

NETWORK GIOVANI |
TRA MEMORIA E INNOVAZIONE

Dal 27 al 29 marzo, L'Aquila ha ospitato l'Assemblea del Network Giovani Ingegneri

PAG. 18

SICUREZZA |
I RISCHI DEGLI ESOSCHELETRI

Gli esoscheletri introducono nuove criticità di sicurezza, che richiedono un approccio valutativo più ampio e integrato

PAG. 22



CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI

Il Giornale dell'Ingegnere

PERIODICO D'INFORMAZIONE PER GLI ORDINI TERRITORIALI

Fondato nel 1952

N.4/2026

EDITORIALE |

Semplificare per crescere: la sfida del nuovo Testo Unico dell'Edilizia

DI ALBERTO ROMAGNOLI*

Nel dibattito sul futuro del settore delle costruzioni e, più in generale, sulla capacità competitiva del Paese, la parola "semplificazione" rischia spesso di diventare uno slogan. Eppure, mai come oggi essa rappresenta una condizione strutturale per garantire sicurezza, qualità e sviluppo. Il percorso avviato per la revisione del Testo Unico dell'Edilizia si inserisce in questo contesto come una riforma non più rinviabile. L'attuale assetto normativo, stratificatosi nel tempo, ha prodotto un sistema complesso e disomogeneo, in cui procedure differenti convivono tra territori e livelli amministrativi, generando incertezza operativa e rallentamenti. È per questo che le professioni tecniche hanno sostenuto con forza la necessità di un impianto normativo fondato su regole uniformi, sull'introduzione di strumenti innovativi come il fascicolo del fabbricato e su una più chiara definizione delle responsabilità del professionista. Ma la semplificazione non può essere ridotta a un esercizio di tecnica legislativa. Essa implica una scelta politica:

CONTINUA A PAG. 2

ATTUALITÀ | CRISI ENERGETICA

Tra shock geopolitici e transizione: "Serve un cambio di prospettiva"

Alberto Romagnoli ci parla dei rischi e delle strategie per rafforzare l'autonomia energetica italiana nel quadro europeo

PAG. 2


FOCUS | RINNOVABILI

Fotovoltaico resiliente e comunità energetiche

La crescita degli impianti utility scale e delle CER ridisegna il sistema energetico italiano. Insieme, rappresentano la chiave per un futuro sostenibile, sicuro e flessibile

PAG. 8


PREMI | INGENIO AL FEMMINILE

"Il mio sogno? Fare ricerca nella robotica spaziale"

Intervista a Eloisa Mazzocco, vincitrice del Premio Ingenio al femminile nella categoria Ingegneria Industriale

PAG. 12

INGEGNERIA ECONOMICA |

Il ruolo giusto: la nuova leadership dell'ingegneria STEM

L'ingegneria contemporanea richiede figure capaci di connettere sapere tecnico e dimensione umana

PAG. 13

CONCESSIONI | RIFORMA

Concessioni demaniali: una riforma necessaria, ma ancora senza strumenti

Stop alle proroghe, sì a gare pubbliche. Ma senza strumenti attuativi cresce il rischio di paralisi amministrativa e contenziosi

PAG. 14


BIM |

L'impatto del BIM nella filiera delle costruzioni: la visione dei produttori

Intervista a Mauro Sterchele, Luca Benetti e Lavinia Sartori

PAG. 10

Calendario corsi

Giugno	L	1	8	15	22	29
	M	2	9	16	23	30
	M	3	10	17	24	
	G	4	11	18	25	
	V	5	12	19	26	
	S	6	13	20	27	
	D	7	14	21	28	

Introduttivo Analisi non-lineare

Luglio	L	6	13	20	27	
	M	7	14	21	28	
	M	1	8	15	22	29
	G	2	9	16	23	30
	V	3	10	17	24	31
	S	4	11	18	25	
	D	5	12	19	26	

Analisi dinamica Strutturale
Analisi termiche Meshatore

straus7.it/corsi026.htm
C3I |

Cloud "certificato", ma non sovrano

L'Europa tra sicurezza tecnica e controllo dei dati: chi ha davvero potere sui dati europei quando il fornitore è soggetto anche a leggi extra-UE?

PAG. 16



I PROGRAMMI DI CALCOLO PIÙ DIFFUSI E LA PROFESSIONALITÀ DI UN TEAM UNICO AL SERVIZIO DELL'INGEGNERIA STRUTTURALE

SAP2000
civile

ETABS
edifici

SAFE
fondazioni e solai

CSiBridge
ponti

CSiPlant
impianti e strutture

VIS
verifiche c. a.

SCS
nodi acciaio

I programmi CSI, mettono a vostra disposizione il frutto di oltre quarant'anni di ricerca e di attività professionale illustre. Lavorerete con la certezza di disporre degli unici programmi accettati senza riserve da amministrazioni, enti di controllo e clienti internazionali.

CSI Italia Srl Galleria San Marco 4 - 33170 Pordenone - Tel. 0434.28465 - Fax 0434.28466 - info@csi-italia.eu - www.csi-italia.eu

STRUMENTO INTEGRATO DI MODELLAZIONE, ANALISI E VERIFICA DI STRUTTURE IN ACCORDO ALLE NTC2018 E ALLE PRINCIPALI NORMATIVE INTERNAZIONALI

riconoscere al professionista un ruolo pienamente integrato nei processi decisionali, superando la visione che lo relega a mero intermediario tra cittadino e pubblica amministrazione. In questo senso, la richiesta di un tavolo permanente con le professioni tecniche rappresenta un passaggio essenziale per costruire norme realmente applicabili ed efficaci. Un'analoga esigenza emerge con forza anche dalle recenti audizioni della Rete delle Professioni Tecniche in materia economica. In quella sede è stato evidenziato come, accanto alla necessità di sostenere la crescita, sia fondamentale ridurre la complessità dei meccanismi normativi e incentivanti, spesso caratterizzati da eccessivi livelli di dettaglio e rigidità che finiscono per ostacolare, anziché favorire, l'utilizzo delle risorse. È un punto cruciale: norme troppo complesse non garantiscono maggiore controllo, ma rischiano di comprimere l'efficacia delle politiche pubbliche. Il settore delle costruzioni offre un esempio emblematico. Negli ultimi anni ha contribuito in modo significativo alla crescita economica del Paese, anche grazie agli strumenti incentivanti. Tuttavia, l'esperienza recente dimostra che interventi privi di una visione di medio periodo e accompagnati da un impianto normativo eccessivamente articolato possono generare effetti distorsivi. Da qui la necessità, ribadita dalla RPT, di ripensare le politiche di incentivo in una logica più sostenibile, stabile e orientata alla qualità del costruito. La revisione del Testo Unico dell'Edilizia e il ridisegno delle politiche di settore sono dunque due facce della stessa medaglia. Entrambe richiedono un cambio di paradigma: passare da un sistema basato sulla moltiplicazione delle regole a un modello fondato su chiarezza, responsabilità e fiducia nei confronti delle competenze tecniche. In questo scenario, il ruolo dell'ingegneria e, più in generale, delle professioni tecniche, è destinato a diventare sempre più centrale. Non solo nella progettazione e realizzazione delle opere, ma anche nella definizione delle regole che ne governano l'intero ciclo di vita. Semplificare, allora, non significa ridurre le garanzie, ma rafforzarle attraverso strumenti più intelligenti e processi più efficienti. La sfida è aperta. E riguarda non solo il legislatore, ma l'intero sistema Paese. Perché senza un quadro normativo chiaro, stabile e coerente, ogni strategia di sviluppo rischia di rimanere incompiuta.

*CONSIGLIERE CNI CON DELEGA ALLA COMUNICAZIONE

Tra shock geopolitici e transizione: "Serve un cambio di prospettiva"

Dalle criticità delle reti di trasmissione all'aumento dei costi dei combustibili. Alberto Romagnoli ci parla dei rischi e delle strategie per rafforzare l'autonomia energetica italiana nel quadro europeo

DI PATRIZIA RICCI

Nelle ultime settimane il sistema energetico globale è entrato in una nuova fase di instabilità, segnata dall'acuirsi delle tensioni geopolitiche tra Stati Uniti e Iran e dalle criticità che stanno interessando lo Stretto di Hormuz – corridoio attraverso cui transita circa un quinto del petrolio mondiale e una quota rilevante di gas naturale liquefatto. La contrazione dell'offerta disponibile sui mercati internazionali ha riaperto scenari che, per rapidità e intensità, richiamano le grandi crisi energetiche del passato. Il riferimento più immediato è quello del 1973, quando a fronte di una riduzione di circa il 5% dell'offerta petrolifera mondiale per cinque mesi da parte dei Paesi arabi dell'OPEC i prezzi del greggio quadruplicarono. In un contesto già segnato dalla volatilità dei prezzi e da una domanda energetica in crescita, alimentata da processi di elettrificazione e digitalizzazione, lo shock si è trasmesso rapidamente all'economia reale, contribuendo a riaccendere pressioni inflattive e incertezza sui costi energetici. Secondo le prime stime, l'impatto sull'Europa è già quantificabile in circa 24 miliardi di euro in maggiori costi per l'import di gas e petrolio, a conferma della rapidità con cui le tensioni geopolitiche si riflettono sui mercati energetici. Le analisi dell'*International Energy Agency* (IEA) evidenziano come queste dinamiche si inseriscano in un quadro di equilibrio ancora fragile tra domanda e offerta, destinato a persistere nel medio periodo. Ne parliamo con **Alberto Romagnoli**, coordinatore GDL CNI Energie rinnovabili

Come stanno reagendo i governi a questa nuova fase di crisi energetica?

Di fronte all'emergenza, molti governi hanno reagito ricorrendo a strumenti già adottati durante la crisi del gas del 2022, determinata dal conflitto tra Russia e Ucraina: rilascio delle scorte strategiche, riduzione delle accise sui carburanti, sussidi e interventi di contenimento dei prezzi. Una risposta diffusa a livello globale. Secondo un monitoraggio di ISPI, 39 Paesi su 53 hanno introdotto misure di sostegno a prezzi o redditi, mentre solo 27 hanno adottato interventi di riduzione dei consumi. Anche in Italia, provvedimenti come il "Decreto Bollette" e

il taglio temporaneo delle accise si inseriscono in questo quadro, che privilegia gli effetti immediati dello shock più che le sue cause.

Qual è il limite di questo approccio?

Il limite è evidente: intervenire sui prezzi attenua gli effetti nel breve periodo, ma non riduce la vulnerabilità strutturale del sistema energetico, legata alla dipendenza dai combustibili fossili e alle dinamiche geopolitiche. Nel caso italiano, questa fragilità resta marcata: i combustibili fossili coprono ancora una quota rilevante del mix energetico e sono importati per oltre il 90%, esponendo il sistema a volatilità dei prezzi e rischi sugli approvvigionamenti. Questa dipendenza incide direttamente sulla competitività del sistema produttivo.

Quali sono le strategie per ridurre questa dipendenza?

Ridurre l'esposizione strutturale richiede una trasformazione del mix energetico, basata su diversificazione delle fonti ed elettrificazione dei consumi, in cui le rinnovabili assumono un ruolo centrale anche in chiave di sicurezza energetica. Potenziare la gamma di energie rinnovabili, incluso il nucleare, è indispensabile per garantire indipendenza, prevedibilità e sicurezza energetica. Il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) si muove in questa direzione, ma i dati mostrano un ritardo: nel 2024 la quota di rinnovabili si è attestata intorno al 19,5% del consumo finale lordo, ben lontana dal target del 39,4% al 2030, rendendo necessaria un'accelerazione significativa su installazioni, infrastrutture e iter autorizzativi.

Quali strumenti sono necessari per accelerare questa transizione?

Le indicazioni dell'*International Renewable Energy Agency* (IRENA) confermano questa traiettoria, evidenziando la necessità di affiancare alle misure di breve periodo interventi strutturali: sviluppo delle rinnovabili distribuite, elettrificazione dei consumi, tariffe più dinamiche e politiche di riduzione della domanda. Centrale anche il ruolo di storage e reti, indispensabili per garantire flessibilità e integrazione delle fonti variabili. L'espansione delle rinnovabili sta già rafforzando la resilienza dei sistemi energetici, riducendo la dipendenza dalle im-



portazioni. A livello globale, la capacità installata cresce rapidamente e oltre l'85% della nuova potenza è oggi più competitiva delle alternative fossili, con forti riduzioni dei costi per solare, eolico e accumulo. In questo contesto, soluzioni integrate tra rinnovabili e storage consentono già di garantire continuità di fornitura a costi competitivi.

