



CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Il Giornale dell'Ingegnere

PERIODICO D'INFORMAZIONE PER GLI ORDINI TERRITORIALI

Fondato nel 1952

Supplemento al n. 7/2024 de Il Giornale dell'Ingegnere

RIFLESSIONI |

L'implementazione del BIM in Lombardia nel 2024

DI ING. LIVIO IZZO*

Gli Ordini ingegneri della Lombardia e la CROIL si preparano ad analizzare le esperienze di BIMizzazione in Lombardia, tra successi e insuccessi

Parlare di implementazione del BIM è molto generico, in quanto questa tecnologia è applicata con modalità molto differenti non solo in funzione dell'ambito applicativo specifico, ma anche del ruolo che si ha nella filiera delle costruzioni. L'ambito applicativo spazia dalla progettazione (architettonica, strutturale, impiantistica o infrastrutturale) alla gestione (del cantiere, della costruzione, della sicurezza, dei tempi e dei costi), al facility management e alla gestione energetica e ambientale: un mare magnum di applicazioni diverse.

Il ruolo dell'operatore, poi, spazia da quelli della pubblica amministrazione (pianificazione, programmazione, gara, affidamento, controllo, validazione etc.) a quelli tipici professionali o di impresa (modellazione, offerta di gestione informativa, piano di gestione informativa, coordinamento e clash detection fra diverse discipline etc.). Per non parlare poi di quando il BIM è implementato in seno a una organizzazione produttiva, p.e. un prefabbricatore, dove il BIM deve arrivare a produrre costruttivi rigorosi e dialogare con macchine a controllo numerico, rientrando più su una applicazione industriale stand alone che su una filiera collaborativa.

La rubrica del Giornale

Il Giornale dell'Ingegnere ha in corso proprio una rubrica di **Storie di BIM** per esplorare, dalla viva voce degli artefici della BIMizzazione della loro organizzazione, non solo le loro applicazioni prevalenti ma anche il percorso che hanno fatto, i successi e gli insuccessi e l'equilibrio che hanno trovato nel mercato. Insomma, un'analisi verticale di storie di BIM. In CROIL invece, come Commissione BIM, abbiamo deciso di esplorare il mercato in maniera orizzontale, per capire sia come si interfacciano i diversi operatori tra loro e sia quali sono i driver dei successi o i nodi degli insuccessi per poter avere una informazione sinottica del mercato del BIM, sulla sua "maturità", in vista del 1° gennaio 2025, e sugli eventuali nodi da sciogliere e/o sulle frontiere da superare. Faremo questo percorrendo due canali. Un survey su scala regionale fra tutti gli iscritti agli Ordini provinciali degli ingegneri; alcune interviste a colleghi "addetti ai lavori", centrate molto sulle connessioni con altri operatori, esterni alla loro realtà, oltre che approfondite sulla propria attività, dopo averla descritta per capire come si colloca nella filiera. Questo per avere una visione della RETE di operatori BIM nella nostra regione. Sia le interviste che i risultati del survey usciranno sul "Dorso Lombardia" de Il Giornale dell'Ingegnere, un supplemento trimestrale alla rivista, espressione diretta degli Ordini Ingegneri della Lombardia e della CROIL. Nel numero 7, di fine settembre (cioè sul numero che state leggendo), è programmata l'uscita delle prime interviste, mentre nel numero 10 (dicembre) è programmata l'uscita del secondo gruppo di interviste e i risultati del survey.

Le domande del survey

Nelle interviste, per rendere i contributi confrontabili, abbiamo normalizzato le domande anche se il collega intervistato avrà una totale libertà di risposta, in modo da raccogliere anche informazioni che non abbiamo previsto.

Le domande verteranno proprio sulla singola esperienza, fatta di investimenti, formazione, interazione con stakeholder esterni, successi, insuccessi e processi di miglioramento nelle applicazioni di BIM cui si è dedicato, quelle che hanno dato frutti concreti e quelle più critiche per le quali la tecnologia non è ancora matura. Un format tipo workshop, quindi, in cui l'intervistato possa esporre liberamente la propria esperienza, condividerla e suscitare riflessioni.

Dopo la pubblicazione, la Commissione BIM rifletterà sui risultati emersi e redigerà un documento che possa essere di analisi, di rappresentazione e di proiezione del mercato del BIM in Lombardia; documento che possa essere di ausilio a tutti i Colleghi interessati e alla stessa Commissione per individuare i successivi obiettivi della propria azione.

*SEGRETARIO COMMISSIONE BIM, COORDINATORE DORSO LOMBARDIA, CROIL

Chi dei colleghi ingegneri iscritti a un ordine lombardo, leggendo queste note e avendo una esperienza nel BIM, volesse partecipare alla campagna di interviste, è pregato di segnalarlo alla segreteria della CROIL: segreteria@croil.it.

SICUREZZA |

In-sicurezza dei cantieri

La sicurezza nei cantieri edili italiani messa a dura prova da una serie di gravi incidenti

DI MASSIMILIANO DE ROSE*

Secondo INAIL il settore delle costruzioni (dati riferiti all'anno 2022) si posiziona al primo posto per **frequenza di infortuni gravi** con un contributo in termini di vite perse che si colloca al secondo posto in valore assoluto dopo il manifatturiero, con **ben 175 decessi**. Siamo sicuri che politica, tecnici, operatori del settore, sindacati ed enti di controllo stiano andando nella giusta direzione per combattere e sconfiggere il fenomeno dell'IN-sicurezza dei cantieri? Nel libro del Deuteronomio (Bibbia), scritto tra il VI e il V secolo a.C. al capitolo 22, versetto 8, si può leggere questa frase: "Quando costruirai una casa nuova, farai un parapetto intorno alla tua terrazza, per non attirare sulla tua casa la vendetta del sangue, qualora uno cada di là." Questa istruzione sembra riguardare la sicurezza e la responsabilità di proteggere gli altri da possibili cadute accidentali. Oggi, più di 2.600 anni dopo, gli ispettori degli enti di controllo hanno ancora il loro gran bel da fare per assicurarsi che le maestranze mettano in esercizio dei parapetti idonei a salvaguardare la sicurezza degli operai edili. Insomma, sembrerebbe che le prescrizioni in materia di sicurezza del VI secolo A.C. siano ancora attuali, oggi, nell'era del digitale e dell'intelligenza artificiale. O forse dovremmo dire che sono tristemente attuali?

Proviamo, per un attimo, a osservare come vanno le cose in un altro settore, quello dell'industria automobilistica. Le auto moderne sono dotate di sensori avanzati, algoritmi di intelligenza artificiale e sofisticati sistemi progettati per **ridurre il rischio di incidenti causati dagli errori umani**. Questi progressi includono sistemi di frenata automatica, avvisi di cambio di corsia e altre tecnologie di assistenza alla guida. I produttori di automobili stanno, sempre di più, cercando di utilizzare materiali più resistenti e tecnologie avanzate per migliorare la sicurezza durante la nostra esperienza di guida.

Oggi, un automobilista si sente indubbiamente e oggettivamente più sicuro di 40 anni fa: la percezione che egli ha della sua sicurezza e dei pas-



Massimiliano De Rose, Presidente CROIL

seggeri che trasporta è sensibilmente aumentata. Qual è la percezione che ha invece, oggi, un operaio edile in relazione alla sua sicurezza sul luogo di lavoro? Cosa risponderebbe se gli chiedessimo in che modo la società civile si occupa della sua sicurezza? E cosa risponderebbero i familiari delle morti bianche? La sicurezza sul lavoro, un fenomeno che fa notizia solo quando l'incidente si trasforma in tragedia. Non è usato a caso il termine **miopia** nel titolo, che si riferisce a una condizione in cui si possono vedere oggetti vicini ma non si possono vedere chiaramente gli oggetti più lontani. È la situazione in cui ristagna, oggi, tutto il complesso normativo e di settore che si occupa di sicurezza nei luoghi di lavoro. Un settore dove si pone l'attenzione su verbali, recinzioni, caschetti, procedure e sensibilizzazione delle maestranze. Tutto molto bello (e utile, forse), ma la tecnologia di cui oggi disponiamo perché non è entrata nel cantiere? Bisogna abbattere questa barriera, che è unicamente una barriera di tipo culturale. Una barriera costruita da un settore e dai suoi addetti che sta producendo, ogni giorno, sempre più vittime. La **cultura della sicurezza** deve andare verso la contaminazione del mondo dell'edilizia e dei cantieri con le **ingegneria** che oggi sono più all'avanguardia (informatica, biomedica, elettronica). Le applicazioni sono infinite. Videocamere che leggono e riconoscono ciò che accade in cantiere in tempo reale, indumenti sensorizzati in grado di monitorare lo stato di salute degli operai (e prevenire malattie professionali), sensori in grado di inibire l'accesso a mezzi o personale a determinate aree del cantiere, airbag contro le cadute accidentali (si, esistono!). Immaginate un coordinatore per la sicurezza, che oggi subisce passivamente e paga le negligenze degli altri, che possa essere in grado di disporre di una serie di tecnologie per "progettare" davvero la sicurezza del cantiere. Un sistema che gli permetta davvero di gestire le interferenze: un **cantiere**

intelligente o, come direbbero gli amanti della sostenibilità così di moda oggi, uno smart building site (SBS). La categoria degli ingegneri, anziché cospargersi il capo di cenere in occasione delle interviste sui media dopo gli eventi infortunistici, dovrebbe cominciare a parlare di **cantieri intelligenti**. Dovremmo cominciare a fornire soluzioni concrete e definitive al problema della sicurezza nei cantieri. La tecnologia deve entrare nei cantieri. La tutela della Privacy non può essere un ostacolo all'uso del monitoraggio informatizzato dell'attività degli operai in cantiere. È come se un pilota di Formula 1, in nome della privacy, non permettesse di leggere i suoi dati telemetrici all'ingegnere di pista! Attraverso la tecnologia, dunque, si possono monitorare lo stato di **salute, l'attività** e la **posizione** degli operatori, potendo prevenire facilmente infortuni gravi e malattie professionali. Il 17 luglio 2024, a Roma, sono stati presentati al Senato nel corso del convegno "DP(AI) Per la sicurezza sul lavoro usiamo Intelligenza" degli indumenti da lavoro intelligenti (smart t-shirt). L'abbigliamento in questione è progettato per monitorare costantemente la salute dei lavoratori segnalando tempestivamente qualsiasi rischio. Il progetto è basato su una tecnologia tessile all'avanguardia, capace di rendere smart qualsiasi tipo di indumento, e in grado di monitorare i principali parametri vitali capaci di valutare lo stato psico-fisico del singolo lavoratore, prevenendo così patologie o eventi infortunistici. Ma la tecnologia deve servire anche per poter controllare in tempo reale la posizione e le attività del lavoratore o delle macchine di cantiere, in modo da impedire quelle interferenze che molto spesso sono la causa di incidenti nei cantieri. In conclusione, come categoria, abbiamo il dovere di iniziare a sensibilizzare la politica e l'opinione pubblica su possibili sperimentazioni con indumenti e sistemi tecnologicamente avanzati che **devono** cominciare a entrare nei cantieri per tutelare tutti quelli che ci lavorano. Vogliamo difendere la **Privacy** o la **Vita**?

*PRESIDENTE CROIL E ORDINE INGEGNERI COMO

INTERVISTA |

Progettazione costruttiva e di dettaglio in chiave industriale

Intervista all'Ing. Samuele Corsi della LMSteel Consulting

DI ING. LIVIO IZZO*

Nell'ambito dell'esplorazione del mondo BIM in Lombardia, incontriamo oggi l'Ing. Samuele Corsi della LMSteel Consulting, una realtà che spazia dalla progettazione di base, civile, strutturale e infrastrutturale, alla progettazione costruttiva di dettaglio, fino a interfacciarsi, senza ulteriore intervento progettuale, con le macchine a Controllo Numerico e con il Gestionale del Fabbricante.

Questa vasta competenza, che a prima vista appare un po' atipica perché presuppone la conoscenza di tutte le tematiche di produzione, saldatura, assemblaggio e montaggio tipiche di un produttore, risulta invece riflettere l'attuale modello di *business* dei grandi produttori di strutture in acciaio che non riescono a permettersi un ufficio tecnico con così vaste competenze e perciò si rivolgono ai professionisti specializzati.

Ing. Corsi, quale è il mercato della vostra Organizzazione? Sia come zona geografica ma anche la tipologia di realizzazione dove è più adatto e congeniale il vostro intervento e perché?

“Siamo Operativi principalmente in Svizzera, Francia e Italia mentre in passato abbiamo lavorato per il mercato Americano e Russo. Siamo attivi soprattutto nel settore dell'acciaio e il nostro valore aggiunto è assistere la Committente lungo tutto il percorso progettuale anche nella fase di Progettazione Costruttiva di dettaglio (*design for manufacturing*). Questa competenza deriva dal fatto che siamo stati costituiti come gruppo di ingegneria di un metal-costruttore con la missione di gestire progetti di ampio respiro internazionale. In tale ottica il gruppo si è formato internamente sui processi costruttivi di officina mentre esternamente ha avuto l'opportunità di rapportarsi con clienti ambiziosi nello sviluppo di progetti lunghi e complessi.

Dal 2019 ci costituiamo come studio di Ingegneria Indipendente concentrato sulla **progettazione strutturale basica e di dettaglio** e in grado di aiutare i costruttori forti del bagaglio di esperienza acquisito in precedenza”.

Può descrivere il flusso operativo di una vostra commessa? In particolare i ruoli e/o le attività che svolgete in prima persona e quelli per cui vi interfacciate con collaborazioni o con professionisti esterni della filiera? In pratica, qual è il vostro ruolo nella filiera/



SAMUELE CORSI, LMSTEEL CONSULTING

rete delle costruzioni? Da chi ricevete input e a chi consegnate il vostro output e con quali processi, supporti e formati?

“Tipicamente riceviamo incarichi da imprese generali e carpenterie medio-pesanti che hanno necessità di adattare/ottimizzare il progetto secondo le loro esigenze.

Per le imprese generali sviluppiamo il progetto esecutivo strutturale delle opere fuori terra. In questo caso il nostro intervento consiste nel trovare le soluzioni ottimali per sposare le esigenze strutturali con le linee degli impianti e gli ingombri delle macchine di processo.

I metalcostruttori hanno l'esigenza di adeguare il progetto esecutivo alle loro tecniche di costruzione. In quel caso la nostra missione è prima di tutto l'analisi dettagliata del progetto per verificare la possibilità di ottimizzazione dei pesi, redigere un piano di sollevamento con le attrezzature che l'azienda mette a disposizione, ottimizzare la tipologia dei profili in acciaio in base alla disponibilità del mercato e semplificare le lavorazioni di officina per risparmiare tempi/costi di trasformazione.

Le nostre attività sono sempre sviluppate collaborando attivamente con impiantisti, progettisti civili e architetti. La documentazione di partenza è sempre stata costituita da elaborati progettuali bidimensionali, anche se ultimamente iniziamo a ricevere modelli geometrici in formato .ifc. La nostra missione si

software gestionale basico oppure collegato al modello digitale BIM”.

Quali di queste fasi e/o attività gestite in BIM e quali con tecniche più tradizionali?

“Ormai (finalmente direi) tutti i lavori da noi sviluppati seguono un **processo BIM** per il semplice fatto che risulta più efficiente condividere con tutti gli attori coinvolti (professionisti, clienti) dei *files .ifc* per il controllo delle geometrie, analisi interferenze, etc”.

In che anno avete iniziato a interessarvi di BIM e quali vantaggi potenziali avete percepito per la vostra organizzazione e la vostra attività?

“Abbiamo acquistato la prima licenza di *Tekla Structures* quasi 20 anni fa dall'intuizione di uno dei fondatori dell'azienda. La scelta è ricaduta su quel *software* perché permetteva di dialogare molto bene con le macchine a controllo numerico e, data la difficoltà sempre maggiore dei progetti ai quali partecipavamo, non risultava più conveniente disegnare i piani di officina tramite *software* tradizionali come *Autocad*”.

Quale segmento delle vostra attività è stato BIMizzato per primo e con quali aspettative? E quale per ultimo e con quale grado di completezza?

“La progettazione costruttiva appunto: prima però il modello 3D era rivolto solo allo sviluppo delle carpenterie (travi, colonne, piastre, ecc) ora lo stesso modello viene implementato con gli accessori e gli impianti perché il controllo delle interferenze è prioritario prima della messa in produzione. Stiamo cercando di far dialogare direttamente i modelli di calcolo

con quelli geometrici, ma spesso, per ragioni di tempistiche e gradi di accuratezza diversi, riteniamo ancora conveniente tenere separate le due fasi di calcolo e disegno”.

Come siete arrivati al primo progetto di implementazione? Quante persone sono state coinvolte nel processo decisionale e con quali ruoli? E come siete organizzati oggi in merito all'applicazione e allo sviluppo della tecnologia BIM based?

“Ricordo lo Stadio “Arena92” a Parigi dove si sono disputate le gare di nuoto alle recenti Olimpiadi. Abbiamo sviluppato la progettazione costruttiva della copertura partendo dal Progetto Esecutivo di “Jaillet Roubly”: parliamo di una superficie complessa di 24.000 mq e quasi 6000 Ton di acciaio.

Nel 2015 non è era ancora in voga l'uso dei modelli condivisi in *cloud*. In quel caso abbiamo dovuto scorporre il modello globale in più di venti sotto-modelli per poter lavorare in parallelo con più unità di progettazione, il che ci ha permesso di consegnare la documentazione costruttiva secondo il cronoprogramma di cantiere.

In quel caso il modello digitale da noi realizzato era il collettore di tutte le attività dei soggetti coinvolti: le validazioni progettuali del calcolatore, le ottimizzazioni del carpenterie, le richieste di integrazione dell'impresa generale, le pre-disposizioni per il sollevamento dei pezzi, ecc. Il modello è poi stato utilizzato dalle squadre di montaggio e quindi costantemente aggiornato durante la cantierizzazione. Quel progetto per noi ha *fatto scuola* e oggi quasi tutti i grandi progetti che sviluppiamo seguono questa filosofia: una parte del progetto è coordinata internamente ed eventualmente affiancata da unità integrative nel caso le tempistiche lo richiedessero”.

Che tipo di risorse esterne avete coinvolto e con quale processo li avete individuati o, viceversa, con quali realtà collaborate come servizio di ingegneria esterno?

“Cerchiamo di lavorare sempre con gli stessi *partner* conosciuti durante il nostro percorso con i quali si è instaurato un rapporto solido di fiducia e conoscenza dei nostri standard di qualità”.

Per le risorse interne vi siete appoggiati alle qualifiche previste dalla UNI 11337 o avete cercato o formato figure con un profilo specifico? In caso affermativo, avete trovato calzanti le certificazioni sulla UNI 11337-7 con le vostre specifiche esigenze?



“Certamente le qualifiche previste dalla normativa sono importanti. Nel nostro caso, lavorando esclusivamente con imprese e soggetti privati, la formazione la facciamo internamente istruendo i dipendenti sulle esigenze specifiche del nostro settore della carpenteria in acciaio. Spesso imparando dai nostri errori con l'obiettivo di migliorarci di volta in volta”.

Sono cambiati, con la digitalizzazione, il profilo e/o le competenze delle risorse dello studio?

