

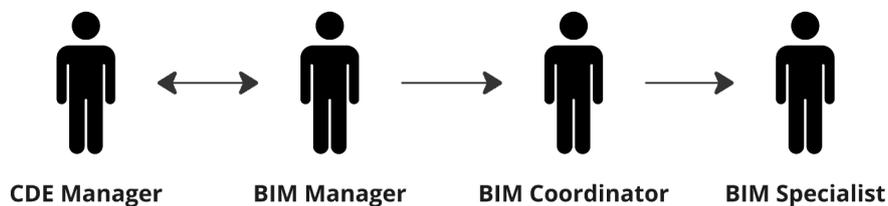
# Il BIM nell'Era dell'Intelligenza Artificiale: nuovi orizzonti per i professionisti del settore

Simone Balin, Ingegnere, Ph.D Candidate Politecnico di Milano

*L'adozione combinata del Building Information Modeling e Intelligenza Artificiale nel settore delle costruzioni promette di rivoluzionare profondamente le professioni legate a questo ambito. Ecco una visione completa che bilancia il lavoro umano con l'automazione intelligente.*

## L'Intelligenza Artificiale come Nuovo Standard di Eccellenza Professionale nel BIM

L'integrazione tra Building Information Modeling (BIM) e intelligenza artificiale (AI) offre un grande potenziale, ma porta con sé complicazioni e punti deboli che meritano attenzione [1]. Tradizionalmente, il BIM ha visto la partecipazione di figure chiave come il BIM Specialist, il BIM Coordinator, il BIM Manager e il CDE (Common Data Environment) Manager. Questi ruoli sono fondamentali per la gestione, il coordinamento e l'implementazione delle informazioni all'interno di un progetto costruttivo [2]. Tuttavia, con l'avvento dell'AI, sorgono domande critiche: Quale sarà il futuro di questi professionisti? L'intelligenza artificiale sarà in grado di generare e gestire dati autonomamente, mettendo a rischio queste figure?



**Figura 1** - Le figure chiave del BIM nella UNI 11337-7.

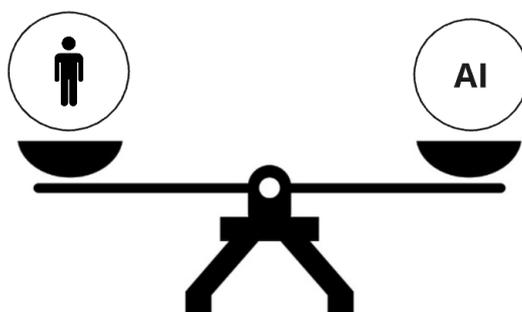
L'adozione del BIM ha richiesto non solo nuove competenze, ma anche una chiara definizione delle responsabilità di ciascun professionista coinvolto. In Italia, la normativa UNI 11337-7 svolge un ruolo fondamentale in questo contesto, definendo le competenze e le responsabilità di queste figure professionali. Con la rapida evoluzione della tecnologia e l'integrazione crescente di strumenti avanzati come l'intelligenza artificiale nel settore delle costruzioni, credo che il panorama delle figure professionali legate al Building Information Modeling dovrà affrontare una trasformazione significativa. Le professioni come il BIM Specialist, il BIM Coordinator e il BIM Manager hanno finora svolto ruoli fondamentali nella gestione e nell'implementazione dei processi BIM. Tuttavia, l'intersezione e la sinergia con nuove tecnologie e metodologie richiederanno una rivisitazione dei compiti e delle responsabilità [3], [4].

L'intelligenza artificiale, emergendo come un "professionista assoluto" con una gamma di competenze che spazia dalla generazione di rendering in pochi secondi, alla consulenza su argomenti specifici, fino alla produzione di codice in qualsiasi linguaggio di programmazione, si sta affermando come uno strumento indispensabile [5]. Questi sistemi possono lavorare a costi ridotti, spesso meno di un dollaro l'ora, e

possiedono una vasta conoscenza comparabile a quella di un'enciclopedia. Inoltre, la loro integrazione con funzionalità di ricerca web in tempo reale amplifica ulteriormente la loro utilità.

