

# ICT e impiantistica industriale: un binomio imprescindibile



Un legame sempre più decisivo, sino a costituire un binomio che si pone a probabile fondamento di ogni possibile, ulteriore progresso nel campo dell'impiantistica moderna

**Alessandro Negrini**, ingegnere libero professionista

**G**ia a partire dagli anni '90 del secolo scorso, il ruolo delle tecnologie digitali ha guadagnato via via sempre più importanza per quanto concerne la progettazione e la manutenzione dei processi produttivi: con l'esordio della quarta rivoluzione industriale, tuttavia, questo legame si è fatto ancor più decisivo, sino a costituire un binomio che si pone a probabile fondamento di ogni possibile, ulteriore progresso nel campo dell'impiantistica moderna.

## Un'evoluzione costante

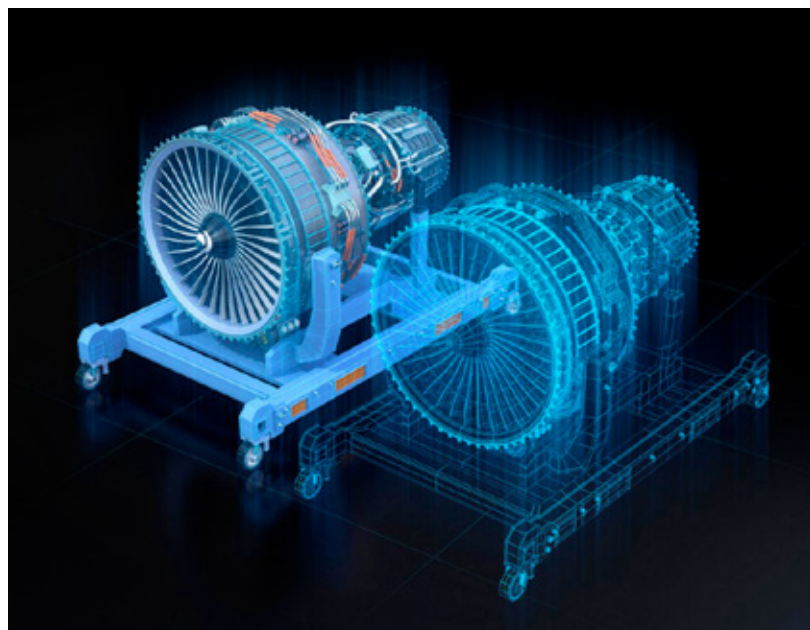
È innegabile che i professionisti impegnati nel campo dell'impiantistica industriale abbiano assistito a numerosi cambiamenti nell'arco dei decenni, sia per quel che concerne l'apparato normativo internazionale di riferimento, sia sotto il profilo delle tecnologie che, in modo trasversale quanto pervasivo, hanno plasmato l'approccio alla progettazione, alla manutenzione e al monitoraggio delle risorse durante l'intero arco della loro vita utile; questa constatazione si estende a tutta l'ingegneria di processo, ma trova un'applicazione particolarmente significativa nei settori dell'Oil&Gas[1] e della produzione ener-

getica in genere, da sempre soggetti a standard particolarmente elevati in termini di affidabilità e di redditività attese.

**Il ruolo degli strumenti legati all'area ICT si è imposto come preponderante sotto diversi aspetti che vanno a interessare sia la strumentazione fisica adottata (hardware) sia i processi logico-applicativi (software) cui si ricorre comunemente**

In breve, il ruolo degli strumenti legati all'area ICT (Information and Communication Technology) si è imposto come preponderante sotto diversi aspetti che vanno a interessare sia la strumentazione fisica adottata (hardware) sia i processi logico-applicativi (software) cui si ricorre comunemente per:

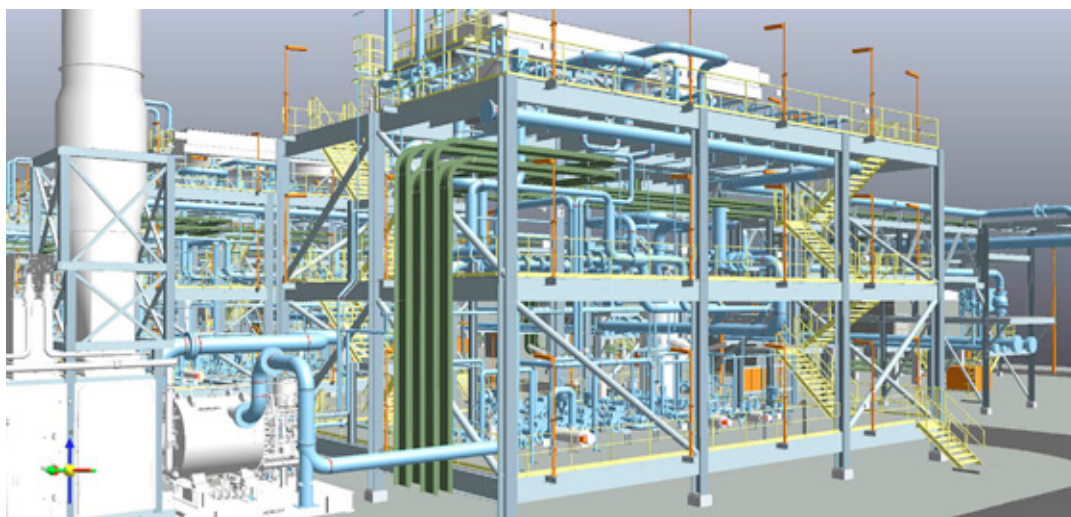
- condurre sopralluoghi tecnici (rilievi on site) e indagini geofisiche integrando approcci che consentano di mappare, inventariare e contestualizzare le risorse in campo anche in contesti RIR[2] e/o in totale assenza di informazioni pregresse[3];
- modellare, progettare e verificare risorse ex-novo procedendo in chiave multi-disciplinare (per esempio, BIM Engineering, Asset Integrity Engineering ecc.);
- ampliare, trasformare e/o ripristinare (revamping) risorse ormai prossime alla fine della loro vita-utile, altrimenti destinate al decommissionamento e alla dismissione;
- definire un "gemello digitale" (digital twin) di risorse esistenti - o in via di completamento - per programmare simulazioni a medio-lungo termine, sia sotto il profilo eminentemente operativo, sia nell'intento di attuare analisi What-If affidabili, benché di primo approccio;



- coordinare e snellire la logistica manutentiva, garantendo la consistenza della filiera di rifornimento per attrezzature, sistemi e componenti di ricambio, ovvero permettendone la localizzazione in tempo reale, anche da remoto (BIM esteso alla logistica, realtà aumentata ecc.)[4];
- affinare le prassi di sorveglianza (smart security) e di controllo delle risorse, regolando il monitoraggio degli accessi alle aree d'interesse in termini di mezzi, attrezzature e personale;
- gestire l'enorme, eterogenea mole di dati tecnici, amministrativi e certificativi legati a ciascun impianto, permettendo di aggiornare, consolidare e interrogare i database documentali correlati, estesi agli aspetti legati alla sicurezza occupazionale in termini di permessi di lavoro, procedure di prevenzione e protezione.

## Una rete sempre più articolata

Focalizzandoci, per esempio, sul problema della gestione coordinata e coerente di risorse fisiche Oil&Gas disseminate sul territorio, è interessante





osservare come i singoli giacimenti - sia on-shore che off-shore - rientrano ormai da decenni in una rete nodale (Smart Field Mesh Grid) sempre più coerente e versatile, in cui la maggioranza - se non la totalità - dei macro-aggregati funzionali (come pozzi, stazioni di pompaggio, oleodotti, piattaforme e stoccaggi) è interconnessa, ovvero identificabile in vario modo (per esempio, mediante tag RFID, ancore Bluetooth, indirizzo IP via Ethernet industriale ecc.), sino a circoscrivere nel dettaglio la singola attrezzatura, sensore e/o dispositivo. Da ciò - e dal patrimonio di informazioni che ne deriva - ecco che è emersa nel tempo l'esigenza parallela di poter disporre di una crescente capacità di calcolo e di archiviazione, ossia di potersi avvalere di infrastrutture