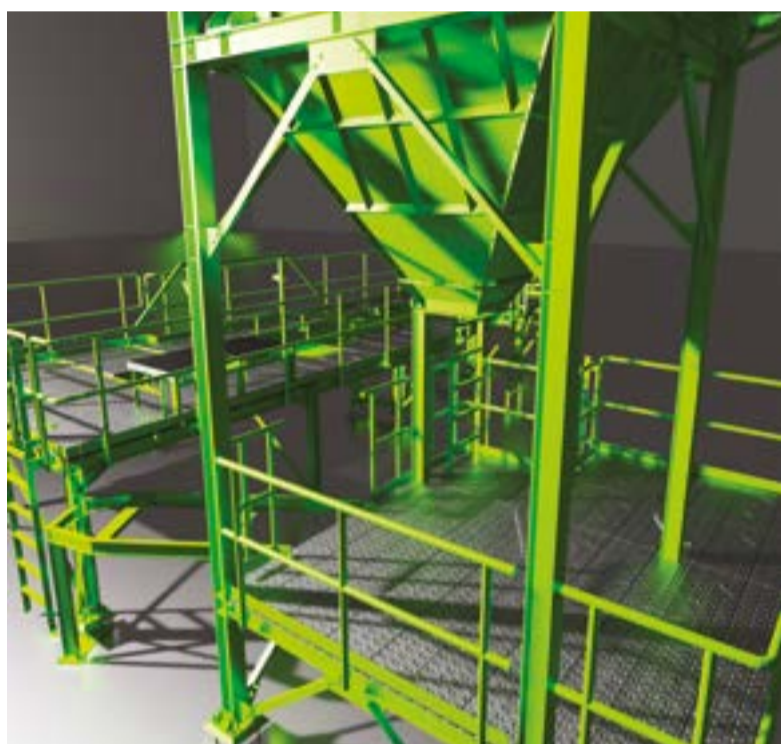
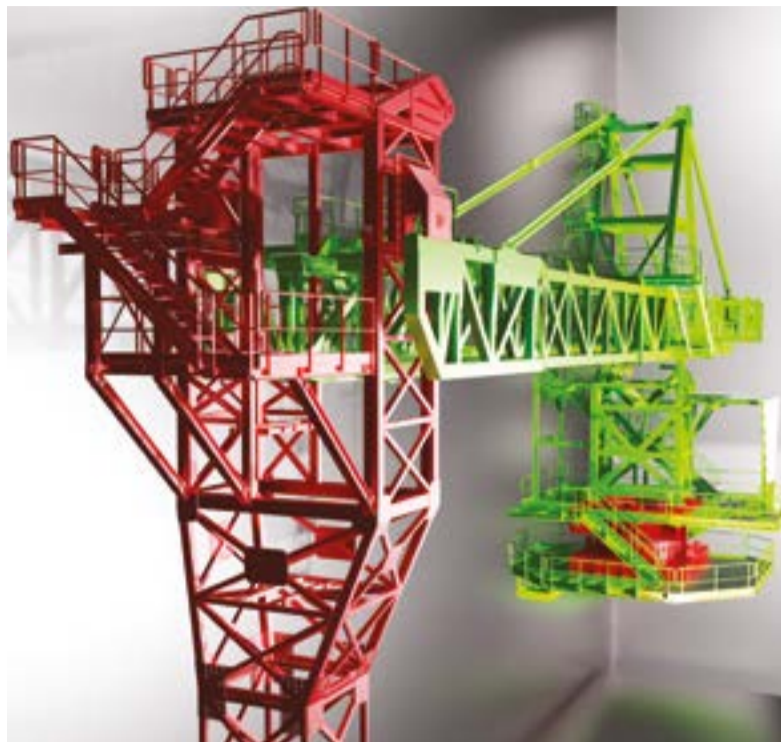
“Puntiamo soprattutto alla conoscenza del “come si costruisce in acciaio”, cerchiamo quindi collaborazioni con soggetti di adeguata esperienza che sappiano operare delle scelte di progettazione appropriate; il lavorare secondo un **processo BIM** diventa poi una necessaria conseguenza tecnologica digitale”.

In quali altri segmenti dell'attività avete sviluppato con successo o intendete sviluppare la BIMizzazione e in quali l'avete ritenuta non conveniente e/o avete ottenuto insuccessi? In particolare può riferirsi anche esplicitamente alle attività riguardanti il cantiere, come la DL o il PM e la sicurezza in fase di esecuzione?

“Riteniamo fondamentale sviluppare il **processo BIM** per la fase di 3D. Mentre non troviamo ancora necessità nel seguire le analisi dei costi e dei tempi in quanto non gestiamo direttamente l'avanzamento del cantiere”.

Quanti tipi di software utilizzate oggi per le vostre applicazioni e in quali ambiti li avete trovati maggiormente efficaci? Quali sono stati i colli di bottiglia ormai superati e quelli attuali ancora aperti? Avete dovuto sviluppare appositi plug-in o sono stati sufficienti gli ambienti standard dei software?

“Siamo efficaci soprattutto con *Tekla Structures* di cui siamo proprietari di 14 licenze. Lo riteniamo il nostro software di riferimento per quanto assimilato in tutti questi anni, dove abbiamo spinto il software oltre i suoi limiti tecnici: qualche progetto



dalle geometrie molto complesse infatti ha reso indispensabile lo sviluppo di applicativi esterni (*plug-in*) per permettere al software *Tekla* la corretta esportazione dei file “NC” per la produzione tramite i centri di trasformazione a controllo numerico. Penso alla Lakhta Tower in Russia o al People Mover di Bologna dove lo sviluppo di questi applicativi ha reso possibile la designazione costruttiva di lamiere inflesse

lungo due assi (calandratura e *twisting*) che non erano elaborabili dal software nella sua versione commerciale. Possiamo affermare di conoscere bene *Tekla Structures* e soprattutto, siamo in grado di intervenire in modo opportuno tramite la programmazione di *plug-in* personalizzati alle prossime sfide che verranno. Utilizziamo anche *Revit* per la parte architettonica e *SolidWorks* per la progettazione meccanica ma in modo più accademico”.

Avete sviluppato un vostro ACDat/CDE? Se sì, lo trovate uno strumento utile/necessario per la vostra operatività?

“Utilizziamo l'ACDat *Trimble Connect* gratuito per tutti e molto semplice nel suo utilizzo anche da *smartphone*. Ogni commessa è condivisa su *Trimble Connect* anche con i nostri clienti per visualizzarne l'avanzamento ed effettuare le revisioni interne ed esterne”.

Quante persone, interne ed esterne, sono oggi coinvolte nei vari processi BIMizzati e con quali ruoli e competenze?

“La nostra squadra conta otto **BIM Specialist** e tre **BIM Coordinator**. Abbiamo poi delle squadre esterne sulle quali possiamo contare a seconda dell'occorrenza”.

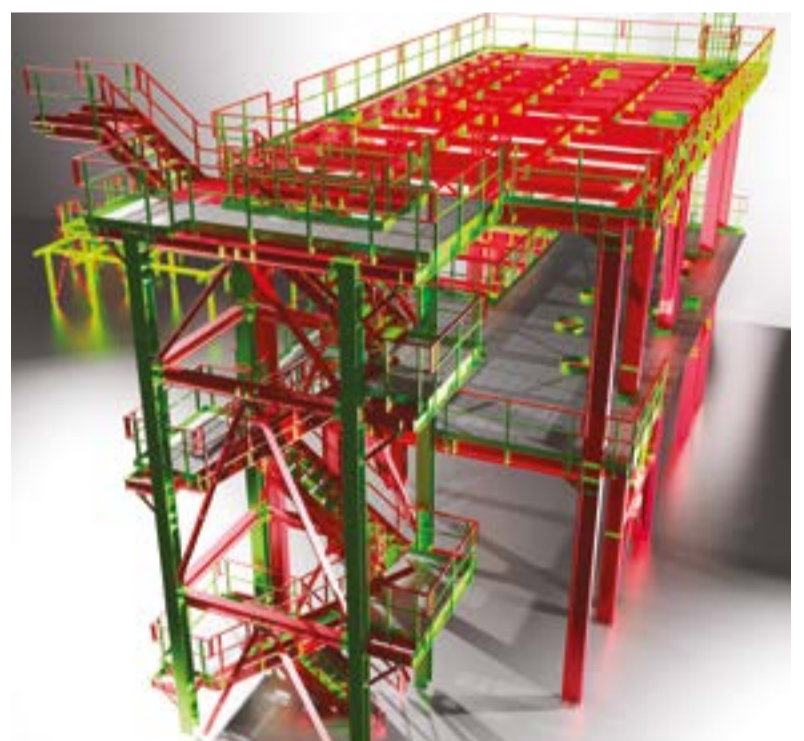
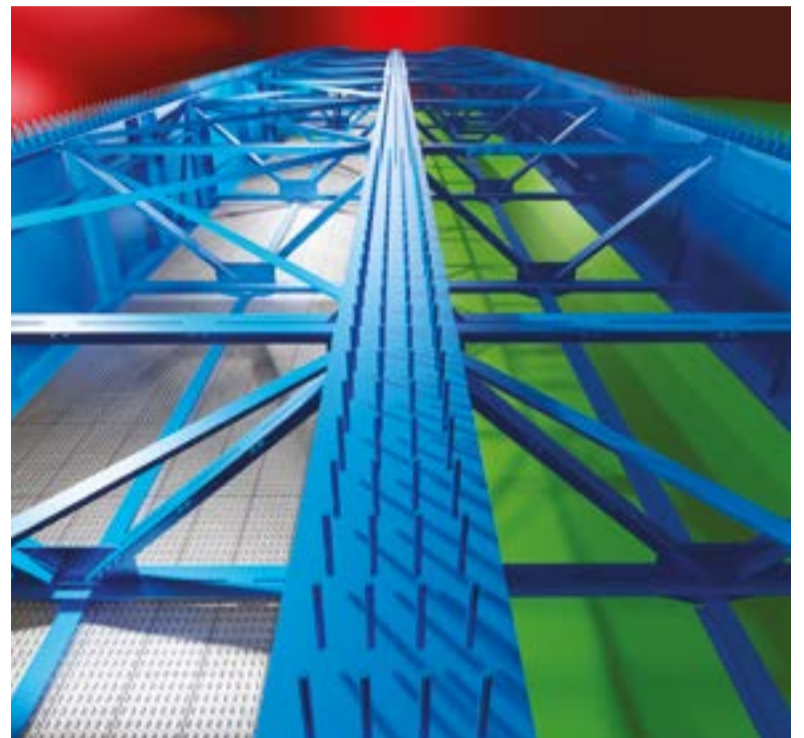
LMSTEEL Consulting sagl

Addetti: diretti + indotto totale 30.000 h/anno

Settori di operatività: Ingegneria Civile e Strutturale, Infrastrutture e Building (Cladding&Facade)

Attività coperte: Progettazione Strutturale e Disegnazione Costruttiva, Studi di Sollevamento, Consulenza specialistica dedicata

Anno di fondazione: 2014



tere, quale livello di dettaglio adottate per gestire i cantieri incrociando difficoltà di implementazione con ottimizzazione dei tempi e della operatività?

“Livello di dettaglio massimo, in taluni casi anche con la modellazione e marcatura delle saldature di officina. Permettere ai tecnici di cantiere di navigare su modelli .ifc così dettagliati è mandatorio nella nostra attività”.

Quali modelli della fase di progettazione sono immediatamente utilizzabili in cantiere e quali, invece, bisogna rimodellare o rivedere?

“I modelli di riferimento che riceviamo presentano un grado di dettaglio non compatibile con la fase *design for manufacturing* che caratterizza le nostre missioni. Pertanto tutti i modelli sono interamente realizzati e completati da LMSteel Consulting”.

Le modalità operative in cantiere

si sono modificate con l'utilizzo di questa nuova tecnologia? Se sì, con quali implicazioni in termini di tempi, di organizzazione, di software, di strumentazione e di sicurezza?

“Sicuramente il poter utilizzare l'ACDat anche da *smartphone* e l'invio di documentazione in tempo reale, permette di risolvere criticità di cantiere senza doversi accollare delle lunghe trasferte”.

Riuscite, in fase di cantiere, a gestire le stesse tipologie di lavori o si sono aperti nuovi orizzonti con la digitalizzazione?

“L'attività di *laser scanner* che offriamo come servizio aggiuntivo ai nostri clienti ha aperto nuovi canali, come ad esempio le indagini su manufatti esistenti e la restituzione digitale 3D per tenere monitorato l'asset lungo il suo ciclo di vita”.

***SEGRETARIO COMMISSIONE BIM, COORDINATORE DORSO LOMBARDIA, CROIL**



INTERVISTA |

Processi di adozione e sviluppo in rete della metodologia BIM

Intervista agli ingegneri Giovanni Caratozzolo e Davide Ghelfi

DI ING. LIVIO IZZO*

Incontriamo gli Ingg. **Giovanni Caratozzolo** e **Davide Ghelfi**, una realtà composta da due studi professionali che nel BIM lavorano in perfetta sinergia e che, anche coinvolgendo altre risorse, riescono a coordinare perfettamente le attività.

Ingg. Giovanni Caratozzolo e Davide Ghelfi, quale è il mercato della vostra organizzazione? Come zona geografica, ma anche come tipologia di realizzazione, dove è più adatto e congeniale il vostro intervento e perché?

“Dal punto geografico direi che non c'è una prevalenza territoriale chiaramente identificata anche perché, parlando di BIM, si parla di una serie di attività e contributi professionali differenti che vanno dalla gestione alla modellazione alla verifica dei progetti per enti di validazione, per cui direi che negli ultimi anni abbiamo operato direttamente in tutta Italia e anche all'estero per un paio di commesse specifiche. Il nostro servizio è funzionale per realtà medie e grandi che stanno iniziando ad approcciare il tema e non hanno ancora sufficiente *know-how* per affrontare autonomamente le sfide organizzative e di pianificazione delle commesse che la **metodologia BIM** richiede. Occupandoci poi, all'interno dei nostri rispettivi studi, anche di progettazione architettonica e strutturale, abbiamo la pretesa di approcciare anche commesse relativamente “piccole” con la metodologia BIM, pur adattandola su misura al singolo caso”.

Potete descrivere il flusso operativo di una vostra commessa? In particolare i ruoli e/o le attività che svolgete in prima persona e quelli per cui vi interfacciate con collaborazioni o professionisti esterni della filiera (altri professionisti in discipline complementari, imprese, committenti, stazioni appaltanti, uffici comunali e/o regionali come i SUAP, facility management etc.)? In pratica, il vostro ruolo nella filiera/rete delle costruzioni? Da chi ricevete gli input e a chi consegnate il vostro output? Con quali processi, supporti e formati?

“La struttura è costituita fondamentalmente da noi due, in possesso delle due certificazioni ICMQ come **BIM Manager** e **BIM Coordinator**. Direi che è necessario identificare tra macro-situazioni per le quali la nostra attività presenta ruoli differenti:

- gestione integrale della commessa BIM;
- assistenza alla produzione dei modelli;
- attività di validazione dei modelli per enti pubblici.

In quest'ultima dobbiamo procedere a verifiche rispetto alle norme UNI 11337 piuttosto che rispetto alle indicazioni contenute nei Capitolati Informativi forniti dalle stazioni appaltanti pubbliche. Questa attività risulta particolarmente stimolante in quanto pone l'attenzione sull'analisi di approcci effettuati da altri colleghi al fine individuare l'assolvimento ai requisiti della Pubblica Amministrazione.

Le tematiche inerenti la metodologia vengono gestite e implementate direttamente da noi mentre per la produzione di modelli è capitato anche di appoggiarci a collaborazioni esterne; questo aspetto però si è dimostrato spesso critico e complicato per la garanzia di qualità dell'*output* finale che è più complicato da controllare e monitorare rispetto a risorse interne.

In ambito progettuale la nostra consulenza avviene normalmente nei confronti di progettisti e appaltatori, sempre più spesso legati al mondo impiantistico, con i quali abbiamo ormai creato una discreta sinergia. Le richieste nei nostri confronti possono spaziare a seconda della fase progettuale della commessa e ovviamente a seconda della disciplina oggetto della commessa. Nel caso di progettazioni in fase definitiva ed esecutiva normalmente ci

interfacciamo con i progettisti “tradizionali” che si occupano del dimensionamento e dell'identificazione dei percorsi degli impianti stessi. Queste due informazioni rappresentano i nostri primi *input*, attraverso i quali possiamo cominciare la fase di modellazione iniziale. Durante questa attività generalmente ci coordiniamo con i responsabili della modellazione delle altre discipline, facenti parte di altri gruppi di progettazione, mediante riunioni più o meno frequenti a seconda delle scadenze e del livello di complessità del progetto. Questo continuo coordinamento fa sì che la modellazione risulti a tutti gli effetti un'attività iterativa vera e propria.

L'*output* normalmente è rappresentato dal modello disciplinare e molto spesso dagli elaborati grafici, poiché frequentemente all'interno dei Capitolati Informativi è richiesto che questi vengano estratti direttamente dal modello, senza attività di *post-processing* all'interno di *software* di disegno 2D. Va sottolineato come l'attività di modellazione preveda anche la gestione informativa dei componenti inseriti, mediante la compilazione dei cosiddetti parametri, al fine di permettere l'estrazione di abachi informativi da parte della struttura di **BIM Management** della committenza.

Nel caso di intervento all'interno di cantieri in fase di realizzazione, la nostra consulenza si concentra sulla cantierizzazione del progetto, partendo normalmente da un modello esecutivo

già realizzato da soggetti terzi. Questo spesso può rappresentare per certi versi un elemento di complessità ulteriore, in quanto presuppone una fase preliminare di analisi del modello e delle logiche di modellazione, non sempre necessariamente chiare. In questa fase, inoltre, la modellazione impiantistica deve tenere conto anche delle logiche costruttive legate al cronoprogramma dei lavori, alle modalità operative dell'appaltatore specifico e allo specifico prodotto commerciale scelto”.

Quali di queste fasi e/o attività gestite in BIM e quali con tecniche più tradizionali?

“Il primo *step* ha riguardato attività di supporto alle fasi di progettazione (tutte) con la finalità di produzione elaborati; in quest'ultimo periodo si ha un supporto che necessariamente è più frammentato e duraturo nel tempo”.

In che anno avete iniziato a interessarvi di BIM e quali vantaggi potenziali avete percepito per la vostra organizzazione e attività?

Caratozzolo: “Tenga presente che la mia tesi di Laurea Specialistica risale a settembre 2007 con tematiche legate alle simulazioni 4D di interventi complessi. Da lì in poi – sia in ambito accademico con l'Università degli Studi di Brescia e il prof. Ciribini che professionalmente – mi sono sempre occupato del tema”.

Ghelfi: “Per quanto mi riguarda, pur avendo iniziato ad avvicinarmi in maniera organica alla metodologia BIM all'interno dei corsi universitari tenuti dal prof. Ciribini presso l'Università degli Studi di Brescia, devo rendere merito a mio papà, geometra “tradizionale”, che da grande appassionato di informatica ha iniziato a introdurre ai *software* di modellazione informativa sin dalla fine degli anni '10”.

Quale segmento delle vostre attività è stato BIMizzato per primo e con quali aspettative? E quale per ultimo e con quale grado di completezza?

“Come dicevamo prima, tutto ha avuto origine con il passaggio al tridimensionale prima e all'*Information Modelling* dopo. I temi di ultimo sviluppo sono i costruttivi e *As-Built*. Mentre, per quanto riguarda le discipline, si sta assistendo a una forte spinta in ambito idraulico e infrastrutturale con probabili buoni sbocchi lavorativi futuri.

A livello di attività progettuali e gestionali, l'evoluzione delle tecnologie, sta generando nuove necessità, fino a qualche anno fa probabilmente impensabili, come ad esempio la verifica delle interferenze a 360° sull'intero progetto, l'organizzazione e raggruppamento dei dati o l'individuazione di codici univoci per ciascun componente. Soprattutto sotto l'aspetto informativo, l'utilizzo di strumenti informatici avanzati, e in alcuni casi dell'AI stanno aprendo a nuovi orizzonti”.

Come siete arrivati al primo progetto di implementazione? Quante persone sono state coinvolte nel processo decisionale e con quali ruoli? E come siete organizzati oggi in merito all'applicazione e allo sviluppo della tecnologia BIM based?