Di fronte a queste capacità, il mercato del lavoro umano si troverà a fare i conti con una realtà in cui le AI possono soddisfare enormi volumi di domanda con precisione ed efficienza. Se i salari non sono competitivi, le AI rappresentano una risorsa economica e performante, capaci di affrontare le sfide senza risentire di incentivi minimi. In altre parole, mentre il ritorno economico per il lavoro umano può essere limitato, l'investimento nello sviluppo di AI che eccellano in vari compiti può ammontare a milioni di euro. L'AI può gestire una parte considerevole del lavoro, sollevando le persone dalla necessità di occuparsi di compiti ripetitivi e di routine, permettendo loro di concentrarsi su attività più strategiche e creative [6].

Se da un punto di vista ottimista, questo può essere paragonato alla rivoluzione internet degli anni 2000, l'altra faccia della medaglia rivela possibili conflitti etici, ma questo non è l'argomento principale di questo articolo; piuttosto, sono possibili spunti che potrebbero essere sviluppati successivamente. In questo scenario, l'equilibrio tra lavoro umano e automazione diventa cruciale per definire nuovi standard e per ottimizzare l'efficacia complessiva dei processi lavorativi.

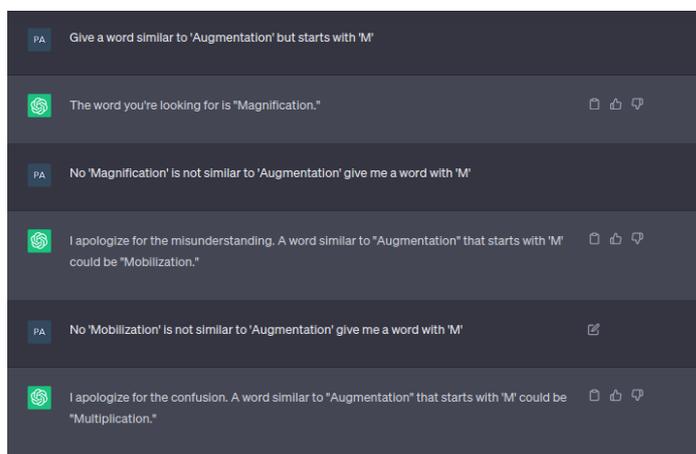


**Figura 2** - Armonia Digitale: L'Equilibrio tra Lavoro Umano e Automazione AI.

## Le Criticità dei Contenuti Generati dall'AI

Se da un lato l'AI sta velocizzando e sostituendo numerose figure nel settore delle costruzioni, è anche vero che essa possiede diversi talloni d'Achille. Uno di questi è rappresentato dalle "allucinazioni" (AI hallucinations), che si verificano quando un modello di intelligenza artificiale produce output falsi o fuorvianti, nonostante sembri sicuro di ciò che sta affermando [7].

Questo può essere causato da un apprendimento automatico contraddittorio generato da uno scarso controllo dei modelli AI o da eventuali sabotatori che hanno accesso ai modelli di apprendimento, con opportunità illimitate di danneggiare il processo ed i risultati.



**Figura 3** – Esempio di allucinazioni nell'AI - ChatGPT [8].

Anche la mancanza di specializzazione dei modelli di AI può creare problemi nella filiera delle costruzioni. I risultati ottenuti dall'AI potrebbero essere molto precisi e accurati, ma potrebbero allo stesso tempo essere accurati ma imprecisi, in quanto non aggiornati, manipolati o avvelenati attraverso attacchi informatici sui modelli di apprendimento, portando a gravi errori lungo tutta la filiera delle costruzioni, che nel 2025, secondo il rapporto pubblicato da Global Construction Perspectives e Oxford Economics rappresenterà il 13,5% della produzione mondiale [9].

La sfida principale deriva dalla difficoltà di garantire l'affidabilità dell'AI: se il modello è chiuso, non è possibile verificarne il funzionamento interno, rendendolo equivalente a un'applicazione centralizzata. Al contrario, se il modello è aperto, vi è il rischio che utenti malevoli possano scaricarlo, simulare localmente il suo funzionamento e progettare attacchi mirati per ingannare il modello, compromettendo così l'affidabilità del sistema [10].