In che modo sta cambiando la domanda di energia?

La diffusione delle fonti rinnovabili e l'elettrificazione dei consumi stanno determinando un cambiamento strutturale anche sul lato della domanda, che rappresenta oggi uno dei principali fattori di pressione sul sistema energetico. Secondo il report *Electricity 2025* dell'IEA, il consumo mondiale è destinato ad aumentare di circa 3.500 TWh entro il 2027, un incremento definito "senza precedenti", trainato da data center, intelligenza artificiale, mobilità elettrica, pompe di calore, climatizzazione ed elettrificazione dei consumi industriali e degli edifici. Questa dinamica segna l'ingresso in una vera e propria "nuova era dell'elettricità", nella quale il vettore elettrico assume un ruolo centrale nei processi di decarbonizzazione. A livello globale, l'agenzia prevede che circa il 90-95% dell'incremento della domanda sarà coperto da fonti rinnovabili.

E in Europa quali sono le principali criticità sul lato della domanda?

In Europa, la produzione rinnovabile ha raggiunto nel 2024 circa il 47% del mix elettrico, secondo l'*European Electricity Review 2025* del think tank energetico Ember, anche se la crescita si sviluppa con maggiore discontinuità sul lato della domanda, ancora inferiore ai livelli del 2021. A incidere sono il rallentamento nella diffusione di tecnologie chiave, come pompe di calore e veicoli elettrici, e il livello dei prezzi dell'energia, che per molte industrie rappresenta un fattore strutturale di svantaggio competitivo – con l'Italia che si colloca stabilmente tra i Paesi con i prezzi dell'energia più elevati in Europa –, spingendo la European Commission e diversi Stati membri a rafforzare i meccanismi di sostegno alle imprese, anche attraverso le compensazioni legate al sistema ETS (*Emission Trading System*) e al CBAM (*Carbon Border Adjustment Mechanism*), la cosiddetta carbon tax alle frontiere, ritenute pilastri fondamentali della strategia UE per la decarbonizzazione.

Le reti elettriche sono in grado di sostenere questa trasformazione?

La crescente penetrazione delle rinnovabili, pur positiva, aumenta la variabilità della produzione e

Planitop HPC Floor

IL PRODOTTO CERTIFICATO
PER IL RINFORZO DEL SOLAIO

CVT

SPESSORE DI SOLO
1,5 - 3 cm



Planitop HPC Floor, l'unica malta dotata di EPD e coperta da **Certificato di Valutazione Tecnica** come "micro-calcestruzzo" fibrorinforzato FRC ad elevatissime prestazioni meccaniche. In caso di ristrutturazione, miglioramento o adeguamento sismico, rinforza i solai con solo 1,5-3 cm di spessore in completa assenza di armatura.



SCOPRI IL SOFTWARE DI CALCOLO PER
I PROGETTI DI RINFORZO STRUTTURALE

structuraldesign.mapei.com



DIRETTORE RESPONSABILE

Angelo Domenico Perrini, Presidente Consiglio Nazionale degli Ingegneri

DIRETTORE EDITORIALE

Alberto Romagnoli, Consigliere Consiglio Nazionale degli Ingegneri

DIREZIONE SCIENTIFICA

Eugenio Radice Fossati, Davide Luraschi, Massimiliano Pittau

REDAZIONE

Publisher
Giorgio Albonetti
Responsabile periodici
Chiara Scelsi - c.scelsi@lswr.it
Coordinamento Editoriale
Antonio Felici
Giuseppe Rufo - g.rufo@lswr.it
Silvia Martellosio - s.martellosio@lswr.it
Segreteria CNI
Giulia Proietti
Consiglio Nazionale degli Ingegneri
Via XX Settembre, 5 - 00187 Roma
tel. 06 69767036
giornaleingegnere@cni-online.it

Comitato di Redazione

M. Baldin, M. F. Casillo, M. De Rose, R. Di Sanzo, G. Gandione, V. Ghignoli, G. Giagni, V. Germano, V. Gugliotta, C. Iannicelli, G. Iovannitti, L. Izzo, D. Milano, S. Monotti, A. Pallotta, P. Ricci, G. Rufo, E. Scaglia, E. M. Venco, B. Zagarese

Collaboratori

G. Annunziata, I. Chiarolini, R. Di Sanzo, G. Gandione, L. Izzo, G. Margiotta, G. Nitrat, G. Rappa, P. Ricci

PUBBLICITÀ

Direzione commerciale
dircom.quine@lswr.it

Ufficio Traffico

Elena Genitoni
e.genitoni@lswr.it
Tel. +39 340 06 48 338

PRODUZIONE

Procurement Specialist
Antonio Iovene
a.iovene@lswr.it - Tel. 349 1811231
Grafica e impaginazione
Edra Edizioni
Progetto grafico
Stefano Asili e Francesco Dondina
Immagini
Shutterstock - Depositphotos
Stampa
Stampa Galli & C - Varese

CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI INGEGNERI

Angelo Domenico Perrini, Carla Capiello, Elio Masciovecchio, Remo Giulio Vaudano, Giuseppe Maria Margiotta, Irene Sassetti, Sandro Catta, Ippolita Chiarolini, Domenico Condelli, Edoardo Cosenza, Felice Antonio Monaco, Tiziana Petrillo, Alberto Romagnoli, Deborah Savio, Luca Scappini

EDITORE
EDRA EDIZIONI SRL
Viale Enrico Forlanini - Milano

Proprietà Editoriale
Società di Servizi del Collegio degli Ingegneri e Architetti di Milano S.r.l., Via G.B. Pergolesi, 25 - 20124 Milano © Collegio degli Ingegneri e Architetti di Milano

Edra Edizioni è iscritta al Registro Operatori della Comunicazione n° 12191 del 29/10/2005. Tutti i diritti di riproduzione degli articoli pubblicati sono riservati. Manoscritti, disegni e fotografie non si restituiscono. Ai sensi dell'art. 13 Regolamento Europeo per la Protezione dei Dati Personali 679/2016 di seguito GDPR, i dati di tutti i lettori saranno trattati sia manualmente, sia con strumenti informatici e saranno utilizzati per l'invio di questa e di altre pubblicazioni e di materiale informativo e promozionale. Le modalità di trattamento saranno conformi a quanto previsto dagli art. 5-6-7 del GDPR. I dati potranno essere comunicati a soggetti con i quali Edra Edizioni intrattiene rapporti contrattuali necessari per l'invio delle copie della rivista. Il titolare del trattamento dei dati è Edra Edizioni, Viale Enrico Forlanini, 21 - Milano, al quale il lettore si potrà rivolgere per chiedere l'aggiornamento, l'integrazione, la cancellazione e ogni altra operazione di cui agli articoli 15-21 del GDPR. Gli articoli e le note firmate esprimono l'opinione dell'autore, non necessariamente quella della Direzione del giornale, impegnata a garantire la pluralità dell'informazione, se rilevante. Essi non impegnano altresì la Redazione e l'Editore. L'invio, da parte dell'autore, di immagini e testi implica la sua responsabilità di originalità, veridicità, proprietà intellettuale e disponibilità verso terzi. Esso implica anche la sua autorizzazione alla loro pubblicazione a titolo gratuito e non dà luogo alla loro restituzione, anche in caso di mancata pubblicazione. La Redazione si riserva il diritto di ridimensionare gli articoli pervenuti, senza alterarne il contenuto e il significato.

TESTATA ASSOCIATA
ANES
ASSOCIAZIONE NAZIONALE EDITORIA PERIODICA SPECIALIZZATA

ATTUALITÀ | CRISI ENERGETICA |

rende sempre più centrale la capacità del sistema elettrico di gestire condizioni operative complesse. È su questo terreno che la trasformazione energetica produce i suoi effetti più evidenti. In Italia, la crescita della domanda e la diffusione delle rinnovabili - che coprono oltre il 40% della domanda elettrica - stanno modificando in modo strutturale i flussi di energia, sempre più intensi lungo le direttrici Sud-Nord, dove si concentrano i principali centri di consumo. La criticità non è solo quantitativa. Gli impianti rinnovabili basati su elettronica di potenza riducono l'inerzia del sistema, aumentando la sensibilità a perturbazioni e variazioni di frequenza e tensione, con una gestione dei servizi ancillari sempre più complessa. Parallelamente cambia la domanda: l'elettrificazione introduce nuovi profili di carico, con picchi più pronunciati e distribuiti diversamente, mentre la diffusione di carichi flessibili - come la ricarica dei veicoli elettrici - apre scenari di gestione attiva. Ne deriva un sistema caratterizzato da crescente variabilità e complessità operativa. In questo contesto, il rischio di blackout va interpretato in chiave sistemica: non come evento imminente, ma come possibilità legata a condizioni di stress combinato.

Quali criticità emergono dal mercato elettrico?

Alle criticità delle infrastrutture si aggiungono quelle del mercato elettrico, che riflette e amplifica le tensioni del sistema, incidendo anche sulla diffusione delle tecnologie elettriche e delle fonti rinnovabili. Anche con una crescente presenza di rinnovabili, il prezzo continua a seguire il meccanismo del marginal pricing, determinato dall'ultima fonte necessaria a soddisfare la domanda, spesso ancora il gas, dando vita ad una dinamica apparentemente contraddittoria: da un lato cresce la produzione rinnovabile, dall'altro i prezzi dell'energia restano fortemente correlati ai combustibili fossili. Nel 2024, il gas ha determinato il prezzo elettrico in circa il 63% delle ore, pur contribuendo per poco più del 40% alla generazione, con una correlazione molto elevata tra prezzo del gas ed elettricità. Questo squilibrio si riflette nel rapporto tra prezzo dell'elettricità e del gas, ancora penalizzante per l'elettrificazione dei consumi e quindi per la diffusione di tecnologie come le pompe di calore. Il risultato è una difficoltà crescente nel trasferire ai consumatori i benefici economici della transizione, aggravata dall'elevata volatilità dei mercati energetici, che si trasmette direttamente al prezzo elettrico. In questo contesto, il tema non è soltanto il livello dei prezzi, ma la loro struttura e la capacità del mercato di riflettere le condizioni operative del sistema. Si rende quindi sempre più necessaria un'evoluzione dei meccanismi di mercato, in grado di valorizzare la flessibilità, i servizi di bilanciamento e le risorse distribuite.

Come evolve il concetto di sicurezza energetica?

La sicurezza energetica non è più solo disponibilità di risorse, ma capacità del sistema di operare in condizioni di crescente complessità e variabilità. Secondo l'*International Energy Agency*, la resilienza dei sistemi elettrici è destinata a diventare uno dei principali driver di investimento nei prossimi anni. In questo scenario assumono un ruolo centrale due dimensioni tecniche: l'adeguatezza del sistema (*resource adequacy*), ossia la capacità di coprire la domanda in ogni condizione operativa, e la flessibilità, intesa come capacità di reagire rapidamente a variazioni di carico e produzione. In Italia, il tema dell'adeguatezza è stato affrontato attraverso strumenti come il *capacity market*, che - tramite aste gestite da Terna - remunera la disponibilità di capacità e servizi di flessibilità, garantendo una riserva nei momenti di criticità. Tuttavia, la crescente complessità del sistema richiede un approccio più integrato, capace di mettere in relazione infrastrutture, tecnologie e regole di mercato. La sicurezza energetica si configura così come un problema di progettazione sistemica, in cui l'integrazione tra generazione, rete, accumulo e domanda diventa il fattore abilitante per garantire stabilità, continuità e qualità del servizio.

Che ruolo avranno accumulo e sistemi distribuiti?

