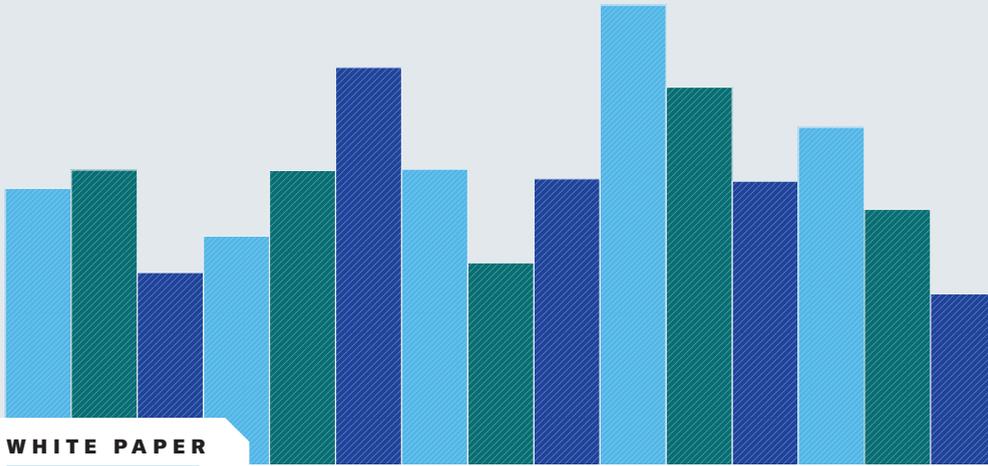




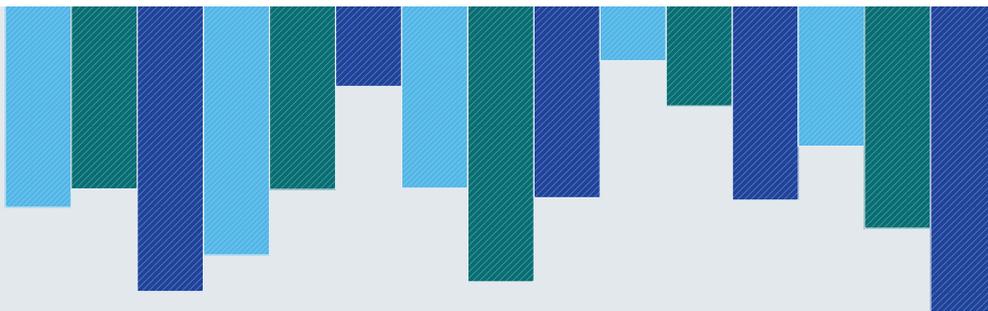
**Harvard
Business
Review**

ANALYTIC SERVICES



WHITE PAPER

Abbatte le barriere verso progetti di fabbrica più collaborativi



Sponsorizzato da

 **AUTODESK**

PUNTO DI VISTA DELLO SPONSOR

Indipendentemente dal fatto che si tratti di settori business-to-business o business-to-consumer, le aspettative dei clienti in termini di individualizzazione, funzionalità e sostenibilità di prodotti e servizi stanno aumentando enormemente.

Per far fronte all'accelerazione del ritmo e all'aumento della complessità, molte aziende hanno già adattato i modi in cui progettano, sviluppano e costruiscono i loro prodotti, pensando ai cicli di vita e spesso adottando metodi di sviluppo agili, ingegneria simultanea e ingegneria dei sistemi.

Sorprendentemente, le fabbriche spesso sono ancora progettate e costruite in modo molto tradizionale, così come la gestione dei dati durante il funzionamento e la manutenzione: area per area, disciplina per disciplina, silo di dati per silo di dati.

Le crescenti aspettative dei clienti portano inevitabilmente a una riduzione delle dimensioni del lotto e cambi frequenti, il che significa che le operazioni di produzione adattive ed elastiche sono più importanti che mai.

Siamo convinti che anche i passi già intrapresi nel design e nella ingegnerizzazione dei prodotti in termini di integrazione e collaborazione stiano facendo da apripista alle operazioni di produzione. Domini come l'infrastruttura della fabbrica e le informazioni sugli edifici devono essere integrati con i dati del sistema di produzione per usufruire del pieno potenziale di un gemello digitale completo della fabbrica. Inoltre, il riutilizzo dei dati nell'intero ciclo di vita della produzione è necessario, anche se, o esattamente perché - sono coinvolti diversi stakeholder in fasi diverse, per evitare ridondanze e compiti che non aggiungono valore.

La digitalizzazione sta permettendo ai produttori di introdurre le loro fabbriche in questa nuova era. Questa ricerca condotta da Harvard Business Review Analytic Services fornisce alcune informazioni utili sullo stato attuale del settore, nonché alcune indicazioni per prepararsi a un futuro di successo per le operazioni di produzione esistenti o pianificate utilizzando modelli di fabbrica integrati. Invito i lettori a prendere in considerazione gli esempi dei leader del settore presentati in questo documento, mentre rispondono ai mutevoli contesti di mercato.



Srinath Jonnalagadda
Vice President, Industry Strategy,
Design & Manufacturing
Autodesk

Abbatere le barriere verso progetti di fabbrica più collaborativi

Il cambiamento è costante per le fabbriche, poiché i nuovi prodotti, le aspettative dei clienti e le pressioni della concorrenza costringono i produttori a rivedere ripetutamente le loro operazioni correnti attraverso ristrutturazioni o costruzioni su nuovi terreni. Quando intraprendono questi progetti, gli obiettivi tradizionali di puntualità e rispetto del budget sono sempre più complicati da nuovi obiettivi, dagli obiettivi di sostenibilità ad un uso più efficiente della manodopera ai requisiti di Industria 4.0.

