

A CURA DI MARCO VECCHIO\*

# La fabbrica e il suo doppio digitale

I Digital Twin non solo consentono di concepire, simulare e fabbricare i prodotti più rapidamente che in passato, ma anche di progettarli con l'obiettivo di migliorare l'economia, le prestazioni, la robustezza e la compatibilità ambientale

**I**l futuro della produzione sta subendo un'importante trasformazione. Sempre più requisiti tipici del mondo B2C stanno influenzando il mondo B2B e le aziende odierne sono sotto un'enorme pressione per rendere la loro produzione sostenibile sia dal punto di vista economico sia ambientale, in una situazione di estrema incertezza dei mercati. In questo contesto produttivo la principale risposta si chiama digitalizzazione o Industria 4.0, e all'interno di questo insieme di tecnologie il Digital Twin è certamente una delle più promettenti. Un gemello digitale è un doppio

virtuale di un prodotto, una macchina, un processo o un impianto di produzione completo e contiene tutti i dati e modelli di simulazione relativi all'originale. I gemelli digitali non solo consentono di concepire, simulare e fabbricare i prodotti più rapidamente che in passato, ma anche di progettarli con l'obiettivo di migliorare l'economia, le prestazioni, la robustezza o la compatibilità ambientale, collegando perfettamente e idealmente le tre P: Prodotto, Produzione e Prestazioni.

## La progettazione

Il primo passo nell'approccio al Digital Twin passa dunque dalla progettazione, che si articola in due direttrici principali: la progettazione del prodotto e la progettazione dell'impianto, o macchina, che lo produrrà. È una distinzione importante, perché nel primo caso si andranno a disegnare le caratteristiche di prestazione e utilizzo del bene di consumo (automobile, smartphone ecc.), anche in un'ottica di user experience. Nel secondo

invece l'obiettivo sarà progettare un impianto che sia in grado di realizzare il prodotto secondo precisi requisiti di produttività, efficienza e sostenibilità e poco importa se l'impianto non sarà completamente automatico: anche le attività svolte dall'uomo possono e devono essere disegnate secondo gli stessi criteri.

Un ulteriore aspetto che è necessario tenere presente è che con progettazione non si intende solamente la rappresentazione geometrica alla quale ci ha abituati la progettazione cad 3D. Di fatto, la geometria è solo uno degli elementi che contribuiscono a creare un gemello digitale, e in alcuni casi, non è neppure necessaria. Si tratta anche di modellizzare fenomeni



\*In collaborazione con il Gruppo Software Industriale di Anie Automazione

e processi multifisici quali scambi energetici, fluidica, pneumatica, attriti, inerzie, forza di gravità, deformazioni, flussi di materiali, attività manuali, cicli e così via. In questo caso, sono di grande aiuto strumenti software dedicati in grado di rappresentare matematicamente tutti questi fenomeni e permettere al progettista di individuare sempre la migliore soluzione. Questa maggiore complessità in fase progettuale si giustifica con un obiettivo molto chiaro: testare un oggetto prima di realizzarlo e metterlo in produzione.