Le tecnologie di accumulo e gli strumenti di flessibilità rappresentano la principale leva operativa per tradurre in pratica l'integrazione tra generazione, rete e domanda. Accanto ai sistemi di accumulo, la flessibilità si esprime nella capacità di modulare i consumi e la produzione in funzione delle condizioni del sistema, attraverso strumenti come demand response, gestione attiva dei carichi e aggregazione delle risorse distribuite. Tra le tecnologie disponibili, i sistemi di accumulo elettrochimico (*Battery Energy Storage Systems*, BESS) si configurano come una delle soluzioni più rilevanti nel medio-lungo periodo. Secondo l'IEA, nello scenario net-zero - che prevede il raggiungimento della neutralità climatica globale entro il 2050 - la capacità di storage installata potrebbe crescere di oltre sei volte entro il 2030, mentre McKinsey & Company stima un mercato potenziale di circa 150 miliardi di dollari entro la fine del decennio. Dal punto di vista tecnico, lo storage consente di superare uno dei principali limiti delle fonti rinnovabili: la non coincidenza temporale tra produzione e consumo. La variabilità di solare ed eolico, a fronte di profili di domanda differenti, genera inefficienze come il curtailment - la riduzione forzata della produzione rinnovabile - e la compressione dei prezzi nelle ore di maggiore offerta: nel 2024, Germania, Francia e Paesi Bassi hanno dovuto rinunciare a circa 3,9 TWh di produzione rinnovabile per esigenze di bilanciamento. I BESS mitigano questi fenome-



ni attraverso il time shifting, accumulando energia nelle fasi di surplus e rilasciandola nei momenti di maggiore domanda, contribuendo al contempo alla stabilità del sistema tramite servizi ancillari. In parallelo, gli strumenti di flessibilità lato domanda consentono di ridurre i picchi e adattare i consumi alle condizioni di rete, rafforzando ulteriormente l'equilibrio del sistema. Nel caso italiano, Terna stima un fabbisogno di capacità di accumulo superiore ai 20 GW entro il 2030, a conferma del ruolo strategico di queste tecnologie. Accanto ai BESS, il pompaggio idroelettrico resta una soluzione matura per lo storage su larga scala, seppur con limitate possibilità di espansione.

Esistono criticità legate alla filiera e alla scalabilità di queste tecnologie?

Resta aperto il tema della scalabilità e della filiera industriale: la forte concentrazione della produzione di batterie in Asia, in particolare in Cina, introduce nuovi rischi di dipendenza lungo la *supply chain*, spostando il tema della sicurezza energetica anche sul piano industriale. In questo contesto si inseriscono iniziative come il *Net Zero Industry Act* e l'*Industrial Acceleration Act*, che mirano a rafforzare la capacità produttiva europea e a ridurre le dipendenze esterne, attraverso semplificazioni autorizzative, incentivi agli investimenti e sviluppo di filiere integrate. La transizione energetica assume così una dimensione pienamente industriale e geopolitica, nella quale sicurezza energetica e competitività diventano obiettivi strettamente interconnessi. La transizione energetica non si gioca esclusivamente a livello delle grandi infrastrutture, ma coinvolge in misura crescente il livello distribuito e locale. Il sistema elettrico sta evolvendo verso un modello più decentralizzato, in cui la produzione è diffusa e i consumatori assumono un ruolo attivo. Le comunità energetiche, le microgrid e i sistemi di demand response rappresentano alcune delle configurazioni emergenti, in grado di aumentare la re-

silienza locale e ridurre le perdite di rete. In questo contesto, uno degli elementi più rilevanti è rappresentato dal sistema edificio-impianto, che si configura come nodo attivo del sistema energetico. Gli edifici, grazie all'integrazione di tecnologie come pompe di calore, impianti fotovoltaici, sistemi di accumulo e piattaforme di building automation, possono contribuire in modo significativo alla gestione della domanda. La possibilità di modulare i carichi, accumulare energia e interagire con la rete consente di trasformare il comportamento degli utenti da passivo ad attivo, con effetti diretti sulla flessibilità complessiva del sistema. Il ruolo del GSE nel promuovere questi modelli è rilevante, ma il potenziale resta ancora ampiamente inespresso. La piena integrazione del sistema edificio-impianto nei mercati della flessibilità richiede infatti un'evoluzione normativa e tecnologica, oltre a un cambiamento culturale nella progettazione e gestione degli edifici.

Qual è il ruolo dell'ingegneria in questo scenario?

In un sistema energetico sempre più complesso, il ruolo dell'ingegneria assume una centralità crescente. La progettazione non riguarda più singoli impianti, ma sistemi integrati, nei quali interagiscono reti, generazione distribuita, accumulo e utenti finali, con un livello di interdipendenza crescente tra infrastrutture fisiche e logiche di mercato. Le competenze richieste spaziano dalla modellazione avanzata dei sistemi elettrici alla gestione dei dati, fino all'integrazione di soluzioni basate su intelligenza artificiale per il controllo e l'ottimizzazione in tempo reale. A queste si affiancano capacità di lettura del quadro regolatorio e di progettazione orientata alla flessibilità, sempre più rilevante in un sistema caratterizzato da variabilità e decentralizzazione. L'ingegnere diventa così il soggetto in grado di tradurre obiettivi normativi e strategie politiche in soluzioni tecniche concrete, contribuendo a garantire stabilità, sicurezza ed evoluzione del sistema energetico.

Dario Flaccovio Editore

Le novità
in libreria



www.darioflaccovio.it

SECONDA
EDIZIONE

Questa opera ha come obiettivo di fornire al lettore tutte le informazioni utili per comprendere la tecnologia delle pompe di calore a gas.

Queste apparecchiature sono state deputate, in particolare dalle norme europee, tra le soluzioni viabili ed opportune per contribuire in modo concreto alla decarbonizzazione del settore del riscaldamento e della produzione di acqua calda sanitaria per tutti i nostri edifici.

All'interno di questa opera viene spiegato in modo semplice e chiaro come funzionano le pompe di calore, quali tipologie sono disponibili, quali sono le applicazioni più opportune e vantaggiose per l'utilizzatore.

Il futuro del riscaldamento vedrà l'abbandono delle caldaie per lasciare posto alle pompe di calore, ma il loro utilizzo, il funzionamento, la regolazione e l'applicazione pratica sugli impianti deve essere ben conosciuta e consapevole, per evitare di realizzare un impianto sulla carta molto più performante di una caldaia, ma che poi nel concreto che non soddisfa neppure le aspettative di comfort dei locali che se sono serviti.



Dario Flaccovio Editore



EFFEMERIDI

IL SANTO GRAAL

Alla ricerca di un nuovo umanesimo scientifico

DI GIUSEPPE MARGIOTTA

Uno dei vantaggi dello scrittore, anche di bassa fama par mio, è quello di scrivere al presente quello che ancora deve avvenire ma che sarà effettivamente avvenuto quando il lettore lo leggerà! Scrivo allora al presente del primo appuntamento del 2026 di *Open Space*, lo spazio di comunicazione del Consiglio Nazionale degli Ingegneri, con la partecipazione del prof. **Paolo Cini** che illustra la scoperta dei resti della basilica di Vitruvio in quel di Fano, frutto di una ricerca integrata tra archeologia, storia e intelligenza artificiale oltre che della caparbia intelligenza in carne, ossa e materia cerebrale di esseri umani. L'incontro ha l'intrigante titolo "*Il Sacro Graal dell'archeologia e dell'architettura*", da cui il titolo dell'articolo, adattato alle nostre abitudini letterarie. Al centro dello studio la Basilica descritta da Marco Vitruvio Pollone nel suo "*De architectura*", testo fondamentale per tutti i grandi maestri del Rinascimento e fondamento dell'architettura occidentale. Che cos'ha di così particolare questa "basilica" che per i romani, ricordiamolo, non era un edificio religioso ma un luogo pubblico e veniva fruito non in senso longitudinale, come le basiliche cristiane, ma nel senso trasversale. Aveva poi una funzione di tribunale imperiale, un po' come la nostra sala del Consiglio, che viene utilizzata anche per le sedute giurisdizionali (fase di megalomania ordinistica).

IL PROBLEMA VITRUVIANO

Per secoli si è vagheggiato che questo artefatto fosse solo un esercizio dottrinale del più famoso teorico dell'architettura di tutti i tempi, nonostante Vitruvio stesso abbia scritto che questo era l'unico edificio di cui lui abbia curato personalmente la costruzione. Dovete sapere, miei attenti lettori, che Vitruvio aveva l'abitudine di descrivere minuziosamente proporzioni e descrizioni spesso di difficile trasposizione grafica. L'esempio più noto di questa difficoltà interpretativa è sotto gli occhi di tutti grazie alla Zecca dello Stato che ne ha coniato milioni di copie nella moneta di 1 euro. Infatti, nella stessa opera (*De Architectura*, appunto) Vitruvio descrive le proporzioni ideali del corpo umano, che può essere iscritto nelle due figure geometriche "perfette" del cerchio (il cielo) e del quadrato (la terra). La descrizione è minuziosa anche se fatta in chubiti, palmi, piè, ed altre amenità simili (da tradurre dal latino per di più). Orbene, per secoli diversi artisti e studiosi hanno tentato di riprodurre graficamente quella descrizione senza risultati apprezzabili, fino 1490 circa, quando Leonardo da Vinci ricostruirà le proporzioni ideali del corpo umano, probabilmente forzando le misure vitruviane, adattandole alle sue



conoscenze di anatomia, di ottica e geometria, al punto da ritenere che il cosiddetto "uomo vitruviano" (nome assegnato al disegno solo agli inizi del novecento) sia piuttosto il manifesto dell'umanesimo rinascimentale, della centralità dell'uomo rispetto all'universo creato e a quello costruito, anziché la meccanica riproduzione del testo latino.

IL SANTO GRAAL: METAFORA DELLA RICERCA

Ripartiamo dal titolo. Perché il Santo (o Sacro) Graal? Perché si tratta, anche in questo caso, della ricerca di qualcosa di misterioso e in qualche modo magico, come tutte le scoperte soltanto intuitive ma mai conquistate. Il Graal è la reliquia misteriosa, di cui si è vagheggiato per secoli, rappresentata dal calice o dalla coppa che, secondo le diverse tradizioni, è stata usata da Gesù Cristo nell'ultima cena ovvero che avrebbe raccolto il sangue versato dal suo costato dopo essere stato trafitto dalla lancia di Longino.

TRA MITO, POTERE E NARRAZIONE

Ma leggenda a parte, il Graal è stato ricercato per fini ben poco devoti, perché ritenuto strumento miracoloso capace di curare ogni ferita o malattia e contemporaneamente capace di rendere potente chi lo possedesse. È la quintessenza della ricerca dell'uomo, ma anche della sua brama di possesso, a volte con forti connotazioni esoteriche o iniziatiche. Tra i suoi ricercatori più accaniti, una torma che va dai cavalieri del Tempio (i famosi Templari) fino a qualche invasato gerarca nazista, passando da frammassoni più o meno accettati. Per carità patria possiamo escludere da questo elenco alcuni colleghi che hanno intravisto questo talismano tra le pieghe di un C-

da o di un comitato, rimanendone comunque delusi e prendendosi poi con il destino baro o con un demone più o meno baffuto (il famoso *Baffometto*).

Secondo la cosiddetta "materia di Bretagna", altrimenti conosciuta come ciclo bretone o ciclo arturiano (da re Artù e i cavalieri della tavola rotonda) chi è stato più vicino a recuperare il Graal è stato Parsifal, eroe tra gli altri di una grande opera lirica di Wagner. Qui la storia si fa lunga e complicata perché ci hanno messo mano in tanti, persino Walt Disney con il film di animazione "La spada nella roccia", dove un giovane Artù riesce a estrarre Excalibur e ad essere nominato primo re d'Inghilterra, alla faccia di re Carlo che ha dovuto aspettare dieci lustri prima di arrivare a tanto! Se dovessi scegliere per me un personaggio di questa saga (o se volete del *cartoon*) sceglierei certamente Merlino, il mago che tutto orchestra senza altro profitto che insegnare a Semola (il futuro Artù) a comprendere le qualità per diventare un buon re. Come sempre finisco con il divagare. Lo scrittore statunitense Dan Brown è divenuto famoso per aver inventato, nel suo "Il Codice Da Vinci", una storia che si intreccia attorno al Santo Graal, che diventa "*sang real*" e dunque simbolo di una presunta discendenza divina tuttora vivente. Anche qui alcuni illustri colleghi del contado potrebbero trarre spunto per le loro ambizioni, ma sono fatti loro, non possiamo mica spiegarli tutto noi!

DAL VELLO D'ORO ALL'ETICA DEL PROGETTARE

Ma nella storia umana difficilmente c'è qualcosa che non debba un tributo alla mitologia greca. Quella della ricerca di un oggetto dai poteri straordinari non è solo una creazione medioevale. Già la mitologia

greca aveva il suo talismano: il vello d'oro (da cui il Toson d'oro, ispirazione e contrappunto continentale all'ordine cavalleresco della Giarrettiera, che tanta ilarità ci ha provocato nell'infanzia). Giasone e gli Argonauti vanno alla ricerca del manto dorato di Crisomallo, l'ariete alato, che si trova nella Colchide (l'attuale Georgia occidentale) sulle sponde del mar Nero. Probabilmente vanno alla ricerca soltanto delle pelli di pecora intrise di fili d'oro che pare scorresse nelle acque dei fiumi di quella terra.