La complessità di questi progetti è in aumento, ma i processi utilizzati per pianificare e gestire i progetti di fabbrica non si sono evoluti in modo uniforme. I progetti di fabbrica coinvolgono un'ampia gamma di team all'interno del produttore stesso e in tutta la sua gamma di partner di progettazione e costruzione, tutti concentrati sulla pianificazione degli edifici, la progettazione della produzione e le operazioni in corso. Troppo spesso questi team, così come gli strumenti e i dati utilizzati per completare il loro lavoro, operano in modo più indipendente che collaborativo, portando ad aumenti dei costi, superamento dei budget e ritardi.

“L'ingegneria edile e degli impianti sono due mondi separati che finora non hanno dovuto essere ben coordinati”, afferma Frank Breitenbach, esperto tecnico senior nella metodologia di pianificazione, fabbrica intelligente, per EDAG Production Solutions, un fornitore di servizi di ingegneria nel settore automobilistico con sede a Fulda, in Germania. “Affinché questi mondi crescano insieme in modo efficiente, è quasi necessario un cambiamento di paradigma nella maggior parte delle aziende”.

Per colmare queste lacune, e garantire che le operazioni e i team di progettazione meccanica, elettrica e idraulica collaborino strettamente per ridurre al minimo ritardi, costi e comunicazioni errate, massimizzando al contempo gli obiettivi aziendali relativi ai progetti, operativi e a lungo termine, occorrerà adottare un approccio ben coordinato e multidisciplinare ai progetti di progettazione e costruzione delle fabbriche. Per arrivarci, i produttori e le imprese di costruzioni industriali stanno lavorando per adottare nuovi

IN EVIDENZA

Sempre più richieste di presentare proposte per progetti di costruzione di fabbriche **includono aspettative sulla sostenibilità, la digitalizzazione e il desiderio di fabbriche** intelligenti che supportino i concetti di Industria 4.0.

Nonostante questi requisiti in continua evoluzione, **i processi e i flussi di lavoro utilizzati per pianificare e implementare una nuova costruzione o ammodernamento di fabbrica** non sempre hanno tenuto il passo.

La tecnologia si sta rivelando il fattore chiave per consentire ai produttori e ai loro partner di pianificazione e produzione di **suddividere i silos in strumenti, dati e collaborazione** nella loro ricerca di un modo sempre più semplice ed efficace di pianificare e costruire una fabbrica.

paradigmi di pianificazione e flusso di lavoro, utilizzare i dati in modo più intelligente e sfruttare tecnologie di flusso di lavoro più collaborative che avranno un impatto sull'edificio anche dopo il completamento della costruzione. Se la loro visione viene raggiunta, le fabbriche future saranno molto più versatili e resilienti, in grado di adattarsi in modo flessibile ai cambiamenti del mercato, riducendo al minimo i costi di manutenzione e ottimizzando la loro utilità.

“Per avere fabbriche altamente efficienti, è necessario disporre di dati in tempo reale per prendere le decisioni giuste nel contesto giusto”, afferma Maximilian Viessmann, CEO di Viessmann Group, produttore tedesco di soluzioni per riscaldamento, raffreddamento e climatizzazione. “Possiamo ampliare la nostra posizione di mercato quando possiamo agire rapidamente per i nostri partner e utenti. Industria 4.0 è l'elemento chiave di questa velocità e, di conseguenza, l'elemento chiave del nostro futuro”.

Nuovo mondo, nuove pressioni

Le fabbriche hanno sempre dovuto evolversi, adattando strutture, linee di produzione, processi di sviluppo e operazioni per soddisfare le esigenze quotidiane. I fattori tipici di queste nuove costruzioni o ristrutturazioni includono il rilascio di nuovi prodotti, la necessità di migliorare la qualità del prodotto o l'efficienza della produzione, i cambiamenti nella domanda, il miglioramento continuo o la sostituzione delle

apparecchiature. Anche i trend di settore possono essere fattori determinanti, come la necessità di dimensioni di lotti più piccole o derivati di un prodotto base, una maggiore personalizzazione di massa, il passaggio dai combustibili fossili a fonti energetiche più sostenibili, o la necessità di adattarsi a carenze di materiale, produrre più vicino al mercato o ridurre al minimo il fabbisogno di manodopera in presenza di carenze. Secondo lo studio di McKinsey & Co. del giugno 2020, “The Next Normal in Construction”, l'87% degli intervistati afferma che la scarsità di manodopera qualificata ha il maggiore impatto sul settore. Ma in 10 anni, oltre il 75% ritiene che la sostenibilità, le normative sulla sicurezza del sito di lavoro e le strutture più flessibili ed efficienti dal punto di vista digitale avranno un impatto su larga scala. **FIGURA 1**

Ma accanto a questi fattori chiave arriva un'altra serie di esigenze che pongono ulteriori sfide ai team di progettazione. Sempre più richieste (requests for proposals, RFP) per progetti di costruzione di fabbriche includono aspettative sulla sostenibilità, la digitalizzazione e il desiderio di fabbriche intelligenti che supportino i concetti di Industria 4.0. Inoltre i produttori vogliono completare i progetti più velocemente che mai, in particolare negli interventi di ammodernamento; ridurre al minimo i tempi di fermo macchina e accelerare il time-to-market sono diventate esigenze competitive.

“La sostenibilità ha assunto molta più importanza rispetto al passato”, afferma Rupert Hoecherl, amministratore delegato e partner di io-consultants, una società di consulenza gestionale

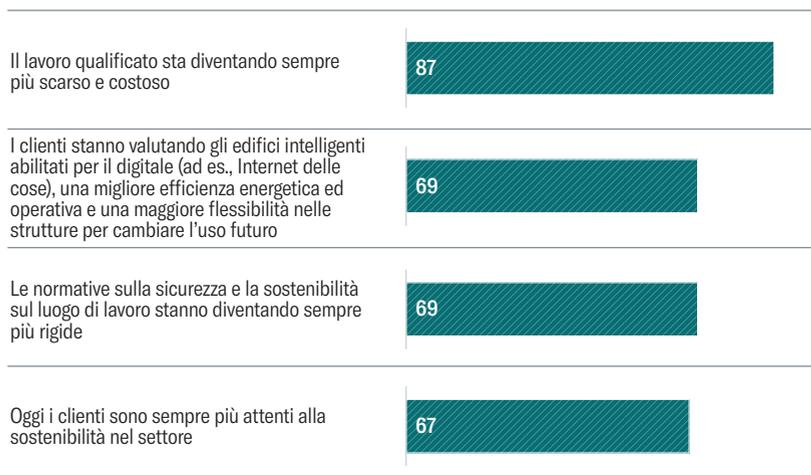
FIGURA 1

Progetti di costruzione complessi per fattori di mercato

Le questioni principali sono la scarsità di manodopera, gli edifici intelligenti e le normative in materia di sicurezza e sostenibilità