dedicate (proprie - in edge computing - o gestite da società terze, in cloud) per mettere a frutto questi dati che, di fatto, costituiscono un'ulteriore e non meno preziosa risorsa economica in grado, per esempio, di migliorare il tasso di estrazione dai pozzi

esistenti, ovvero di attuare campagne di prospezione più efficienti e mirate[5].

Ampliando la nostra ottica ed estendendola, quindi, all'ambito della progettazione *tout court*, la medesima spinta all'interconnessione e allo scambio di dati secondo protocolli standardizzati accomuna tutte le fasi di ideazione, modellazione e studio di sistemi (o sotto-sistemi) complessi e ha favorito la nascita di una rete di canali preferenziali che permettono ai professionisti in questo settore di condividere informazioni, procedure e stralci di codice per affinare la performance di pacchetti software destinati a descrivere quanto più fedelmente possibile le condizioni di esercizio e le sollecitazioni de-

siderate, con applicazioni modulari che coprono la quasi totalità degli ambiti (dalla verifica strutturale alla progettazione piping, dall'analisi fluidodinamica allo studio della resa cromatica ottimale di superfici e materiali in campo architettonico ecc.).

In ultima analisi, lo sviluppo del settore ICT applicato all'ingegneria negli ultimi dieci anni ha permesso lo sviluppo di nuove modalità di collaborazione professionale:

- ampliando il novero degli specialisti coinvolti contemporaneamente nel medesimo progetto e favorendo il coordinamento organico delle diverse discipline (come processisti, supportisti, impiantisti, HSE ecc.) senza richiedere una compresenza fisica costante (remotizzazione delle attività, integrata sia nelle suite BIM che attuata in parallelo grazie agli applicativi di project management in cloud);
- comprimendo/ottimizzando le tempistiche di sviluppo delle singole attività, anche grazie alla delocalizzazione delle risorse e alla possibilità di acquistare potenza di calcolo in funzione del fabbisogno di picco (HPC / GPU Rental Services) secondo un modello potenziale H24-7;
- preservando i dati di progetto e consentendo l'archiviazione a medio-lungo termine / la condivisione in cloud mediante sistemi SaaS[6];
- facilitando l'evoluzione normativa e la creazione di nuovi standard di settore derivati dalla disponibilità di una notevole quantità di dati di ritorno provenienti dal contesto reale e sottoposti da una platea sempre più ampia di professionisti interessati a partecipare a un confronto su scala internazionale (globalizzazione delle competenze) anziché locale.

Di fatto, è difficile pensare a un futuro nel campo della progettazione impiantistica che esuli dalla sfera dell'ICT professionale, dato che la linea di confine tra i due ambiti si è fatta sempre più difficile

**Lo sviluppo del settore ICT applicato all'ingegneria negli ultimi dieci anni ha permesso lo sviluppo di nuove modalità di collaborazione professionale**

da demarcare e molte metodologie di verifica manuale, seppur efficaci e dotate di notevole eleganza formale, sembrano essere ormai relegate ai libri di storia dell'ingegneria[7].

## Il rovescio della medaglia

Qualsiasi analisi oggettiva di un argomento così articolato come il legame tra ICT e ingegneria non può prescindere da una riflessione critica che ne vada a sottolineare non soltanto gli ovvi vantaggi pratici, ma anche (e soprattutto) i punti deboli, le sbavature e i limiti dettati, in primo luogo, dall'inevitabile discrepanza tra modelli teorici e prassi attuativa, tra "brochure patinata" e performance reali. Questa consapevolezza - ossia, che la leva strategica offerta dalle tecnologie d'avanguardia non è né infallibile[8] né antifrangibile[9] - è, se vogliamo, il primo e più importante strumento a disposizione del professionista per orientarsi in una dimensione che offre molte soluzioni (di certo non tutte), ma - al tempo stesso - richiede una considerevole, costante competenza raggiunta attraverso la formazione e la sperimentazione diretta.