“Vanno identificati in realtà due momenti differenti che hanno rappresentato l'avvio del processo di implementazione; il primo riguardava una modellazione tridimensionale molto “spinta” per un progetto complesso in affiancamento allo studio di progettazione strutturale e architettonico. Per quest'ultimo è stato realizzato il modello “**BIM embrionale**” nel 2016. Il secondo riguarda invece un intervento da poco conclusosi a Bologna per il quale abbiamo svolto il ruolo di gestore del processo BIM lato impresa esecutrice durante la fase di costruzione e produzione, nel 2019. Entrambi questi due lavori sono stati acquisiti grazie al passaparola e conoscenze anche in ambito accademico”.

Che tipo di risorse esterne avete coinvolto e con quale processo le avete individuate o, viceversa, con quali realtà collaborate come servizio di ingegneria esterno?

“La ricerca di figure esterne si sta presentando nell'ultimo periodo in ragione di una maggior richiesta di attività BIM sia in termini numerici di lavori che di dimensione e complessità degli stessi. Ci si rivolge spesso all'Università o al passaparola tra colleghi per individuare figure che possano essere integrate nella struttura o affiancarla per periodi più o meno brevi. Trattandosi di tematiche relativamente nuove e poco sedimentate nei processi la vera difficoltà riguarda l'individuazione di figure che comprendano la *mission* della metodologia BIM e non si limitino al concetto di “disegno tridimensionale”.



Giovanni Caratozzolo

Per le risorse interne vi siete appoggiati alle qualifiche previste dalla UNI 11337 o avete cercato o formato figure con un profilo specifico? In caso affermativo, avete trovato calzanti le certificazioni sulla UNI 11337-7 con le vostre specifiche esigenze?

“A seguito di esperienze maturate ci siamo certificati secondo la UNI 11337-7 come **BIM Manager** e **Coordinator**. In relazione alle nostre attività, le nostre certificazioni si stanno rivelando particolarmente utili. Nella ricerca di figure la certificazione riveste, secondo me, un ruolo importante ma non fondamentale, anche se permette una selezione rispetto alla comprensione di determinati concetti”.

Sono cambiati, con la digitalizzazione, il profilo e/o le competenze delle risorse dello studio?

“Assolutamente sì. Oggi la competenza legata alla modellazione è fondamentale, ma va intesa come un'integrazione alle competenze specifiche tecniche di progettazione delle diverse discipline, altrimenti il rischio è di tradurre il “disegnatore” in “modellatore” con conseguenze di inefficienza molto elevate. Per quanto riguarda le competenze e i profili caratteriali delle risorse, a seguito della digitalizzazione crediamo che sempre più rivestirà un ruolo importante la conoscenza di fondamenti di informatica e un approccio “curioso” verso soluzioni alternative per le nuove esigenze dei committenti di cui parlavamo precedentemente”.

Avete pensato di certificare la vostra organizzazione come BIM Compliant (Sistema di Gestione BIM)? Se sì, cosa ha comportato nella vostra organizzazione interna?

“Ad oggi no, in quanto essendo una realtà di fatto basata sull'unione dei singoli non esiste l'organizzazione, ma credo si tratti di uno dei passi successivi fondamentali nella strutturazione del gruppo per farlo crescere e maturare”.

Il primo progetto ha avuto esito positivo? In che misura ha soddisfatto o meno le attese?

“Trascurando l'aspetto di relazione tempo impiegato/costo, direi assolutamente sì. Ci ha permesso di soddisfare sia il cliente che di prendere maggior consapevolezza delle tematiche e delle problematiche. Il tema tempo/costo invece è un aspetto sempre critico, in quanto è necessario fare un salto importante in termini di comprensione e completezza del progetto rispetto alla metodologia classica che basava tutto sulla sola rappresentazione. Il buon esito dei primi lavori ci ha consentito di acquisirne di nuovi, grazie al passaparola e ai rapporti instaurati anche con altre strutture durante il loro svolgi-



Addetti: diretti + indotto 2 + 3

Fatturato: € 200.000

Settori di operatività: Architettura, strutture, impiantistica, Infrastrutture

Attività coperte: dalla Progettazione Architettonica alla gestione del cantiere.

Anno di fondazione: 2008

Inizio attività BIM: 2014

BIM

mento. Penso sia il miglior termometro del gradimento della soddisfazione generale”.

Quali sono stati i fattori e gli attori, interni o esterni alla organizzazione, determinanti e/o favorevoli e/o frenanti?

“Il concetto di modellazione e parametrizzazione è sempre stato stimolante per noi su diversi piani, per cui abbiamo spinto entrambi in ragione delle proprie convinzioni e competenze. L'aspetto frenante è relativo alle complicazioni e ai costi delle dotazioni di HW e SW”.

In quali altri segmenti dell'attività avete sviluppato con successo o intendete sviluppare la BIMizzazione e in quali l'avete ritenuta non conveniente e/o avete ottenuto insuccessi? In particolare, può riferirsi anche esplicitamente alle attività riguardanti il cantiere, come la DL o il PM e la sicurezza in fase di esecuzione?

“La metodologia è sicuramente applicabile all'intero iter, dalla progettazione alla gestione del bene per sua stessa definizione. A oggi gli aspetti più complessi da gestire riguardano le parti di can-

tiere intendendo la documentazione che deve andare in cantiere e l'aggiornamento e rilevazione *in situ*”.

Quanti tipi di software utilizzate oggi per le vostre applicazioni e in quali ambiti li avete trovati maggiormente efficaci? Quali sono stati i colli di bottiglia ormai superati e quelli attuali ancora aperti?

“Per la parte *authoring* ci appoggiamo alla suite della *software house* più diffusa oggi (*Autodesk*), mentre adottiamo anche strumenti gratuiti come *viewer* o altro. In origine i colli di bottiglia erano la gestione delle dimensioni dei *file* sia in termini di potenza macchina che di rete. Aspetti questi superati, mentre per la parte ancora presente direi l'interoperabilità”.

Avete dovuto sviluppare appositi plug-in o sono stati sufficienti gli ambienti standard dei software?

“Nella gestione di commesse medio-grandi l'utilizzo di strumenti come *Dynamo* risultano fondamentali e imprescindibili per gestire le parametrizzazioni ripetitive su modelli di grosse dimensioni e numero oggetti in

maniera semi-automatica. Armandoci di buona volontà e facendo ricorso a qualche concetto di programmazione, siamo riusciti a creare alcuni *plug-in* che utilizziamo a seconda delle necessità, per accelerare alcune fasi lavorative o *bypassare* attività ripetitive e noiose”.

Avete sviluppato un vostro ACDat/CDE? Se sì, lo trovate uno strumento utile/necessario per la vostra operatività?

“Lavoriamo su due piattaforme, una delle quali rappresenta sostanzialmente l'ACDat messo a disposizione da una *software house* (per le commesse più strutturate e/o per accedere a commesse non in nostra diretta gestione). Altrimenti adottiamo un sistema a NAS locali e archiviazione *cloud*. L'utilizzo di un ambiente di lavoro condiviso risulta fondamentale per la nostra attività, non solo per motivi di archiviazione delle informazioni, ma anche a livello prettamente pratico per la condivisione del lavoro”.

Quante persone, interne ed esterne, sono oggi coinvolte nei vari processi BIMizzati e con quali ruoli e competenze?

“Tra progettisti, modellatori e gestori degli ambienti su commesse medie siamo intorno alle 5-8 persone (3 interne oltre ai consulenti); sulle piccole riusciamo a gestirci in autonomia”.

In che misura e quali tipologie di rapporti operativi, con le organizzazioni a monte e a valle, sono cambiati (altri professionisti, fornitori etc...)?

“Abbiamo riscontrato come negli ultimi anni vi sia stato un maggior riconoscimento delle **competenze BIM**, lasciandoci maggior “campo libero” nella gestione delle commesse mentre precedentemente si operava come “assistenti” o consulenti di poca importanza”.

Avete registrato un vantaggio competitivo sul mercato per merito della vostra maturità digitale o comunque vantaggi sul conto economico e/o per altri aspetti come nell'acquisizione dei lavori (gare)?

“La possibilità di aver fatto esperienza negli anni operativamente su commesse importanti ci ha permesso di prendere consapevolezza delle nostre competenze e di poterle spendere operativamente sia in termini di *curriculum* che di riconoscimento. Sono capitati casi in cui, il cliente legittimamente ha preferito percorrere altre strade, per poi ricontattarci mesi dopo per risolvere problematiche emerse.

Purtroppo il nostro, essendo un settore in piena evoluzione, è ancora tra quelli nei quali vi sono professionisti che offrono servizi senza avere ancora la maturità digitale richiesta”.

Quale livello di dettaglio adottate

per gestire i cantieri, incrociando difficoltà di implementazione con ottimizzazione dei tempi e della operatività?

“È un settore che stiamo iniziando ad affrontare in ragione di gare vinte nelle quali è stato offerto, ma siamo ancora in fasi embrionali per cui non è possibile dare una risposta compiuta”.

Quali modelli della fase di progettazione sono immediatamente utilizzabili in cantiere e quali, invece, bisogna rimodellare o rivedere?

“Tutti e nessuno. Dipende in maniera fondamentale dall'uso previsto nella fase di modellazione. Se l'uso previsto è costruttivo e cantiere, con tutti si può riuscire altrimenti richiedono adattamenti. Esperienze con modelli strutturali hanno dato risultati apprezzabili in termini di completezza delle informazioni consegnate in cantiere”.

Le modalità operative in cantiere si sono modificate con l'utilizzo di questa nuova tecnologia? Se sì, con quali implicazioni in termini di tempi, organizzazione, software, strumentazione e sicurezza?

“Crediamo si debbano modificare per forza, ma ancora siamo agli albori di questo approccio. A nostro avviso la digitalizzazione in cantiere dovrà passare attraverso tecnologie che permettano agli operatori di cantiere di interrogare i modelli e non le tavole. Altrimenti molti sforzi di modellazione e di coordinamento andranno persi a causa dei limiti dell'“impaginazione” delle informazioni”.

Riuscite, in fase di cantiere, a gestire le stesse tipologie di lavori o si sono aperti nuovi orizzonti con la digitalizzazione?

“L'auspicio è quello di costruire un *background* di competenze anche in ambito cantiere per poi poter avere un vantaggio competitivo specifico”.

Avete avuto esperienza di interazione del BIM con altre tecnologie come, per esempio, l'Intelligenza Artificiale, i droni e/o i rilievi digitali?

“In ottica di modellazione e gestione della commessa abbiamo ormai implementato in maniera stabile nel nostro processo l'utilizzo di applicativi di programmazione visiva come *Dynamo* e in alcuni casi siamo ricorsi anche all'impiego dell'AI. Ci sono capitate alcune situazioni in cui abbiamo sperimentato l'impiego di un drone per il rilievo fotogrammetrico di un'area di cantiere, con il quale è stato possibile importare la superficie topografica all'interno del nostro modello digitale, e utilizzarla come dato di *input* per la progettazione”.

***SEGRETARIO COMMISSIONE BIM, COORDINATORE DORSO LOMBARDIA, CROIL**



Davide Ghelfi

INTERVISTA |

L'implementazione del BIM in Lombardia nel 2024

Intervista all'Ing. Marco Gorlani della DVA - Dvision Architecture S.r.l.

DI ING. LIVIO IZZO*

Nell'ambito della esplorazione del mondo BIM in Lombardia, incontriamo l'Ing. Marco Gorlani della DVA - Dvision Architecture S.r.l. una realtà che spazia dalla progettazione di base fino alla progettazione costruttiva nel *site office*, a supporto di tutti gli *stakeholders* del cantiere, attività che si affaccia, tramite l'aggiornamento dei modelli *as built*, verso la successiva gestione e manutenzione dell'*asset* costruito.

Ing. Gorlani qual è il mercato della vostra organizzazione? Sia come zona geografica, ma anche la tipologia di realizzazione. Dove è più adatto e congeniale il vostro intervento e perché?

Il nucleo fondatore di DVA (Dvision Architecture) ha costituito questa società di architettura nel 2015 con il proposito di coltivare una "nicchia ecologica" poco sfruttata, alla quale i progettisti (italiani, quantomeno) tendevano sempre più a rinunciare. Si tratta dello sviluppo costruttivo del progetto e della sua cantierizzazione: un ambito di lavoro da cui gli studi di architettura hanno via via preso le distanze. L'obiettivo che DVA più a lungo a termine inseguiva era il controllo dell'intera filiera progettuale, dal *concept* fino alla realizzazione e anche alla gestione del ciclo di vita del manufatto. A quasi un decennio di distanza, anche grazie alla strutturazione come gruppo multidisciplinare sotto il cappello di DVArea, siamo in grado di governare i diversi momenti del progetto.

Può descrivere il flusso operativo di una vostra commessa? In particolare i ruoli e/o le attività che svolgete in prima persona e quelli per cui vi interfacciate con collaborazioni o con professionisti esterni della filiera (altri professionisti in discipline complementari, imprese, committenti, stazioni appaltanti, uffici comunali e/o regionali come i suap, facility management etc.)? In pratica, il vostro ruolo nella filiera/rete delle costruzioni? Da chi ricevete input e a chi consegnate il vostro output e con quali processi, supporti e formati?

DVA, dunque, come società di architettura, oggi parte del gruppo DVArea, eroga servizi di progettazione integrata, *project, construction* e *BIM management* in ambito pubblico e privato, durante tutte le fasi di progetto e di realizzazione dell'opera. In DVArea sono presenti specialisti

di ogni ambito: architettura, strutture, impianti, acustica, prevenzione incendi, sicurezza, sostenibilità ambientale, neuroscienze. Tuttavia, eroga anche servizi verticali, disciplinari, confrontandosi con professionisti o società esterne che non necessariamente adottano sistemi di gestione affini ai nostri.

Si interfaccia con committenze private, imprese di costruzioni, professionisti esterni, Stazioni Appaltanti, RUP e verificatori.

Il flusso operativo di commessa ha subito negli anni continui affinamenti, prevalentemente per gestire in maniera efficace situazioni critiche ricorrenti che causavano profonde inefficienze durante le attività di lavoro, non più sostenibili per la crescita della società. Tra gli aspetti più critici compariva la raccolta degli *input*, la gestione delle modifiche e la modalità di collaborazione con altri studi di progettazione e con imprese di costruzioni.

Oggi il processo di gestione di commessa si fonda su un'attenta attività pianificatoria e sulla capacità di gestione del *project manager* e del *design coordinator*. Contestualmente all'inizio delle attività, il *project manager* designato per la gestione del team interdisciplinare procede alla redazione di un documento denominato *Project Management Plan* (PMP), il quale definisce le modalità di esecuzione, monitoraggio e controllo del progetto. All'interno del piano vengono predisposti appositi documenti per la gestione dei tempi, degli *stakeholder*, della modalità di comunicazione, frequenza e modalità di scambio informativo, di monitoraggio e controllo dello stato di avanzamento delle attività. Al PMP viene affiancato un documento ausiliario denominato piano di Gestione Informativa che riporta gli obiettivi

e gli usi dei modelli per la fase di lavoro di progetto, i processi collaborativi di interscambio tra i team di lavoro, i requisiti di modellazione geometrica e informativa, le classificazioni di modello, i *software* e gli *hardware* da utilizzare, le piattaforme di interscambio documentale e di modellazione, le modalità di verifica e di archiviazione finale della documentazione.

Questa corposa fase pianificatoria è cruciale per la corretta gestione della commessa e la collaborazione con società esterne, che siano esse fornitori, clienti, imprese o altri studi di progettazione. Durante le fasi di lavoro, ogni gruppo disciplinare si occupa della progettazione del proprio ambito condividendo anche in tempo reale le modifiche apportate al prototipo digitale. Nel tempo abbiamo imparato a conoscere pregi e difetti del formato aperto IFC, principale veicolo di scambio informativo tra *software*, in termini di collaborazione, coordinamento e di consegna finale.

Contestualmente allo sviluppo progettuale, sono svolte attività di coordinamento e di controllo qualità interdisciplinari che valutano l'aderenza del prodotto della progettazione (ovvero i modelli informativi) ai requisiti espressi nel piano di Gestione Informativa. Tali verifiche sono solitamente svolte sul formato aperto IFC.

Quali di queste fasi e/o attività gestite in BIM e quali con tecniche più tradizionali?

Tutte le fasi di progettazione, dalla fattibilità all'affiancamento costruttivo a imprese di costruzioni, prevedono la produzione di prototipi digitali informatizzati, opportunamente organizzati in funzione delle esigenze specifiche di fase e di commessa. Solitamente poniamo come limite al livello di dettaglio della modellazione l'equivalente di quanto rappresentato in una scala di disegno

Ing. Marco Gorlani, Dva - Dvision Architecture S.r.l.



pari all'1:50, per non incorrere nel rischio di *over-modeling*. Informazioni di dettaglio sono gestite con disegni bidimensionali, ma sono necessariamente coerenti e consistenti con quanto rappresentato nel modello. Tuttavia, a seconda della tipologia di fornitura e delle relative tolleranze geometriche, ci sono situazioni in cui scegliamo di approfondire la granularità del modello per consentire un coordinamento di dettaglio prima della produzione e successiva posa in opera della specifica lavorazione. Tipicamente questo scenario si manifesta in fase di esecuzione dei lavori ed è un servizio richiesto da imprese di costruzioni o da fornitori specifici.

L'attività di Direzione Lavori, per sua natura, ha un approccio più eterogeneo rispetto alla progettazione, ed è, inoltre, fortemente vincolata dai requisiti introdotti dalle committenze in fase di appalto e dal grado di alfabetizzazione digitale delle imprese di costruzioni. In questo scenario la DL non è sempre in grado di digitalizzare o remotizzare misurazioni e verifiche che devono essere svolte necessariamente in campo.

In che anno avete iniziato a interessarvi di BIM e quali vantaggi potenziali avete percepito per la vostra organizzazione e la vostra attività?

Dieci anni fa circa. I sei soci fondatori della futura DVA sono architetti e ai tempi facevano parte dell'organico di una storica società di progettazione bresciana. In tale periodo si è presentata l'occasione per il primo contatto con metodologia BIM, sotto forma di importanti commesse estere, in Egitto e Gran Bretagna in particolare; perciò, in un contesto più maturo di quello nazionale, anche sotto il profilo normativo (rappresentato dalla *British Standards Institution*). L'occasione si è rivelata importante in termini di apprendimento, soprattutto per acquisire familiarità con l'*iter* approvativo, la struttura e i contenuti dei capitolati (EIR, BEP); nonché per affinare l'attenzione alla "grana" di dettaglio grafico (LOD) e informativo (LOI). L'opportunità maggiore è stata, però, poter constatare l'efficacia di un approccio basato su modelli digitali nel perseguire elevata capacità di controllo e ottimi livelli di coordinamento, in particolare in un contesto complesso e con molti attori al tavolo. Tale consapevolezza, una volta acquisita, ha costituito al contempo il motivo di ispirazione per la creazione di DVA e del brand Bimfac-

tory (per i servizi BIM) e il motore che ha alimentato lo sforzo iniziale per lo sviluppo di competenze e metodi di lavoro in grado di distinguere il servizio progettuale sul mercato.

Quale segmento delle vostre attività è stato BIMizzato per primo e con quali aspettative? E quale per ultimo e con quale grado di completezza?