Massimo impatto sul settore edile

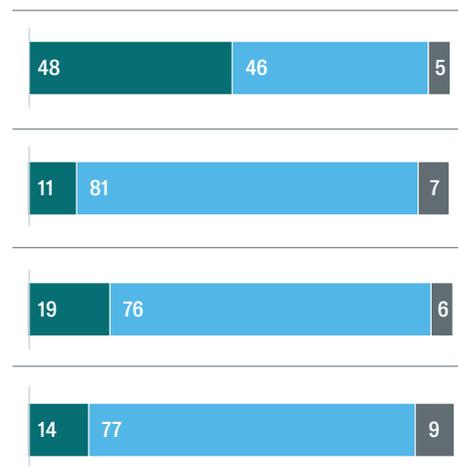
Percentuale di intervistati



Quando questo cambiamento avrà un impatto sulla

percentuale di scala degli intervistati

Entro 1 anno 1-10 anni 10-20 anni



Fonte: McKinsey & Co., giugno 2020

di Bethlehem, Pennsylvania, i cui progetti includono servizi integrati di consulenza, progettazione e pianificazione per la produzione. “Negli anni precedenti, l’approccio è stato soprattutto di natura volontaria. Ora sta diventando molto più definito e istituzionalizzato e, in alcuni settori, è un requisito normativo”.

Un numero crescente di aziende manifatturiere sta anche citando un bisogno di digitalizzazione, smart factories o concetti di Industria 4.0. Secondo Breitenbach di EDAG, i clienti hanno diverse definizioni di cosa significano questi termini, che devono essere ben definite nelle fasi iniziali del progetto. Questi requisiti di Industria 4.0 inglobano sempre di più i problemi di sostenibilità, aggiunge.

“In ultima analisi, Industria 4.0 crea reti orizzontali e verticali uniformi all’interno del mio sistema di produzione e molto oltre. Questo, un aspetto nuovo a mio avviso, ha recentemente incluso l’edificio. Dopo tutto, è l’edificio che fornisce al mio impianto spazio, volume e materiali operativi. L’edificio deve far fronte alle mie emissioni e, a sua volta, fornisce influenze ambientali alle mie macchine”

La necessità di velocità è stata accentuata dalle sfide impreviste del mercato e della catena di approvvigionamento, più di recente con la pandemia. “Abbiamo assistito a una fluttuazione estrema durante la pandemia legata a restrizioni regionali o internazionali. Questa [fluttuazione] ha reso particolarmente difficile identificare il momento giusto per sospendere la produzione per i progetti di ammodernamento”, afferma Viessmann di Viessmann Group.

Lacune nel processo di pianificazione della fabbrica

Nonostante questi requisiti in continua evoluzione, i processi e i flussi di lavoro utilizzati per pianificare e implementare una nuova costruzione o ammodernamento di fabbrica non sempre hanno tenuto il passo. Il fatto è che una fabbrica è per definizione un sistema complesso, e lo sta diventando ogni giorno sempre di più grazie ai progressi nell’automazione e nella tecnologia. Inoltre, la confluenza della crescente complessità e dei flussi di lavoro disarticolati rende sempre più difficile il coordinamento della sua costruzione.

“La fabbrica non è fatta solo da un edificio”, afferma Robert Ostermann, designer di fabbrica presso Magna Steyr, un produttore di automobili con sede a Graz, in Austria. “Ci sono molti sistemi di trasporto, grandi strutture in acciaio, macchinari e così via. Quindi una fabbrica è più di un processo BIM [building information modeling] e coordinare o mantenere questo intero spettro digitale non è ancora un processo comune”.

Gli approcci tradizionali sono spesso in gran parte sequenziali: un team completa il lavoro e poi consegna al team successivo. Anche i dati e gli strumenti che utilizzano sono spesso separati, e richiedono costose conversioni di formato e moltissime e-mail per gestire modifiche e follow-up. I problemi di comunicazione diventano inevitabili, in particolare nel passaggio da una fase all’altra.

I motivi di queste lacune nelle comunicazioni variano. Nelle piccole e medie imprese spesso passano da 10 a 15 anni tra nuovi progetti di fabbrica, quindi i loro processi di pianificazione



“Ciò che il digitale ha permesso è consentire alle persone di replicare le informazioni, ma è una replica senza gestione, il che significa che perdono fiducia nelle informazioni”, afferma Brian Glancy, responsabile della strategia BIM per Kingspan Group.

potrebbero essere obsoleti o inesistenti, afferma Matthias Dannapfel, ingegnere capo, pianificazione di fabbrica, presso l’Università RWTH di Aquisgrana in Germania. Per le aziende, spesso “registrano qualche difficoltà per inserire i requisiti a lungo termine e come tradurli in strutture di fabbrica. A causa della dinamicità dell’ambiente, devono abbandonare i vecchi presupposti. Devono mettere in discussione il modo in cui pensano e immaginano le fabbriche”.

I problemi non sono solo interni. I progetti di fabbrica richiedono il coordinamento tra team interni ed esterni, spesso divisi tra chi lavora sull’edificio stesso e chi si concentra sui processi e sulle apparecchiature che andranno all’interno. Ciascuno di essi in genere porta i propri strumenti e archivi di dati nell’attività.