Questo ragionamento, beninteso, non può prescindere da un assunto ancor più rilevante e fondativo, ossia che raramente "la mappa rappresenta il territorio", vale a dire che la realtà ben difficilmente sarà approssimabile (o incline a conformarsi) al più raffinato dei modelli virtuali: da ciò, la necessità di riuscire a razionalizzare e gestire questo divario che, sovente, assume la forma di un persistente errore amplificato da un bias di conferma che affligge non pochi specialisti.

Ed è, appunto, applicando la teoria degli errori e studiando al contempo il processo di propagazione dei guasti nei sistemi informatici che si giunge a sviluppare una necessaria cautela nei confronti di reti sempre più articolate di cui risulta difficile (talvolta impossibile) individuare tempestivamente le eventuali derive[10], imponendo - quantomeno - il ricorso alla tradizionale ridondanza di controlli, oltre alla verifica incrociata dei passaggi fondamentali, con metodi distinti e non sovrapponibili, ovvero con euristiche abbastanza semplici da poter intercettare almeno i segnali reputati più critici.

Se ne trae, in sintesi, un monito a conservare un approccio professionale di massima improntato a un equo scetticismo, da intendersi come tendenza a non cadere preda di facili entusiasmi anche a fronte di risultati preliminari promettenti e, soprattutto, di una crescente disponibilità di informazioni all'apparenza così completa e copiosa da indurre a spingere al limite i propri strumenti previsionali senza considerarne il margine di fallacia residuale intrinseca che può derivare da:

- limiti epistemici nell'effettiva comprensione del problema reale, approssimato e modellato sulla base di informazioni parziali, contraddittorie o sbagliate (come la comunicazione con il committente inefficace o, comunque, incompleta, e ciò si riflette sulla qualità dell'analisi);
- tendenza a scotomizzare/tralasciare le infor-

mazioni che non sono approssimabili secondo il limitato modello di input previsto dal software;

- incompatibilità tra i differenti protocolli e/o formati adottati dai principali software e sistemi di calcolo, con approssimazioni talvolta inadeguate che favoriscono l'errore (per esempio, l'output dell'applicativo di verifica strutturale A è solo parzialmente compatibile con l'input del programma di stress-analysis B: nella conversione/integrazione dei dati, alcuni parametri risultano falsati in modo non sempre evidente);
- software proprietari sviluppati ad hoc per conto di aziende di settore che, tuttavia, operano secondo criteri non direttamente verificabili e, soprattutto, producono output a tal punto sommersi da risultare criptici;
- sistemi non scalabili, ossia ottimali per analisi locali (magari un software FEA pensato per gestire un modesto numero di nodi per volta), applicati impropriamente a situazioni molto complesse (come superfici che richiedono un mesh estremamente raffinato);
- software giunti a fine-vita ("dead tracks", "binari morti") ormai privi di aggiornamenti normativi e/o di una qualsiasi forma di supporto tecnico, ma ancora utilizzati in mancanza di risorse per consentire di sperimentare delle alternative;
- la rapida obsolescenza che caratterizza l'hardware ICT, soprattutto nei contesti operativi più impegnativi (per esempio Ex/ATEX, petrolchimico RIR ecc.) e il conseguente degrado/discontinuità dell'affidabilità dei dati rilevabili, a meno di non attuare una costante attività preventiva e manutentiva.