Fatto sta che gli argonauti sono diventati, o forse lo erano, l'emblema di intrepidi eroi che sfidano pericoli su e giù per il *Mare Nostrum* (nostrum degli italici e in particolare degli isolani che vi si trovano al centro) sulla nave Argo, che sembra precognitiva delle avventure spaziali dei nostri astronauti o cosmonauti o taikonauti, come si chiamano gli esploratori celesti cinesi. Giasone guida dunque gli argonauti alla ricerca del vello d'oro, e fra essi troviamo i genitori di quasi tutti gli eroi Omerici, il padre di Achille e quello di Ulisse, etc. fino ad Ercole, ad Orfeo, e ai gemelli Castore e Poluce (i dioscuro), che dopo tante vicende e peregrinazioni daranno vita alla costellazione corrispondente al segno zodiacale dei nati tra il 21 maggio e il 20 giugno. Ognuno di loro ha ispirato o ispirerà una delle narrazioni di "etica mitologica" che mi sono state estorte con l'inganno dai perfidi genovesi Enrico e Sara (di cui tacerò prudentemente i patronimici) per una rubrica sulla rivista dell'Ordine A&B.

TRAGEDIE E RESPONSABILITÀ: MEDEA, TESEO E DEDALO

Orfeo è il protagonista dell'ultima (finora) puntata, che nella vicenda che lo coinvolge con Euridice fin nelle viscere dell'Ade interseca tut-

te le contraddizioni e i dilemmi etici che attraversano l'orizzonte dell'ingegnere. Leggere l'articolo per credere. Implicata in diversi modi nelle vicende degli Argonauti c'è la tragica Medea, resa immortale da Euripide e nel secolo scorso dall'improbabile ma universale coppia Pasolini-Callas. Medea, che ha avuto un ruolo fondamentale nel recupero del vello d'oro, sacrificando la vita del fratello per consentire l'impresa, e divenuta moglie e compagna di Giasone, si vendicherà in maniera tremenda del tradimento dell'eroe uccidendo tutti i propri e suoi figli. Il romantico Puccini sarà molto più tenero descrivendo la tragica sorte di Butterfly che oltre che al figlio si toglierà essa stessa la vita. Ma ognuno ha il suo stile e il suo carattere. Questo si chiama sincretismo fra arti ed epoche diverse. Nelle vicende di Medea e degli argonauti ricorre un nome: Teseo. Il figlio di Egeo sarà l'eroe che entrerà nel labirinto di Cnosso, ucciderà il Minotauro (l'Asterione di Borges) e, grazie al filo di Arianna, ne uscirà alla faccia dell'architetto, ingegnere, paesaggista Dedalo, di cui vi ho già parlato.

PS - Per i più distratti, indaffarati e lontani vi ricorderò come Dedalo sia l'esempio più eclatante di etica mitologica. In sintesi farà sempre bene il suo lavoro, professionalmente impeccabile ma senza una visione delle conseguenze della propria arte: costruirà una vacca di legno per far procreare regine da tori sacri, così bene che nascerà il Minotauro. Poi costruirà così bene il labirinto per nascondere il mostro da esservi rinchiuso con il figlio Icaro. E sarà ancora così bravo da costruire delle ali di cera e piume per salvare sé e il figlio. Ma l'imprevista imperizia di Icaro finirà in tragedia.

DEI PLUS PREMIUM

Una banca dati,
mille servizi

Aggiornata **mensilmente**

Dalla grande esperienza di DEI, nasce
DEIPLUS PREMIUM la nuova soluzione
digitale dedicata al mondo dell'edilizia

Disponibile
solo in
abbonamento

DEIPLUS PREMIUM è la banca dati
con l'intero archivio dei prezzi dell'edilizia
a partire dal 2018

DEIPLUS PREMIUM consente una consultazione immediata delle voci e la creazione di listini in un unico ambiente di lavoro anche direttamente dal tuo cellulare.

DEIPLUS PREMIUM trasforma il modo di consultare i prezzi dell'edilizia rendendolo facile, immediato e sempre aggiornato.

Con **DEIPLUS PREMIUM** si può



VISUALIZZARE

le voci di tutti i prezzari
dal 2018



CERCARE

qualsiasi voce con parole
chiave o codice



CREARE

listini personalizzati senza
limitazioni di numero di voci



ESPORTARE

le voci dei listini



AGGIORNARE

i listini in modo automatico
o manuale



MONITORARE

l'andamento dei prezzi
nel tempo

Vuoi provare DEI PLUS PREMIUM?
Richiedi l'accesso alla **versione trial** per 7 giorni

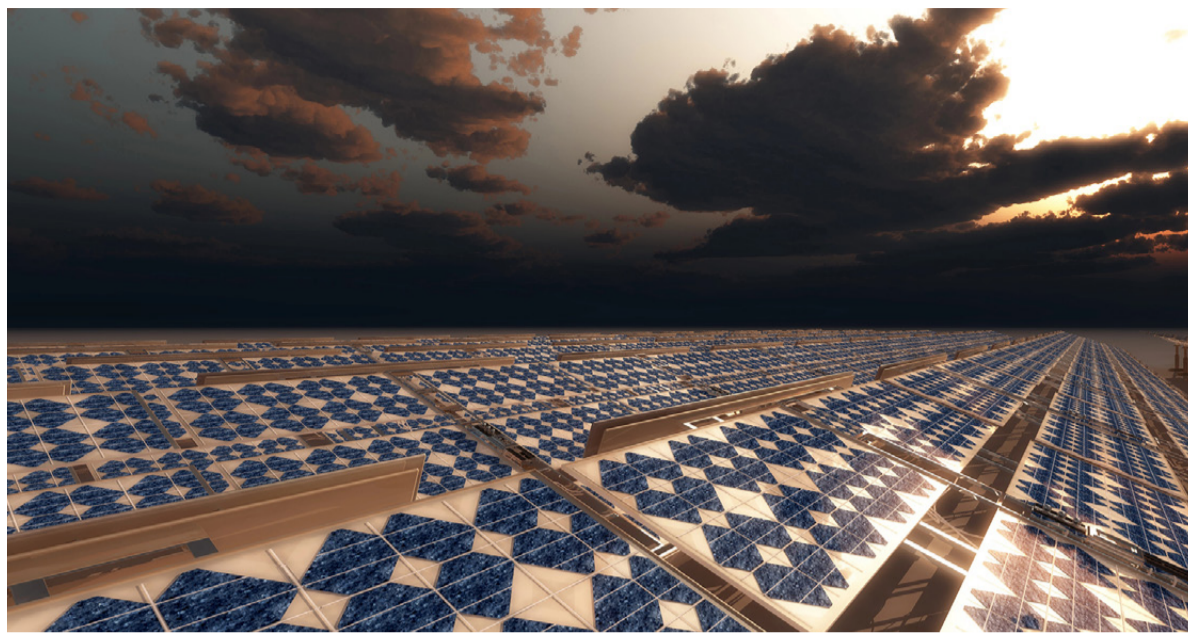
Vuoi maggiori informazioni?

☎ 06.21060305

@ abbonamentidei@lswr.it

dei
TIPOGRAFIA DEL GENIO CIVILE

FOCUS RINNOVABILI



Impianti utility scale, progettare per la resilienza

Cresce il fotovoltaico, ma aumentano anche i rischi climatici. Gli eventi estremi impongono una progettazione più robusta per garantire continuità operativa e durabilità degli impianti

DI GABRIELE NITRATI

Negli ultimi anni il fotovoltaico in Italia ha conosciuto una crescita estremamente rapida. La nuova capacità installata si attesta intorno ai 7 GW annui, trainata da una forte iniziativa imprenditoriale diffusa, in particolare nel segmento degli impianti di taglia medio-grande. Questo sviluppo rappresenta uno degli assi portanti della transizione energetica nazionale. Parallelamente, tuttavia, il contesto climatico nel quale tali infrastrutture vengono progettate e realizzate sta evolvendo rapidamente. L'aumento della frequenza e dell'intensità di eventi meteorologici estremi – grandinate violente, raffiche di vento intense, precipitazioni eccezionali – impone una riflessione sulla resilienza degli impianti fotovoltaici, ossia sulla loro capacità di resistere, adattarsi e continuare a operare nel tempo nonostante condizioni ambientali sempre più severe. In questo scenario il ruolo dell'ingegnere assume un'importanza centrale: non solo nella progettazione tecnica delle opere, ma anche nella valutazione sistemica dei rischi che possono compromettere la funzionalità e la durabilità degli impianti.

IL CAMBIAMENTO CLIMATICO E L'AUMENTO DEGLI EVENTI ESTREMI

Le banche dati meteorologiche europee mostrano chiaramente un aumento degli eventi convettivi severi negli ultimi anni. In particolare, le segnalazioni di grandinate di grandi dimensioni (diametro superiore a 2 cm) sono cresciute sensibilmente in Europa negli ultimi due decenni. L'Italia, soprattutto nelle regioni della Pianura Padana e dell'arco alpino, è stata interessata da numerosi episodi significativi. L'estate 2023, per esempio, è stata caratterizzata da una serie di supercelle temporalesche che hanno prodotto chicchi di grandine con diametri superiori ai 10 cm in alcune aree del Nord Italia, causando danni diffusi a edifici, infrastrutture

e impianti energetici. Anche i fenomeni di vento estremo stanno mostrando una crescente variabilità. Episodi di *downburst* e trombe d'aria hanno interessato diverse regioni italiane negli ultimi anni, con effetti talvolta rilevanti sugli impianti fotovoltaici a terra. Un caso emblematico è quello dell'impianto fotovoltaico di Verretto (provincia di Pavia), colpito nell'agosto 2025 da una tromba d'aria che ha provocato il danneggiamento della quasi totalità dei moduli. Eventi analoghi sono stati osservati anche in altri contesti internazionali: nel giugno 2024 l'uragano Beryl, di categoria 5, ha colpito l'isola caraibica di Carriacou danneggiando gli impianti fotovoltaici installati sull'isola. Tuttavia, alcuni di questi benché limitatamente danneggiati, hanno mantenuto buona parte della loro capacità produttiva dimostrandosi più resilienti rispetto ad altri. Questi episodi hanno evidenziato come la progettazione degli impianti debba considerare con maggiore attenzione la variabilità e l'intensificazione dei carichi ambientali e come, una corretta valutazione della vulnerabilità possa condurre a soluzioni tecniche che non sempre seguono la logica del minor costo, soprattutto in scenari di lungo periodo.

LA SEMPLIFICAZIONE AUTORIZZATIVA E I RISCHI PROGETTUALI

Un ulteriore elemento da considerare è rappresentato dalla forte semplificazione dei procedimenti autorizzativi introdotta negli ultimi anni per accelerare la diffusione delle energie rinnovabili. Procedure come PAS (Procedura Abilitativa Semplificata) o DILA (Dichiarazione Inizio Lavori Asseverata) hanno consentito di ridurre significativamente i tempi di sviluppo dei progetti di dimensioni ragguardevoli. Tuttavia, in alcuni casi tali iter amministrativi non hanno garantito, e non garantiscono, un livello di approfondimento tecnico equivalente a quello previsto nei procedimenti autorizzativi ordinari. Ne consegue che alcuni rischi possono risultare insufficientemente investigati in fase progettuale. Tra i casi più frequenti si riscontrano l'installazione di impianti in aree potenzialmente esondabili, senza adeguate verifiche idrauliche; analisi geotecniche limitate, con possibili criticità legate a fenomeni di erosione superficiale, instabilità dei terreni saturi o subsidenza locale; verifiche strutturali condotte con margini di sicurezza ridotti o derivati da studi in galleria del vento non pienamente rappresentativi del contesto specifico.

Strategie di mitigazione

Per migliorare la resilienza degli impianti fotovoltaici è possibile adottare una serie di misure tecniche sia in fase progettuale sia durante la gestione operativa. Tra le principali:

- utilizzo di moduli certificati per carichi meccanici elevati rispetto allo standard di mercato;
- aumento dei punti di fissaggio dei moduli;
- impiego di bulloneria autobloccante o sistemi antivibranti;
- preferenza per strutture bipalo rispetto a soluzioni monopalo in contesti particolarmente esposti al vento;
- protezione delle strutture con trattamenti anticorrosivi adeguati alla vita utile dell'impianto.