“Tutti utilizzano diversi strumenti software in cui non abbiamo interfacce chiare in grado di fornire o ottenere informazioni l’una dall’altra”, afferma Dannapfel. “Pertanto, abbiamo molte perdite di informazioni mentre trasmettiamo la rielaborazione manuale o la comunicazione manuale per assicurarci che tutte le informazioni che vogliamo cercare di trasferire siano trasmesse al team successivo e ai team che seguono. Si tratta di un processo altamente inefficiente”.

“Ciò che possiamo migliorare è la comunicazione sul processo, il coordinamento del modello e l’evoluzione del design della fabbrica”, aggiunge Ostermann di Magna Steyr. “La comunicazione deve avvenire direttamente sul modello, non in sistemi diversi che non comunicano bene”.

Un approccio per affrontare gli ostacoli alla comunicazione è stato quello di convertire dati disparati in modo che possano essere raccolti in un unico ambiente di progettazione assistita da computer (CAD), ma questa fase è costosa. Le comunicazioni e le richieste di modifica tendono a verificarsi al di fuori di questo ambiente, causando ritardi ed errori e le modifiche a un sistema non sono automaticamente disponibili per gli altri. Quando le comunicazioni si interrompono, anche gli sforzi per mettere in pratica la progettazione simultanea di processi di pianificazione disparati vengono interrotti.

Benché la maggior parte delle fabbriche sia stata ampiamente digitalizzata dagli anni ’90, gran parte dei dati è diventata inutilizzata e i tentativi di creare un unico standard



“Solo i team interdisciplinari possono gestire la complessità e le sfide di unire tutti i processi operativi senza problemi. I controlli dei dati per l'intera catena del valore e le frequenti simulazioni dei processi ci consentono di raggiungere i parametri richiesti e gli obiettivi del progetto”, afferma Maximilian Viessmann, CEO di Viessmann Group.

di dati tra gli strumenti utilizzati per pianificarli, costruirli e mantenerli si sono mossi lentamente.

“Quello che il digitale ha fatto è consentire alle persone di replicare le informazioni, ma è una replica senza gestione, il che significa che si perde fiducia nelle informazioni”, afferma Brian Glancy, responsabile della strategia BIM per Kingspan Group, un produttore di materiali edili a Kingscourt, Irlanda. “Ecco perché cerchiamo di garantire procedure di governance per le informazioni”.

In un modello familiare, alcune aziende tecnologiche che generano dati di progettazione come parte dei loro set di strumenti hanno resistito ai tentativi di creare standard aperti supportati da altri sviluppatori. “Penso che questo sia uno dei maggiori problemi ed è quello che dobbiamo risolvere quando parliamo di una visione olistica della fabbrica stessa e quando vogliamo ottenere tutti i vantaggi offerti dal BIM e dalla fabbrica digitale”, afferma Breitenbach.

Secondo un articolo accademico prodotto dall'Università RWTH di Aquisgrana intitolato “Un approccio all'analisi delle cause dei ritardi nei progetti di costruzione industriale attraverso la pianificazione e l'elaborazione statistica”, il BIM è pensato specificamente per affrontare le disconnessioni tra i processi di pianificazione degli edifici e di pianificazione delle costruzioni, ma viene utilizzato molto più nell'edilizia residenziale e pubblica che nella pianificazione delle fabbriche. La ricerca a supporto dell'articolo ha rilevato “scarsa implementazione nei progetti di pianificazione delle fabbriche a causa di (1) mancanza di specifiche sul livello di maturità e (2) mancanza di standard di gestione dei dati”.

Non tutte le sfide sono tecniche, afferma Breitenbach. Oltre al passaggio ad una maggiore condivisione dei dati e alla conseguente collaborazione, i vari team devono anche impegnarsi in nuovi modi di lavorare. “Abbiamo bisogno di una cultura e di una struttura di riunioni nei nostri progetti, riunioni regolari, in modo che le persone siano spinte a parlare tra loro e a scambiarsi queste informazioni”.

I costi dei gap di pianificazione

I difetti nel processo di pianificazione e costruzione delle fabbriche stanno creando costi ai produttori in diverse dimensioni e ciò può avere un impatto non solo sul progetto stesso, ma anche sul funzionamento e sulla manutenzione delle fabbriche nel lungo termine.

“In buona sostanza, gli impatti riguardano sempre in qualche modo l'ambito, il tempo e il budget”, afferma

Hoecherl di io-consultants. “Se le cose vengono trascurate, se è necessario apportare modifiche in un secondo momento nel progetto, si hanno conseguenze sulla tempistica e molto probabilmente anche sul budget. Una reazione può consistere nel ripensare l'ambito nel tentativo di attenuare le conseguenze. I difetti di progettazione o gli errori significativi possono inavvertitamente ridurre la capacità installata e potenzialmente limitare l'usabilità e la longevità dell'edificio”.

I compromessi per la quantità o il tipo di attrezzature o tecnologia che un progetto è stato in grado di includere possono significare assumere più manodopera o perdere i vantaggi tecnici, aggiunge, ma fortunatamente, la qualità del prodotto in sé non è in genere influenzata.

Altri effetti possono includere una mancata integrazione dei fornitori, la necessità di riprogettare più spesso e le perdite di efficienza.

Anche un progetto di costruzione completato correttamente, prodotto in modo tradizionale, non riesce a gestire la progettazione in termini di impatto sulla vita in corso dell'edificio. Senza il beneficio di concetti più nuovi come la modellazione, che stabilisce un piano visivo di come una fabbrica e le sue apparecchiature di produzione saranno create, e di gemelli digitali, che creano una replica digitale esatta di una struttura fisica, è più difficile mantenere una traccia digitale delle decisioni e dei dettagli che sono stati inseriti nelle scelte di progettazione. La mancanza di dati rende le modifiche future più costose e difficili.

La visione della fabbrica integrata

Il concetto di un processo di progettazione di fabbrica completamente integrata si basa sulla visione delle fabbriche future. Il modo in cui vengono create le fabbriche svolge un ruolo sempre più importante nella capacità di raggiungere gli obiettivi, compresi quelli relativi a flessibilità, sostenibilità e intelligenza.

