

Gemelli digitali: rivoluzione concreta o solo hype tecnologico?

di Renzo Carlucci



Copertina del rapporto "The Digital Twin Industry Report - Insights from Top Executives" Copyright Hexagon 2024

I "Digital Twin" vengono spesso presentati come strumenti rivoluzionari per la gestione delle città, delle infrastrutture e dell'ambiente. Ma cosa sono davvero? E, soprattutto, sono applicabili con efficacia o rimangono perlopiù un'illusione narrativa basata su dati inconsistenti? In questo articolo, analizziamo in modo critico potenzialità, limiti e premesse fondamentali per rendere questi strumenti realmente utili, partendo da una premessa spesso ignorata: senza una cartografia urbana certificata e accurata, il gemello digitale non ha valore operativo.

Cos'è davvero un Digital Twin?

Una definizione efficace di Digital Twin è quella di una replica digitale accurata del mondo fisico, alimentata da dati dinamici e utilizzata per simulare, analizzare e ottimizzare processi e prestazioni. Si tratta di modelli digitali che evolvono nel tempo grazie all'interazione continua con sensori, dati in tempo reale e sistemi di intelligenza artificiale.

Si sente parlare sempre più frequentemente di gemelli digitali, o Digital Twin, come se si trattasse di una scoperta rivoluzionaria delle possibilità offerte dall'attuale tecnologia.

Ma non si tratta forse di una terminologia nuova per descri-

vere concetti e processi che, in realtà, stiamo già cercando di realizzare da decenni?

Nati in ambito industriale e aerospaziale, i Digital Twin si stanno oggi espandendo in settori come l'urbanistica, l'ingegneria civile e la gestione ambientale. Tuttavia, è proprio in questi ambiti che emergono le maggiori difficoltà, legate alla qualità e alla disponibilità dei dati.

Realizzare Digital Twin di città non rappresenta una grande novità, essendo un'evoluzione delle attività di rilievo e produzione di cartografia 3D, tecnologie che hanno avuto i loro albori già all'inizio dell'era informatica. Basti pensare all'evoluzione dal CAD al BIM: il

CAD, già dotato di un database collegato, veniva spesso utilizzato solo per facilitare la rappresentazione grafica, ignorando gran parte delle potenzialità gestionali; oggi, il BIM si basa anch'esso sul CAD, ma integra database gestionale e informazioni di asset management, come già avveniva in altri sistemi.

Inoltre, da quanto tempo il settore dell'impiantistica utilizza rilievi associati a database degli elementi costitutivi per programmare sostituzioni o manutenzioni? Oppure, in ambito energetico, si applicano sistemi di regolazione intelligente basati su modelli geografici e reti di distribuzione? O ancora, si impiegano sistemi automatici di

regolazione delle valvole negli acquedotti, con dati fisici delle condotte integrati nel sistema? La domanda che sorge spontanea riguarda il motivo per cui, ad esempio, Milano definisca come Digital Twin un progetto che, in realtà, si limita a una delle procedure più consolidate di rilievo aerofotogrammetrico topografico, integrato con rilievi Lidar aerei, terrestri o mobili.