Per quanto riguarda il rischio grandine, risultano particolarmente efficaci:

- moduli con vetro temprato ad alta resistenza;
- tracker dotati di sistemi di hail stowing, in grado di orientare i moduli in posizione verticale durante gli eventi di grandine abbinati a sistemi di forecasting meteorologico.

Un ulteriore aspetto riguarda la pressione competitiva sul costo degli impianti, che negli ultimi anni si è ulteriormente accentuata. Le recenti aste FER X hanno evidenziato livelli di prezzo di aggiudicazione particolarmente competitivi, segno di un mercato ormai maturo ma anche caratterizzato da margini economici sempre più ridotti per gli operatori. Parallelamente, il settore ha dovuto confrontarsi con un significativo incremento dei costi delle tecnologie, in particolare dei moduli fotovoltaici e di altri componenti della filiera elettrica e strutturale, fenomeno che negli ultimi anni è stato influenzato sia dalle dinamiche globali delle materie prime sia dalle tensioni nelle catene di approvvigionamento. Questa combinazione di fattori – prezzi dell'energia sempre più compressi e costi tecnologici crescenti – sta mettendo sotto pressione i business plan di molti progetti, inducendo talvolta gli operatori a ricercare margini di ottimizzazione soprattutto nella fase di progettazione e realizzazione degli impianti. A ciò si aggiunge un ulteriore elemento che negli ultimi anni sta assumendo crescente rilevanza: l'aumento dei premi assicurativi associati agli impianti fotovoltaici, in particolare per le coperture relative ai danni da eventi atmosferici e alla perdita di produzione. L'incremento della frequenza e dell'intensità di fenomeni meteorologici estremi ha infatti portato molte compagnie assicurative a rivedere i propri modelli di rischio, con conseguente aumento dei premi o introduzione di franchigie più elevate.

In questo contesto, il rischio è che la riduzione dei costi si traduca in riduzione della qualità, progettuale e realizzativa, con scelte tecniche al limite della conformità normativa o semplificazioni nelle analisi di dettaglio. È bene ricordare che benché alcune soluzioni possano consentire un contenimento del CAPEX nel breve periodo, le stesse possono comportare una maggiore vulnerabilità dell'impianto rispetto a eventi climatici estremi, con possibili ricadute sulla continuità operativa, sul-

la durabilità dell'infrastruttura nel lungo periodo. Per questo motivo, nella progettazione degli impianti fotovoltaici *utility scale* diventa sempre più importante trovare un equilibrio tra competitività economica e qualità tecnica, evitando che la compressione dei costi comprometta la resilienza degli impianti nel lungo periodo e inneschi una spirale al ribasso.

FRAGILITÀ STRUTTURALI E LEZIONI APPRESE DAL CAMPO

L'esperienza maturata negli ultimi anni evidenzia alcune fragilità ricorrenti nella progettazione degli impianti *utility scale*. Il dimensionamento delle strutture metalliche rappresenta uno degli aspetti più critici. L'utilizzo di profili aperti di sezione ridotta, unito a schemi di fissaggio dei moduli non ottimizzati, può determinare comportamenti strutturali non adeguati in presenza di raffiche di vento intense. In diversi casi di danno osservati sul campo, il cedimento non è stato causato da un singolo elemento, ma da una combinazione di fattori, tra cui deformazioni eccessive delle strutture, cedimenti localizzati dei sistemi di fissaggio dei moduli e allentamento dei serraggi dovuto a fenomeni di vibrazione. Un'altra criticità riguarda la protezione anticorrosiva delle strutture metalliche. In ambienti particolarmente aggressivi, l'utilizzo di trattamenti superficiali non adeguati può ridurre significativamente la vita utile delle strutture. Particolare attenzione deve essere posta anche agli accoppiamenti tra metalli diversi, che possono innescare fenomeni di corrosione galvanica nel tempo.

ASPETTI TECNOLOGICI E CONDIZIONI CLIMATICHE

Le alte temperature ambientali possono influire in modo significativo sulle prestazioni dei componenti elettromeccanici degli impianti. In particolare, gli inverter possono subire fenomeni di derating della potenza in presenza di temperature elevate, i trasformatori MT/BT in resina possono essere

soggetti a riduzioni della capacità di dissipazione termica e i moduli fotovoltaici presentano una riduzione dell'efficienza con l'aumento della temperatura operativa. Una progettazione attenta deve quindi considerare adeguatamente questi aspetti, prevedendo, per esempio, adeguate soluzioni di ventilazione, la protezione degli inverter dall'irraggiamento solare diretto e la se-

lezione di tecnologie più performanti in condizioni di clima caldo.

VERSO UNA PROGETTAZIONE ORIENTATA ALLA RESILIENZA

La crescente diffusione del fotovoltaico richiede un cambio di prospettiva: non è sufficiente realizzare impianti rapidamente, ma è necessario progettare asset energetici in grado di operare in modo

affidabile per almeno 25-30 anni. Questo implica un approccio progettuale basato su una valutazione integrata dei rischi climatici, che consideri congiuntamente aspetti climatici, idraulici, strutturali, tecnologici e operativi. In questo contesto l'ingegneria può svolgere un ruolo decisivo nel guidare lo sviluppo del settore verso soluzioni più robuste e durature.

CONCLUSIONI

Il fotovoltaico rappresenta uno degli strumenti principali per la decarbonizzazione del sistema energetico. Tuttavia, la rapidità della sua diffusione non deve andare a scapito della qualità progettuale. Gli eventi climatici estremi osservati negli ultimi anni dimostrano che la resilienza degli impianti non è un tema teorico, ma una condi-

zione essenziale per garantire la continuità della produzione energetica e la sostenibilità economica degli investimenti.

Per gli ingegneri impegnati nello sviluppo di questi impianti la sfida consiste quindi nel coniugare efficienza, sicurezza e durabilità, contribuendo a costruire infrastrutture energetiche realmente sostenibili nel lungo periodo.

Comunità Energetiche Rinnovabili: struttura, benefici e sviluppo in Italia

Negli ultimi anni si sente parlare sempre più spesso di comunità energetiche rinnovabili, uno strumento innovativo che permette a cittadini, imprese ed enti pubblici di produrre e condividere energia

DI GIULIA RAPPA

Una comunità energetica rinnovabile (CER) è un insieme di enti pubblici e/o privati che si riuniscono per produrre e consumare energia insieme. Il termine "rinnovabile" lascia intendere che l'energia prodotta e consumata dai membri della CER proviene da fonti rinnovabili, con particolare riferimento all'energia solare (fotovoltaico). La Direttiva (UE) 2018/2001 è la base per la normativa europea della transizione energetica, che introduce le comunità energetiche e il cui obiettivo principale è la stabilizzazione di un quadro comune per aumentare la quota di energie rinnovabili (e portarla a raggiungere più del 32% dell'energia prodotta entro il 2030). Il recepimento italiano è espresso nel Decreto Legislativo n.199, 8 novembre 2021, che mette in pratica quanto detto nella direttiva europea.

ITER DI IMPLEMENTAZIONE E STRUTTURA TECNICA

La creazione di una CER prevede un iter di implementazione: è necessaria una preventiva analisi di fattibilità per studiare i carichi e mappare le superfici, successivamente si sceglie la forma giuridica sotto la quale amministrare una CER e si stipula un atto costitutivo firmato da tutti i membri. Infine, dopo aver registrato la comunità energetica al portale GSE (gestore dei servizi energetici) e aver richiesto eventuali incentivi, si

Caso studio: Ferla

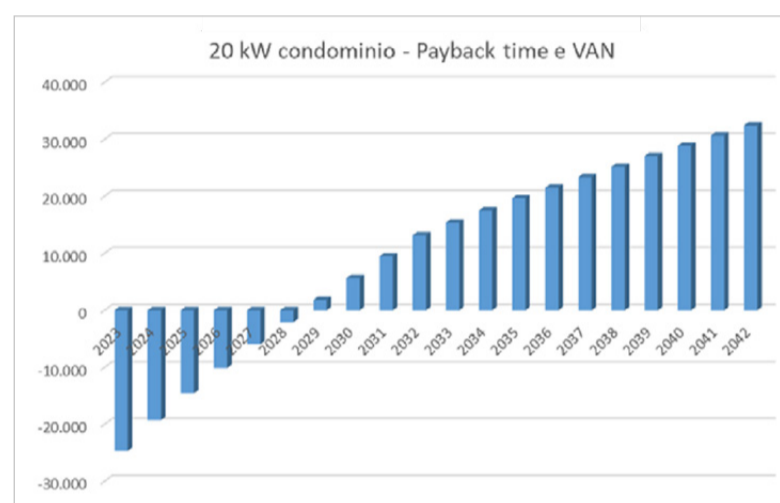
La prima CER siciliana riconosciuta si trova nel comune di Ferla (SR) e nasce il 19 Maggio 2021 con il nome di "CommOn Light" dopo la stipula di un atto costitutivo fatto di 9 articoli che spiegano lo statuto della comunità e firmato da tutti i membri della comunità. La Regione Sicilia ha versato un contributo di 11.483,2 euro per l'iter di implementazione. Con l'incentivo regionale sono state affrontate le spese legali, amministrative, lo studio di fattibilità e le pratiche GSE. L'evoluzione della comunità energetica di Ferla ha visto un primo impianto fotovoltaico da circa 20 kW installato sul palazzo comunale come nucleo iniziale del progetto. Successivamente la comunità ha ampliato la propria capacità totale, fino a contare 6 impianti fotovoltaici per una potenza complessiva di 311 kW.

installano gli impianti e si connettono alla rete nazionale. L'architettura tecnica di una CER prevede che tutti i singoli impianti, che non possono superare 1 MW di potenza ciascuno, devono essere allacciati alla stessa cabina primaria (AT/MT).

PRINCIPI E BENEFICI

Tutte le comunità energetiche si basano sugli stessi principi: socialità, salvaguardia dell'ambiente e beneficio economico. Socialità perché una CER nasce per aiutarsi a vicenda, utilizzando l'energia prodotta insieme. L'energia condivisa genera incentivi che rimangono all'interno della comunità e che quindi vengono distribuiti tra i membri della stessa. È di rilievo il fatto che il coinvolgimento di famiglie in povertà energetica rafforza il progetto, rendendo quello di una CER un progetto molto inclusivo.

La produzione di energia da fonti rinnovabili riduce notevolmente la produzione da fonti fossili e la conseguente emissione di gas inquinanti (primo tra tutti l'anidride carbonica), da qui si evidenzia la salvaguardia dell'ambiente. Inoltre, posto il fatto che tutti gli impianti devono essere collegati alla stessa cabina primaria, l'energia non percorre lunghe distanze e quindi le perdite di linea sono molto minori rispetto alla trasmissione su lunghe distanze. Parlando di benefici economici è d'obbligo specificare che l'obiettivo di una comunità energetica non è il lucro. Il risparmio diretto in una CER deriva dall'energia prodotta localmente e consumata nello stesso momento dai membri della comunità riducendo o annullando quella scambiata con la rete. Le dipendenze da fornitori esterni sono quindi notevolmen-



Il grafico non tiene conto del Prezzo Unico Nazionale variabile. Il PUN dell'energia cambia ogni giorno, è improbabile che la crescita economica sia così lineare

te ridotte, infatti quando nel 2022 scoppiò la guerra in Ucraina i prezzi dell'energia sono notevolmente aumentati e chi faceva già parte di una comunità energetica non ha risentito di questo rincaro.

ECCEденZE E ANALISI ECONOMICA

Un ulteriore beneficio economico deriva dal fatto che, nel caso in cui la quota di energia prodotta sia superiore alla quota di energia consumata dai membri, l'eccedenza viene ceduta alla rete e ciò rende i produttori della CER anche utenti attivi della rete, che vengono remunerati dallo stato. Per studiare il valore attuale netto di una CER analizziamo un grafico ipotetico che ne rappresenta l'andamento economico. Si evince un investi-

mento iniziale di 200.000 euro. Nel corso degli anni, con gli incentivi provenienti dal GSE e con il fatto che a parità di energia le bollette hanno un costo minore, si arriva al *payback time* (ossia il momento in cui si rientra nelle spese di investimento). Il valore netto continua a salire spiegando il guadagno dei membri della comunità

DIFFUSIONE

In Italia si contano 212 comunità energetiche, per le quali sono stati stanziati 795,5 milioni di euro dal PNRR (stando ai dati risalenti a novembre 2025). In Sicilia risultano 73 comunità energetiche attive, ponendo la regione al terzo posto per numero di CER attive dietro a Lombardia e Piemonte. Questo perché le condizioni climatiche sono molto favorevoli alla produzione di energia solare, in più l'irraggiamento medio annuo è di circa 1800 kWh/m²/anno.