“Per noi è assolutamente necessario avere fabbriche altamente efficienti e flessibili per quanto riguarda tutti gli aspetti: sostenibilità, produttività e infrastruttura globale. Questa efficienza e flessibilità sono alla base della nostra resilienza”, afferma Viessmann. Il raggiungimento di questi aspetti si collega direttamente al processo di pianificazione.

“L'impatto della pianificazione di una fabbrica integrata e collaborativa è immenso”, continua Viessmann. “Solo i team interdisciplinari possono gestire la complessità e le sfide di unire tutti i processi operativi senza problemi. I

controlli regolari dei dati chiave per l'intera catena del valore e le frequenti simulazioni dei processi ci consentono di raggiungere i parametri richiesti e i nostri obiettivi di progetto”.

Una rappresentazione digitale della fabbrica riduce anche il rischio di potenziali problemi di pianificazione, come due tubi che interferiscono tra loro o dati geometrici errati su un macchinario che è fondamentale per progettare correttamente lo spazio che occuperà. Evitare tali problemi tramite la collaborazione tra team in una fase iniziale permette di risparmiare migliaia di dollari di mitigazione del sito che sarebbero necessari se il problema emergesse solo nella fase di costruzione. Oltre al processo di costruzione stesso, l'integrazione e la digitalizzazione fluide dei processi di progettazione integrata possono anche migliorare l'avvio delle operazioni di fabbrica e il suo utilizzo continuo.

“Stiamo iniziando a esplorare l'idea che tutto debba esistere digitalmente prima che si possa creare la controparte fisica”, afferma Glancy di Kingspan. “Quando si dispone di una rappresentazione digitale, con il progresso della realtà aumentata, della realtà virtuale e così via, possiamo iniziare a camminare per questi edifici, possiamo anche formare gli operatori sulle attrezzature prima di [metterle] nel sito fisico. Questa [capacità] sarebbe un enorme vantaggio in termini di miglioramento della fase iniziale, della formazione e della qualità”.

Questi vantaggi continuano fino a quando il modello digitale viene aggiornato man mano che la fabbrica cambia nel tempo, diventando un registro vivente della storia della struttura. Un modello pienamente realizzato, come un gemello digitale, è in grado di orientare tutto, dall'alimentazione della manutenzione predittiva all'accelerazione dell'ammodernamento, fino alla simulazione dell'impatto delle modifiche proposte all'analisi delle prestazioni dei materiali e del progetto stesso.

“Penso che le persone attribuiranno più valore alla comprensione di vari aspetti di un edificio in futuro di quanto non lo facciano ora”, afferma Glancy.

Semplificare il processo di progettazione delle fabbriche

Anche se la visione della fabbrica del futuro si è evoluta, è rimasto un divario tra lo stato finale e i processi attuali per la pianificazione e l'esecuzione della progettazione e costruzione della fabbrica. I produttori hanno ideato nel corso degli anni una serie di soluzioni per integrare e semplificare il processo, quindi ora molte fasi del processo di pianificazione sono automatizzate, assistite da computer, digitalizzate e controllate. Questi progressi servono come base per le innovazioni di oggi, anche se erano troppo avanzati rispetto alle capacità tecniche per funzionare efficacemente al momento della loro introduzione.

“Negli anni '90, si parlava di produzione integrata con il computer (computer-integrated manufacturing, CIM). L'idea era quella di avere un modello 3D, un modello CAD e portarlo direttamente nella macchina che produceva le parti, un'ottima idea. Ma negli anni '90 il software non aveva quel livello di maturità”, spiega Breitenbach. “Abbiamo iniziato con la fabbrica digitale negli anni '90. Una fabbrica digitale è una visione olistica della fabbrica che combina prodotti, processi

di produzione e persone, macchine, robot e altre risorse che la rendono operativa”.

Oggi il software, i dati e la tecnologia delle comunicazioni hanno raggiunto i concetti necessari. Gli esperti prevedono che i processi di Building Information Modeling, i gemelli digitali, le telecamere e i sensori, l'intelligenza artificiale (IA) e l'apprendimento automatico (ML) e persino la realtà aumentata e virtuale supportino in futuro un processo integrato e collaborativo di progettazione delle fabbriche. Le aziende saranno sempre più in grado di coordinare le attività di progettazione in tempo reale.

Il documento dell'Università di Aquisgrana definisce il BIM come una metodologia che integra tutti gli stakeholder di un progetto di costruzione, gestendo un database condiviso correlato all'edificio per facilitare la pianificazione, la costruzione e la gestione delle strutture in funzione.

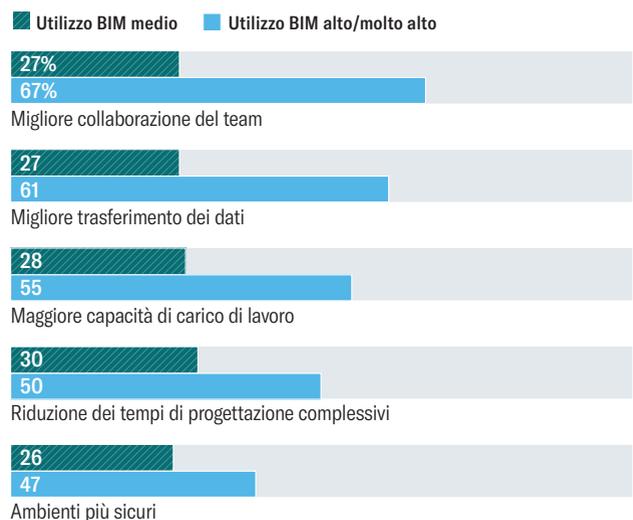
Secondo una ricerca condotta da Dodge Data & Analytics, i progettisti il cui lavoro include un utilizzo elevato o molto elevato del BIM hanno riferito di aver registrato vantaggi a tassi molto più elevati rispetto a quelli con un utilizzo medio in tutti gli aspetti, da una migliore collaborazione con il team (67% rispetto al 27%) a un migliore trasferimento dei dati (61% rispetto al 27%) a una maggiore capacità di carico di lavoro (55% rispetto al 28%). **FIGURA 2**