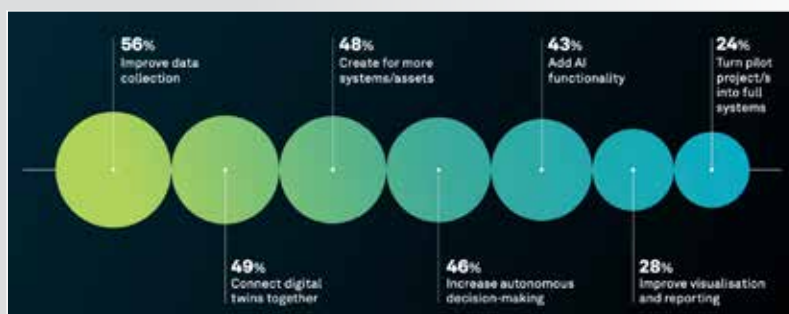
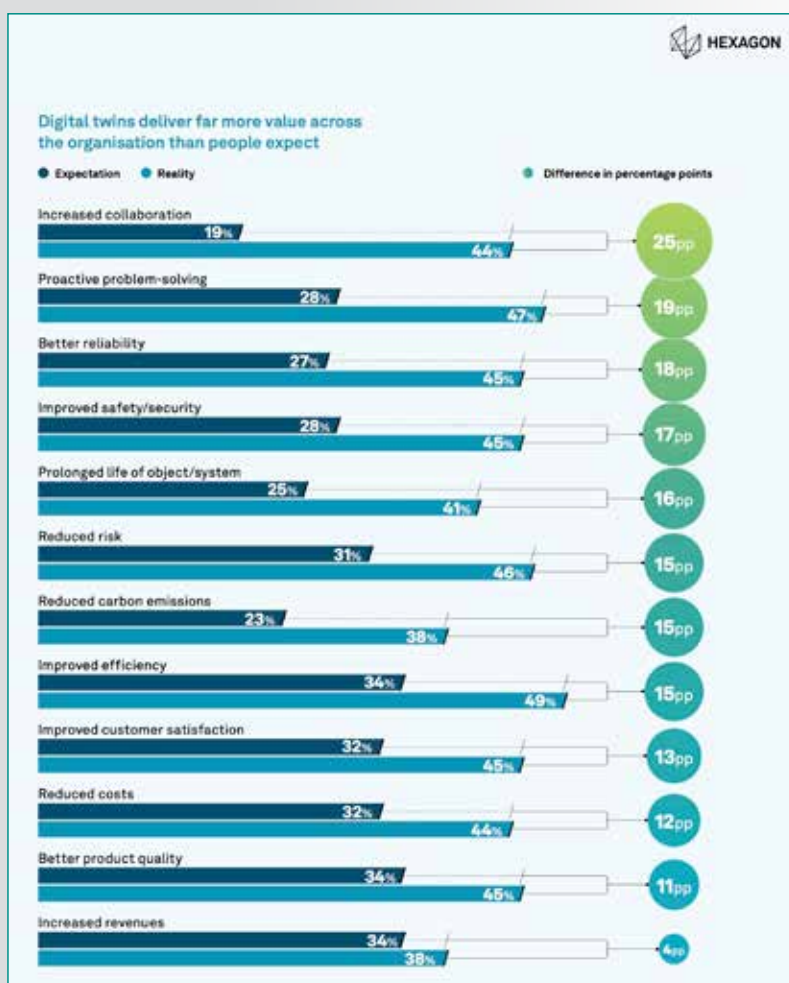
Dietro questa definizione si intravede una perdita di capacità di razionalizzare, attraverso standard e metodologie uniformi, i processi di conoscenza del territorio e dell'ambiente. Ricordiamo che, nella seconda metà del XX secolo, istituzioni pubbliche e private si sono impegnate a sviluppare metodi e standard per la creazione di geodatabase uniformi, al fine di garantire qualità e affidabilità.

L'opinione dell'industria di settore

In una recente analisi di mercato rivolta a 660 leader senior di 11 settori industriali a livello internazionale (Hexagon Market Analysis 2024), è stato rilevato che il 96% dei dirigenti di alto livello crede nei vantaggi dei gemelli digitali. Questo rapporto esplora l'adozione della tecnologia dei gemelli digitali in 11 settori, analizzandone l'impatto profondo sul valore aziendale. Attraverso un sondaggio tra 660 dirigenti e i loro team, sono stati scoperti i modi innovativi in cui le organizzazioni sfruttano i Digital Twin, nonché il collegamento tra maturità tecnologica e successo organizzativo. Dalle applicazioni più sorprendenti alle lezioni apprese da chi è più avanti nell'adozione, gli approfondimenti mostrano lo stato attuale dell'utilizzo dei gemelli digitali e le prospettive

future di questa tecnologia. Anche se esistono sfide, le aziende che hanno integrato i Digital Twin stanno già osservando risultati positivi e concreti. E la realtà supera spesso le aspettative, poiché i benefici offerti dai Digital Twin tendono a essere superiori a quanto inizialmente previsto.

Un messaggio chiaro emerge: i Digital Twin offrono un valore molto più grande di quanto i leader si aspettassero. Per valutare questa discrepanza, è stato chiesto agli intervistati che non utilizzavano ancora i Digital Twin come percepivano i benefici di questa tecnologia, e poi è stata ri-



Il grafico riporta le risposte degli intervistati per l'Hexagon Digital Twin Industry Report 2024

petuta la stessa domanda a chi già li utilizza.

È emerso chiaramente che chi non ha ancora adottato questa tecnologia tende a sottovalutarne le potenzialità. Ad esempio, tra coloro che non usano i Digital Twin, solo il 19% prevede che questa tecnologia possa migliorare la collaborazione, mentre il 44% di chi già la utilizza segnala un incremento della collaborazione come beneficio — una differenza di 25 punti percentuali.

Similmente, solo il 28% si aspetta un miglioramento nella risoluzione proattiva dei problemi, mentre il 47% di chi già li utilizza riscontra già questo vantaggio.

Il divario tra aspettative e risultati si riduce invece con i benefici più quantificabili. La riduzione dei costi, il miglioramento della qualità del prodotto e l'aumento dei ricavi mostrano le minori differenze tra percezione e realtà. In particolare, per quanto riguarda

l'aumento dei ricavi, il divario è di soli 4 punti percentuali.