## Il Paradosso dei Contenuti Generati dall'AI per AI

Fino a qualche anno fa, quando si parlava di infrastruttura digitale, si dava quasi per scontato che si trattasse di informazioni generate e gestite da attività umane per esseri umani. Tuttavia, con l'avvento dell'intelligenza artificiale, stiamo assistendo sempre più alla creazione e gestione di contenuti da parte di AI per altri sistemi AI. Questo fenomeno rappresenta un cambiamento significativo nella concezione tradizionale della gestione dei dati, influenzando anche settori come il BIM.

Il BIM, nato con l'intento di ottimizzare la gestione delle informazioni nell'ambito delle costruzioni, fornendo una base solida per la collaborazione tra esseri umani, come architetti, ingegneri e costruttori [11]. L'introduzione dell'AI nel BIM ha permesso l'automazione di molte attività, migliorando l'efficienza e la precisione. Tuttavia, se i contenuti generati dall'AI diventano predominanti e vengono utilizzati principalmente da altri sistemi AI, si rischia di perdere l'aspetto umano che è stato alla base della creazione del BIM.

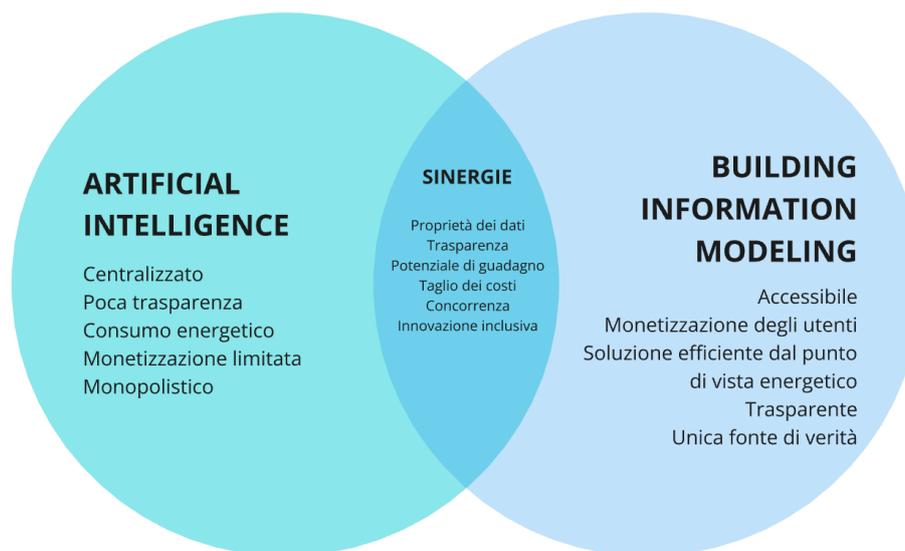


**Figura 4** - Esempio di possibile evoluzione dei processi di interoperabilità nel BIM+AI.

A tutto questo, se aggiungiamo le criticità precedentemente descritte, è chiaro che ad oggi, sia come professionisti che, come ricercatori, ci stiamo esponendo all'intelligenza artificiale senza alcun strumento di protezione, o quanto meno senza una strategia per salvaguardare il ruolo umano nella gestione delle informazioni. Questo paradosso solleva diverse domande: come mantenere il controllo sulla qualità e l'accuratezza dei dati? Come distinguere le informazioni generate dall'AI da quelle generate dagli esseri umani? Quali figure e quali competenze dovranno avere coloro che svolgeranno il ruolo di controllo?

## Verso un Futuro di Sinergia tra BIM e AI

Le sinergie tra BIM e AI nel settore delle costruzioni rappresentano una delle tendenze tecnologiche più rilevanti degli ultimi anni [11]. Per rispondere alle domande precedentemente esposte è prima necessario capire come funzionano queste sinergie e come possono essere organizzate. Il BIM può fornire una base strutturale solida per organizzare i dati necessari all'AI, mentre l'AI, tramite l'analisi e l'elaborazione di grandi volumi di dati, ha il potenziale di migliorare notevolmente l'efficacia e l'efficienza del BIM. Tuttavia, sebbene le sinergie a livello teorico siano evidenti, la ricerca di applicazioni pratiche concrete non ha ancora raggiunto le aspettative.