Come accennato poc'anzi, DVA è sorta come *spin-off*, come "divisione architettura" di una società il cui *core business* era rappresentato dalla pianificazione urbanistica. Il metodo BIM è stato adottato inizialmente per l'approfondimento di porzioni ridotte, alla scala del dettaglio architettonico, inserite, però, in manufatti di grandi dimensioni e complessità. Per poter affrontare tali lavori, era necessario soddisfare le necessità dei soggetti (esterni a DVA) incaricati di combinare i dettagli sviluppati da aziende e fornitori differenti e lontani tra loro. Fin da subito l'approccio è stato esteso a tutte le fasi progettuali per essere infine sistematizzato e codificato in qualità. Recentemente ci stiamo interrogando su come efficientare anche le prime fasi di *concept* progettuale, senz'altro le più creative, caratterizzate per natura da innumerevoli scenari e analisi, che simuliamo con *software* specialistici o con *script* parametrici. In questa fase il livello di granularità del modello deve necessariamente rimanere molto basso, stilizzato, per favorire la generazione di decine di possibili soluzioni progettuali. In tale scenario riusciamo a individuare rapidamente la migliore soluzione possibile prima di dare avvio alle più rigorose fasi di ingegnerizzazione e sviluppo esecutivo.

Come siete arrivati al primo progetto di implementazione, quante persone sono state coinvolte nel processo decisionale e con quali ruoli? E come siete organizzati oggi in merito all'applicazione e allo sviluppo della tecnologia BIM based?

In linea generale, i ruoli si sono andati a definire man mano che la maturità in ambito BIM si andava a consolidare. Perciò si è passati da profili professionali più generici a risorse più specialistiche e diversificate. In questo percorso la formazione esterna ha avuto un peso notevole, così come la crescita dimensionale dell'organico aziendale, che ha indotto una maggior strutturazione di compe-

tenze rispetto al primo periodo di attività. Alla figura del BIM *manager*, che ha avuto presto un profilo disciplinare piuttosto preciso, si sono affiancate quelle dei BIM *coordinator*, BIM *specialist* nonché altre figure chiave (*project manager*, *site manager*, *design coordinator*, etc.)

Che tipo di risorse esterne avete coinvolto e con quale processo le avete individuate o, viceversa, con quali realtà collaborate come servizio di ingegneria esterno?

L'attuale patrimonio di conoscenza e l'insieme dei processi interiorizzati dall'organizzazione derivano da un primo lavoro svolto sul campo completamente in *house* da un gruppo motivato e appassionato. Guidato dai sei fondatori e con obiettivi chiari in mente, il gruppo di collaboratori, scelti con cura per la passione e la volontà di essere parte di quella prima fase della transizione digitale che ha caratterizzato il quinquennio 2015-2020, ha operato in modo coeso, ognuno per la propria parte dall'*engagement* commerciale allo studio e interiorizzazione degli *standard* e *best practice* estere (ai tempi l'Italia non aveva ancora una sua disciplina codificata), scolpendo e dando forma a un modo di progettare, oggi reso *standard* all'interno dell'organizzazione.

Per quanto riguarda le collaborazioni esterne, è corretto anche in questo caso riportare collaborazioni storiche con realtà del territorio, oltre che extra regionali, che hanno compiuto un percorso parallelo al nostro. Oltre a queste storiche *partnership*, negli anni sono nate molteplici collaborazioni con studi e società tanto in ambito progettuale, quanto specificamente per i servizi BIM. Tali esperienze di successo, sono accomunate da una elevata competenza sulla gestione informativa e sulla capacità/volontà di adattarsi al nostro sistema di gestione, condizione essenziale per poter collaborare proficuamente con DVA.

Discorso differente è quello del "service" di ingegneria. Questo genere di attività ha caratterizzato soprattutto la prima fase della nostra storia, durante la quale abbiamo prestato molte ore di servizi di ingegneria per realtà storiche strutturate che avevano necessità di interiorizzare competenze BIM o semplicemente preferivano esternalizzare le attività di gestione informativa.

Molti studi di architettura e ingegneria si stavano convincendo di poter aggirare la necessità di aggiornare le proprie competenze comprando servizi *CAD to BIM*, con la volontà di progettare in tradizionale e **BIMmizzare** il progetto a posteriori. La distorsione di una tale impostazione è emblematica della resistenza del nostro settore al cambiamento ed è illuminante rispetto alla miopia tipicamente italiana nei confronti delle nuove



opportunità, anche dove queste sono introdotte con obblighi normativi. Tale tendenza sta andando scemando seppur rimane ancora presente in una certa misura.

Per le risorse interne vi siete appoggiati alle qualifiche previste dalla UNI 11337 o avete cercato o formato figure con un profilo specifico? In caso affermativo, avete trovato calzanti le certificazioni sulla UNI 11337-7 con le vostre specifiche esigenze?

Sì, in società oggi sono presenti più di quindici figure certificate come BIM *manager*, CDE *manager*, BIM *coordinator* e BIM *specialist* disciplinari. La maggior parte delle figure ha svolto la certificazione una volta entrate in società prevalentemente per fini commerciali e di partecipazione a gare pubbliche e private. Come tutte le certificazioni, quella sulla UNI 11337-7, non garantisce una comprovata esperienza nell'ambito, tuttavia, assicura una sufficiente conoscenza di concetti e pratiche del settore e della normativa. In alcuni casi abbiamo scelto di farla anche per motivi formativi, per avvicinare i collaboratori all'aspetto normativo e non focalizzarsi solamente sui metodi di lavoro interni.

Sono cambiati, con la digitalizzazione, il profilo e/o le competenze delle risorse dello studio?

Le variabili da monitorare e verificare per gestire un progetto sono cresciute rispetto a qualche tempo fa, ogni anno vengono introdotti nuovi protocolli e normative sempre più stringenti; il professionista deve confrontarsi oggi con una complessità che non è più in grado di gestire in completa autonomia, deve necessariamente collaborare con altri specialisti per raggiungere i propri scopi. La tecnologia e la digitalizzazione sono i moderni strumenti che permettono ai professionisti di confrontarsi con una realtà di questo tipo, di fare sintesi, di individuare relazioni tra i dati ed estrarre solo quelle informazioni utili per perseguire i suoi scopi.

Gli strumenti, oggi, ci permettono

di efficientare e ottimizzare i tempi di comprensione, analisi e redazione di un progetto. Oggi, una buona conoscenza dei *software* specialistici e la stretta collaborazione tra i professionisti, sono aspetti cruciali per essere competitivi nel mercato mantenendo un elevato livello di qualità del servizio. Molte società ormai sono dotate di un BIM *manager*, di BIM *coordinator* e *specialist*, comprendono, quindi, la necessità richiesta dal mercato. Il rischio, peraltro molto comune, è di declinare l'aspetto BIM come un processo parallelo e sganciato dalla pura attività di progettazione, mentre, invece, dovrebbe costituire il metodo di lavoro aziendale per raggiungere un prodotto di qualità.

Avete pensato di certificare la vostra organizzazione come BIM Compliant (Sistema di Gestione BIM)? Se sì, cosa ha comportato nella vostra organizzazione interna?

Siamo certificati SGBIM da più di anno, la certificazione è stata un'opportunità per mettere a sistema una serie di *standard* che adottavamo in maniera più disordinata, di fare sintesi su alcuni processi e scrivere procedure operative specifiche.

Il primo progetto ha avuto esito positivo? In che misura ha soddisfatto o meno le attese?

La prima commessa non ha dato troppi esiti favorevoli in termini di convenienza economica. Viceversa, ha lasciato maggior soddisfazione e valore a livello interno, in termini di apprendimento e *know-how*, per poter formare una squadra capace di affrontare lavori via via più complessi.

Quali sono stati i fattori e gli attori, interni o esterni alla organizzazione, determinanti e/o favorevoli e/o frenanti?

Fondamentale verso potenziali nuovi clienti la leva economica, ovvero attestare un risparmio di tempo e risorse su una commessa portata a termine in virtù dell'adozione del metodo BIM.

Un iniziale scetticismo da parte del cliente, a fronte dell'indubbio investimento iniziale da sostenere, è da mettere in conto. Per questo è necessario valutare l'impiego del BIM su un tempo consono (quello intero di svolgimento della commessa) e uno storico di casi virtuosi, soprattutto.

In quali altri segmenti dell'attività avete sviluppato con successo o intendete sviluppare la BIMizzazione e in quali l'avete ritenuta non conveniente e/o avete ottenuto insuccessi? In particolare può riferirsi anche esplicitamente alle attività riguardanti il cantiere, come la DL o il PM e la sicurezza in fase di esecuzione?

Alla base della buona riuscita di una commessa BIM possiamo porre l'esigenza che tutti gli attori coinvolti nella costruzione siano dotati di strumenti di modellazione informativa e siano adeguatamente coordinati. A maggior ragione nella progettazione costruttiva e assistenza al cantiere. Descriviamo una problematica ricorrente nel SITE BIM: il coordinamento "non piramidale".

Tipicamente si verifica quando una committenza non è organizzata per governare i processi digitali e/o gestisce separatamente i propri fornitori e l'impresa principale (principale per mole di lavoro, ma non *general contractor*). L'impresa principale, essendo l'unica strutturata per coordinare, finisce per assorbire l'intero onere del caso. Con l'aggravio che la committenza non si rende conto (o preferisce ignorare) che, per verificare i problemi tra impresa e il resto, è indispensabile che la metodologia di lavoro sia uguale per tutti. L'impresa resta schiacciata perché deve farsi carico di extra modellazione, sovrapposizione, *clash*, *report*, etc.

Quanti tipi di software utilizzate oggi per le vostre applicazioni e in quali ambiti li avete trovati maggiormente efficaci? Quali sono stati i colli di bottiglia ormai superati e quelli attuali ancora aperti?

Oltre agli strumenti classici per la comunicazione e la scrittura di documenti e tabelle, utilizziamo un numero molto elevato di *software* per l'*authoring* di modellazione, per il coordinamento, per il *rendering*, per le analisi di sostenibilità, energetica, illuminotecnica, di calcolo, di *issue tracking*, per la computazione, per la modellazione parametrica, per la gestione del 4D e 5D, per l'archiviazione documentale e per la verifica della modellazione.

Offrendo molti servizi, tra cui anche la consulenza, dobbiamo essere sempre informati sulle ultime uscite e sul funzionamento di molti strumenti.

Troviamo che oggi il mercato dei *software* stia andando in una direzione molto precisa, Revit è senz'altro il programma di modellazione più diffuso in campo edilizio e sappiamo che Autodesk sia pericolosamente destinata ad averne monopolio. Noi da qualche anno abbiamo adottato il *software* Revit per la gestione del coordinamento dei modelli specialistici e per avvicinare la lettura del modello anche ai meno esperti, e coinvolgerli direttamente nei processi decisionali di commessa. Poter fare affidamento su strumenti di questo genere agevola la condivisione di informazioni, in particolar modo laddove sono presenti molte professionalità e la scelta consapevole di qualunque fase di progetto.

Avete dovuto sviluppare appositi plug in o sono stati sufficienti gli ambienti standard dei software?

Laddove possibile cerchiamo di utilizzare strumenti classici di *authoring* o plug-in specifici. In altri casi isolati sopperiamo la mancanza di funzionalità dei *software* con la ricerca di altri strumenti o con la modellazione parametrica (Dynamo, Grasshopper).

Avete sviluppato un vostro ACDat/ CDE e lo trovate uno strumento utile/necessario per la vostra operatività?

Abbiamo sviluppato un nostro ACDat per la gestione documentale in fase di cantiere basato su un *software* DMS (*Document Management System*) modulare e fortemente "customizzabile", con l'intenzione di evolverne le funzionalità nel tempo e ampliarne l'applicabilità anche al di fuori della mera gestione dell'elaborato informativo. Seppur tale soluzione risulti oggi per noi ancora molto valida, stiamo riscontrando i limiti della tecnologia scelta. Abbiamo pertanto deciso di spostare gli sforzi verso una soluzione differente e stiamo ipotizzando e vagliando la possibilità di perseguire una basata sull'integrazione di un sistema di orchestrazione e una serie di esecutori, in sostituzione di un sistema statico, al fine di raggiungere un elevato grado di adattabilità ai differenti contesti di utilizzo e di integrazione con i sistemi informativi già

presenti presso le organizzazioni con cui entriamo in contatto. Siamo infatti molto consapevoli della necessità di confrontarsi con chi viene prima e dopo di noi, al fine di garantire il migliore flusso di informazioni possibile.

Quante persone, interne ed esterne, sono oggi coinvolte nei vari processi BIMizzati e con quali ruoli e competenze?

Per noi il metodo BIM fa parte del sistema di qualità. Tutti i collaboratori dello studio sono coinvolti a pieno titolo nei processi di gestione informativa, seppur in misura differente. Esistono, infatti, aree di *business* – tipicamente il *design* – in cui le attività sono intrinsecamente svolte con strumenti digitali e sono basate sull'utilizzo dei dati. Altre aree, diversamente, si occupano di attività solo in parte impattate dalla transizione verso il BIM, tipicamente quelle legate alla Direzione Lavori, che spesso, quando non viene data dal committente (tramite il Capitolato Informativo) la giusta importanza al ruolo del DL in termini di responsabilità ai fini informativi, si trova a non avere l'adeguata autorità nei confronti dell'esecutore.

Le figure interne sono a conoscenza della modalità e dei processi di lavoro e li applicano su commessa, il BIM manager aziendale si affianca al responsabile qualità per continuare ad affinare processi e procedure per renderle sempre più snelle ed efficaci.

In che misura e quali tipologie di rapporti operativi, con le organizzazioni a monte e a valle, sono cambiate (altri professionisti, fornitori etc...)?

Il BIM è un sistema collaborativo; se ci soffermiamo sul significato di questo aspetto è evidente come il successo di tale tecnologia, e ancora prima la sua applicabilità, dipendano dal livello di adozione di ognuno e dalla piena partecipazione della filiera al processo digitale.

Per organizzazioni come la nostra, tale considerazione porta con sé due importanti conseguenze, la prima di natura commerciale, la seconda di tipo operativo.

Per prima cosa il mercato. Nascono digitali nel 2015 e oggi in grado di fornire una progettazione integrata e trasparente verso il cliente, la nostra storia ci ha reso interessanti agli occhi di coloro in cerca di sistemi di progettazione strutturati e realtà professionali in grado di introdurre un livello di organizzazione di commessa basato su tecnologie digitali, capaci da un lato di garantire livelli di monitoraggio se non addirittura di collaborazione elevata durante lo sviluppo progettuale, e dall'altro di ottenere progetti solidi e coordinati. Di contro, storicamente non siamo in condizioni di rivolgerci a clienti alla ricerca di progettazione "da discount" dato l'extra economico che un prodotto progettuale di questo tipo



DVA - DVision Architecture Srl - DVArea

Addetti: 130

Fatturato: € 12 mln

Settori di operatività: Architettura, strutture, impiantistica, infrastrutture

Attività coperte: dalla progettazione integrata alla gestione del cantiere, BIM management, project e construction management

Anno di fondazione: 2015

richiede, seppur siamo in grado di conservare un certo livello di competitività rispetto a quanto offriamo. Come sosteniamo spesso: "il BIM non costa di più in sé, è che si finisce a progettare di più!"; il processo sotteso impone di progettare fino in fondo e affrontare i problemi che diversamente rimarrebbero sommersi per palesarsi in cantiere o peggio nella fase di esercizio.

Secondo aspetto di natura organizzativa: i fornitori esterni. La nostra realtà è organizzata con una produzione interna che conta oltre cento progettisti in grado di coprire il grosso della produzione e da alcune realtà esterne selezionate in funzione della loro capacità, oltre che tecnica, di integrarsi con i processi interni senza frizioni e senza gravare sui tempi di commessa. La selezione dei collaboratori, siano essi interni che esterni, è essenziale e le competenze digitali non sono secondarie a quelle tecniche.

Per quanto riguarda i singoli collaboratori, inoltre, la difficoltà non sta nel trovare professionisti con competenze forti nell'utilizzo di strumenti digitali, né nel reperire progettisti con una certa esperienza; la vera sfida è trovare professionisti con la visione da progettisti che operino con strumenti digitali, in quanto il BIM ha minato alla base il ruolo del semplice disegnatore.

Avete registrato un vantaggio competitivo, sul mercato, per merito della vostra maturità digitale o comunque vantaggi sul conto economico e/o per altri aspetti come nell'acquisizione dei lavori (gare)?

Per consolidare il vantaggio competitivo acquisito nello scorso decennio, DVArea ha attivato e via via implementato un settore R&D cui dedica una quota importante di tempo, risorse umane e finanziarie. Indubbiamente un investimento di questo tipo è reso possibile da una dimensione, quantità e continuità di incassi che nelle fasi iniziali di vita dell'organizzazione non erano disponibili.

Se col BIM arrivate anche al cantiere: Quale livello di dettaglio adottate per gestire i cantieri incrociando difficoltà di implementazione con ottimizzazione dei tempi e della operatività?

L'ingegnerizzazione costruttiva ai fini di coordinamento geometrico è sicuramente uno degli aspetti principali legati alla produzione del prototipo digitale. Il mercato ha riconosciuto fin da subito che avrebbe potuto trarre un vantaggio da questo sistema, in particolare modo le imprese di costruzioni. Negli anni abbiamo riscontrato che una solida impostazione del modello informativo in fase di progetto permette una più agevole evoluzione dello stesso in fase realizzativa con un ridotto livello di *effort*. Viceversa, un modello poco strutturato e realizzato con scarsa cura e metodo introducono un maggiore dispendio di energie necessario a ricostruire la relazione univoca tra terza, quarta e quinta dimensione.

Partendo da questo presupposto l'obiettivo è di raggiungere in fase realizzativa una granularità che permetta di gestire congruamente la relazione tra lavorazioni specifiche ed entità modello che ospitano più voci di lavorazione. La difficoltà consiste nel ricondurre la logica analitica tipica dei listini e degli elenchi prezzi con una rappresentazione BIM che è diversamente "oggetto-centrica", con una situazione aggravata dalle necessità d'impresa di gestire il ciclo passivo, soggetto alle logiche e ai rapporti contrattuali stabiliti con i fornitori, ancora più lontane dall'organizzazione tipica di un modello di progetto.

Da qui scaturiscono il bisogno e l'attuazione di strategie organizzative dei dati e delle politiche che ci consentono di colmare il *gap* tra quanto viene fornito dai progettisti e quanto serve a noi per affrontare lo sviluppo costruttivo e il controllo di programmazione ed economico di commessa. È a tal punto evidente la variabilità di sforzo che di volta in volta si rende necessaria per colmare il

gap, e la conseguente necessità di adattare il livello di dettaglio, seppur in barba all'ortodossia di processo, alle sostenibilità economica della commessa.

Quali modelli della fase di progettazione sono immediatamente utilizzabili in cantiere e quali, invece, bisogna rimodellare o rivedere?

Il modello digitale di cantiere può direttamente prendere piede a partire da quello elaborato durante le fasi di progettazione, a condizione che contenga le informazioni proprie di un progetto esecutivo. Va utilizzato per verificare la documentazione dei progetti costruttivi disciplinari, perciò specifici (meglio se a loro volta sviluppati con medesima metodologia) e costituisce il riferimento per tutte le lavorazioni. Il modello informativo di cantiere deve essere aggiornato in funzione dello stato di avanzamento dei lavori con una procedura di restituzione *as built in progress*. Questo permette di maneggiare un "gemello digitale" del manufatto in corso di realizzazione, sempre aderente alla realtà, con enormi vantaggi in termini di controllo dell'avanzamento. È possibile condurre verifiche delle quantità realizzate e combinare i progetti costruttivi nella reale condizione in cui andranno via via a operare le imprese e i fornitori, con una conseguente minimizzazione del rischio di incongruenza tra diverse lavorazioni. In definitiva, il vantaggio principale dell'adozione del BIM in cantiere si misura nella riduzione di errori e rifacimenti nella costruzione.