Le difficoltà nel reperire dati di qualità

Dati accurati sono fondamentali per massimizzare il valore dei Digital Twin. Costruire e implementare un Digital Twin non è privo di sfide. L'indagine evidenzia che il principale ostacolo riguarda i dati stessi: tutto ruota attorno alla qualità e alla disponibilità dei dati.

Le prime due criticità segnalate dai dirigenti e dalle aziende nello sviluppo dei Digital Twin sono la qualità dei dati (43%) e l'integrazione/interoperabilità (42%). Dati precisi e tempestivi sono essenziali affinché un Digital Twin possa funzionare correttamente e generare il massimo valore aziendale: questa rappresenta una criticità che richiede attenzione prioritaria.

Mark Cichy, di HOK, osserva che nel settore AEC (Architettura, Ingegneria e

Costruzioni) spesso manca la conoscenza e l'esperienza necessarie per raccogliere, organizzare e sfruttare i dati. Gli appaltatori, gli ingegneri e gli architetti "non sono data scientist", e dato che i margini sono generalmente molto ridotti, non si ha in organico qualcuno che possa ordinare e strutturare le informazioni spesso estremamente disordinate".

I Digital Twin urbani

Uno dei principali ostacoli alla realizzazione efficace delle Digital Twin urbane è la grave carenza di dati cartografici accurati e certificati. Non si può pensare di costruire modelli digitali affidabili e utili per la pianificazione e la gestione urbana senza una mappa di base rigorosa, precisa e aggiornata. In questo contesto, la Cartografia Tecnica Comunale (CTC) rappresenta un'infrastruttura imprescindibile: realizzata in scala 1:1000, o, in funzione della densità urbana,



Un test di realizzazione di 3DCity per il Digital Twin della città di Roma, realizzato da restituzione aerofotogrammetrica 3D compatibile per geodatabase CTC e LOD200 BIM.

in scala 1:2000 o 1:500, essa costituisce il fondamento geometrico e topografico su cui devono poggiare tutti i Digital Twin urbani degni di questo nome.

Le regole di costruzione dei geodatabase delle CTC non sono semplici standard tecnici: rappresentano il linguaggio strutturale e la grammatica spaziale dei dati che devono animare il Digital Twin, specialmente quando si lavora in ambienti integrati come il BIM. Senza di esse, il dato diventa muto e il modello digitale perde la sua funzione operativa.

Purtroppo, molti dei modelli 3D presentati oggi come Digital Twin si basano su basi cartografiche non certificate, prive del necessario livello di responsabilità tecnica e urbanistica. Il risultato? Visualizzazioni spettacolari, spesso anche accattivanti dal punto di vista estetico, ma del tutto prive di solidità metrica e di valore quantitativo. In

breve, belle immagini, ma dati inutilizzabili per applicazioni serie di gestione urbana, pianificazione o manutenzione infrastrutturale.

Tuttavia, le cose stanno cambiando. Lo studio di Cichy sta sviluppando strategie diverse per ogni progetto, con l'obiettivo di estrarre, categorizzare e strutturare i dati, utilizzando anche tecnologie innovative per valorizzare le informazioni.

“Stiamo impiegando l'intelligenza artificiale in numerose iniziative per creare ordine dove prima non c'era,” afferma Cichy.

Questo approccio rappresenta una tendenza più ampia e proattiva: le aziende stanno investendo per affrontare questa sfida.

Secondo le previsioni, nel prossimo anno, il miglioramento della qualità e della raccolta dei dati sarà la priorità numero uno.

Il fascino dell'intelligenza artificiale

L'intelligenza artificiale sta diventando sempre più una guida

fondamentale per le aziende che vogliono crescere e innovare. Un esempio concreto è il crescente interesse per i gemelli digitali, modelli virtuali che replicano ambienti, oggetti o processi reali. Oggi, infatti, l'80% dei leader afferma che l'IA ha aumentato il loro interesse verso queste tecnologie, che sembrano ormai andare di pari passo.

Ma come si collegano davvero l'IA e i Digital Twin? L'intelligenza artificiale è già al centro di molte applicazioni: dalla gestione dei dati raccolti sul campo (59%) al miglioramento dell'esperienza utente (56%). Secondo Johannes Maunz, vicepresidente per l'IA di Hexagon, l'IA è presente in ogni fase del ciclo di vita di un Digital Twin. Ecco come:

Nella creazione del Digital Twin

Durante la fase di sviluppo, l'IA può contribuire a pianificare in modo più efficace, arricchendo i dati rilevati dal



Ancora un'immagine del test di realizzazione di 3DCity per il Digital Twin della città di Roma.

mondo reale. Può anche “pulire” la scena virtuale, eliminando elementi non necessari come persone o attrezzi visibili in un cantiere.