**Figura 5** - Le sinergie tra BIM e intelligenza artificiale.

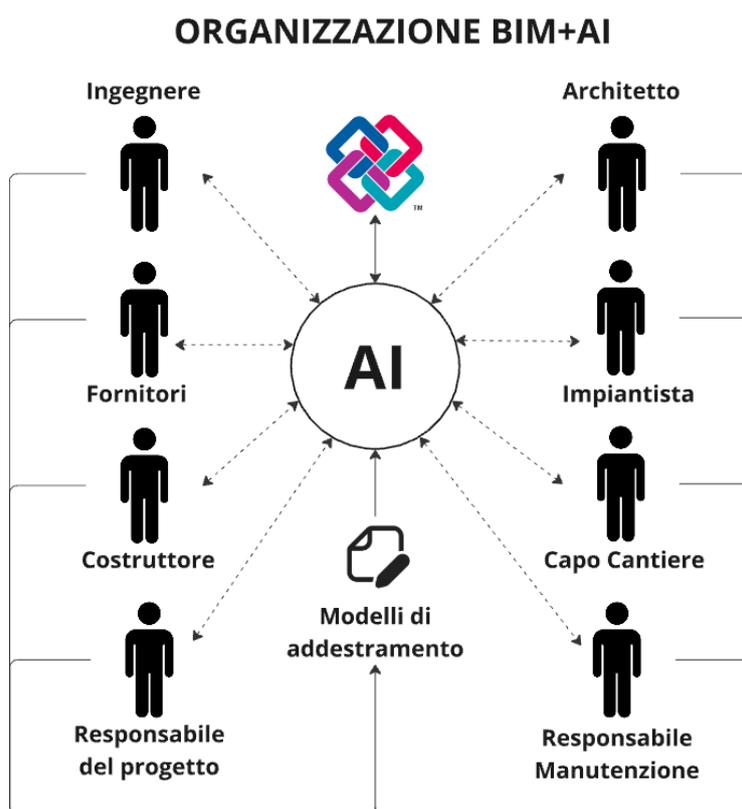
Recentemente, l'introduzione di avanzati Large Language Models (LLM) ha segnato una svolta significativa, aprendo a nuove e promettenti applicazioni dell'AI all'interno della metodologia BIM. Questo sviluppo è particolarmente evidente quando l'AI è combinata con tecnologie emergenti come la blockchain e la crittografia, che offrono ulteriori opportunità di innovazione e sicurezza [12]. Come ho già affermato in precedenti studi, i sistemi di intelligenza artificiale applicati al BIM possono essere raggruppati in quattro categorie principali:

1. AI come Professionista Regolamentato: In questa categoria, l'AI agisce come un professionista digitale, partecipando attivamente a processi specifici con input umano.
2. AI come Interfaccia di Lavoro: Qui, l'AI funge da interfaccia che aiuta gli utenti a comprendere meglio il contesto e a prendere decisioni informate. Ciò comporta anche rischi legati alla fiducia nell'AI e alla possibilità di errori dovuti a interpretazioni errate dei dati.
3. AI come Regolatore del Processo: Questa categoria considera l'AI integrata con tecnologie come la blockchain per garantire trasparenza e regolarità nei processi. Questa applicazione è particolarmente delicata e rischiosa, poiché implica decisioni soggettive e la gestione della sicurezza e della qualità del lavoro, richiedendo un'accurata regolamentazione.
4. AI come Obiettivo del Processo Costruttivo: In questo scenario, il BIM è utilizzato per costruire e mantenere un'AI superiore, con l'obiettivo di migliorare continuamente le prestazioni e prevenire l'uso improprio dei dati. Questa visione avanza verso una situazione in cui l'AI stessa diventa l'oggetto finale del processo costruttivo, cercando di ottimizzare continuamente i risultati attraverso l'apprendimento e l'adattamento.

Questa suddivisione permette di avere una chiara idea di come l'intelligenza artificiale non operi in maniera lineare su un solo campo, ma risulta stratificata in più layer ben articolati. Da ciò ne deriva che un approccio ben regolamentato, con figure in grado di gestire tali sinergie sarà essenziale per massimizzare i benefici e garantire un'applicazione sicura ed efficace.

