Approaches*. Recuperato da <https://bakkah.com/knowledge-center/hybrid-project-management>.
- Sprintzeal. *Coca-Cola's Project Management Strategy*. Recuperato da https://www.sprintzeal.com/blog/coca-cola-project-management-strategy#coca-colas_-_project_management_strategy_overview
- Workfeed. *The project management behind Tesla's Gigafactories*
- OpenProject. *Project management in universities and research*. Recuperato da <https://www.openproject.org/project-management-universities-research/>
- OpenProject. (n.d.). *Case study: Coburg University*. Recuperato da <https://www.openproject.org/project-management-universities-research/case-study-coburg-university/>
- Parlamento Europeo. (2023). *Che cos'è l'intelligenza artificiale e come viene usata?* Recuperato da <https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20200827STO85804/che-cos-e-l-intelligenza-artificiale-e-come-viene-usata>
- BeFormazione. *L'impatto rivoluzionario dell'AI*. Recuperato da <https://www.beformazione.com/pmfacile/general-management/limpatto-rivoluzionario-dell-ai/>.
- Florkin, J. *AI nella gestione dei progetti*. Recuperato da <https://julienflorkin.com/it/gestione-del-progetto/ai-nella-gestione-dei-progetti/>
- Rizzo, R. (2024). *L'AI nel project management: Applicazioni, sfide e futuro*. Recuperato da <https://www.rinorizzo.com/2024/08/lai-nel-project-management-applicazioni-sfide-e-futuro/>
- Capterra. (2024). *Intelligenza artificiale e project management*. Recuperato da <https://www.capterra.it/blog/6895/intelligenza-artificiale-e-project-management>
- ProSymmetry. *Home page*. Recuperato da <https://www.prosymmetry.com/> e Florkin, J. *AI nella gestione dei progetti*. Recuperato da <https://julienflorkin.com/it/gestione-del-progetto/ai-nella-gestione-dei-progetti/>
- Skanska USA. (n.d.). *How AI is revolutionizing productivity, efficiency, and knowledge sharing*. Recuperato da <https://www.usa.skanska.com/who-we-are/media/constructive-thinking/how-ai-is-revolutionizing-productivity-efficiency-and-knowledge-sharing/>.
- Pfizer. (2023). *Intelligenza artificiale: I tre principi di Pfizer per una gestione etica e responsabile*. Recuperato da <https://www.pfizer.it/news/blog-novembre-2023-intelligenza-artificiale-i-tre-principi-di-pfizer-per-una-gestione-etica-e-responsabile> e Agenda Digitale. (2020). *Vaccini anti-Covid: Così l'intelligenza artificiale sta aiutando la ricerca e le terapie*. Recuperato da <https://www.agendadigitale.eu/sanita/vaccini-anti-covid-cosi-lintelligenza-artificiale-sta-aiutando-la-ricerca-e-le-terapie/>
- Agenda Digitale. *Come l'IA cambia l'educazione: Strategie, ricerca, nodi etici*. Recuperato da <https://www.agendadigitale.eu/scuola-digitale/come-lia-cambia-leducazione-strategie-ricerca-nodi-etici/>
- Conferenza Episcopale Italiana (CEI). (28 Gennaio 2025). *Antiqua et Nova: Nota sul rapporto tra intelligenza artificiale e intelligenza umana*. Recuperato da <https://www.chiesacattolica.it/antiqua-et-nova-nota-sul-rapporto-tra-intelligenza-artificiale-e-intelligenza-umana/>
- Euroborsa. (28 Gennaio 2025). *DeepSeek AI: La startup cinese che sfida OpenAI*. Recuperato da <https://euroborsa.it/deepseek-ai-startup.aspx>
- Marro, D. (31/01/2025). *DeepSeek: Analisi dei pro e contro in termini di sicurezza e privacy*. Recuperato da <https://www.davidmarro.it/blog/deepseek-analisi-dei-pro-e-contro-in-termini-di-sicurezza-e-privacy>

- **Sfart, Lucian.** (2024). *Empowering Project Managers through Dynamic AI and Agile Collaboration*. PM World Journal, Vol. XIII, Issue VI, June 2024. Disponibile su www.pmworljournal.com.
- <https://chatgpt.com/>
- David Robins (19 dicembre 2018), “The combination of Hybrid Project Management and AI”, pubblicato su: <https://www.linkedin.com/pulse/combination-hybrid-project-management-ai-david-robins/>.
- Wikipedia contributors. (2024). *Netflix*. Wikipedia, The Free Encyclopedia. Recuperato da <https://it.wikipedia.org/wiki/Netflix>
- **PMO Team.** (1 settembre 2024). *Come implementare un project management ibrido*. ClickUp. Recuperato da <https://clickup.com/it/blog/207275/project-management-ibrido>.