### Il Virtual Commissioning

Oggi le aziende devono affrontare numerose sfide: l'alto grado

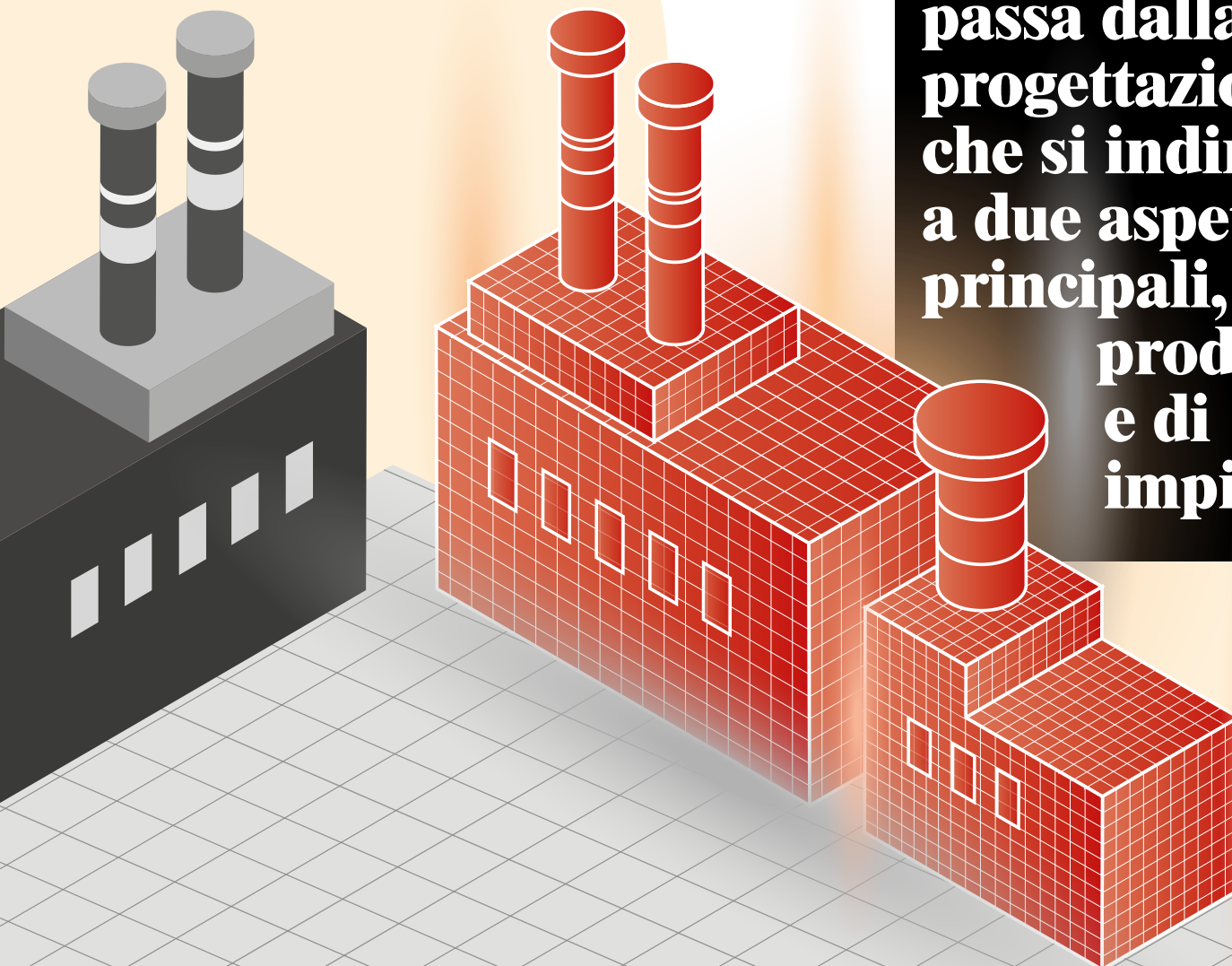
di personalizzazione nei prodotti richiesto dai clienti; la carenza di componenti e di competenze oltre alla pressione per i risultati da parte della comunità finanziaria; le nuove esigenze e aspettative dei lavoratori.

Per raggiungere alti livelli di agilità, redditività e produttività un punto cruciale è la messa in servizio della macchina.

Per gli Oem la mancanza di componenti insieme all'aumento delle richieste di mercato comporta molto spesso di dover inviare le macchine direttamente ai siti produttivi senza prima aver effettuato i collaudi e i test prestazionali. Ciò comporta un allungamento dei tempi e dei costi pianificati. La messa in servizio virtuale elimina

tali problemi. Una volta progettata e realizzata la macchina nel suo insieme e inseriti i vincoli cinematici e la fisica dei prodotti, sarà possibile, infatti, testare la macchina in un ambiente completamente virtuale. Si potrà quindi procedere in modo contemporaneo sia al debug software sia al test delle funzionalità meccaniche, dell'intera macchina o dell'intero processo. Avvalen-

**Il primo passo  
nell'approccio  
al Digital Twin  
passa dalla  
progettazione,  
che si indirizza  
a due aspetti  
principali, di  
prodotto  
e di  
impianto**



## ” Il gemello digitale supporta attività di modellazione e simulazione che possono essere eseguite nel mondo reale e viene aggiornato con i dati raccolti dallo shop floor

dosi delle funzionalità di simulazione si possono individuare più facilmente e in anticipo gli errori di programmazione.