### Nuove Competenze e Ruoli Professionali

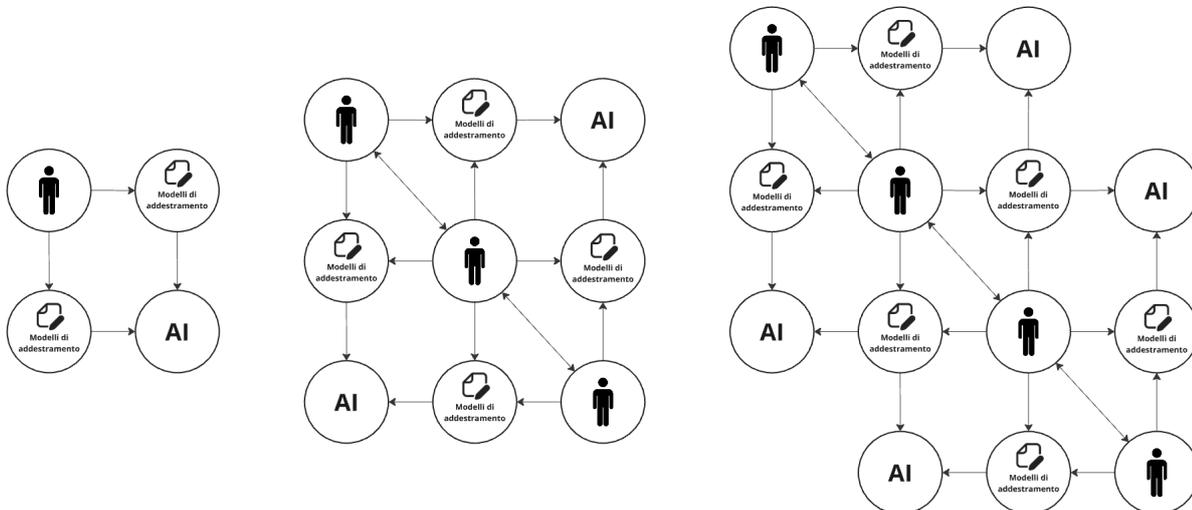
Credo che per affrontare efficacemente le sfide e sfruttare le opportunità offerte dall'integrazione di AI e BIM, sarà necessario sviluppare nuove conoscenze che potranno ridefinire alcuni ruoli professionali. Immagino che nel prossimo futuro ci troveremo ad affrontare trasformazioni e cambiamenti sostanziali in termini di metodologia e approccio, che permetteranno di integrare le AI sotto diversi aspetti. Per esempio, attraverso un sistema di controllo della natura dei contenuti, potremmo distinguere efficacemente ciò che è umano da ciò che non lo è. L'analisi dei metadati, la tracciabilità delle modifiche e l'uso di strumenti di verifica saranno fondamentali per identificare la fonte dei contenuti e valutarne l'affidabilità, prima e dopo l'esecuzione di modelli di addestramento. Inoltre, queste nuove figure a mio avviso dovranno garantire che il processo mantenga un meccanismo di rapporto ed evoluzione tra essere umani e AI e non di progressiva sostituzione con totale perdita di controllo.



**Figura 6** - Processo di interoperabilità BIM+AI.

L'uso di sistemi di auditing e monitoraggio in tempo reale consentirà di tracciare le modifiche e rilevare eventuali anomalie nei dati. Inoltre, l'implementazione di protocolli di revisione e verifica incrociata, che coinvolgano sia esperti umani che sistemi AI, contribuirà a garantire l'accuratezza e la coerenza dei contenuti. L'utilizzo dell'intelligenza artificiale in cui le AI partecipano a un sistema che le premia o le penalizza (probabilisticamente) in base agli input raccolti dagli esseri umani è un approccio che merita attenzione. In questo contesto, l'AI agisce come un esperto che contribuisce attivamente ai processi decisionali, seguendo protocolli che integrano input umani per ottenere risultati ottimali. Immaginando un albo digitale per le

intelligenze artificiali, dove ciascuna AI viene valutata attraverso un meccanismo di validazione progressiva, potremmo migliorare lo sviluppo e l'orientamento di questa tecnologia. Questo può essere strutturato come un sistema a matrice che possiamo via via incrementare di grado, a seconda della complessità.