CONCLUSIONI

Le CER non sono più un'idea del futuro, ma una realtà già presente anche in Sicilia. In un contesto segnato da costi energetici elevati e crescente attenzione all'ambiente, le CER rappresentano un'opportunità concreta per cittadini e territori. Esperienze come quella di Ferla dimostrano che produrre e condividere energia è possibile, con benefici sociali ed economici tangibili. La sfida, oggi, è diffondere conoscenza e favorire la partecipazione, affinché sempre più comunità possano nascere e contribuire alla transizione energetica dell'isola.



L'impatto del BIM nella filiera delle costruzioni: la visione dei produttori

Intervista a Mauro Sterchele (Presidente Assoprem), Luca Benetti (Consiglio di Amministrazione Fondazione Promozione Acciaio) e Lavinia Sartori (Consiglio di Presidenza Assolegno)

DI LIVIO IZZO*

In questa collana abbiamo messo sotto i riflettori decine di diverse applicazioni (use case) del BIM. Ora alziamo lo sguardo e cerchiamo di comprendere quale impatto abbia avuto – e avrà – sulle organizzazioni della filiera delle costruzioni, in termini di operatività, assetto organizzativo e posizionamento sul mercato. Uno degli stakeholder chiave di questa trasformazione è il produttore di materiali e componenti strutturali. Un attore che dialoga sia a monte che a valle del processo, ma il cui cuore operativo resta la produzione in stabilimento e la fase di cantiere: è proprio qui che il BIM diventa una vera cartina di tornasole per valutare se e quanto abbia inciso sulla produttività e sull'efficienza del settore delle costruzioni. Per una lettura ampia e trasversale, abbiamo incontrato tre associazioni rappresentative dei principali sistemi costruttivi: prefabbricazione in calcestruzzo e miste acciaio-calcestruzzo (Assoprem), costruzioni in acciaio (Fondazione Promozione Acciaio) e costruzioni in legno (Assolegno). Gli intervistati sono stati: per Assoprem il Geom. **Mauro Sterchele**, Presidente; per la Fondazione Promozione Acciaio l'Ing. **Luca Benetti**, membro del Consiglio di Amministrazione; per Assolegno l'Ing. **Lavinia Sartori**, membro del Consiglio di Presidenza.

Le organizzazioni della filiera delle costruzioni sono state coinvolte dal BIM con approcci e livelli di profondità differenti, dalla progettazione (architettónica, strutturale,

impiantistica, etc.) al project management, dalla gestione di cantieri e asset alla direzione lavori e validazione, fino allo sviluppo software, alla consulenza, alla formazione e alla produzione in stabilimento. Quali di queste attività hanno inciso maggiormente sulla vostra realtà, tra vincoli operativi e opportunità di innovazione e ottimizzazione?

Sartori: Per noi il BIM rappresenta la transizione da artigianato a manifattura 4.0. Le attività chiave sono la progettazione strutturale orientata alla produzione. Il modello non è un semplice disegno, ma un database da cui estraiamo file di taglio per macchine CNC, distinte materiali. Questo approccio azzerava l'errore umano e ottimizza gli ordini. Nel nostro settore questo tipo di approccio si utilizza da almeno 10-15 anni.

Sterchele: Le nostre imprese hanno avvertito da molti anni che il BIM avrebbe giocato un ruolo importante nella nostra attività, ma c'è voluto un lungo periodo per riuscire a capire, appunto, cosa sarebbe diventato un mero onere e cosa una opportunità. Noi produciamo strutture ma, in fin dei conti, i committenti chiedono di sviluppare il nostro modello limitatamente agli aspetti geometrici e ai parametri utili alle fasi successive alla costruzione. Tutto quello che riguarda i contenuti costruttivi non gli interessa se non come parametri sintetici di pesi di materiali. La nostra esigenza, invece, è assolutamente speculare. Nella filiera produttiva, il calcolo statico e la redazione del progetto costruttivo per la produzione costituiscono un grande impegno di risorse che si riflette in tempi molto



Luca Benetti, membro del CdA di Fondazione Promozione Acciaio

lunghe, con un'incidenza importante della progettazione sul costo del prodotto. Quello che abbiamo scoperto, nel tempo, è che si tratta paradossalmente di due BIM diversi: le famiglie necessarie a modellare ogni singola componente strutturale di un pilastro, ogni sua armatura, ogni suo particolare costruttivo, necessari per la produzione, sono molto diverse da quelle necessarie al Committente per una analisi delle interferenze o per una verifica del costruito, confrontando la scansione digitale con il modello geometrico, e che di fatto sono poco più che modelli architettonici. E non conta solo la maggiore velocità di redazione di una scheda produttiva ma anche l'aspetto gestionale, con la preparazione dei materiali individuati digitalmente dal magazzino ed eventualmente pre-lavorati e spesso con la preparazione delle procedure da dare in pasto alle macchine a controllo numerico. In definitiva: un BIM basico per la committenza e un BIM molto evoluto industrialmente per la produzione e la gestione.

Benetti: Nella filiera delle costruzioni in acciaio, il BIM ha inciso in modo particolarmente rilevante sulla fase progettuale, mentre l'impatto su project management, direzione lavori e gestione è ancora in evoluzione. Tuttavia, è proprio nell'integrazione progressiva di queste attività che si intravedono i maggiori margini di sviluppo, soprattutto in chiave di continuità informativa lungo tutto il ciclo di vita dell'opera.

I settori BIMizzati vanno dalle costruzioni civili e di G.C., al terziario, alle infrastrutture,

alle ristrutturazioni di edifici o monumenti storici. Quali di questi hanno avuto e avranno un maggiore impatto sulla vostra attività?

Sartori: Il settore delle costruzioni civili residenziali e il terziario (uffici, strutture ricettive) hanno l'impatto maggiore. Qui la velocità di esecuzione del legno, unita alla precisione del BIM, è un propulsore positivo eccezionale. Vediamo grandi opportunità anche nelle ristrutturazioni e sopraelevazioni: la leggerezza del materiale legno e il rilievo digitale (nuvole di punti) integrato nel processo BIM ci permettono di operare con tolleranze millimetriche su edifici esistenti, riducendo i tempi di cantiere e i disagi in contesti urbani densi.

Benetti: I settori maggiormente interessati sono le costruzioni civili, sia nuove sia in ambito di riqualificazione, con una crescente attenzione verso il facility management. In questo contesto, il BIM abilita una gestione più consapevole e strutturata dell'asset, valorizzando le peculiarità dell'acciaio in termini di durabilità, manutenibilità e tracciabilità.

Le fasi del processo edilizio (progettazione preliminare, progetto per gara, progetto costruttivo, gestione del cantiere e gestione/manutenzione dell'asset) impattano in modo diverso sulla vostra attività: quali rappresentano principalmente un vincolo e quali invece una risorsa nel vostro lavoro?

Benetti: Per un costruttore in acciaio, la fase del progetto costruttivo

vo rappresenta il punto di massimo impatto del BIM: è qui che si concentrano le principali opportunità di efficientamento. La definizione dettagliata e coordinata degli elementi consente di ridurre ambiguità, anticipare criticità e ottimizzare produzione e montaggio.

Sartori: Il progetto costruttivo è la nostra risorsa vitale: è il "gemello digitale" che guida le macchine CNC, garantendo che ogni pezzo arrivi in cantiere pronto al montaggio. Al contrario, la progettazione preliminare è spesso un vincolo: se non nasce già con una certa logica, ci costringe a pesanti ri-modellazioni.

Le tipologie di software utilizzati in ambito BIM (BIM authoring, modellazione strutturale, QTO e project management, modellazione 3D e rendering, completamento 2D e ambienti ACdat/CDE) hanno inciso e incideranno in modo diverso sulla vostra operatività: quali di queste soluzioni hanno avuto o avranno un impatto più significativo nel vostro lavoro?

Benetti: Sul piano degli strumenti, hanno avuto un ruolo centrale i software di modellazione geometrica e strutturale, che costituiscono il nucleo operativo della BIMizzazione. In prospettiva, crescerà l'importanza delle piattaforme di project e construction management, fondamentali per estendere i benefici del BIM alla gestione integrata di tempi, costi e risorse.

Sartori: Utilizziamo principalmente software di Modellazione Geometrica 3D per definire ogni singolo componente costruttivo. L'utilizzo principale è estrarre automaticamente file di taglio per i centri CNC, il numero esatto di pezzi, viti e metri cubi che è vitale per la nostra gestione economica. Per noi è importante (o lo sarebbe) l'interoperabilità: poter importare il progetto dell'architetto e trasformarlo in un modello pronto per le distinte d'ordine e i file di produzione senza perdere informazioni preziose.

Sterchele: Per l'interfaccia verso l'esterno sono sicuramente adeguati i software di authoring di base, con competenze di base anche del personale. Per i costruttivi, invece, è inevitabile dover costruire dei plugin specializzati per cui occorre una consulenza specialistica ed approfondita che portano ad una formazione del personale molto più impegnativa.

Con quali organizzazioni coinvolte nel BIM (PA, studi professionali, imprese, industrie di produzione, consorzi, cooperative, società di



Lavinia Sartori, membro del Consiglio di Presidenza Assolegno



Building Information Modeling

ingegneria e freelance) interagite maggiormente e con quali effetti in termini di ottimizzazione dei processi o criticità operative?

Sartori: Ci interfacciamo costantemente con studi professionali e industrie di produzione. Con i primi, il BIM è un'opportunità di ottimizzazione: ricevere un modello corretto significa ridurre i tempi di prevenzione. La penalizzazione nasce quando l'organizzazione non è BIMizzata, costringendoci a ricostruire i dati da disegni 2D. Con le industrie, il dialogo digitale è vitale per la precisione delle forniture. Per una piccola impresa come la nostra, l'approccio BIM è il ponte che permette di collaborare alla pari con realtà molto più grandi.

Sterchele: La nostra interfaccia al BIM, con l'esterno, è il general contractor e il cantiere. Nei lavori medio grandi, che costituiscono il nostro mercato naturale, diventa fondamentale l'opera di coordinamento che deve essere svolta dal *general contractor*. Oggi è assolutamente normale avere una miriade di fornitori specializzati: scavi e reinterri, logistica e sicurezza in cantiere, magroni e fondazioni, pezzi di strutture in opera, pezzi prefabbricati in c.a., pezzi in acciaio, pezzi in legno, facciate, sovrastrutture, finiture varie e i modelli da federare non sono i classici o teorici (architettonico, strutturale e impiantistico ndr), ma sono spesso una dozzina o anche più e il coordinamento non è solo un onere dell'impresa, ma diventa un onere non indifferente anche per il singolo produttore perché non deve esserci solo congruenza nei manufatti ma anche nei modelli.

A valle, invece, il modello non arriva neppure perché in produzione arrivano solo schede costruttive, distinte di materiali e istruzioni per il gestionale. Non solo, quindi, due BIM diversi, ma anche due mondi diversi dove a monte si è una moltitudine in cui conta il coordinamento mentre a valle si è da soli ma la priorità è la precisione, la completezza ed il dettaglio.

Benetti: Il valore del BIM emerge pienamente nell'interazione tra i diversi attori della filiera: progettisti, imprese, committenti, consulenti. Tuttavia, l'efficacia di questo scambio dipende fortemente dal livello di maturità digitale e dalle competenze dei soggetti coinvolti, oggi ancora disomogenee. L'allineamento culturale e operativo resta quindi una condizione abilitante.