Grazie ai test hardware-in-the-loop (Hil) si realizza una simulazione in tempo reale che consente di testare il codice senza dover disporre di un sistema hardware della macchina o dell'impianto da controllare. In questo modo è possibile analizzare condizioni anomale e di errore che potrebbero danneggiare l'hardware nel momento in cui il codice in fase di sviluppo non funziona secondo le specifiche richieste.

In fase di nuovi progetti o di implementazione di parti di meccanica nuova su realizzazioni già esistenti, la simulazione virtuale della macchina insieme alla fisica del prodotto implementata (centri di massa, attriti ecc.) permette di percepire in anticipo l'effetto cinematico e dinamico sul prodotto finale. Nel caso l'effetto ottenuto non sia quello ipotizzato, è possibile modificare il progetto e ritestarlo in tempi rapidi, in quanto non richiede la realizzazione fisica della nuova meccanica. La virtualizzazione, inoltre, permette di testare in anteprima la possibile presenza di interferenze meccaniche senza, nell'eventualità, danneggiare i sistemi.

Simulare il comportamento della macchina permette inoltre di valutare rapidamente modalità diverse per risolvere lo stesso problema. Questo può accelerare l'adozione del concept e aiutare a portare a termine il progetto più rapidamen-

te, con una chiara definizione dei requisiti. La costruzione virtuale e il virtual commissioning delle macchine si traducono fino a un risparmio del 60% sui tempi di messa in servizio.

Ricapitolando, la messa in servizio virtuale consente di preparare in anticipo i test di accettazione della fabbrica e del sito, riducendo il tempo e lo sforzo richiesti. Riduce inoltre gli errori di progettazione e i costosi tempi di debug in loco e nel mondo reale. Inoltre il volume di produzione del cliente e i requisiti di qualità vengono soddisfatti in meno tempo, riducendo il tempo di profitto per l'utente finale con i relativi vantaggi per i costruttori di macchine.

### Il ruolo del Digital Twin nelle Operation e nel Maintenance

La portata della rivoluzione digitale che sta interessando i contesti produttivi può essere definita un vero e proprio Rinascimento industriale. Al cuore di questo Rinascimento, insieme alle tecnologie abilitanti 4.0, si collocano alcuni strumenti, come le piattaforme collaborative e il Digital Twin, che consentono di gestire i processi di Operation & Maintenance grazie a un unico ecosistema integrato.

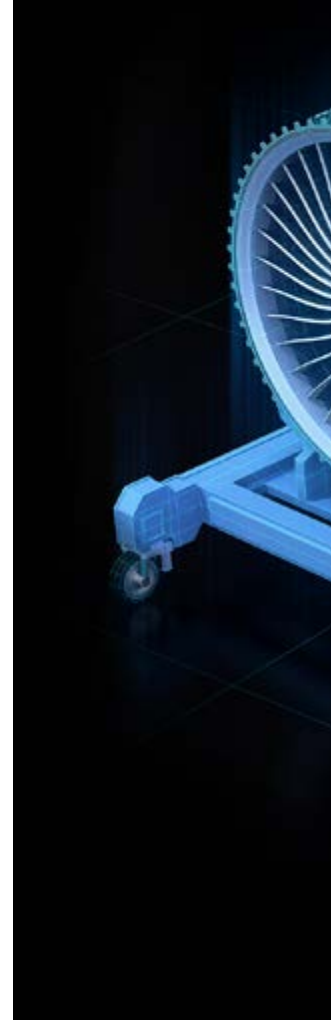
Le piattaforme collaborative, da un lato, permettono di abbattere i silos tra i reparti aziendali, nonché le distanze geografiche tra differenti unità produttive.