**Figura 7** - Esempi di matrici di controllo e apprendimento per la gestione dell'AI a diverse scale di complessità.

Il controllo che questi professionisti dovranno esercitare sui contenuti generati dall'AI dovrà essere supportato da una struttura di governance robusta e regolamentata. Ciò comporta la necessità di creare standard e linee guida che regolamentino l'uso dell'AI nel BIM. Questo include la definizione di protocolli per garantire la qualità e l'affidabilità dei dati generati dall'AI, oltre alla sicurezza dei sistemi utilizzati per il controllo. Di conseguenza, il sistema educativo giocherà un ruolo fondamentale. I corsi di laurea e di specializzazione dovranno includere moduli specifici sull'AI applicata al BIM, fornendo agli studenti non solo gli strumenti necessari, ma anche nuovi approcci e framework applicativi.

## Bibliografia

- [1] A. L. Mostafa, M. A. Mohamed, S. Ahmed, and W. M. M. A. Youssef, "Application of Artificial Intelligence Tools with BIM Technology in Construction Management: Literature Review," *International Journal of BIM and Engineering Science*, vol. 6, no. 2, pp. 39–54, 2023, doi: 10.54216/IJBES.060203.
- [2] Maciej Serda *et al.*, "I capitoli informativi con metodologia BIM. Guida alla stesura per appalti digitali.," *Uniwersytet śląski*, vol. 7, no. 1, pp. 343–354, 2022, doi: 10.2/JQUERY.MIN.JS.
- [3] Z. Kowalczyk and M. Czubenko, "Cognitive motivations and foundations for building intelligent decision-making systems," *Artif Intell Rev*, Apr. 2022, doi: 10.1007/S10462-022-10255-9.
- [4] S. Sepasgozar *et al.*, "A Systematic Content Review of Artificial Intelligence and the Internet of Things Applications in Smart Home," *Applied Sciences 2020*, Vol. 10, Page 3074, vol. 10, no. 9, p. 3074, Apr. 2020, doi: 10.3390/APP10093074.
- [5] A. Darko, A. P. C. Chan, M. A. Adabre, D. J. Edwards, M. R. Hosseini, and E. E. Ameyaw, "Artificial intelligence in the AEC industry: Scientometric analysis and visualization of research activities," *Autom Constr*, vol. 112, p. 103081, Apr. 2020, doi: 10.1016/J.AUTCON.2020.103081.

- [6] “The promise and challenges of crypto + AI applications.” Accessed: Feb. 18, 2024. [Online]. Available: <https://vitalik.eth.limo/general/2024/01/30/cryptoai.html>
- [7] M. Salvagno, F. S. Taccone, and A. G. Gerli, “Artificial intelligence hallucinations,” *Crit Care*, vol. 27, no. 1, Dec. 2023, doi: 10.1186/S13054-023-04473-Y.
- [8] “Artificial Intelligence Hallucinations - GeeksforGeeks.” Accessed: Jul. 24, 2024. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/hallucination/>
- [9] “Construction and Infrastructure | Oxford Economics.” Accessed: Jun. 03, 2024. [Online]. Available: <https://www.oxfordeconomics.com/industry/construction-infrastructure/>
- [10] “The promise and challenges of crypto + AI applications.” Accessed: Jun. 03, 2024. [Online]. Available: <https://vitalik.eth.limo/general/2024/01/30/cryptoai.html>
- [11] Y. Pan and L. Zhang, “Integrating BIM and AI for Smart Construction Management: Current Status and Future Directions,” *Archives of Computational Methods in Engineering*, Mar. 2022, doi: 10.1007/S11831-022-09830-8.
- [12] Q. Yang, Y. Zhao, H. Huang, Z. Xiong, J. Kang, and Z. Zheng, “Fusing Blockchain and AI With Metaverse: A Survey,” *IEEE Open Journal of the Computer Society*, vol. 3, pp. 122–136, Jul. 2022, doi: 10.1109/ojcs.2022.3188249.