Ma alcuni considerano il BIM un processo che non si estende alla produzione. “Abbiamo processi BIM, ma il processo BIM inizia e finisce con l'edificio stesso e in Magna abbiamo fabbriche”, afferma Ostermann di Magna Steyr. “Ciò che il

FIGURA 2

La collaborazione è al primo posto tra i vantaggi del BIM nella progettazione

I progettisti che usano il building information modeling a livelli alti e molto alti registrano i maggiori vantaggi



Fonte: Dodge Data & Analytics, 2021



“Il gemello digitale è il nucleo del cambiamento per il settore e il BIM, il processo di cambiamento. Se li utilizziamo per realizzare un progetto perfetto in modo digitale, possiamo replicarlo fisicamente”, afferma Glancy di Kingspan.

BIM fa per l'edificio stesso, sarebbe qualcosa che vogliamo cercare di ottenere per l'intero progetto di fabbrica”.

Ciò che serve, quindi, è un modo per estendere i vantaggi del BIM all'intero progetto, integrando la pianificazione per l'edificio stesso e per i macchinari e le apparecchiature che andranno al suo interno.

Entrare nel modello di fabbrica integrata

I gemelli digitali e i modelli di fabbrica 3D sono emersi come strumenti preziosi per favorire l'evoluzione dallo stato attuale della progettazione di fabbrica a un processo di progettazione completamente integrato. Secondo Juniper Research,¹ la produzione sarà il settore più grande per l'implementazione di gemelli digitali nel 2021, pari al 34% della spesa totale per la tecnologia.

Il termine “gemello digitale” ha assunto un'ampia gamma di definizioni in tutto il settore manifatturiero; ciò che alcuni chiamano “gemello digitale”, secondo altri potrebbe essere un modello avanzato/3D. Il Digital Twin Consortium ha riunito esperti per definire il termine.² La sua definizione descrive un gemello digitale come una rappresentazione virtuale di un'entità e/o processo del mondo reale, sincronizzato a una frequenza e una fedeltà specificate. Il gemello digitale utilizza dati storici e in tempo reale per rappresentare il passato e il presente, quindi simula i futuri previsti che sono ispirati dai risultati desiderati e spesso adattati a casi d'uso specifici. Un gemello digitale è alimentato dall'integrazione, costruito su dati, guidato da conoscenze di dominio e implementato in sistemi IT/OT.

Gli esperti ritengono che i gemelli digitali abbiano il potenziale per trasformare i progetti aziendali e di fabbrica accelerando la comprensione olistica, il processo decisionale ottimale e l'azione efficace.

Secondo una ricerca di McKinsey & Co., “Le aziende possono migliorare l'efficienza e integrare la fase di progettazione con il resto della catena del valore utilizzando il Building Information Modeling (BIM) per creare un modello tridimensionale completo (un “gemello digitale”) e aggiungere altri livelli come la pianificazione e i costi all'inizio del progetto, piuttosto che completare la progettazione mentre la costruzione è già in corso”.³ McKinsey sostiene che l'uso del BIM e dei gemelli digitali cambierà notevolmente i rischi e la sequenza del processo decisionale che ha luogo durante i progetti di costruzione e metterà in discussione i modelli di ingegneria, approvvigionamento e costruzione (EPC) tradizionali.

Utilizzando un modello così avanzato per un progetto di fabbrica in corso, gli stakeholder possono navigare e visualizzare la struttura in 2D e 3D da qualsiasi angolazione, analizzare visivamente le caratteristiche specifiche, accedere alle specifiche relative a un dato elemento, tracciare la

cronologia di eventuali modifiche apportate a un determinato elemento e altro ancora.

In io-consultants, i progettisti di fabbriche sono “estremamente entusiasti di essere più istantanei nel loro processo decisionale e di essere in grado di affrontare scenari ipotetici in varie fasi del processo di progettazione”, afferma Hoecherl.

In un “vero” gemello digitale, i sensori integrati nella fabbrica stessa raccolgono dati su base continua per garantire un costante aggiornamento con l'edificio fisico, consentendo casi d'uso post-costruzione. Altri casi d'uso in corso per i gemelli digitali nel funzionamento della fabbrica includono la comprensione di quali spazi potrebbero essere influenzati da guasti alle apparecchiature e il confronto delle prestazioni effettive di risorse e sistemi con quelle previste. Queste informazioni possono aiutare a prevedere gli eventi per migliorare la disponibilità e prendere decisioni informate per massimizzare il ritorno sugli investimenti.

Viessmann afferma che la sua azienda sta utilizzando un gemello digitale per migliorare le comunicazioni e la collaborazione durante le fasi di pianificazione, progettazione e costruzione di un nuovo sito di produzione per pompe di calore a Legnica, in Polonia. Capire il layout effettivo della fabbrica aiuta l'azienda a identificare e risolvere i conflitti relativi all'utilizzo dello spazio, ai colli di bottiglia e ai possibili “ingorghi stradali” nel mondo digitale durante le prime fasi del progetto e senza i costi o i rischi elevati che si presentano se vengono scoperti solo in un secondo momento. Lo utilizzano anche per monitorare continuamente il progresso dell'edificio e il rispetto dei piani, senza ulteriori sforzi.

“Pianifichiamo tutto sulla stessa base, lo stesso stato concordato, senza conflitti di versione di qualsiasi partecipante, come ad esempio ingegneri industriali, architetti, pianificatori di salute e sicurezza ambientale e tutti i vari reparti di produzione che potrebbero portare a costosi fraintendimenti, disinformazioni o interpretazioni errate”, afferma Viessmann.