Altro punto molto importante è il ruolo essenziale che le normative legate al BIM rivestono nel garantire qualità, efficienza e coerenza nei progetti ed il progressivo completamento di un adeguato quadro normativo. L'adozione delle norme appropriate, in funzione del contesto nazionale e del tipo di progetto, è fondamentale per sfruttare appieno i vantaggi del BIM e operare in conformità agli standard internazionali. Sebbene il panorama normativo possa apparire complesso, una sua corretta comprensione permette di utilizzarlo come una vera



Mauro Sterchele, Presidente Assoprem

e propria guida per la pianificazione, realizzazione e gestione dei progetti BIM. Le norme ISO, EN e UNI, infatti, forniscono un sistema coerente e integrato che favorisce un approccio più collaborativo, strutturato ed efficiente. Per questo motivo, è indispensabile che i professionisti del settore delle costruzioni mantengano un costante aggiornamento normativo e applichino correttamente tali standard, al fine di garantire il successo dei progetti sviluppati in ambiente BIM. Data l'importanza di questo aspetto, Fondazione Promozione Acciaio è parte attiva nello sviluppo normativo in materia e partecipa attivamente a numerosi Gruppi di lavoro in ambito nazionale ed europeo: "BIM e gestione digitale dei processi informativi delle costruzioni" (UNI/CT 033/SC 05), "Attributi informativi, struttura e schemi" (UNI/CT 033/SC 05/GL 02), "Building Information Modeling - BIM" (CEN/TC 442), "Terminology" (CEN/TC 442/WG 1), "Support Dictionaries" (CEN/TC 442/WG 4), "Horizontal role" (CEN/TC 442/WG 7), "BIM practices for construction works", (CEN/TC 442/WG 11), "Digitalization of construction products performance characteristics" (CEN/TC 442/WG 12).

I ruoli e le competenze BIM (BIM Specialist, Coordinator, Manager, CDE e Information Manager, BIM Site e Contract Manager, Asset Manager, Take Off Quantity Specialist, sviluppatori, formatori, consulenti, Project Manager ed esperti di digital tendering/procurement) si integrano e si sovrappongono alle figure tradizionali generando diverse configurazioni operative. Quali professionalità sono presenti nella vostra organizzazione? Con quali vi interfacciate all'esterno, e con quali effetti sulla produttività?

Sterchele: All'interno dei nostri uffici tecnici sono necessari dei BIM Specialist che si specializzano sulle nostre applicazioni e sui nostri plugin mentre normalmente veniamo ospitati su un ACDAT del Committente o, più spesso, dell'impre-

sa ma è essenziale che la nostra interfaccia con l'impresa abbia una forte capacità e competenza di coordinamento.

Benetti: All'interno delle organizzazioni operanti nel settore delle costruzioni in acciaio si sono ormai consolidate figure dedicate quali *BIM manager*, *BIM specialist* e *BIM site manager*, affiancate da ruoli tradizionali evoluti in chiave digitale, come *project* e *procurement manager*. Il dialogo strutturato con le analoghe figure esterne ha migliorato il coordinamento e la produttività complessiva.

Complessivamente, la BIMizzazione ha generato cambiamenti in termini di efficienza ed efficacia nei processi di produzione e montaggio, sia internamente sia nei rapporti con l'esterno: di quale natura e in quale misura? E questi cambiamenti hanno riguardato soprattutto le competenze o la tecnologia?

Sterchele: L'obbligatorietà reale del BIM è veramente molto recente e la BIMizzazione dei processi produttivi è sostanzialmente ancora in corso per poter tirare delle somme. Si tratta di processi di sviluppo che durano anni e vanno per fasi. Quello che di fatto avviene è che tutto il processo interno viene rivisitato e rivisto nella nuova ottica per cui le ricadute positive ci sono ma vanno viste in maniera più generale, in cui il BIM è il *trigger* per un cambiamento in meglio dei processi. Rispetto all'interfaccia a monte, invece, il cambiamento si limita ad un aspetto prevalentemente tecnologico e non strutturale: si passa da una progettazione 2D a una modellazione 3D a oggetti ma il processo di elaborazione è molto simile. Molto diverso, invece, come abbiamo visto è il processo di controllo che avviene in maniera coordinata nel modello federato e che, quindi, da una parte è più complesso ma dall'altra è oggettivamente più affidabile.

Benetti: La BIMizzazione ha prodotto effetti tangibili in termini di efficienza ed efficacia: si registra una significativa riduzione di errori

e non conformità, grazie a un maggiore controllo incrociato tra discipline e fasi. Il cambiamento ha riguardato sia l'adozione di tecnologie sia, in misura determinante, l'evoluzione delle competenze e dei processi organizzativi.

Sartori: il BIM ci permette di intercettare le interferenze strutturali "a video", evitando costosi adattamenti manuali in fase di posa. Il cambiamento ha riguardato in egual misura tecnologia e competenze. L'efficienza non è solo velocità, ma la capacità di consegnare un'opera precisa, coerente con il progetto e priva di imprevisti logistici.

In che misura e in che modo la digitalizzazione ha inciso sui meccanismi di mercato, sia nei processi decisionali che in quelli commerciali? Quali vantaggi o svantaggi competitivi ha creato tra i soggetti "BIMizzati" della prima ora e quelli meno avanzati?

Benetti: Sul piano del mercato, il BIM ha inizialmente generato un vantaggio competitivo per gli operatori più avanzati, soprattutto quando integrato lungo tutta la catena del valore, dalla gara al cantiere. Oggi il livello medio si è elevato, ma permane una differenza sostanziale tra chi utilizza il BIM come reale strumento di integrazione e chi lo adotta in modo solo formale.

Sartori: Essere "BIMizzati della prima ora" ci ha garantito un vantaggio competitivo, permettendoci di entrare in filiere di alto livello dove il modello informativo è ormai un prerequisito. Il vantaggio non è solo tecnico, ma anche di mercato: la capacità di dialogare digitalmen-

te permette anche a realtà come la nostra di poter partecipare a commesse qualificate e innovative.

Sterchele: Ormai il BIM è uno standard tecnologico di fatto per cui non si parla più di opportunità, per essere più appetibile del concorrente, ma di obbligatorietà pena la rinuncia alla commessa.

Infine, quale impatto ritiene che la digitalizzazione avrà sul prossimo ciclo economico in termini di organizzazione, produttività, efficienza, efficacia e, in ultima analisi, sui risultati economici?

Sartori: La digitalizzazione sarà determinante nel prossimo ciclo economico, trasformando l'edilizia in un'industria di precisione. Per la nostra organizzazione, l'impatto si tradurrà in una produttività più alta e costante, meno legata all'artigianalità del singolo e più al flusso di dati. Il beneficio deriverà dalla riduzione dei costi legati agli errori e ai ritardi in cantiere grazie alla capacità di prevedere ogni dettaglio nel modello digitale.

Benetti: La digitalizzazione, di cui il BIM è componente chiave, sta già incidendo in modo significativo e continuerà a farlo nel prossimo ciclo economico. I benefici in termini di produttività, efficienza e qualità sono evidenti, ma si realizzano pienamente solo attraverso un'adozione consapevole e integrata. Per il settore delle costruzioni in acciaio, ciò si traduce in una maggiore industrializzazione dei processi, un miglior controllo dei costi e una più solida competitività.

*ESPERTO CNI c/o COMM BIM - UNI

BIM Stories

- n. 08/23 Progettazione architettonica, strutturale e impiantistica
- n. 09/23 Progettazione preliminare e per pratiche edilizie
- n. 10/23 Progettazione e produzione di sale operatorie prefabbricate
- n. 01/24 Ristrutturazione di edifici d'epoca residenziali (HBIM)
- n. 02/24 Progettazione e produzione di strutture prefabbricate
- n. 03/24 Le applicazioni in una stazione appaltante pubblica
- n. 04/24 Progettazione di infrastrutture
- n. 05/24 Progettazione ergotecnica per il cantiere
- n. 07/24 Sviluppo di plugin per estendere la potenza dei software di authoring
- n. 08/24 Progettare con l'ingegneria economica
- n. 09/24 Il ruolo del BIM Site Manager
- n. 10/24 Sostenibilità nella gestione degli immobili
- n. 01/25 Prevenzione incendi e sicurezza
- n. 02/25 Progettazione e di impianti meccanici - ACDat (CDE)
- n. 03/25 HBIM monum. + Laser Scanner + AR - Supporto alle Imprese: As Built; QTO; Costruttivi
- n. 04/25 Il BIM a integrazione di industria 4.0 nella progettazione e produzione di cellule bagno
- n. 05/25 Il BIM nella valutazione dei modelli e nella professione di free lance
- n. 06/25 Il BIM nella attività di project management
- n. 07/25 Il BIM nell'organizzazione strategica di un'impresa di costruzioni
- n. 09/25 Il BIM nella gestione e manutenzione degli asset in un consorzio di sviluppo
- n. 10/25 L'impatto del BIM nella filiera delle costruzioni: l'università e la normativa tecnica
- n. 01/26 L'impatto del BIM nella filiera delle costruzioni: le imprese
- n. 02/26 L'impatto del BIM nella filiera delle costruzioni: la committenza pubblica
- n. 03/26 L'impatto del BIM nella filiera delle costruzioni: l'associazione di stakeholder

INGENIO AL FEMMINILE

“Il mio sogno? Fare ricerca nella robotica spaziale”

Valorizziamo il contributo delle donne che danno prestigio all'ingegneria italiana, raccontando le storie e i percorsi delle cinque vincitrici dell'edizione 2025. Intervista a Eloisa Mazzocco, vincitrice del Premio Ingenio al femminile nella categoria Ingegneria Industriale

A CURA DI ROBERTO DI SANZO

Prosegue il viaggio di *Ingenio al Femminile* con una nuova protagonista. **Eloisa Mazzocco**, laureata in Ingegneria dell'Automazione all'Università degli Studi di Modena e di Reggio Emilia, che ha vinto il Premio Tesi di Laurea 2025, nella categoria Ingegneria Industriale. La menzione riguarda la tesi dal titolo *“Frameworks di Reinforcement Learning basati su distribuzioni gaussiane per sistemi multi-drone”*. Un premio importante, dunque, per Eloisa, 25enne originaria di Rodi Garganico, in provincia di Foggia, ma da diversi anni residente a Reggio Emilia dove si è dapprima laureata in Ingegneria Meccatronica, per poi conseguire la magistrale in *digital automation engineering*.

Solo 25 anni, ma già una vita piena di esperienze formative: la voglia di sperimentare non le manca di certo...

Ho maturato diverse esperienze lavorative non solo in Italia ma anche all'estero. Mentre mi stavo laureando sono stata impiegata in Germania all'Agenzia spaziale europea. Poi ho lavorato al Cern a Ginevra, l'Organizzazione europea per la ricerca nucleare, e ancora alla Siemens. Dallo scorso novembre collaboro con un'azienda che si occupa di implementazione di soluzioni IIoT per la digitalizzazione e l'elaborazione dei dati di macchine industriali di vario tipo. *L'Industrial Internet of Things* riguarda l'applicazione di sensori, software e tecnologie di rete intelligenti nel settore industriale per connettere macchinari e sistemi. L'IIoT si focalizza sull'efficienza e l'automazione, consentendo il monitoraggio in tempo reale, la manutenzione predittiva e la gestione ottimizzata dei processi.

Parliamo della sua tesi: da dove parte l'idea?

La mia tesi è stata riconosciuta per il lavoro svolto insieme al professor Lorenzo Sabbatini, in cui è stato studiato e implementato un nuovo approccio basato su *Reinforcement Learning* (RL) per il controllo di sistemi multi-drone. Si tratta di un'area in rapida evoluzione nella robotica, con applicazioni che spaziano dal monitoraggio ambientale alla logistica industriale e alla gestione delle operazioni di emergenza.

Quali gli obiettivi dello studio?

Innanzitutto comprendere come l'integrazione di modelli basati su distribuzioni gaussiane nei sistemi di *Reinforcement Learning* possa migliorare le capacità dei droni di esplorare e analizzare fenomeni complessi in modo autonomo ed ef-



L'OBIETTIVO DEL LAVORO È FORNIRE NUOVI STRUMENTI PER IL MONITORAGGIO DI FENOMENI SCONOSCIUTI E POTENZIALMENTE PERICOLOSI. ESSERE SELEZIONATA PER UN PREMIO CHE VALORIZZA IL TALENTO FEMMINILE NON È SOLO UN RICONOSCIMENTO DEL PERCORSO FATTO, MA UNO STIMOLO A CONTINUARE A LAVORARE SU TECNOLOGIE CHE ABBIANO UN IMPATTO CONCRETO SUL TERRITORIO

ficiente. In particolare, sono tre le ipotesi principali su cui si fonda questa ricerca. Secondo la prima modellare i fenomeni come distribuzioni gaussiane migliora l'efficienza esplorativa dei droni, fornendo informazioni più dettagliate rispetto ad ambienti con ricompense sparse. Nella seconda si sostiene che l'approccio aumenti l'adattabilità dei droni in contesti dinamici, grazie alla capacità di seguire gradienti per navigare tra ostacoli e aree di interesse. L'ultima riguarda la teoria che un *reward shaping* basato su funzioni di probabilità renda possibile dare priorità ad aree di interesse, invece che a singoli punti, rendendo l'ambiente di addestramento più simile a uno scenario non conosciuto.