Segnaliamo, infine, una criticità ormai ricorrente nell'adozione della metodologia BIM in relazione alle fasi evolutive progettuali e di cantiere: l'Ifc, formato aperto di interscambio di modellazione, non può costituire la base per un progressivo approfondimento progettuale; le soluzioni *software* a oggi disponibili non permettono infatti di tramutare le sue geometrie e informazioni come native e modificabili. Questo, insieme alla

frequente necessità di adeguare sviluppi progettuali non completamente ingegnerizzati, pone l'impresa nella scomoda condizione di dover sviluppare da zero un modello esecutivo, a sue spese e con il rischio di deviare involontariamente dai requisiti progettuali.

Le modalità operative in cantiere si sono modificate con l'utilizzo di questa nuova tecnologia? Se sì, con quali implicazioni in termini di tempo, di organizzazione, di software, di strumentazione e di sicurezza?

Come accennato, l'adozione di metodologie che includono la modellazione informativa impongono una presenza di figure tecniche competenti e l'utilizzo di mezzi informatici adeguati; di conseguenza un ufficio di cantiere di questo tipo richiede importanti investimenti in fase di apprestamento.

Ci si attende, tuttavia, un considerevole risparmio di tempo e risorse umane nelle fasi di verifica delle lavorazioni, stesura degli stati di avanzamento lavori e redazione di elaborati *as built*.

Riuscite, in fase di cantiere, a gestire le stesse tipologie di lavori o si sono aperti nuovi orizzonti con la digitalizzazione?

Per quanto un ufficio di cantiere a contatto diretto col sito di costruzione abbia indubbi vantaggi sulle possibilità di controllo, la virtualizzazione e l'impiego del *digital twin* aprono interessanti prospettive alternative. La digitalizzazione consente sia la supervisione da località geograficamente lontane al cantiere, sia un'importante minimizzazione della presenza fisica di personale in cantiere. Le emergenze (la pandemia di Covid-19, ad esempio) sono state affrontate e sempre più lo saranno in quest'ottica, grazie all'informatizzazione, minimizzando ritardi e interruzioni.

Avete avuto esperienza di interazione del BIM con altre tecnologie come, ad esempio, l'Intelligenza Artificiale, i droni e/o i rilievi digitali?

Abbiamo in dotazione diversi strumenti per mettere in relazione il costruito con il prototipo digitale: caschetti per la *mixed reality*, con i quali siamo in grado di monitorare e controllare la corretta posa in opera in cantiere; strumenti *software* di *augmented reality*, con i quali possiamo indagare in maniera immersiva possibili scenari futuri del costruito; un *laser scanner*, con il quale rileviamo lo stato del costruito per generare modelli dello stato di fatto e/o per svolgere analisi puntuali di coordinamento; un drone per il rilievo fotografometrico aereo. Stiamo recentemente indagando l'utilizzo di *software* di IA per lo sviluppo delle prime fasi di progettazione e per la creazione di immagini fotorealistiche.

***SEGRETARIO COMMISSIONE BIM, COORDINATORE DORSO LOMBARDBIA, CROIL**

LEGAMI |

Sullo Spazio e sul Tempo: “una visione non relativistica”

Teorie e postulati sul tempo e lo spazio in chiave moderna e ironica

DI PAOLO CHIASTRA*

La teoria della relatività ha stabilito un'intima connessione tra le dimensioni spaziali, il tempo e la velocità, dipendenti tra loro in modo inconsueto: “pare” che all'aumentare della velocità, l'oggetto in movimento si dilati allungandosi e il tempo si comprime riducendosi; quest'ultima affermazione ha trovato dimostrazione recente, grazie agli orologi atomici sui satelliti artificiali. La scoperta risulta però di non facile comprensione perché contraria alla logica del quotidiano e comunque ostica da accettare per la maggior parte dei comuni mortali, pur dotati di buone conoscenze scientifiche. Al contrario, comprendere che un luogo dista due ore di cammino a piedi o dieci minuti in automobile è piuttosto intuitivo e, oltretutto, la formula “galileiana” $s = v \cdot t$ che lega lo spazio, il tempo e la velocità è alla portata di tutti. A prescindere dalle disquisizioni, il tempo e lo spazio non raramente si burlano di noi, specialmente se si osserva che, in generale, “di quanto serve c'è sempre troppo poco”. Nel seguito, esulando, ovviamente, dalla visione relativistica, si portano alcuni esempi con lo scopo di indurre qualche sorriso.

LO SPAZIO E IL POSTULATO DI IMPENETRABILITÀ DEI CORPI RIGIDI

Lo spazio della fisica e della filosofia può andare dall'infinitamente piccolo all'infinitamente grande, ma così non è quello della vita quotidiana dove si riscontra che è sempre finito.

Il postulato di impenetrabilità dei corpi rigidi deriva dalla sperimentazione pratica, per esempio: quando si vuole introdurre qualcosa in una scatola, o una scatola in un cassetto, e se vi entra; quando se ne vogliono mettere due; o quando si ha fretta e si vorrebbe parcheggiare il proprio veicolo in un buco non occupato, etc. Idem per i bauli delle auto stesse, normalmente vuoti, ma che, quando servono, “rimpiccioliscono” o comunque presentano dimensioni non adatte ai beni da trasportare. Affermazione valida sia per le auto piccole che per quelle spaziose, anzi, ancora di più per queste ultime: in una classica monovolume quando la famiglia è al completo con i “magnifici 7” a bordo (marito, moglie, due figli, suocera, zia e cagnolino) e si parte per le vacanze, nel bagagliaio i vari ammennicoli proprio non ci stanno. Anche gli ascen-



FIGURA 1. A macchia d'olio

sori aziendali che, durante l'orario d'ingresso e, soprattutto, d'uscita, rappresentano un luogo dove il postulato è sempre verificato. Non ultimo, lo spazio vitale a disposizione nei mezzi pubblici e nei treni dei pendolari – ovviamente, non in periodi di pandemia.

“Tutto lo spazio libero, prima o poi, verrà occupato” o, detto in altre parole: “Più spazio si ha a disposizione e più spazio verrà riempito”. L'espressione “a macchia d'olio” calza a pennello (Figura 1). Grazie alla coesione molecolare, il liquido viscoso si estende sul pavimento in una sottile pellicola di spessore infinitesimale, capace di spandersi senza soluzione di continuità su tutta la superficie disponibile; e così avviene nei magazzini, per le merci sui bancali, per le scaffalature, per le mensole e per i cassetti. In modo simile, dove vivono i bambini e i loro amichetti, il pavimento viene ricoperto uniformemente di variopinti giocattoli e affini.

I cespugli, specialmente se di rovo, si comportano nello stesso modo e, se non tagliati periodicamente, guadagnano terreno adiacente anche per due metri all'anno. Lo si può osservare sulle nostre colline e montagne. La macchia e il bosco si sono ripresi il posto dei pascoli e dei seminativi (Superficie Agricola Utilizzata - SAU), tanto che è in atto un processo “certificato” di rimboschimento spontaneo e non il contrario. Purtroppo, spesso manca la cura e il tutto giace in triste abbandono. Per contro, in pianura, la cementificazione si comporta nello stesso modo; se non contenuta da leggi o da regolamenti di “buon governo” del territorio si appropria di tutte le aree limitrofe, fagocitandole in maniera inesorabile e disordinata. Si provi a cercare un parcheggio libero in una città oppure in una cittadina di modeste dimensioni. È sempre stata un'operazione difficile e oggi è divenuta veramente ardua, dato che i veicoli sono cresciuti in termini numerici, dimensionali e di impiego; le strisce bianche sono scomparse diventando blu dalla vergogna di tale mercimonio e di arancione per i

residenti che, anche quando le lasciano vuote nei giorni feriali o scappano durante le feste comandate, non consentono a chi ne ha bisogno il libero diritto alla sosta. E, in certe città avidi di denaro, in tali frangenti virano anch'esse al blu, virtuale e costoso.

I panorami e gli spazi pubblici, appartenenti alla collettività, vengono nascosti da cartelli, avvisi pubblicitari e giganteschi quadri luminosi (di proprietà privata) tanto che alcune nostrane piazze vorrebbero imitare Time Square, senza per altro riuscirvi. A tal legge sembrano non sfuggire irrispettosamente nemmeno le sacre cattedrali (Figura 2). Analoghi destini subiscono i mezzi di trasporto urbani, che addirittura si presentano con i finestrini oscurati per permettere di ingigantire i messaggi, con ovvio beneplacito delle amministrazioni locali, mentre, in tal modo, i passeggeri non riescono nemmeno a godere degli scorci esterni. Si è iniziato con cartelli discreti all'interno o sopra le vetture, per finire con l'incollarli sui quattro lati (Figura 3). La pubblicità, lo sanno tutti, è l'anima del commercio, ma quando si esagera, si esagera: prima o poi la tatteranno a fuoco sulla fronte dei viaggiatori, come avveniva in Roma antica, per certe sgradite categorie di persone.

La proliferazione dei centri industriali, commerciali e direzionali che vanno sottraendo, come già accennato, il terreno destinato originariamente alle produzioni agricole. Considerando poi che manca l'integrazione nel tessuto abitativo, trasformato in dormitorio, questi quartieri restano disabitati per quasi due terzi della giornata, diventando pericolosi luoghi di malaffare. Quale esempio, si vedano in Figura 4 le Zone Industriali di una tipica cittadina del Centro Italia di 50.000 abitanti.

LO SPAZIO E IL PRINCIPIO GENERALE DELLA CARENZA

Vale in generale per tutti i beni necessari, sia materiali che immateriali: ne sono esempi l'energia, i

finanziamenti per incrementare le attività produttive e il PIL che risulta sempre insufficiente (non considerando però l'evasione, l'elusione e i proventi del crimine), i medici, gli infermieri, i laureati in STEM, e gli artigiani idraulici, i falegnami, etc. e persino i camionisti; nello stesso tempo abbondano i disoccupati, almeno sulla carta (lavoro nero a parte).

Il prodotto stesso di qualsiasi settore, risulta inadeguato appena messo a disposizione: lo sperimentò, non contento, il grande Michelangelo con il suo Mosè e oggi, quale esempio emblematico, si può citare il forse troppo originale progetto spartiacque Mo.S.E. (Modulo Sperimentale Elettromeccanico) destinato alla lunga, probabilmente, all'insabbiamento tipico dei moti ondosi.

IL TEMPO

Maturando con gli anni ci si rende conto che il tempo è molto più importante dello spazio, specialmente se accompagnato dalle 5 S, che nel nostro caso non si riferiscono al noto metodo della Lean Organisation, ma a cinque sostantivi dalla “s” iniziale: salute, serenità, saggezza, sentimento e, perché no, anche soldi (cinque cose che da sole o in combinazione mancano sempre). Spesso senza pensarci, il tempo assai prezioso viene a sprecarsi, non tanto oziando, cosa che a volte può dimostrarsi salutare, ma compiendo attività del tutto inutili provocate da involontaria, o meno, carenza di programmazione da parte dei preposti, come il traffico cittadino o i cervellotici moduli da compilare, normalmente in incomprensibile burocratese, ideati da boiardi che con ostentata cultura umanista sembrano poco aver imparato dalla semplicità della lingua moderna. Qualche mondano epicureo scrisse la breve significativa frase “Carpe diem”, mentre, per contro, uomini di fede si sbilanciarono in un escatologico: “Ricordati che devi morire”. Nel mezzo tra i due un altro sentenziò: “Vivi ogni giorno come fosse l'ultimo”. Massime interessanti, difficili però da

seguire, pena un comportamento da automa, anche per via del successivo principio.

IL TEMPO E IL PRINCIPIO DEL TEMPO INFINITO

Gran parte degli etologi sostengono che gli animali non possiedono il senso del tempo. Al contrario noi esseri umani, incapaci di darne una spiegazione, ci rendiamo conto del suo scorrere e da sempre lo misuriamo. Ricordiamo il passato, viviamo il presente e pensiamo al futuro e, a proposito di quest'ultimo, la mente presenta un atteggiamento assai particolare: il tempo restante, quello ancora da vivere, appare infinito, sempre. Non importa se si tratta di decine di anni o poche ore. Riflettendo, il fatto manca di logica ma quasi certamente dipende da un meccanismo innato parte dello “spirito di conservazione”, che ci permette di andare avanti comunque: si continua a pensare, desiderare e agire, senza aver cognizione di quanta cera da bruciare abbia ancora lo stoppino. Lo stesso avviene per tutti i cicli storici che sempre hanno termine, ma che appaiono eterni quando ci si è immersi. Esempi sono la pace, l'ordine mondiale e il lungo intervallo comunista nell'Europa dell'Est.

IL TEMPO E IL PRINCIPIO DI IMPENETRABILITÀ TEMPORALE

Ovvero dell'impossibilità, fortunatamente, per la maggior parte di noi di svolgere in *multitasking* due o più attività. Quante volte, soprattutto in ambito lavorativo, le cose da fare si presentano in una successione senza fine come le bollicine in un bicchiere di acqua gassata? Nonostante si stabilisca l'ordine di priorità attraverso la lista “da fare subito, non urgenti e da cestinare”, più se ne smaltiscono più ne arrivano. Le ore non bastano mai e ogni giornata dovrebbe contenerne almeno venticinque, tutte dedicate alle sopraggiunte attività. Principio esattamente speculare del sopra esposto *Postulato di impenetrabilità dei corpi rigidi* nonostante il tempo non dia l'idea di essere un'entità consistente, come purtroppo invece è!

IL TEMPO E IL TEOREMA DEL TEMPO MANCANTE

“Anche il progetto meglio pianificato richiede più tempo dello stimato”. I motivi sono molteplici: errori di valutazione o compiacenza verso committenti o supe-

segue pag. 10

continua da pag.9

rioni, fornitori non puntuali o che sbagliano, varianti in corso d'opera, errori intrinseci di progetto o di esecuzione che richiedono rivisitazioni, imprevisti di ogni genere, gravi e meno, comprese malattie, incidenti e quant'altro. Quasi sempre, per tante ragioni non banali, l'avvio è lento e d'improvviso ci si accorge che il giorno non prorogabile della consegna si avvicina inesorabile e quanto non fatto prima diventa difficile da recuperare; comunque, noi italiani nel riuscire a completare tutto all'ultimo momento, siamo obiettivamente bravi o, perlomeno, lo eravamo.

Da aggiungere al teorema i seguenti due assiomi:

- assioma del tempo disponibile: il lavoro tende ad occupare tutto il tempo disponibile. Le attività meno utili occuperanno più tempo di quelle importanti (si vedano i molti esempi relativi alle istituzioni dell'Unione Europea);
- assioma della data di scadenza: la fine delle attività tende a concentrarsi alla data di scadenza, inversamente alla loro importanza.

TIRATARDI - PERDITEMPO

Esistono purtroppo diverse categorie di individui che il tempo lo fanno perdere, distogliendo l'energia necessaria da incanalare verso l'obiettivo. Si tratta di richieste inopportune, come le ormai consuete telefonate dei call center, o la visita non programmata di un fornitore a cui non ci si può negare, ma può riscontrarsi anche nella riunione fiume a cui si è costretti a partecipare e che risulterebbe più breve (e anche più costruttiva) se soddisfacesse tre condizioni: scopo ben definito, presenti motivati e in numero contenuto.

Una categoria molto particolare, da includere nella lista nera, è quella dei "vampiri energetici dell'anima", che meglio potrebbe essere definita come quella degli "scippatori di tempo", naturalmente in senso bonario. Quando si viene a contatto con persone di tal carattere, alla fine dell'incontro, ci si sente completamente "svuotati", causa la costrizione a dover seguire a lungo ragiona-



FIGURA 2. Pubblicità e arte



FIGURA 3. La "macchia" si spande

menti privi di interesse. Generalmente si tratta di individui di animo non malvagio ai quali però non è possibile sottrarsi e che, purtroppo, si ripresentano con costanza. A loro stessa insaputa, ti si avvicinano fisicamente in modo opprimente, penetrando letteralmente il "dominio personale" e sommergendoti, con sguardo ipnotico, di argomenti futili o richieste egoistiche, impedendo una conversazione alternata e piacevole.

INFLUENZA DELLO SPAZIO SUL TEMPO

Di seguito si mostra come lo spazio, in talune occasioni, sia in grado di condizionare il tempo in senso negativo, riducendolo. Ovviamente, esistono situazioni opposte che, non rientrando nell'argomento, vengono omesse. Tipici esempi si possono riscontrare sulle strade. Su quelle extraurbane la grande profusione di rotatorie stanca nella guida e in tanti casi, invece di fluidificare la viabilità, peggiora una situa-

zione gestibile meglio attraverso semafori. A loro volta, gli impianti semaforici non sono programmati coerentemente ai flussi, o quanto meno non sono adattabili al volume di traffico che varia durante la giornata e la settimana. Inoltre, lungo le lunghe vie a elevato scorrimento, la serie manca di sincronizzazione. Altro modo di influenzare negativamente il tempo è garantito dai rallentatori seminati con grande generosità in ogni dunque. Non sarebbe meglio, invece di penalizzare i guidatori ligi (la maggioranza), infliggere pene più severe a chi infrange il codice o sarebbe forse più costoso? Oltre al carburante, alle gomme, agli ammortizzatori, è certo che non viene considerato il tempo perso cumulativamente. Persino i navigatori satellitari, non raramente, danno l'impressione di essere stati programmati con lo scopo di incrementare le vendite di carburante, portando chi li segue ciecamente a contorsioni geografiche.

TEOREMA DELLA MATERIA GRIGIA

"Anche lo spazio occupato dalla materia grigia degli ingegneri (e non solo) può provocare perdite di tempo notevoli". Prendendo spunto dal sagace compianto collega Luciano De Crescenzo che aveva il dono di spiegare al grande pubblico molti fenomeni attraverso semplici esempi e grafici, è possibile classificare alcuni tipici modi di agire della nostra categoria. Ovviamente, riferendosi nel contesto al sopraccitato Teorema del Tempo Mancante, esistono svariate combinazioni possibili. Un'analisi comportamentale

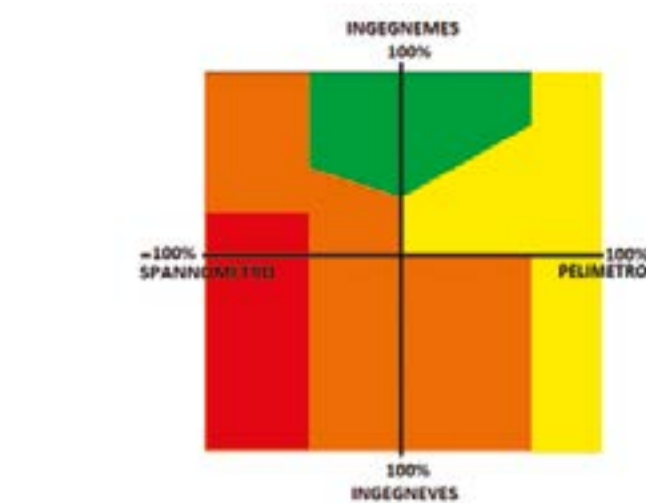


FIGURA 5. Materia grigia all'opera

porta a distinguersi in due fenotipi principali che, con latino maccheronico, possono venir chiamati: *ingegneVes*, ovvero arrangiatevi, e *ingegneMes* (ingegnamosci). Il modo di raffrontarsi con le problematiche è rappresentato attraverso due strumenti di misura "virtuali".

- lo *spannometro*, che è il modo di pensare esclusivo di chi opera sul campo, riconducibile al pragmatismo proprio dei capomastri (senza nulla togliere a questa benemerita e indispensabile categoria) orientati al fare, i quali forniscono contributi essenziali (e spesso, salvifici) nel portare a completamento le opere;
- il *pelimetro*, viceversa è la rappresentazione di ragionamenti che vanno ben oltre l'accuratezza, sfociando in una pignoleria maniacale del dettaglio che si risolve nella perdita di vista dell'insieme.