“Il gemello digitale è il nucleo del cambiamento per il settore e il BIM, il processo di cambiamento”, spiega Glancy. “Se li utilizziamo per realizzare un progetto perfetto in modo digitale, possiamo replicarlo fisicamente”. Dice che la sua azienda ha usato i gemelli digitali in un approccio modello-fabbricazione, creando un gemello digitale fabbricabile il più vicino possibile ad un modello costruito per risolvere i dettagli proposti, come l'acciaio strutturale che può influenzare il rivestimento/copertura o una macchina posta dove è prevista una colonna.

I gemelli digitali e i modelli di fabbrica 3D supportano anche la modellazione integrata delle fabbriche riducendo i tempi di inattività necessari per i progetti di ammodernamento e facilitando una migliore collaborazione tra i team, integrando le opinioni di più discipline di pianificazione per supportare

gli obiettivi generali invece di creare un modello ottimale da un unico punto di vista. Durante il processo di costruzione, un gemello digitale può simulare sequenze di costruzione per accelerare l'installazione e ridurre gli ordini di modifica. Un altro importante caso d'uso è la realizzazione di un'integrazione strutturata di qualsiasi fornitore lungo l'intero ciclo di vita della fabbrica, dalla pianificazione al funzionamento. Gli esperti sperano che i modelli digitali, riducendo gli sprechi e ottimizzando l'efficienza, l'affidabilità, la sostenibilità e gli obiettivi correlati, miglioreranno radicalmente la pianificazione e il funzionamento delle fabbriche.

“Da un lato, questi metodi e strumenti mi aiutano nella fase ingegneristica per creare una fabbrica o per apportare modifiche al sistema di produzione”, afferma Breitenbach di EDAG. “Il BIM e la fabbrica digitale mappano le strutture, la risorsa di processo-prodotto e il gemello digitale garantisce che io possa controllare in anticipo gli scenari in modo sicuro. Nella fase operativa, il gemello mi supporta registrando e valutando i dati operativi. Le applicazioni di intelligenza artificiale mi offrono quindi la possibilità di agire in modo proattivo, ad esempio con misure di qualità o di manutenzione”.

Il BIM e i gemelli digitali “sono per noi strumenti tecnologici, ma dobbiamo prima progettare i processi, i flussi di informazioni e le responsabilità”, aggiunge Dannapfel dell'Università RWTH di Aquisgrana. “Se lo abbiamo fatto, allora [queste tecnologie] possono mostrare la loro vera potenza, perché abbiamo questa pianificazione basata su modelli. Abbiamo l'unica fonte di verità con cui possiamo pianificare”. La natura visiva di strumenti come i modelli 3D di fabbrica e i gemelli digitali promette di arricchire il processo collaborativo.

“Siamo persone vive, utilizziamo la tecnologia per dimostrare le cose e consentire alle persone di comprendere basi, relazioni, layout in modo molto più chiaro. Penso che sarà importantissimo in termini di comprensione dei risultati”, afferma Glancy. “Quando si può analizzare un gemello digitale in un ambiente virtuale, è più facile avere una conversazione su dove collocare ogni elemento e per quale motivo. Perché metà della battaglia è aiutare qualcuno a capire il problema. Questo tipo di esperienza immersiva migliorerà le comunicazioni con le parti interessate”.

Una tecnologia correlata e complementare ai gemelli digitali e ai modelli 3D di fabbrica è la progettazione generativa, che sta anche affermandosi nei processi di progettazione di fabbrica più efficienti e semplificati. La progettazione generativa è una tecnologia di esplorazione della progettazione che accetta una serie di vincoli e fornisce opzioni di filtraggio per arrivare alla progettazione finale. Anche se è stata ampiamente utilizzata nel settore manifatturiero, fino ad oggi ha visto un minor utilizzo nel settore construction.

“Si potrebbero valutare più layout di linea, forse anche due o tre linee in quella fabbrica con progettazione generativa, e comprendere che questo è l'uso migliore dello spazio e capire come gli operatori potrebbero lavorare in quell'ambiente a seconda del layout”, afferma Glancy, sfruttando il machine learning per partecipare al progetto. “Come si può capire, la democratizzazione di tutte queste tecnologie, in particolare quando fanno parte dell'armamentario dei neolaureati, è



Gli esperti sperano che i modelli digitali, riducendo gli sprechi e ottimizzando l'efficienza, l'affidabilità, la sostenibilità e gli obiettivi correlati, miglioreranno radicalmente la pianificazione e il funzionamento delle fabbriche.

il momento in cui si potrà assistere a questa esplosione di cambiamenti. Penso che manchino solo da tre a cinque anni. È impressionante e spaventoso allo stesso tempo”.

Altri strumenti integrati per la progettazione delle fabbriche

Il BIM, il design generativo e i gemelli digitali non sono le uniche tecnologie che vengono sfruttate per velocizzare e semplificare il processo di progettazione e costruzione. Il passaggio alla progettazione di fabbriche completamente integrate è stato reso possibile anche dai laser scanning, dalla realtà aumentata e dalla realtà virtuale (AR/VR), dall'Internet delle cose, dall'IA e dall'apprendimento automatico. Altri elementi fondamentali sono il cloud, i modelli di dati condivisi e le funzionalità di collaborazione integrate nelle piattaforme di progettazione stesse.

Le tecnologie di laser scanning sono sempre più utilizzate per generare dati, ad esempio per raccogliere e caricare misurazioni per un progetto di ammodernamento, in modo che i progettisti in remoto possano prendere decisioni sulla pianificazione. Le tecnologie di realtà aumentata e realtà virtuale consentono ai membri del team di visitare virtualmente un modello di edificio in corso. L'intelligenza artificiale e il machine learning possono contribuire a migliorare tutto, dall'automazione di parti della pianificazione e della manutenzione della fabbrica alla gestione della qualità.

Il cloud si sta dimostrando fondamentale per facilitare un accesso facile e condiviso alle enormi quantità di dati generati dai processi di pianificazione della fabbrica: dati che possono persistere e, essere modificati ogni volta che la fabbrica cambia, per alimentare le attività di manutenzione e semplificare la ristrutturazione e la ripianificazione. I dati di pianificazione devono essere ben gestiti per garantirne l'integrità e la disponibilità tra i team e i loro strumenti.