## I confini dell'ICT

Gli assunti sin qui proposti, validi nella sfera ordinaria di un ambiente professionale moderno, interconnesso e culturalmente omogeneo, si fanno più incerti nel momento in cui si getta lo sguardo su realtà produttive ancora prive dell'accesso alle medesime opzioni in termini di istruzione tecnica e connettività: è il caso di intere regioni povere di infrastrutture (il che non si limita solo al fenomeno del "digital divide", ma si estende alla mancanza di strade, ferrovie, linee telefoniche affidabili ecc.), quanto ricche di risorse naturali, in cui l'approccio locale all'impiantistica rimane, giocoforza, quello di vent'anni fa.

In questi casi, la scelta e l'introduzione di nuove tecnologie segue priorità improntate necessariamente a garantire i servizi essenziali, mentre il divario formativo in materia di progettazione integrata deve essere risolto per gradi:

- contemplando un transitorio ritorno a metodologie operative giudicate "datate" e, al contempo, impiegando soluzioni retrocompatibili che consentano di stabilire un terreno comune da cui prendere le mosse;
- adeguandosi alla curva di apprendimento generazionale caratteristico delle professioni

tecniche, tipicamente più inclini ad accettare il cambiamento se promosso attraverso l'esempio e i modelli esperienziali validati sul campo.

Queste problematiche, in prima istanza, potrebbero risultare marginali se non fosse per il fatto che le realtà di cui parliamo sono le stesse che emergono quali potenziali nicchie di profitto, a lungo protette proprio da quelle barriere all'ingresso che hanno finora scoraggiato gli investitori, tutt'altro che propensi a impegnarsi in un massivo trasferimento di infrastrutture e competenze pur di ottenere l'accesso a risorse privilegiate[11].

Al che, desiderando proporre una sintesi del nostro ragionamento, appare evidente come il binomio rappresentato da ICT e impiantistica si ponga come un vincolo imprescindibile alla base di quella che sarà l'evoluzione stessa del mercato, pur prendendo atto che - in ogni caso - sarà sempre il fattore umano (ossia, il senso critico del professionista) a rappresentare la variabile in grado di consolidare il netto vantaggio competitivo dettato dallo spunto tecnologico.

#### Note:

- [1] *A tal riguardo, si legga Ike, D. U. et al., "Impact of ICT in Oil and Gas Exploration: A Case Study", International Journal of Computer Technology, 2013.*
- [2] *"Rischio di Incidente Rilevante". La definizione riprende i criteri dell'ISPRA così come presentati nel D.Lgs. 105/2015 in relazione al vigente Inventario Nazionale degli Stabilimenti a Rischio di Incidente Rilevante.*
- [3] *Per un approfondimento in merito alle tecnologie di scansione 3D con particolare riguardo ai sistemi SLAM, si vedano anche Xiaoyun Lu et al., "DM-SLAM: Monocular SLAM in Dynamic Environments" (Applied Science, 2020), la pubblicazione di Dinar Sharafutdinov, "Comparison of Modern Open-Source Visual SLAM Approaches" (2021) e "Il ruolo della scansione laser nell'ingegneria integrata" (INGENIO, 2023).*
- [4] *Su questo argomento, si rimanda in particolare a "La logistica e la progettazione industriale integrata" (Impiantistica Italiana, Anno XXXIII, #6).*
- [5] *Un'applicazione comune di questi principi è rappresentata, per esempio, dall'attiva collaborazione tra industria petrolifera e università, con particolare riguardo alla ricerca nell'ambito delle geoscienze focalizzate sull'analisi sismica: ciò consente di monitorare accuratamente i cam-*

*biamenti nei singoli giacimenti, soprattutto in previsione di perforazioni orizzontali controllate (HDD, Horizontal Directional Drillings). Utilizzando un'apposita rete di sensori, i dati dei pozzi vengono trasmessi in tempo reale agli esperti che possono suggerire l'approccio migliore per evitare incidenti e complicazioni.*