Si tratta ovviamente di una schematizzazione assai grossolana, in quanto i comportamenti sono tanti quanti i soggetti esaminabili e variano con la personalità, l'esperienza, la conoscenza e gli stati d'animo: ognuno di noi è diverso. In ogni caso, si può ritenere che l'*ingegneVes* possiede una certa chiusura mentale, individualismo, scarsa propensione alla collaborazione e non condivide le sue competenze. Invece, l'*ingegneMes* mette in comune l'esperienza e, a sua volta, ne trae beneficio. De Crescenzo avrebbe espresso i suddetti concetti attraverso un intuitivo diagramma cartesiano (Figura 5), riportando in ordinata i fenotipi e in ascissa gli strumenti. Come detto, tutti i punti del grafico, espressione del mix comportamentale, sono riscontrabili variando la persona.

Il caso più pericoloso si presenta quando un *ingegneVes* opera con lo *spannometro* (area in rosso). È quasi certo che, allora, la superficialità (faciloneria) associata a una mancanza di informazioni e condivisione porrà a rischio i tempi del progetto che sarà sottoposto a sicure e numerose *review design*; inoltre, se sono investite fasi esecutive, la stessa incolumità delle maestranze potrebbe essere messa in pericolo. Per quanto riguarda l'*ingegneMes*, le cose vanno certamente meglio

sia col *pelimetro* che con lo *spannometro* (area in verde). Nel primo caso, si potrebbe andare in ritardo per la troppa attenzione, ma un *feedback* correttivo arriverà dai colleghi o dai sottoposti. Stessa situazione per lo *spannometro*, in quanto il *feedback* giungerà in termini di critica costruttiva, riportandolo sui giusti binari. Certamente, in funzione dello specifico caso e del ruolo ricoperto (progettista di dettaglio, sistemista, *project manager*, etc.), il collega accorto potrà far uso di uno strumento, dell'altro o di entrambi a seconda del caso. Ne guadagneranno il progetto, i tempi e lo spirito del *team*.

Va da sé che i suddetti ragionamenti appaiono alquanto estremizzati, ma consentono di affermare che tutti gli ingegneri dovrebbero sapersi adattare alle situazioni contingenti sempre con spirito collaborativo da *ingegneMes*, mettendo la propria competenza al servizio del progetto e dei colleghi, soprattutto di fronte a ostacoli e imprevisti, operando sempre con professionalità e buon senso.

IN CONCLUSIONE

Il tempo a disposizione non è infinito e, insieme allo spazio, non è mai adeguato alle necessità. In linea di massima però, lo spazio è gestibile in quasi tutte le situazioni e la sua occupazione può essere, se necessario, rivista e corretta. Il tempo, viceversa, risulta la vera criticità perché entità non reversibile e soprattutto, ahimè, irrecuperabile.

Infine, non me ne vogliano quei lettori - specialmente non ingegneri - che hanno avuto la bontà di seguirmi in questa dissertazione poco scientifica, frivola e pure autoironica, ma ogni tanto è necessario abbandonare le tematiche serie, concedendo alla mente qualche momento di rilassamento.

*COMMISSIONE INDUSTRIA ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI MILANO

RIFERIMENTI

- La legge di Parkinson. Cyril N. Parkinson. Monti & Ambrosini, 2011. ISBN 978-88-89479-16-2.
- Gestire il proprio tempo. Marc Mancini. McGraw-Hill, 1998. ISBN 88-386-3622-2.



FIGURA 4. Zone lavorative

TRASFORMAZIONE DIGITALE |

La visualizzazione di asset in blockchain

Blockchain, QR Code e tag NFC: come funzionano, differenze, pro e contro

DI ING. MARIO PUCCI*



Nella letteratura degli ultimi mesi è innegabile il primato dei contenuti legati all'AI (grazie anche all'hype creatosi attorno a ChatGPT), ma non è stato assolutamente perso interesse ai temi legati alle **blockchain**, criptovalute, **NFT** e metaverso; questo non solo nella letteratura tecnica, ma anche nell'esperienza quotidiana che coinvolge direttamente tutti noi. Pensiamo, per esempio, a quante volte, anche inconsapevolmente, il discorso verte sulle diverse piattaforme per il tracciamento dei prodotti della filiera alimentare, sui diversi **NFT** messi sul mercato da grandi nomi della moda e dell'**automotive** (speculazione a parte), sull'utilizzo delle criptovalute e dei vari **token** spendibili nei molti metaverso esistenti. Tutti questi esempi che sembrano in qualche modo slegati fra loro, ma hanno a fattor comune una **blockchain** sottostante che, oltre a una memorizzazione incorruttibile di dati, determina, nel caso degli **NFT**, la proprietà di un **link** a un contenuto digitale oppure al un **digital twin** di un asset reale. Sorge, però, una domanda: "Ora che i miei asset sono assicurati in **blockchain**, come posso accedervi in maniera semplice e sicura?"; senza addentrarci nei dettagli tecnologici e procedurali che rendono singolare ogni applicazione, vediamo quali sono gli strumenti e i mezzi a disposizione per rispondere a questa domanda.

REGISTRAZIONI IN BLOCKCHAIN

Tutte le **blockchain**, indipendentemente dalla tecnologia utilizzata, rientrano nel macrogruppo delle **DLT (Distributed Ledger Technology)** ovvero un registro distribuito in cui ogni transazione che viene registrata è contrassegnata tramite un codice identificativo della stessa (solitamente indicato come **TXID**) e associata al numero di blocco in cui è contenuta; onde permettere la tracciabilità, e rintracciabilità, del dato registrato, quasi tutte le **blockchain** mettono a disposizione del pubblico un servizio, generalmente denominato **Explorer**, che consente una vera e propria navigazione nel registro, nonché l'accesso diretto a transazioni e blocchi. A questo punto entra in gioco un ulteriore elemento di sicurezza, perché avere accesso al dato contenuto nella transazione registrata, non è sinonimo di avere accesso alle informazioni in essa contenute: spesso le registrazioni in **blockchain** sono criptate e solo il proprietario, o chiunque sia in possesso della chiave utilizzata per la criptazione, può visualizzare le informazioni in chiaro.

Per rendere universale la navigazione nel registro, l'accesso ai dati

TABELLA 2. PRO E CONTRO DELL'USO DI NFC

PRO	CONTRO
Sono resistenti alle intemperie e fruibili anche all'esterno per lungo tempo	Seppur minimo, hanno un costo di acquisto
È possibile proteggerli con password e bloccarli in scrittura	Non sono conosciuti e diffusi quanto i QR Code
Sono realizzabili in materiali diversi e sagomabili per usi personalizzati	Non tutti gli smartphone sono dotati di lettori NFC
Possono essere utilizzati per codificare contemporaneamente una moltitudine di dati	

a mezzo dell'**Explorer** avviene quasi sempre tramite una interfaccia **web** pubblica e non autenticata: una specifica URL consente di indirizzare il **browser web** direttamente alla transazione richiesta senza alcuna operazione preliminare. L'accesso ai dati in **blockchain** non riguarda solo l'informazione registrata; nel caso specifico degli **NFT**, non si è interessati tanto alla registrazione in **blockchain** (che ne determina soltanto la proprietà), quanto all'oggetto digitale, o **digital twin**, che l'**NFT** rappresenta: in questo caso l'URL da utilizzare è quella associata al **repository** o **market place** in cui l'oggetto viene depositato per la custodia e/o la futura vendita. Posto quindi che un **asset** è indirizzato da una URL, l'accesso alle informazioni si realizza semplicemente aprendo quest'ultima con un **browser web** che ne visualizzerà il contenuto. Quali sono, però, i sistemi più comodi e universalmente utilizzabili per memorizzare in modo semplice ed efficace queste URL? **QR Code (Quick Response Code)**

Nato nel 1994 per la logistica nelle

fabbriche Toyota, questo codice a barre bidimensionale ha visto un primo sviluppo, in particolare nell'editoria, di qualche prima applicazione all'inizio degli anni 2000, per poi essere quasi dimenticato fino alla sfortunata comparsa del Covid-19. La necessità di un adeguato distanziamento sociale e di dover comunque erogare informazioni senza poter "condividere" fisicamente oggetti (menu del ristorante, fogli di istruzione o documenti in generale) ha dato una seconda vita ai **QR Code** il cui utilizzo oggi è praticamente universale. Potendo quindi codificare in un **QR Code** l'URL di un menù, ad esempio, perché non codificare con lo stesso mezzo l'URL di un asset in **Blockchain**?

Moltissime **app** per **smartphone** effettuano la codifica di URL in un **QR Code**, così come sono molto diffusi siti **web** che propongono questo servizio. Questi ultimi spesso propongono estensioni a pagamento per una gestione completa del ciclo di vita di un **QR Code** e le relative analitiche. In ambito industriale e della logistica, molte soluzioni già basate su **QR Code** sono state migrate verso gli **RFID**, una tecnologia **contactless** alla base dei **tag NFC**. Per alcuni aspetti, infatti, gli **NFC** possono essere considerati l'evoluzione funzionale dei **QR Code**. Pur non essendo ancora esplicitamente conosciuti dal grande pubblico, in realtà il loro uso è già

presente nel nostro quotidiano in quanto la tecnologia **NFC** è alla base delle carte di credito **contactless**, dei pagamenti digitali tramite **smartphone** o dei sempre più diffusi biglietti da visita digitali. Un **tag NFC** in genere è costituito da un microcircuito elettronico passivo che non necessita di una fonte di alimentazione (batteria) per funzionare; questo circuito, sollecitato e alimentato dal campo magnetico generato dal lettore, è in grado di restituire una serie di dati la cui lunghezza dipende dal tipo di **chip** utilizzato e della quantità di memoria in esso contenuta. Anche se non si raggiunge il 100% di diffusione come per le fotocamere, gli **smartphone** dotati di lettore **NFC** in grado di interagire con i **tag** sono ormai in maggioranza. Come per i **QR Code**, utilizzando una delle tante **app** presenti sugli **store**, è possibile codificare all'interno del **chip NFC** l'URL desiderata: avvicinando quindi al **tag** uno **smartphone** abilitato, mantenendo una distanza anche di due/tre centimetri, automaticamente verrà aperto il **browser Internet** che punterà direttamente all'URL dell'asset desiderato.

L'utilizzo di un **tag NFC** e la codifica dei dati da memorizzare non sono immediati come nel caso dei **QR Code**, ma è sufficiente un minimo numero di prove per poter capire appieno il loro funzionamento.

*OIM COMMISSIONE TLC

TABELLA 1. PRO E CONTRO DELL'USO DI QR CODE

PRO	CONTRO
Creazione e codifica gratuita per mezzo di tool online	Se stampato su carta, è economico ma facilmente deteriorabile
Serve solo la fotocamera per leggerlo	"Sovrapponibile" con la codifica di una URL malevola
Accessibile al 100% degli smartphone sul mercato	Limitata fiducia sull'integrità sorgente dati
Autocorrezione degli errori da usura	

Tag NFC (Near Field Communication)

OPEN INNOVATION |

Verso il Terabit wireless con le frequenze laser

Tra Free-Space Optics e MIMO, le possibili evoluzioni delle tecnologie wireless e ottiche per il 6G del futuro

DI ING. GERLANDO BONGIORNO* E ING. ROBERTO NEBULONI**

L'universo della rete, oltre il 5G, realizzerà una connessione immersiva e ubiquitaria tra mondi diversi (fisico, digitale e sociale), nel rispetto degli obiettivi di sviluppo sostenibile indicati dalle Nazioni Unite, orientati a promuovere salute, istruzione, qualità della vita, giustizia e inclusione. La telepresenza olografica 3D, la realtà aumentata e virtuale,

i **digital twins** (repliche digitali di ambienti reali) e l'uso sistematico dell'Intelligenza Artificiale per realizzare, monitorare e ottimizzare servizi e funzioni in maniera autonoma, sono alcune delle tecnologie immaginate per l'universo oltre il 5G. Inoltre, le tendenze emerse da tempo, come i **chip wireless** a bordo di oggetti di uso quotidiano e la novità 5G dei veicoli autonomi, continueranno a evolversi, trasformando la relazione uomo-macchina e uomo-ambiente. La sesta

generazione, 6G, richiederà un ulteriore salto nelle prestazioni delle reti cellulari: il **data rate** di picco passerà dal **gigabit** al **terabit**, la copertura sarà globale tramite l'integrazione tra reti terrestri e non terrestri, e la capacità di rete dovrà aumentare con la densità e le capacità dei singoli dispositivi. Inoltre, gli obiettivi di sostenibilità, come la riduzione del consumo energetico di dispositivi e reti esistenti, la realizzazione di nuovi dispositivi a minori emissioni, la

maggiore resilienza e l'economia del riciclo, determineranno nuovi requisiti chiave. Le reti **wireless** dovranno essere sempre più flessibili, adottando tecniche basate principalmente sull'uso di antenne multiple a livello fisico e sulla gestione avanzata delle risorse a livello di rete (parte di un processo noto in letteratura con il termine di "network slicing"), per servire in modo flessibile e selettivo solo utenti e aree che richiedono servizi specifici e trasferendo le capacità

di calcolo anche alla periferia della rete stessa.

TECNOLOGIE OTTICHE E WIRELESS

Se guardiamo al mondo **wireless**, l'estensione della copertura e della capacità creerà sinergie con ambiti come il **V2X** (comunicazione **Vehicle-to-Everything**), la guida autonoma, l'**agri-tech**, il monitoraggio permanente dei sistemi, l'osservazione della Terra, l'integrazione segue pag. 12

continua da pag. 11

delle tecnologie di comunicazione e il monitoraggio (*Integrated Communication and Sensing - ISAC*). Per realizzare questi scenari, sarà necessario esplorare regioni dello spettro come il Sub-THz (100-300 GHz), il THz e molte altre, come l'ottico (medio e vicino infrarosso), che dispongono di notevoli segmenti contigui di banda in cui l'atmosfera è trasparente alla radiazione.

Per mitigare i limiti legati alla propagazione a frequenze così alte – come l'attenuazione del segnale in spazio libero e l'ostruzione del fascio – la ricerca sta lavorando su tecnologie note, come "antenne multiple" (MIMO) e l'ultra-massive MIMO, ovvero sistemi MIMO con un numero di antenne elevatissimo grazie alle loro dimensioni molto ridotte (per esempio pannelli di 102x102 cm con antenne nelle bande THz), o nuove come le superfici riconfigurabili in letteratura note come *Reconfigurable Intelligent Surfaces - RIS*, strutture 2D che possono essere programmate per cambiare in modo adattivo le loro caratteristiche di riflessione e rifrazione in modo da fornire ulteriore controllo della propagazione radio.



FREE-SPACE OPTICS

In particolare, l'ottico *wireless*, noto come OWC (*Optical Wireless Communication*), ha varie applicazioni *indoor* e *outdoor*. Nel caso *outdoor* si usa il termine generale di *Free-Space Optics* (FSO) per indicare collegamenti terrestri o nei quali almeno una delle stazioni è a bordo di una piattaforma aerea, di un satellite o di una sonda spaziale. Lo spettro ottico ha diversi vantaggi: dispone di bande enormi (superiori al THz), non è licenziato, l'*hardware* ha dimensioni e consumi più bassi rispetto ai sistemi radio e la trasmissione è più sicura, date le piccole dimensioni del fascio ottico (inferiori al decimo di grado). Infine, i sistemi FSO sono immuni all'inter-

ferenza elettromagnetica.

Le lunghezze d'onda FSO sono vicine all'infrarosso, in particolare nella finestra dei 1550 nanometri (circa 190 THz), che ha l'ulteriore vantaggio di sfruttare le tecnologie sviluppate per la fibra ottica: sorgenti *laser*, ricevitori e trasmissione a divisione di lunghezza d'onda per raggiungere il Terabit.

SVANTAGGI DELLA FSO

Un aspetto critico della FSO è il puntamento dei terminali: è necessario installare sistemi di *tracking* automatico del fascio *laser* non solo nei collegamenti che coinvolgono stazioni in movimento, come un satellite LEO, ma anche in ambito terrestre, quando le oscillazioni degli edifici

prodotte da vento o da effetti termici portano alla perdita del puntamento e quindi del collegamento. Un altro svantaggio della FSO è la vulnerabilità del canale atmosferico ai fenomeni meteorologici, come i particolati (nubi, nebbia, pioggia, ecc.) e la turbolenza atmosferica. Per superare alcuni di questi limiti, si sta lavorando sia sul livello fisico – per esempio con ottiche adattive, sistemi ibridi con *backup* a radiofrequenza e trasmissione in diversità – che sui livelli di rete e trasporto. Esistono prototipi FSO che sfruttano la divisione di lunghezza d'onda e l'accoppiamento diretto fibra-aria, raggiungendo i 10 Tbit/s su distanze di qualche centinaio di metri.

POSSIBILI APPLICAZIONI DELLA FSO

La tendenza alla densificazione delle reti cellulari, all'incremento dei punti di accesso e dei segmenti di trasporto e l'evoluzione delle topologie verso strutture a maglia, aprono la via alla FSO per collegamenti punto-punto fra stazioni base e/o verso i nodi di rete. Lo scenario applicativo più probabile è quindi il *backhauling* (trasporto) *wireless* ad altissima capacità, sia lungo collegamenti terrestri fino a qualche km, che su piat-

taforme aeree o satelliti LEO per le lunghe distanze. Molto promettente è il *backhauling* su piattaforme aeree quasi stazionarie (per esempio palloni a elio), ad altezze oltre i 15 km, ovvero al di sopra delle nubi e delle rotte aeree, che permettono la comunicazione tra piattaforme e/o satelliti e la copertura terrestre di celle di dimensioni di diversi km, a costi decisamente inferiori rispetto ai LEO. L'integrazione fra reti terrestri e non terrestri è, infatti, un passaggio chiave per arrivare alla copertura globale. Al contrario, la connessione FSO in mobilità rimane uno scenario problematico a causa della complessità del puntamento e della impossibilità pratica di far pagare il segnale ottico in assenza di una linea di visibilità diretta tra i terminali. Oggi il futuro delle reti *wireless* oltre il 5G è fatto di scenari, simulazioni e prototipi. Anche se è difficile capire quali saranno le tecnologie vincenti, FSO possiede una dote importante per essere parte di questo futuro visto che è la tecnologia *wireless* che più si avvicina alle velocità raggiungibili in fibra.

***COMM.NE TELECOMUNICAZIONI ORDINE DEGLI ING. DI MILANO**
****CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE - IEIIT, MILANO**

NETWORK GIOVANI |

UN ROBOT CHE RICONOSCE VOLTI E VOCI

RO-BOSTU è stato realizzato tramite stampa 3D in materiale termoplastico riciclabile e integra Chat-GPT per interagire e rispondere alle domande. Il progetto sarà ereditato dai futuri studenti dell'ITIS e da loro aggiornato nel corso degli anni

DI ING. STEFANO TAZZI*

Questo articolo ha l'obiettivo di condividere un'interessante esperienza relativa a un evento della scorsa estate, organizzato congiuntamente dalla Commissione Ingegneria dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Pavia e dal Collegio Ingegneri e Architetti della Provincia di Pavia, storica associazione culturale del territorio che ha, tra le varie finalità, la diffusione della cultura di ingegneri e architetti.



articolo comparso sulla stampa locale, ha deciso di approfondire l'argomento e – a seguito di una serie di contatti e incontri preventivi – ha rilevato che quanto effettuato fosse meritevole di interesse divulgativo quale applicazione di conoscenze e risultati dello sviluppo tecnologico, anche per far intuire dove si potrebbe arrivare con uno sviluppo industriale. Di interesse, inoltre, i risultati che si possono ottenere a livello didattico allorché si stimolano i giovani studenti in un modo corretto. È accaduto infatti che gli studenti di due classi dell'indirizzo informatico dell'**ITIS Cardano di Pavia** sotto la guida del professor Nicola Muto, ingegnere, docente di Sistemi e reti e direttore del Dipartimento di informatica dell'i-

stituto, hanno da tempo iniziato una sfida complessa ed entusiasmante: realizzare **un busto robotico in grado di muovere braccia e dita delle mani, di riconoscere parlato e volti**. Uno dei filoni di studio progettuale ha avuto come riferimento il rispetto dell'ambiente e delle risorse ambientali: riconoscimento di plastiche e rifiuti per la pulizia del territorio e utilizzo di materiali riciclabili. Alcune componenti del robot sono stampate in modo autonomo con stampanti 3D installate e configurate presso il laboratorio dell'istituto.