Il gemello digitale, dall'altro, supporta tutte quelle attività di modellazione e simulazione che possono poi essere implementate ed eseguite nel mondo reale, venendo al tempo stesso costantemente aggiornato con i dati raccolti dallo shop floor in ottica di miglioramento continuo. In tal senso, l'adozione di entrambi questi strumenti abbraccia in maniera trasversale, automatizzandoli, processi aziendali chiave come quelli che si riferiscono ad esempio alle performance, alla qualità, alla logistica e al magazzino, alla forza lavoro e alla manutenzione.

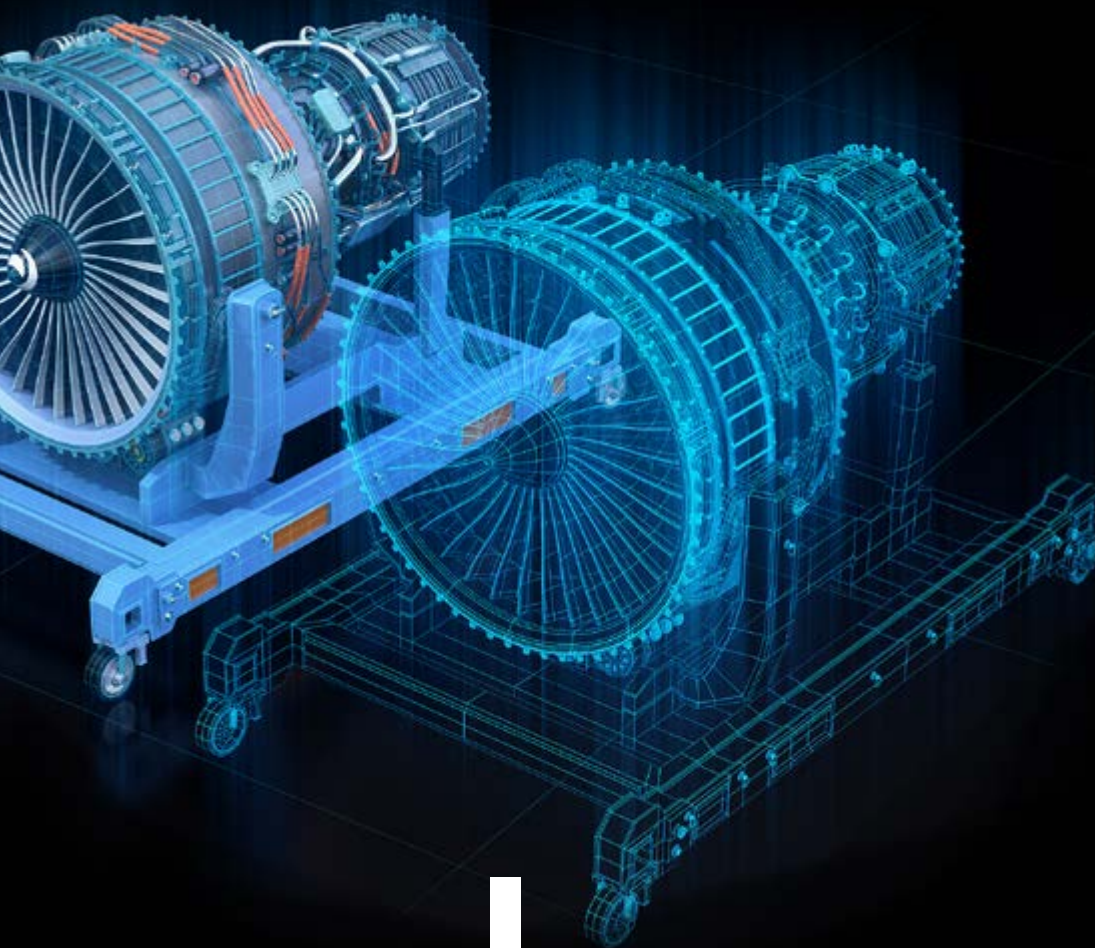
### Verso nuove sfide fisiche e digitali