“Per noi, il sistema di gestione dei dati è stata la sfida più grande”, afferma Ostermann. “Un sistema di gestione dei dati ha avuto un grande impatto sulla nostra fabbrica, perché in passato era difficile trovare i dati al momento giusto”. Il passaggio verso gli standard dei dati, in fase di realizzazione attraverso organizzazioni come i gruppi di settore The Digital



La comunicazione e la collaborazione integrate sono componenti fondamentali di queste nuove soluzioni, in modo che tutti i team possano accedere a una singola vista condivisa in tempo reale del modello di fabbrica.

Twin Consortium e CESMII—The Smart Manufacturing Institute,⁴ dovrebbe rendere la gestione dei dati ancora più fluida.

“Credo che le persone la vinceranno [la battaglia per gli standard] e le società di software apriranno i loro libri e diranno: ecco questa è la nostra struttura”, afferma Breitenbach. “Potete utilizzarla per lavorare con il mio software, potete lavorare con altri software, con questo formato di dati. E non si avrà alcuna perdita di informazioni quando si scambiano dati”.

La comunicazione e la collaborazione integrate sono componenti fondamentali di queste nuove soluzioni, in modo che tutti i team possano accedere a una singola vista condivisa in tempo reale del modello di fabbrica. È importante che l'attività di comunicazione, come le richieste di modifica, le richieste di informazioni e la discussione dei problemi avvengano all'interno delle piattaforme di progettazione collaborativa stesse, per garantire che le informazioni siano sempre aggiornate e accessibili a tutti e che esista un registro di ogni modifica apportata.

“L'importanza di una comunicazione costante con tutti i nostri stakeholder non è mai eccessiva”, afferma Viessmann. “Per prendere la decisione giusta, è necessario avere il contesto e la comprensione corretti. La mia esperienza è che il modo di discutere è cambiato molto. Storicamente, i reparti di costruzione pianificavano l'edificio e la produzione pianificava il processo all'interno dell'edificio. Oggi, questa direzione è cambiata; molti edifici sono pianificati principalmente intorno ai processi produttivi. Sulla base di comunicazioni e simulazioni, otteniamo i migliori risultati e le migliori prestazioni”.

Una nuova concezione della pianificazione delle fabbriche per il XXI secolo

I tempi e il budget non sono più lo standard secondo cui vengono giudicati i progetti di costruzione delle fabbriche. Oggi, i processi di pianificazione e costruzione devono essere veloci, ben integrati e supportare nuovi obiettivi in materia di sostenibilità e Industria 4.0. Oltre a raggiungere questi obiettivi, la fabbrica deve essere facilmente adattata a utilizzi futuri riducendo al minimo le manutenzioni e l'impatto ambientale.

La tecnologia si sta rivelando il fattore chiave per consentire ai produttori e ai loro partner di abbattere i silos (negli strumenti, nei dati e nella collaborazione) alla ricerca di un modo sempre più semplice ed efficace di pianificare e costruire una fabbrica. I fattori di strumenti e dati più integrati, nonché dei processi e della cultura essenziali per il successo di questi strumenti in tutti i team che progettano, costruiscono e gestiscono fabbriche, sono ottimisti sul potenziale dei processi di progettazione integrata di fabbriche che riducono i rischi, fanno risparmiare tempo e denaro e creano strutture resilienti e mutevoli in grado di sostenere i mutevoli obiettivi futuri.

“Sono convinto che il processo di pianificazione diventerà sempre più integrato”, afferma Hoecherl. “E penso che la collaborazione sarà molto più semplice, anche tra le diverse organizzazioni. Le piattaforme digitali sono fondamentali per consentire un coordinamento fluido tra gli esperti in materia coinvolti, offrendo accesso alle informazioni più recenti. Insieme ai progressi nella tecnologia e nella simulazione dei gemelli digitali, abbiamo a portata di mano degli strumenti che offrono il potenziale per valutare anticipatamente i progetti ad un costo ragionevole e, quindi, ridurre il rischio di implementazione”.

Note finali

- 1 Juniper Research, “Why Digital Twins Are Critical to the Industry,” giugno 2020. <https://www.juniperresearch.com/whitepapers/why-digital-twins-are-critical-to-the-industrial>.
- 2 Digital Twin Consortium, “The Definition of a Digital Twin”. <https://www.digitaltwinconsortium.org/hot-topics/the-definition-of-a-digital-twin.htm>.
- 3 Maria João Ribeirinho, Jan Mischke, Gernot Strube, Erik Sjödin, Jose Luis Blanco, Rob Palter, Jonas Biörck, David Rockhill, e Timmy Andersson, “The Next Normal in Construction,” McKinsey & Co., giugno 2020. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/The%20next%20normal%20in%20construction/The-next-normal-in-construction.pdf>.
- 4 The Digital Twin Consortium e CESMII—The Smart Manufacturing Institute, “Digital Twin Consortium Announces a Liaison with CESMII—The Smart Manufacturing Institute,” novembre 2021. <https://www.digitaltwinconsortium.org/press-room/11-02-21.htm>.



**Harvard
Business
Review**

ANALYTIC SERVICES

INFORMAZIONI SU DI NOI

Harvard Business Review Analytic Services è un'unità di ricerca commerciale indipendente all'interno dell'Harvard Business Review Group che conduce ricerche e analisi comparative su importanti sfide di gestione e opportunità commerciali emergenti. Ogni documento viene pubblicato sulla base dei risultati di ricerche e analisi quantitative e/o qualitative originali, cercando di fornire informazioni di business intelligence e informazioni sui gruppi di pari grado. I sondaggi quantitativi sono condotti con l'HBR Advisory Council, il comitato di ricerca globale di HBR, e la ricerca qualitativa è condotta con dirigenti aziendali senior ed esperti in materia all'interno e all'esterno della comunità degli autori di *Harvard Business Review*. Per contattarci tramite e-mail: hbranalyticservices@hbr.org.

hbr.org/hbr-analytic-services