RO-BUSTO: IL PROGETTO DEGLI STUDENTI

Punto di partenza è il progetto "InMoov", primo robot *Open Source* a grandezza naturale stampato in 3D, ideato dallo scultore e designer francese Gael Langevin. Tecnicamente il sistema robotico, ribattezzato "RO-BUSTO", comprende una parte *hardware* (meccanica ed elettronica) e una parte *software*. La parte meccanica prevede la struttura, realizzata tramite stampa 3D, in materiale termoplastico riciclabile, di vari servomotori e minuterie varie. La parte elettronica è costituita da due schede a microcontrollore, una postazione PC fissa per

sviluppo e controllo e una postazione mobile per le esibizioni. La parte *software* è modulare e fa ampio uso di librerie esterne, ad esempio per l'integrazione con *ChatGPT* al fine di consentire al robot un dialogo con l'interlocutore umano.

Sul robot sono presenti due telecamere con *software* per il riconoscimento intelligente di immagini: questo ha consentito di istruirlo per individuare e classificare rifiuti per tipologia di recupero e riutilizzo, così come per riconoscere le persone che si presentano al robot stesso.

L'idea dell'ITIS è quella di continuare a sviluppare "RO-BUSTO" negli anni futuri, con la possibilità di coinvolgere classi successive, aggiornandolo sugli sviluppi della robotica didattica e dell'intelligenza artificiale.

L'EVENTO DI PRESENTAZIONE

L'evento si è tenuto nel laboratorio dell'istituto con una modalità interattiva, sia tra discenti e docenti che tra discenti e robot. Anche chi non aveva mai avuto esperienze con robotica o intelligenza artificiale applicata ha potuto rendersi conto di come sia possibile riconoscere e individuare una persona dopo aver istruito con foto il robot, instau-

rare dei dialoghi elementari sui temi più svariati grazie all'interazione con librerie dislocate nel *cloud* e legare azioni a eventi una volta interpretati. Interessanti anche le sessioni in cui si è riusciti a mettere in difficoltà l'intelligenza artificiale: il robot non riusciva a capire la domanda relativa alla pianificazione delle proprie ferie.

Il tutto è stato realizzato da ragazzi volenterosi e desiderosi di applicare i risultati della tecnologia, a riprova del fatto che – se veicolata nel modo corretto – l'innovazione tecnologica può essere qualcosa di stimolante, interessante e può aprire nuove strade. Va da sé che la categoria degli ingegneri, che questa innovazione la produce e la crea, può e deve avere un ruolo determinante nell'offrire stimoli. È importante, quindi, favorire la sinergia tra soggetti del territorio, anche solo divulgando quanto di buono e interessante effettuato. Consigliamo a tutti di monitorare gli eventi promossi dall'Ordine di Pavia in quanto prevediamo di andare a visionare l'evoluzione del progetto inserendolo in un ciclo più ampio di seminari concernenti l'intelligenza artificiale.

***COORDINATORE COMMISSIONE ING. INFORMAZIONE PAVIA**

SEGNALAZIONE ILLECITI |

Il Whistleblowing in Italia: normative, strumenti, sfide e impatto sul panorama aziendale

Per proteggere i whistleblower e incoraggiare la segnalazione di illeciti, molte nazioni hanno promulgato leggi per offrire protezioni legali

DI ING. VINCENZO SINGUAROLI*

Il *whistleblowing*, o segnalazione di illeciti, rappresenta una pratica attraverso la quale dipendenti o ex dipendenti, fornitori o collaboratori di un'organizzazione o ente pubblico segnalano comportamenti illegali, fraudolenti o non etici all'interno di un'azienda, di un ente governativo o di un'istituzione.

Questa pratica, sebbene possa essere vista come controversa, gioca un ruolo significativo nel garantire la trasparenza e l'etica nelle organizzazioni. I *whistleblower* spesso agiscono in risposta a una preoccupazione per il bene pubblico o per il corretto funzionamento dell'azienda stessa. Le informazioni divulgate possono riguardare frodi finanziarie, discriminazioni, violazioni delle leggi o delle politiche aziendali, comportamenti pericolosi per la salute pubblica o per l'ambiente.

Ma, mentre alcuni considerano i *whistleblower* come eroi che agiscono per il bene pubblico, altri li vedono come traditori o delatori che violano la fiducia dell'organizzazione e mettono a rischio la sicurezza aziendale o nazionale. Per questo, nonostante le protezioni legali, i *whistleblower* possono affrontare una serie di ripercussioni personali e professionali, essere cioè oggetto di discriminazione sul lavoro, licenziamenti ingiusti, ostracismo sociale o minacce alla loro sicurezza.

Per proteggere quindi i *whistleblower* e incoraggiare la segnalazione di comportamenti illeciti, molte nazioni hanno promulgato leggi per offrire protezioni legali e incentivi agli stessi.

In Italia è stato approvato il D.lgs. n.24 di Marzo 2023 in attuazione della direttiva (UE) 2019/1937 del Parlamento europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2019, riguardante la protezione delle persone che segnalano violazioni del diritto dell'Unione. Il Decreto estende notevolmente il novero di soggetti che possono avanzare una segnalazione, comprendendo:

- dipendenti pubblici;
- lavoratori subordinati di organizzazioni del settore privato;
- lavoratori autonomi;
- collaboratori, liberi professionisti e consulenti;
- volontari e tirocinanti (anche non retribuiti);
- azionisti e persone con funzioni di amministrazione, direzione, controllo, vigilanza o rappre-



sentanza. Tali soggetti potranno segnalare, attraverso i canali introdotti dal Decreto, le violazioni e gli illeciti di cui siano venuti a conoscenza nel **contesto lavorativo**, sia quando il rapporto giuridico che li lega all'organizzazione (pubblico o privato) sia in corso, sia quando lo stesso sia cessato o non sia ancora iniziato (es. periodo di prova). La scelta del canale di segnalazione non è rimessa alla discrezione del *whistleblower*, in quanto **in via prioritaria** è favorito l'utilizzo del **canale interno**

e, solo al ricorrere di alcune condizioni, è possibile svolgere una segnalazione esterna o godere delle tutele previste dal Decreto a seguito della c.d. divulgazione pubblica. Le organizzazioni devono quindi istituire **canali di segnalazione** interni o esterni, garantendo la riservatezza dell'identità del segnalatore e proteggendolo da qualsiasi forma di ritorsione o discriminazione. Inoltre, vengono definite le procedure per la gestione delle segnalazioni e le modalità con cui le informazioni devono essere trattate.

GLI STRUMENTI PER LE AZIENDE E PA

In un mondo in cui la trasparenza e l'integrità aziendale sono sempre più importanti, le organizzazioni cercano di garantire canali di segnalazione **interni efficaci e sicuri**, affrontando domande cruciali su come bilanciare la tutela degli interessi pubblici con la necessità di preservare la riservatezza e la sicurezza delle informazioni sensibili.

Uno strumento tra i più utilizzati (dalla stessa ANAC, Ministero della Difesa, Città Metropolitane e Comuni, testate indipendenti, attivisti oltre che moltissime aziende private) per la creazione di **canali interni** è sicuramente il progetto **GlobaLeaks**. Pensato come un *framework* con alla base la flessibilità, risulta essere semplice da utilizzarsi ed è personalizzabile per ogni necessità e protegge la *privacy* dei segnalanti e delle loro segnalazioni *by default*. Si tratta di software libero e *open source* distribuito con licenza AGPL, *multi-tenant* e *multi-user*, tradotto in oltre

60 lingue a oggi scelto da più di 10.000 progetti. Permette di creare e mantenere una piattaforma di *whistleblowing* **sicura e anonima** per la raccolta e gestione delle segnalazioni di illeciti ed è conforme allo Standard ISO 37002, alla Direttiva EU 2019/1937 e al Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (GDPR).

IL FUTURO DEL WHISTLEBLOWING IN ITALIA

Il *whistleblowing* continua a suscitare interesse e dibattito in Italia e il suo futuro dipende dalla capacità delle organizzazioni di creare un ambiente favorevole alla segnalazione responsabile e dalla volontà delle istituzioni di garantire l'applicazione efficace delle normative esistenti. Il perseguimento di un equilibrio tra la tutela dei *whistleblower* e la necessità di preservare la riservatezza delle informazioni sensibili rimane una sfida costante per molte nazioni che si trovano a fronteggiare questioni simili.

*COMM. ICT - ORDINE INGEGNERI BERGAMO

Cosa prevede la legge?

- L'Art 12 del Decreto sancisce un generale obbligo di riservatezza in capo al gestore della segnalazione circa l'identità del segnalante e qualsiasi informazione da cui la stessa possa evincersi: è previsto che questi dati non possano essere né rilevati né rivelati senza il **consenso espresso** del segnalante stesso.
- Per quanto riguarda il trattamento di dati personali, i punti di contatto tra il Decreto (che dedica l'art. 13 alla questione) e il GDPR sono numerosi. Il principale **presupposto giuridico** che legittima questo trattamento si rinviene nell'art. 6, paragrafo 1, lett. c) del GDPR, risultando il trattamento necessario per adempiere un obbligo legale al quale è soggetto il titolare del trattamento.
- Il Decreto richiede che venga fornita ai soggetti **un' informativa esaustiva** che renda noti i contorni del trattamento dei dati personali e le procedure di gestione della segnalazione come previsto nell'ultimo comma dell'art. 5, che regola la gestione del canale interno (ipotizzando anche che l'informativa venga resa sul sito internet dell'organizzazione).
- Il Decreto all'art. 13, prevede inoltre che venga realizzata una **valutazione di impatto sulla protezione dei dati (DPIA)**.
- Il Decreto indica più volte la **crittografia** quale strumento utile a garantire un buon livello di tutela della riservatezza dei dati.
- Il periodo di **conservazione** dei dati personali contenuti all'interno della segnalazione viene poi definito *ex lege* dall'art. 14 del Decreto: 5 anni a decorrere dalla data di comunicazione dell'esito finale della procedura di segnalazione.
- Risulta indispensabile definire i ruoli dei soggetti che gestiranno le segnalazioni, individuando il titolare del trattamento (colui che attiva il canale di segnalazione), gli eventuali responsabili da **nominare ex art. 28 GDPR** e gli autorizzati (che gestiscono la segnalazione). Si raccomanda nel caso in cui si ricorra a un canale condiviso per la segnalazione di formulare accordi di contitolarità tra le parti coinvolte.
- Fintanto che non vi sia l'accertamento della condotta illecita, occorre tenere in considerazione anche la posizione del segnalato tutelandone, per quanto possibile, la riservatezza. All'art. 13, comma 3, ove si prevede che i classici diritti dell'interessato previsti dal **GDPR** agli artt. 15-22, possano essere esercitati nei limiti di quanto previsto all'**art. 2-undecies del Cod. Privacy**. Quest'ultimo articolo sancisce che i menzionati diritti (tra cui compare il diritto di accesso) non possano essere esercitati qualora sia ipotizzabile un pregiudizio effettivo e concreto alla riservatezza dell'identità della persona che segnala violazioni (comma 1, lett. f). La ratio di tale previsione è chiara: se si consentisse al segnalato di esercitare tali diritti, si verificherebbe una violazione della riservatezza del segnalante, esponendolo altresì al rischio di subire ritorsioni. Il segnalato può, però, esercitare i propri diritti tramite l'autorità Garante, ai sensi dell'art. 160 del Cod. Privacy, come sancito dal terzo comma dell'art. 2-undecies Cod. Privacy.
- In ottica di **minimizzazione** dei dati trattati, viene stabilito che "le segnalazioni non possono essere utilizzate oltre quanto necessario per dare adeguato seguito alle stesse" e che "i dati personali che manifestamente non sono utili al trattamento di una specifica segnalazione non sono raccolti o, se raccolti accidentalmente, sono cancellati immediatamente". Una previsione, quest'ultima, che può essere riferita sia ai dati del segnalato che del segnalante.
- Le **sanzioni previste** vanno **da 10.000 a 50.000 euro**, la cui applicazione è demandata all'ANAC, sia nel caso in cui sono state commesse ritorsioni che quando la segnalazione sia stata ostacolata o si è tentato di ostacolarla o sono stati violati gli obblighi di riservatezza previsti dall'art. 12. L'ANAC può irrogare sanzioni della medesima entità anche quando accerta che **non sono stati istituiti opportuni canali di segnalazione**, che non sono state adottate procedure per l'effettuazione e la gestione delle segnalazioni ovvero che l'adozione di tali procedure non è conforme alla previsione di legge, nonché quando accerta che non è stata svolta l'attività di verifica e analisi delle segnalazioni ricevute. Sanzioni **da 500 a 2.500 euro**, sono previste invece per il segnalante che incorre nei reati di **diffamazione** o di **calunnia** o comunque per i medesimi reati commessi con la denuncia all'autorità giudiziaria o contabile.

INNOVAZIONE NEL SOTTOSUOLO |

Cava Costiolo-Forcella, uno tra i siti di estrazione di calcare in sotterraneo più estesi in Europa

La metodologia di estrazione e trasformazione "Sublevel stoping", altamente automatizzata: aspetti tecnologici e ambientali. Report di una visita tecnico formativa

DI ING. MATTIA FACHERIS*

L'Associazione Attività Aggregative Ingegneri Bergamo - Sport e Cultura ha organizzato lo scorso 14 giugno una visita tecnica alla **Cava Costiolo-Forcella** all'interno dello stabilimento di Brembilla (BG) di proprietà della società "Unicalce Spa". La visita è stata organizzata in stretta collaborazione con l'Ordine degli Ingegneri di Bergamo allo scopo di esplorare un'importante realtà del settore minerario presente sul nostro territorio. Coltivata a partire dal 1927 a cielo aperto, dal 1993 si prosegue in sotterraneo. Attualmente la Cava Costiolo-Forcella rappresenta uno dei siti di estrazione di calcare in sotterraneo più estesi d'Italia e d'Europa, oggetto di numerose visite anche dall'estero per la tecnologia impiegata e l'attenzione prestata agli aspetti ambientali: tutta la produzione del calcare in questo stabilimento, infatti, - dall'abbattimento fino alla prima e seconda macinazione - avviene completamente in galleria, costituendo un'innovazione ambientale

di assoluto rilievo.

LA PRESENTAZIONE INTRODUTTIVA

La visita è partita da una presentazione dello stabilimento condotta dal Direttore di Stabilimento, **Mauro Redaelli**, dal Direttore di Cava, **Giuseppe Granato** e dal geologo, Dott. **Luca Fumagalli**. I relatori hanno illustrato l'attività di estrazione e trasformazione del calcare, entrando nel dettaglio degli aspetti geologici e idrogeologici, delle tecnologie di scavo e trasporto del minerale, della ventilazione della rete di gallerie, della stabilità strutturale della cava, oltre che della compatibilità ambientale e della sostenibilità economica delle operazioni. In questo articolo vogliamo spendere qualche parola in più in merito alla metodologia di estrazione in sotterraneo *sublevel stoping*: la cava viene suddivisa in camere verticali (a sezione pressoché rettangolare di dimensioni L 150 m x H 110 m x P 30 m) e diaframmi orizzontali, all'interno dei quali si sviluppa un opportuno numero di gallerie di livello. Da tali

gallerie vengono realizzate perforazioni a ventaglio per il successivo abbattimento del materiale mediante esplosivo. La geometria della parte inferiore di ogni camera viene realizzata in modo da ricavare una tramoggia, attraverso la quale convogliare il materiale abbattuto nelle gallerie di carico sottostanti. In queste gallerie operano speciali automezzi ribassati che caricano la roccia appena cavata all'interno di un primo frantoio, con lo scopo di diminuirne le dimensioni e poterla trasportare più facilmente all'esterno mediante una serie di nastri trasportatori.

LA VISITA DEL SOTTERRANEO

Conclusa la presentazione introduttiva, i relatori hanno consegnato i dispositivi di protezione individuale e hanno accompagnato il gruppo all'interno della cava dove è stata esplorata prima una delle camere dismesse (già completamente coltivata) e successivamente una camera attiva. All'interno della camera dismessa abbiamo notato le differenze tra le varie rocce che costituiscono la

cava, le effettive dimensioni delle camere di coltivazione e altri dettagli molto interessanti relativi alle attività sotterranee. Inoltre, abbiamo sperimentato (con qualche brivido poiché completamente inattesa) una vibrazione indotta dalla volata effettuata in una delle camere attive lontane dalla nostra posizione (l'esplosione programmata per l'abbattimento del materiale in gergo si chiama "volata"). Nella camera attiva, invece, abbiamo potuto visitare una delle gallerie inferiori di carico, osservando da vicino gli speciali automezzi ribassati e il frantoio per la prima macinazione del minerale. Anche qui ciò che colpisce è l'enorme differenza tra coltivazione a cielo aperto e in sotterraneo in termini di proporzioni di macchinari e attrezzature utilizzate.

L'IMPIANTO DI TRASFORMAZIONE DEL CALCARE

Terminato il *tour* in sotterraneo, il personale di Unicalce ha scortato il gruppo nell'ultima parte della visita, ovvero l'impianto di trasformazione del calcare estratto in

cava, costituito da 4 forni verticali e un impianto di idratazione, per una capacità produttiva di circa 1300 ton/giorno. Entrando nella sala di controllo degli impianti, ci si rende conto della complessità produttiva dello stabilimento e del conseguente elevato grado di automazione applicato da Unicalce. La visita si è conclusa qui, con un doveroso ringraziamento a tutto il personale di Unicalce S.p.a. che ci ha concesso l'opportunità di visitare questo sito minerario in tutta sicurezza, svelandoci le criticità e le sfide tecnologiche di una cava così singolare. Grazie anche all'organizzazione impeccabile dell'Associazione Attività Aggregative Ingegneri Bergamo - Sport e Cultura, questa visita si colloca nella più ampia tematica della sensibilizzazione dei professionisti della nostra provincia circa l'importanza dell'attività estrattiva locale, colonna portante dell'industria e del settore delle costruzioni in Italia e nel Mondo.

*MEMBRO E SEGRETARIO DELL'ASSOCIAZIONE INGEGNERI BERGAMO - SPORT E CULTURA

METALLI |

LE RISORSE LIMITATE, LE IMPLICAZIONI "A SALDI INVARIATI" E LE SCELTE POLITICHE POSSIBILI

Oggi i metalli fondamentali per la componentistica informatica sono in mano a pochi Paesi, ma nel futuro il sud globale determinerà la transizione ecologica e l'industria 5.0

DI ING. GIANFRANCO BENZONI*

Litio, nichel, cobalto, tantalio, terre rare. Diciassette metalli che sono la base per la componentistica nell'industria dell'informatica. Questi determinano il potere; chi li possiede controlla il futuro dell'umanità. Cellulari, batterie, pale eoliche, circuiti integrati non possono, a oggi, fare a meno di questi componenti che determineranno la transizione ecologica e saranno la base dell'industria 5.0. Scartati - o comunque ridotti - il gas e il petrolio, le industrie dei paesi industrializzati avranno bisogno di questo. Il futuro che ci attende sarà una combinazione di transizione energetica e digitale: due transizioni gemelle che si sosterranno l'un'altra in una sinergia che aprirà orizzonti inesplorati i cui rischi dobbiamo ancora scoprire. Uno sviluppo sinergico che avrà bisogno di una quantità colossale di minerali critici e che sta già provocando problemi ambientali e sociali in quello

che possiamo definire il sud globale. L'Europa è il centro, Asia a destra e America a sinistra, quasi tutta l'industria che conta è al Nord, ma le più ampie risorse di minerali critici sono a Sud, in Africa *in primis* e poi in Sud America.