- [6] *"Software as a Service". Il che include non soltanto le emissioni definitive prodotte nell'arco della singola commessa, ma anche l'insieme di messaggi, e-mail, bozze di input e backup parziali registrati via via che i lavori giungono a compimento.*
- [7] *Si pensi anche solo alla procedura di calcolo degli sforzi nelle aste dei sistemi staticamente determinati, solitamente indicata come "diagramma cremoniano" e citata nei testi di Scienza delle costruzioni, in riferimento alle teorie del matematico Luigi Cremona (1830-1903).*
- [8] *Se è pur vero che la maggior parte dei software professionali qualificati garantisce risultati mediamente affidabili per lo scopo che si propongono, è importante rilevare che la fase di input (per esempio la scelta delle corrette combinazioni di carico) non è esente da errori e/o omissioni rimarchevoli, così come non sono rari gli abbagli nella successiva fase di analisi e impaginazione degli output (per esempio l'accidentale sostituzione di segno nella trasposizione di un momento o di una reazione vincolare). In altro ambito, va ricordato il triste epilogo della sonda Mars Climate Orbiter che, alla fine degli anni '90, si schiantò sul Pianeta Rosso a causa di un errore del team di navigazione, incapace di effettuare la conversione corretta da libbre-forza a newton-secondi.*
- [9] *Riguardo il concetto di "antifragilità", da non confondersi con la più comune "resilienza", si rimanda alle opere dell'eccellente saggista e matematico Nassim Taleb.*
- [10] *Per contro, la propagazione degli errori di origine umana veicolata dai sistemi di comunicazione integrata, risulta agevolata dalla possibilità di replicare e trasferire rapidamente enormi quantità di informazioni (sbagliate) senza una successiva revisione che permetta di contestualizzare riferimenti che paiono formalmente corretti, ma sono privi di fondamento effettivo: l'impresa in sé equivarrebbe, in effetti, a trovare il proverbiale ago nel pagliaio. L'aumento dei refusi tipografici nelle pubblicazioni native digitali più prolisse, raramente sottoposte a una successiva fase di editing, ne è un canonico esempio.*
- [11] *Di fatto, è ciò a cui stiamo assistendo in questi anni se prendiamo atto degli ingenti finanziamenti e delle opere infrastrutturali (porti, ferrovie, strade, cavi in fibra ottica ecc.) che la Cina sta erogando alle istituzioni africane nell'intento di consolidare la propria influenza commerciale arrivando a stabilire (o ampliare) nuove Vie della Seta.*



## Alessandro Negrini

Alessandro Negrini è un ingegnere libero professionista specializzato nel campo della progettazione industriale, del revamping in ambito IIoT 4.0 e della sicurezza sul lavoro.

Dal 2006, opera come consulente tecnico offrendo supporto qualificato ad aziende, organizzazioni e altri

professionisti del settore meccanico-impiantistico con particolare riguardo al comparto petrolchimico (Oil&Gas) e a quello di processo.

Sul fronte tecnico-giuridico fornisce abitualmente assistenza come consulente di parte (CTP), oltre a coadiuvare imprese e università (Politecnico di Milano) nella formazione in materia di valutazione dei rischi, sicurezza occupazionale e transizione digitale.

È inoltre membro della Commissione Sicurezza e Igiene del Lavoro (SIL) dell'Ordine degli Ingegneri di Milano, nonché referente presso il Gruppo Tecnico Territoriale del Consiglio Nazionale degli Ingegneri (CNI) in materia di smart-working.

## Industrial plant engineering and ICT, an essential combination

Since the 90s of the last century, the role of digital technologies has gradually gained more and more importance with regard to the design and maintenance of production processes: with the onset of the fourth industrial revolution, however, this link has become even more decisive, to constitute a combination that is probably the foundation of every possible, further progress in modern plant engineering.

On the other hand, any objective analysis of a topic as articulated as the link between ICT and engineering cannot be separated from a critical reflection that underscores not only the obvious practical advantages, but also (and above all) the weaknesses, the smudges and the limits dictated, first of all, by the inevitable discrepancy between theoretical models and implementation practice.