Nell'aggiornamento

Mantenere aggiornato un Digital Twin può richiedere molto tempo, ma l'IA permette di velocizzare questo processo e di ridurre i costi. Per esempio, oggi basta far volare un drone per 20 minuti su un'area di lavoro per ottenere dati pronti all'uso, rispetto alle ore di lavoro richieste in passato.

Nell'accesso alle informazioni

Grazie all'IA, è più semplice leggere e interpretare i dati: attraverso colori, livelli di dettaglio e viste personalizzate, le informazioni diventano più comprensibili. Inoltre, sfruttando metadati e modelli linguistici, l'IA può fornire all'utente esattamente ciò di cui ha bisogno, nel momento in cui serve.

Quest'ultimo punto, secondo

Maunz, è fondamentale: rendere l'accesso ai dati semplice e immediato per tutti, anche per chi lavora direttamente sul campo. I Digital Twin più utili sono quelli che integrano modelli linguistici di ultima generazione (LLM), così da permettere anche ai non esperti di trovare facilmente le informazioni necessarie. L'interesse per l'intelligenza artificiale è in forte crescita: il 43% dei leader intervistati ha dichiarato di voler investire in

**La tecnologia
è stata un po'
sopravvalutata, e
questo ha gene-rato
scetticismo.
C'è confusione
su cosa si possa
realmente ottenere.”**

Mark Cichy, Hexagon

IA già nel prossimo anno. Per partire con il piede giusto, Maunz consiglia due semplici strategie:

“Siate curiosi, ma chiedete sempre a cosa serve davvero l'IA. Non tutte le soluzioni hanno lo stesso valore.”

L'illusione della tecnologia

Alcuni settori sono naturalmente più cauti nei confronti della trasformazione digitale. Questa diffidenza è spesso alimentata da una comprensibile frustrazione rispetto al clamore attorno alle nuove tecnologie: troppo spesso vengono presentate come soluzioni rivoluzionarie, ma finiscono per deludere le aspettative.

La questione è complessa, e le reazioni variano in base alle esigenze e alle esperienze di ogni realtà aziendale. Timore di fallimenti, resistenza al cambiamento o mancanza di priorità sono tra i motivi più frequentemente citati da società di consulenza e media di settore. Di fronte a insuccessi



Vista del quartiere EUR di Roma dall'alto, nell'ambito del test di realizzazione del 3DCity per il Digital Twin della città di Roma.



costosi del passato, è comprensibile che molte organizzazioni adottino un atteggiamento cauto nei confronti delle nuove tecnologie.

Nel settore della pianificazione urbana e territoriale, è un dato di fatto che la conoscenza precisa rappresenta una base imprescindibile. La cartografia digitale esiste da decenni, e oggi la sua evoluzione in 3D sta invertendo il flusso di produzione: si genera prima il modello digitale 3D, da cui si ricavano tutte le derivazioni necessarie per la gestione quotidiana.

Anche in altri settori, questa diffidenza può essere comprensibile: spesso si verificano delusioni e insuccessi, alimentati dal clamore e dalle aspettative troppo elevate.

Le opinioni e le risposte alle sfide della digitalizzazione dipendono molto dalle specificità di ciascuna realtà territoriale e aziendale.

Altri rischi di fallimento, paura del cambiamento o percezione

di mancanza di urgenza sono frequentemente citati da società di consulenza e media di settore.

Il Digital Twin non è una scorciatoia, ma uno strumento complesso, da maneggiare con competenza. È una rivoluzione

solo se costruito con metodo, su dati affidabili, con finalità operative chiare e aggiornamento continuo. Altrimenti, è solo un'altra moda tecnologica destinata a dissolversi con la prossima ondata di buzzwords.

PAROLE CHIAVE

DIGITAL TWIN; HEXAGON; INTELLIGENZA ARTIFICIALE

ABSTRACT

Digital Twins are often presented as revolutionary tools for city management, infrastructure, and environmental stewardship. But what are they really? And, more importantly, are they truly applicable with effectiveness, or do they remain largely a narrative illusion built on unreliable data? In this article, we critically analyze the potential, limitations, and essential prerequisites to make these tools genuinely useful—starting from a frequently overlooked premise: without certified and accurate urban cartography, a digital twin holds no operational value.

AUTORE

RENZO CARLUCCI

ESPERTO IN GEOMATICA E INFRASTRUTTURE DI DATI TERRITORIALI

COLLABORA CON ENTI PUBBLICI E LABORATORI URBANI PER LA

TRASFORMAZIONE DIGITALE SOSTENIBILE.

RENZO.CARLUCCI@GMAIL.COM | LINKEDIN/RENZOCARLUCCI