CONFLICT MINERALS

Quindi, il sud globale è al centro delle dinamiche della transizione ecologica, con tutti i suoi problemi di conflitti, corruzione, inquinamento e sfruttamento di manodopera anche minorile. In Congo, per esempio, si parla di meno di 2

dollari all'ora anche per i bambini e quasi la metà delle miniere registra presenza di attori armati. Perché estrarre vuol dire denaro; il denaro porta conflitti e i conflitti portano armi. L'Occidente ha coniato l'espressione "Conflict minerals" a significare i problemi in alcune aree di estrazione. Facile intuire come in certe situazioni, che dire precarie è essere generosi, estrarre vuol dire inquinare la vita dei lavoratori; vuol dire disestare territori, produrre quelli che vengono chiamati effetti collaterali.

L'EUROPA DEVE REAGIRE

Cosa deve fare la nuova Europa se vuole essere etica e responsabile? Primo, potenziare le attività di riciclo di questi materiali critici attraverso ricerca e investimenti per alleggerire il proprio fabbisogno, anche perché le miniere esistenti non saranno capaci di coprire il crescente fabbisogno previsto a breve per gli obiettivi del 2030 e del 2050. Secondo: mettere in atto meccanismi di controllo affinché i materiali usati provengano da produzioni eticamente e socialmente responsabili. Esiste un meccani-

simo di controllo per l'Africa, ma non bastano validazioni con ispezioni fatte da agenzie governative, troppe sono le frodi e le pratiche illegali, dobbiamo cambiare atteggiamento. La soluzione non è nelle regole del mercato: dobbiamo cercare di risolvere i problemi sociali e ambientali dei territori con il coinvolgimento delle comunità locali, con più risorse distribuite sul territorio. Ascoltare le voci delle comunità locali è il modo migliore per cogliere la complessità della realtà. Terzo: cambiare atteggiamento e passare da essere visti come paesi neo-coloniali; smettere l'atteggiamento da salvatore bianco e diventare paesi *partner*, collaborativi, portatori di tecnologie estrattive etiche e di risorse da lasciare sul terreno, nonché importatori e raffinatori in proprio. Forse faremo meno profitto, ma senz'altro avremo più sicurezza sul futuro.

*PRESIDENTE COMM. AMBIENTE DELL'ORDINE INGEGNERI DI BERGAMO

La suddivisione dei metalli

Il litio è presente principalmente in quello che viene chiamato "Il triangolo del litio", nei *salar* di Cile, Bolivia e Argentina. Il cobalto è sinonimo al 70% di Repubblica Democratica del Congo, dove non solo avvengono le vicende più sanguinose, ma troviamo pure i minerali che vengono chiamati i 3T (tungsteno, tantalio e tin, ovvero stagno). Il Rame è abbondante in Cile e Perù, il nichel in Indonesia e Australia. Le terre rare, contrariamente al nome, sono abbondanti in Cina, Russia e Vietnam, ma sono difficili da separare e lavorare; la Cina ne controlla il 60% della produzione. Proprio la Cina, campione di iniziativa nella filiera a valle, ovvero nella raffinazione dei minerali critici, con il 70% del cobalto, il 60% del litio e il 40% del rame, è il Paese dove si produce quasi l'80% delle batterie mondiali.

INGEGNERIA DEL TRAFFICO |

Io ho zone promiscue (mixed zone)

Dalla Svizzera le mixed zone si diffondono in Europa, potrebbero essere integrate in Italia?



Rheinfelden, uso dei colori per alzare la soglia di attenzione del guidatore

DI ING. MASSIMILIANO DE ROSE*

Le **zone promiscue**, la cui traduzione letterale è “zona di incontro”, sono una forma di moderazione del traffico in cui i pedoni hanno il diritto di precedenza sui veicoli. La loro prima applicazione si è vista in Svizzera, ma da allora le **mixed zone** (o **Begegnungszonen** in tedesco) si sono diffuse in altri paesi come Belgio, Austria e Francia. Le finalità di questa particolare tecnica dell'ingegneria del traffico sono la **moderazione del traffico** e la **tute-**

la delle utenze deboli. L'obiettivo principale delle **zone promiscue** è quello di garantire una maggiore fruibilità dello “spazio stradale” alle utenze deboli (principalmente pedoni) che lo utilizzano per spostamenti casa-scuola o casa lavoro. I campi di applicazione sono molteplici e comprendono i **piazzi delle stazioni ferroviarie**, i **centri urbani** e le **aree scolastiche**, i **quartieri residenziali** e **centrali** nonché le **piazze** o gli **incroci ad alto traffico pedonale e ciclabile**. Il versatile campo di applicazione è un'innovazione nel campo della moderazione del traf-

fico e distingue la **zona promiscua** dalla **zona a traffico limitato**, che ha regole diverse.

Nonostante tali **zone**, purtroppo, non siano ancora presenti nel sistema Normativo Italiano, è possibile – attraverso il corretto utilizzo della segnaletica e della cartellonistica informativa – realizzare interventi che abbiano funzioni e caratteristiche proprie e tipiche delle **mixed zone** muovendosi all'interno e in totale conformità al Codice della Strada. Sarebbe comunque auspicabile che questo particolare regime nor-

mativo venisse introdotto anche nel nostro Codice della Strada.

Nei centri delle nostre città (o paesi) – spesso a causa di vincoli preesistenti non facilmente modificabili – ci imbattiamo in strade sprovviste di marciapiedi protetti o di larghezza insufficiente, e spesso queste strade sono caratterizzate da un flusso cospicuo di pedoni. L'assenza di marciapiedi e la presenza di restringimenti, unitamente ai volumi di traffico e soprattutto alle velocità medie di percorrenza dei veicoli in transito, rendono molte arterie stradali urbane insicure per le utenze deboli. In molti casi, dovendo ricavare uno spazio riservato per i pedoni, vengono introdotti complicati sistemi di sensi unici.

Una brillante soluzione al problema sarebbe rappresentata dall'applicazione di un sistema di **zone promiscue**, in grado di rendere la circolazione dei pedoni, non solo possibile, ma addirittura prioritaria rispetto agli altri utilizzatori. Come si può apprezzare dalle fotografie sopra menzionate, sono numerosi i casi di strade e piazze trasformate in zone promiscue con successo.

Nell'aprile 2014, Seattle ha aperto il **Bell Street Park**, uno spazio che ha trasformato quattro isolati in un'area di 56.000 piedi quadrati che, nelle parole della città, “inco-

raggerà pedoni, ciclisti e automobili a condividere lo spazio”. L'Amministrazione cittadina ha eliminato i cordoli, livellato il marciapiede, aggiunto arredi urbani e rimosso le corsie automobilistiche, “creando vortici in cui le persone possono radunarsi, giardini e attrezzature da gioco”.

Uno dei casi più estremi nell'uso della tecnica delle **mixed zone** è senz'altro rappresentato da Horgen (Svizzera). Lungo la via della stazione il progettista ha scelto, attraverso l'uso dei colori, di non dare riferimenti “classici” agli automobilisti (assenza di corsie, segnaletica al minimo e geometria “destabilizzante”).

I più grandi detrattori della sistema continueranno a sostenere che in Italia non abbiamo un livello culturale adeguato per accettare la “pacifica convivenza fra veicoli e pedoni”, dimenticandosi che in molte città abbiamo già esempi di **zone promiscue** che funzionano senza alcun problema: si tratta dei centri storici di molte città, dove i pedoni camminano liberamente e hanno la precedenza sui veicoli (con la differenza, però, che nei centri storici possono circolare solo i veicoli in possesso di autorizzazione).

*PRESIDENTE CROIL E ORDINE INGEGNERI COMO



ALCUNE TECNICHE UTILIZZATE PER CREARE ZONE PROMISCUE:

- evitare barriere continue fra fruitori della strada per definire le corsie;
- uso di dissuasori, segnaletica e cordoli ridotto al minimo;
- prediligere il cambio di materiale o l'uso dei colori per caratterizzare l'area;
- utilizzo di ostacoli (per esempio per creare restringimenti) allo scopo di guidare il percorso dei veicoli, che però non diano mai la sensazione di individuare una corsia ben definita.

Qualunque soluzione tecnica deve, ovviamente, essere calata nel contesto in cui l'area si trova (geometria e spazi a disposizione, per esempio).

NUCLEARE |

Qualcosa a proposito di nucleare

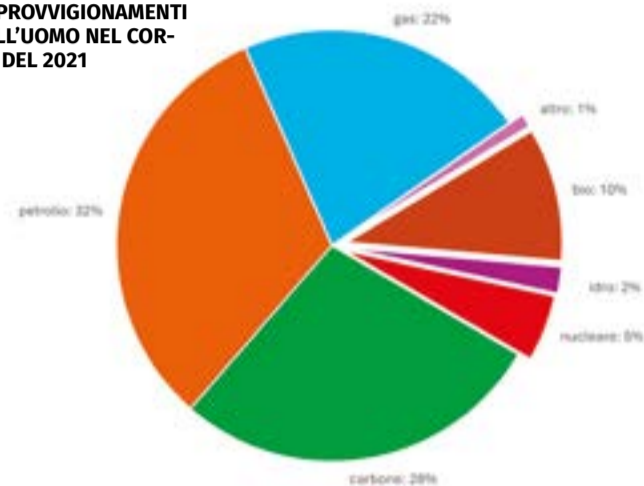
Riflessioni a seguito del Convegno tenuto dai dottori in fisica Giù Mercer e Michele Guerini Rocco, ricercatori all'ISTP del CNR - Università degli Studi di Milano Bicocca

DI ADRIANO FACIOCCHI*

Il problema dell'energia nel nostro pianeta è di evidente attualità. La popolazione mondiale cresce e migliorano le sue condizioni di vita, facendo aumentare la richiesta di energia. Di contro, le risorse cominciano a scarseggiare e si deve affrontare la minaccia dei cambiamenti climatici. Esiste una fonte di energia rinnovabile infinita, sempre disponibile, che non produca scorie o non inquina? L'esistenza di questo tipo di energia non è al momento ipotizzabile, se consideriamo gli approvvigionamenti a cui l'uomo ha fatto ricorso nel 2021, schematizzati in **Figura**.

Nel nostro Paese i referendum hanno, con numeri schiacciati, bloccato qualsiasi ricorso al nucleare. Sicuramente le condizioni legate ai disastri di Chernobyl, Fukushima e altri hanno contribuito ad alimentare la paura collettiva. Ma a distanza di tempo, è lecito porsi qualche domanda. L'Italia può coprire oggi il suo fabbisogno con il 16% di idroe-

APPROVVIGIONAMENTI DELL'UOMO NEL CORSO DEL 2021



lettrico. Il 50% deriva dalle centrali a combustibili fossili e il 26% dalle fonti rinnovabili (eolico, FTV, geotermico, biogas...). L'autosufficienza è ancora lontana, perché importiamo energia dagli Stati vicini, che la producono con le loro centrali nucleari. Paradossalmente, anche da noi esistono piccoli impianti nucleari: sono quelli legati al mondo ospedaliero, di cui c'è comunque necessità. Il progresso ha spostato i termini della questione nucleare dalla

fissione alla fusione. La differenza è stata illustrata durante il convegno dai relatori, che hanno lasciato intendere le grandi opportunità che può offrire la ricerca basata sulla cooperazione internazionale.

FUSIONE E FISSIONE NUCLEARE

La **fusione nucleare** si comporta come le stelle: brucia e produce energia, converte l'idrogeno in elio, la differenza diventa energia. Negli anni '50 sono iniziate

le prime ricerche e negli anni '90 è nato ITER, il progetto a cui collaborano UK, USA, URSS, Cina, India, Giappone, Corea ed EU. In Francia si sta costruendo la prima centrale per poter ricavare un'energia dieci volte superiore a quella immessa nel sistema. Vediamo come.

La **fissione nucleare** si basa sul concetto di un nocciolo combustibile (uranio) e un moderatore che tiene controllato il bombardamento all'interno di un sistema confinato e raffreddato. Nel tempo il processo decade e si producono scorie.

La **fusione**, invece, si basa sull'energia di legame, che nasce dalla fusione di due particelle (le più facili da fondere), riscaldandole alla temperatura più bassa compatibile in un ambiente confinato. La teoria di Coulomb ci ricorda che due atomi di materia si respingono in modo proporzionale al numero di protoni presenti nel loro nucleo (Z). Serve un elemento a basso Z → Idrogeno, con i suoi composti

Trizio e Deuterio. La struttura di confinamento è di tipo magnetico, ad anello toroidale, detto Tokamak. La variazione di temperatura all'interno del sistema toroidale quando si raggiunge lo stato di plasma è spaventosa: siamo in presenza del gradiente termico più grande dell'universo. **L'effetto Joule** indotto dissipa troppa potenza. Servono camere criogeniche di raffreddamento e superconduttori. La ricerca è ancora all'inizio. Si prevede che nel 2040 si raggiungerà il *breakeven* (Q=1). L'uomo da sempre ha cercato di dominare il pianeta attraverso l'energia, spesso usandola nel peggiore dei modi. Le attuali conoscenze e i campi della ricerca scientifica aprono nuovi orizzonti in cui è lecito guardare senza pregiudizi e con sicurezza. L'unico dovere che - ritengo - abbiamo, è quello di consegnare alle nuove generazioni un mondo migliore di quello che abbiamo trovato.

*PRESIDENTE ORDINE INGEGNERI CREMONA

PROGETTI |

IL NUOVO OSPEDALE DI CREMONA

Illustrato all'assemblea dell'Ordine degli Ingegneri di Cremona dal Responsabile, arch. Maurizio Bracchi, e dal Direttore Generale, dr. Ezio Belleri

DI ADRIANO FACIOCCHI*

Quasi sessant'anni dalla sua nascita, l'attuale **Ospedale di Cremona**, costruito con metodi tradizionali e secondo modelli sanitari coerenti per l'epoca, è stato valutato non più adeguabile alle norme antincendio e antisismiche. Sfruttando la strategica disponibilità dell'area, è stato concepito un percorso in grado di portare alla realizzazione di una nuova struttura accanto alla vecchia, senza interferire con questa, ossia senza interrompere il servizio pubblico, per poi sostituirla. Si è trattato di cogliere un'occasione irripetibile per radunare con un concorso internazionale i più importanti progettisti del settore, alcuni di fama mondiale. Con linee guida ben precise, si è puntato a un ospedale che "sente e risponde, flessibile e modulare (come ha insegnato la recente pandemia), accogliente e rassicurante, dai flussi ottimizzati, a ciclo chiuso ma aperto alla città".

L'OSPEDALE COME ECOSISTEMA

L'ospedale del futuro non sarà più un enorme edificio con all'interno pazienti per ogni malattia. L'ospedale sarà sempre più un polo dedicato alla

La storia dell'ospedale

È davvero interessante ripercorrere la storia dell'ospedale nei secoli. Nel 1456 nasceva l'**Ospedale Maggiore di Milano**. Il modello della Cà Granda a crociere con lunghissime navate simili a chiese, rimarrà attivo da noi per 500 anni. Nel 1773 a Parigi sorgeva l'Hotel Dieu, in cui il progettista - Jean Baptiste Le Roy - introduceva il concetto dei padiglioni. Nel 1928, con il sanatorio di Paimio in Finlandia, Alvar Aalto sperimentava il primo ospedale "monoblocco". Questa evoluzione è riscontrabile in tutte le nostre realtà.

Secondo il rapporto dell'ASHE (*American Society for Healthcare Engineering*) la vita utile media di una struttura ospedaliera è di 50 anni. Probabilmente arriverà un momento in cui si diffonderà una malattia letale trasmessa per via aerea (diceva profeticamente Barack Obama nel 2014) e per poterla affrontare in modo efficace dovremo mettere in atto un'infrastruttura globale in grado di vederla rapidamente, isolarla e debellarla. Come la "spagnola" nel 1920, nel 2020 il Covid-19 ha messo in crisi il modello sanitario conosciuto. Cremona, dopo aver sperimentato il soccorso dei "Samaritan Purse" americani, si sta attrezzando per raccogliere la sfida.

cura di malattie gravi e all'esecuzione di procedure complesse. I trattamenti di routine e la cura preventiva saranno distribuiti attraverso cliniche e hub di vicinato, connessi e diffusi nel territorio. All'interno di questo ecosistema connesso saranno inserite anche le case dei pazienti, grazie a dispositivi diagnostici intelligenti collegati H24 con centrali di controllo, attraverso cui i medici potranno monitorare lo stato di salute in tempo reale. **L'intelligenza artificiale** sarà utilizzata per ottimizzare i processi di previsione per proteggere gli individui vulnerabili prima che essi debbano raggiungere l'ospedale. Secondo OMA nel suo manifesto programmatico, l'ospedale del futuro sarà autosufficiente, come una serra che produce

il proprio raccolto. Sarà un luogo in cui tendenzialmente non si dovrà mai andare, perché con le sue banche dati agirà a distanza, curerà ogni paziente individualmente, monitorando la sua salute e operando dove necessario. L'avvento delle macchine libererà il personale dai compiti di *routine*, ma sarà più umano?

CHI SI OCCUPERÀ DEL PROGETTO?

Il concorso di progettazione si è svolto nel 2023. Con una prima fase preselettiva in forma palese sono stati individuati quindici candidati, selezionandoli in base al *curriculum* e ai progetti di riferimento. Nella seconda fase anonima i cinque candidati ammessi hanno presentato la loro proposta e una giuria (di cui ha fatto parte anche

il Presidente dell'Ordine Ingegneri) ha scelto il vincitore.

Meritano di essere citati i 5 finalisti: OMA (*Office for Metropolitan Architecture*), Baumschlage Eberle Architekten, Foster + Partners, Park Associati e MCA (Mario Cucinella Architects), quest'ultimo è il vincitore.

COME SARÀ ORGANIZZATO IL NUOVO OSPEDALE

La struttura ad anello del progetto scelto all'unanimità dalla giuria, si inserisce armoniosamente nel contesto periferico di Cremona e racchiude il cosiddetto "**Parco della salute**", in cui la gente dovrebbe confluire anche indipendentemente dalle motivazioni sanitarie. Tipico è il percorso pedonale superiore.

Lo specchio d'acqua al centro, che corrisponde al sedime del vecchio edificio che sarà demolito, e l'abbondante spazio verde contribuiscono a mitigare il clima padano. La struttura è articolata sempre su sette livelli fuori terra, oltre ai due interrati per i parcheggi e impianti. L'attuale dispersione dei livelli prestazionali sanitari, come hanno ben illustrato i relatori Bracchi e Belleri descrivendo un accesso tipico al Pronto Soccorso, sarà superata dalla grande piastra del pianterreno, in cui, accanto all'arrivo delle urgenze, sono distribuite tutte le diagnostiche, le sale operatorie e gli ambulatori. Una particolare attenzione è stata riservata ai percorsi, a cominciare dall'accoglienza dei visitatori, agli impianti, ai flussi dei materiali sporco e pulito. Altrettanto valido è stato lo studio della stanza tipo di degenza, la cui conformazione è favorita dallo sviluppo ad anello del nosocomio. Grazie all'inclinazione delle pareti, il paziente non è nascosto e lo spazio può essere rapidamente convertito in uno o due letti, anche in situazioni tipiche di terapia intensiva o isolamento. Le stanze sono rivolte tutte verso il parco con ampie vetrate, schermate da frangisole.

*PRESIDENTE ORDINE INGEGNERI CREMONA