Abbiamo visto fin qui come l'utilizzo di un Gemello Digitale possa fornire informazioni utili nell'intero ciclo di vita di un macchinario o di un'applicazione: come detto con il termine Digital Twin si intende una rappresentazione software di una risorsa fisica (sistema o processo), progettato per rilevare problematiche, prevenire i fermi macchina, prevedere ed ottimizzare il

**Grazie ai test hardware-in-the-loop si realizza una simulazione in tempo reale che consente di testare il codice senza dover disporre di un sistema hardware di macchina**







## I vantaggi

- **Manutenzione.** La piena visibilità sulle Operation rende tempestivi gli interventi di manutenzione non pianificati, riducendo il rischio di rallentamenti e fermi macchina e ponendo le basi per una manutenzione di tipo predittivo e non soltanto reattivo o programmato.
- **Qualità.** Le notifiche abbinate ai parametri di qualità possono essere collegate ad avvisi specifici che suggeriscono di spostare altrove la lavorazione in corso, con la conseguente diminuzione della percentuale di scarti e di rilavorazioni.
- **Magazzino.** Una piattaforma collaborativa che integra un Digital Twin può identificare immediatamente la necessità di richiedere materiali o di sostituire componenti prima che si arrivi allo stock out che può generare un arresto parziale del ciclo produttivo.
- **Flessibilità.** Le informazioni in tempo reale minimizzano i rischi e aumentano la flessibilità operativa, dando anche al management l'opportunità di rispondere più rapidamente agli eventi imprevisti.
- **Sostenibilità.** Il Digital Twin aiuta le aziende nei loro percorsi di sostenibilità, in quanto virtualizza le fasi di progettazione e prototipazione, e offre tutte le informazioni necessarie a ottimizzare i consumi energetici e ad abbattere gli sprechi lungo l'intero ciclo produttivo.
- **Sicurezza.** Il Digital Twin, infine, contribuisce a innalzare gli standard di sicurezza per i lavoratori poiché, attraverso la simulazione, offre un quadro esaustivo di tutti i processi in cui interviene la componente umana, facendo in modo di ridurre al minimo il rischio potenziale.

processo stesso attraverso analisi in tempo reale per fornire elementi utili al miglioramento continuo.

Non è finita qui: una volta verificata la veridicità delle indicazioni che è in grado di fornire (tramite allineamento con i sistemi di supervisione in real-time) è possibile impiegare il Digital Twin sia in ottica previsionale che nell'analisi dei "near miss". Partiamo da quest'ultimo punto e da alcune domande che difficilmente troverebbero risposta utilizzando tecnologie tradizionali, quali ad esempio:

- Qual è stata la concomitanza di eventi che mi hanno portato ad un passo dal fermo impianto?

- Come posso evitare di ritrovarmi in quelle condizioni?

- Quali sono i parametri limite che possono portare al downtime o comunque ad una minor resa dal punto di vista di efficienza e qualità?

Una replica digitale dell'impianto permette di fare questo tipo di analisi senza andare ad intaccare il processo. Un'altra sfida che può essere affrontata con un'arma in più è quella dell'ottimizzazione della produzione nel mercato moderno, fatto di continue variazioni, personalizzazioni e lotti prodotti su ordine (con conseguente sempre maggiore riduzione degli stock a magazzino).

Il Process Digital Twin aiuta i produttori ad affrontare le nuove sfide connesse alla domanda dei consumatori, alla rapida evoluzione dei requisiti normativi e all'incombente divario di conoscenze generazionali: permette di creare modelli previsionali, identificando la procedura migliore per rendere ottimale il processo di fabbricazione di un determinato prodotto, permettendo agli operatori dell'impianto di settare le giuste aspettative riguardo gli obiettivi di qualità, costi e volume. **X**