Come si legge nell'abstract della tesi, dopo la formulazione delle ipotesi si passa alla pratica.

Una volta formulate le ipotesi, si è passati alla preparazione della piattaforma hardware e dei suoi strumenti software, su cui testare il prodotto della ricerca. A questo scopo, la scelta dei robot con cui lavorare è ricaduta sui Crazyflie, supportati dal pacchetto di controllo CrazySwarm, implementato con strumenti ROS (*Robot Operating System*). Successivamente, sono stati progettati e implementati una serie di ambienti RL personalizzati, integrando in ognuno di essi le distribuzioni gaussiane e alcuni ostacoli, per simulare sia barriere fisse che eventuali agenti presenti, in modo da rendere la soluzione scalabile. I modelli prendono in considerazione diverse funzioni di reward, modellando di conseguen-

za anche l'osservazione fornita all'agente, in modo da determinare quale sia la strategia di *reward shaping* più efficiente attraverso i test. Infine, sono state eseguite valutazioni in simulazione, con particolare attenzione a metriche come il numero di azioni eseguite in un episodio, l'andamento della curva di apprendimento e la percentuale di successo per ogni modello sviluppato.

Quali sono gli ambiti di applicazione?

L'approccio offre una base importante per future applicazioni, dalla gestione delle emergenze al monitoraggio ambientale, dove la capacità di operare in modo autonomo e adattivo è cruciale. Nello specifico, nella tesi ho voluto studiare un fenomeno purtroppo particolarmente frequente nella mia terra di origine, il Gargano. Un'area geografica dove spesso spirano venti forti che favoriscano l'appiccarsi di incendi boschivi, con danni facilmente prevenibili. Ebbene, il sistema RL potrebbe aiutare gli operatori ad individuare i focolai, permettendo di intervenire – senza rischi – in tempi rapidi e mitigare quindi le conseguenze naturali e ambientali.

Un approccio, dunque, che potrebbe essere esteso a diversi settori “a rischio”?

Ovviamente sì. Pensiamo a una fuga di gas in un ambito esteso, come una azienda. Ebbene, il sistema permette di individuare la sorgente della fuga e prevederne l'evoluzione, identificandone il picco, le curve di livello e la sua evoluzione nello spazio. In tal modo, è possibile mettere in azione un piano di intervento mirato e ben congeniato.

Parliamo ora della sua vita professionale e del suo futuro: quali sono i suoi obiettivi?

Mi piacerebbe molto viaggiare e acquisire ulteriori esperienze professionali in giro per il mondo. Sino ad oggi sono stata molto veloce. Mi spiego: mi sono laureata nei tempi prefissati con il massimo dei voti,

sono stata all'estero per lavoro e attualmente svolgo un'attività che mi sta regalando parecchie soddisfazioni. Ma sogno di evolvermi ulteriormente, conoscere persone, confrontarmi con metodi e approcci differenti dal mio, per un arricchimento completo, non solo professionale ma anche umano. Non sarà di certo facile ma mi piacerebbe poter ottenere un dottorato per proseguire con gli studi che ho già affrontato e implementarli sempre di più. Mi interessa in modo particolare la robotica applicata al settore spaziale, credo di poter dare tanto in questo campo. Sì, lo confesso: fare ricerca è il sogno di una vita.

“Ingenio al femminile”: si percepisce ancora un certo scetticismo nei confronti delle donne ingegnere?

Occorre fare qualche distinguo. All'università non ho mai notato differenze, noi ragazze siamo sempre state trattate alla pari, a prescindere dal genere. Ciò che contava era l'impegno e le capacità. Da quando sono nel mondo del lavoro, gli stereotipi purtroppo faticano a svanire. Ci tocca essere super professionali e dimostrare sempre qualcosa in più rispetto agli uomini: la combo donna-giovane è vista con forte scetticismo nelle materie STEM, è inutile negarlo. Certo, poi quando si mettono in mostra competenze, capacità e creatività, il rispetto per il proprio lavoro si guadagna automaticamente. Ma è dura. Anche perché non si tratta dell'unica differenza.

Quali altre differenze esistono?

Il luogo di nascita influenza molto il futuro. Io sono nata in una realtà piccola, di provincia, e ho dovuto faticare molto di più di tanti altri miei coetanei cresciuti in città. Il vantaggio di opportunità, infrastrutture e risorse è assolutamente impari in tal senso. In questo ambito si sente particolarmente – purtroppo ancora – un netto divario tra Nord e Sud. A partire dal sistema formativo e dalla vastità di scelte, progetti e iniziative che in alcune realtà geografi-

che si possono godere e in altre no. Paradossalmente, tutto ciò può trasformarsi in un vantaggio enorme.

Sta parlando della cosiddetta “fame” di chi deve colmare un gap?

A Reggio Emilia e in generale in tutti i posti in cui sono stata, mi sono dovuta adattare a ritmi diversi, compiti e pensieri nuovi, per me sconosciuti. Con la grinta giusta, con spirito di sacrificio e con tanta voglia di imparare sono riuscita a colmare il divario e a crescere, giorno dopo giorno, fino ad ottenere dei risultati importanti. E la crescita non finisce mai: sembra una frase fatta ma è la pura e semplice verità.

Quindi consiglierebbe a una giovane donna di fare ingegneria?

Se lo sogna davvero, sì. Nella vita ho imparato che bisogna inseguire i propri sogni e se questo vuol dire intraprendere gli studi in ambito STEM, ben venga. Le cose stanno cambiando repentinamente e sempre più ragazze si impegnano in settori che solo pochi anni fa erano reputati unicamente maschili. La proverbiale costanza, abnegazione e forza di volontà delle donne spesso fa la differenza. Ma non si tratta di un qualcosa che si trova nel nostro Dna, badi bene: le ragazze sono più costanti, puntigliose e affidabili proprio perché devono dimostrare sempre un qualcosa in più. E nella maggior parte dei casi, riescono nel loro intento.

Insomma, l'ingegneria è donna?

Come ho detto in sede di premiazione, essere una donna ingegnere non è e non deve essere uno svantaggio, ma un'opportunità per portare, in un settore a prevalenza maschile, una prospettiva diversa, di cui tutti abbiamo sempre bisogno. È questo che mi ha motivata nella mia carriera, che è solo all'inizio e che spero possa essere di esempio per le tante ragazze che si avvicineranno a questo percorso, profondamente complesso ma ricco di soddisfazioni. Gli ostacoli (anche quelli che dobbiamo affrontare solo noi donne) sono fatti per essere superati.

Premi e vincitrici

Premio Ingegneria civile e ambientale: Sarah Olimpia Sardone (Università di Bologna) per la tesi dal titolo *“Guardare al futuro per proteggere il passato, una nuova prospettiva con la modellazione predittiva”*.

Premio Ingegneria industriale: Eloisa Mazzocco (Università di Modena e Reggio Emilia) con la tesi *“Frameworks di Reinforcement Learning basati su distribuzioni Gaussiane per sistemi multi-drone: un nuovo approccio alla navigazione autonoma”*.

Premio Ingegneria dell'informazione: Sara Zoccheddu (Politecnico di Milano) con la tesi *“Neural Networks as universal function approximators for causal discovery with reinforcement Learning”*.

Premio Giulia Cecchetti per l'Ingegneria biomedica a Irene Iele (Università Campus Biomedico di Roma) con la tesi *“Test-time adaptation for medical image-to-image translation”*.

Premio Tesi di dottorato: Giulia Saccomano (Università di Trieste) con il lavoro *“From pixels to diagnosis: applications of X-ray Virtual Histology in clinical pathology”*.

Menzione d'onore: Carmen Panepinto Zayati (Università di Pisa) per la tesi *“Assessment of mechanical property variability of adipose derived Mesenchymal stem cells with atomic force microscopy”*.



Il ruolo giusto: la nuova leadership dell'ingegneria STEM

L'ingegneria contemporanea richiede figure capaci di connettere sapere tecnico e dimensione umana. La diversità diventa così una leva concreta per affrontare sfide globali con soluzioni più efficaci e inclusive

DI IPPOLITA CHIAROLINI*

L'ingegneria moderna, fulcro delle discipline STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*), sta attraversando una fase di profonda trasformazione epistemologica e operativa. In un mondo caratterizzato da sfide globali senza precedenti, è indispensabile avere competenze tecniche d'eccellenza con una solida preparazione accademica, ma il successo professionale di un ingegnere oggi dipende anche dalla sua capacità di esercitare una leadership consapevole rispetto al proprio ruolo e di quello altrui; questo paradigma diventa ancora più critico quando si tratta di creare e gestire team misti ed integrati, dove la diversità di genere non è solo un imperativo etico, ma un comprovato fattore di successo competitivo e di innovazione.

OLTRE LA COMPETENZA TECNICA

Nel contesto delle materie STEM, la leadership assume connotazioni specifiche che la distinguono dai modelli tradizionali.

Secondo le definizioni fornite da istituzioni come il MIT e dalla *Harvard Business School*, la leadership tecnica non coincide con la mera autorità gerarchica, ma con la capacità di guidare processi attraverso l'autorevolezza, l'integrità e una visione sistemica.

Un ingegnere che esercita leadership nel rispetto del proprio ruolo riconosce che la sua funzione primaria è quella di "progettista di benessere", un equilibrio indispensabile tra la teoria scientifica e l'applicazione pratica orientata proprio al benessere sociale. Il rispetto del ruolo implica una profonda comprensione dei confini operativi e delle responsabilità etiche.

Per un ingegnere, questo significa garantire l'integrità del progetto, il benessere pubblico e l'efficienza nell'uso delle risorse, senza mai travalicare le competenze specialistiche degli altri membri del team. Al contrario, la leader STEM moderna agisce come un catalizzatore, integrando saperi eterogenei in un unicum armonico. La *National Academy of Engineering* sottolinea come la leadership efficace sia quella che abilita il talento altrui, trasformando un gruppo di singoli esperti in una squadra coesa. In questo senso, la leadership è una forma di servizio al progetto, dove il ruolo non è un titolo di potere, ma un impegno di responsabilità verso la collettività; linea di indirizzo dei gruppi che lavorano sul progetto STEM insieme e di management del CNI.



Celebrazione settimana STEM febbraio 2026

LA DIVERSITÀ COME MOLTIPLICATORE

La creazione di team integrati, composti da uomini e donne, rappresenta oggi una delle leve più potenti per le organizzazioni. Studi condotti da istituzioni globali come il *World Economic Forum* dimostrano che i team diversificati sono sistematicamente più inclini al problem-solving creativo e alla gestione efficace del rischio.

Nell'ingegneria, dove le soluzioni devono rispondere a bisogni umani universali, la presenza di una prospettiva femminile e maschile garantisce una visione a 360° che riduce drasticamente i *bias* cognitivi nella fase di progettazione e sviluppo dei prodotti. Gestire un team integrato richiede una leadership evoluta, capace di valorizzare le differenze individuali senza cadere nella trappola degli stereotipi. Il leader deve saper creare un ambiente caratterizzato dalla "sicurezza psicologica", dove ogni membro si senta legittimato nel proprio ruolo e libero di esprimere idee fuori dagli schemi. In questo contesto, il rispetto del ruolo diventa lo scudo più efficace contro le discriminazioni e il motore principale della meritocrazia: quando ogni componente è valutato esclusivamente per il contributo legato alla propria funzione e competenza, il genere cessa di essere una barriera e si trasforma in un valore aggiunto tangibile. La leadership efficace è dunque quella che riconosce la pluralità dei talenti e li coordina verso un obiettivo comune, trasformando la diversità in un vantaggio competitivo sostenibile nel tempo. Il rispetto del ruolo non deve essere inteso come

una "gabbia", ma come una garanzia di qualità e di affidabilità per la società civile. Il successo professionale nell'era della quarta rivoluzione industriale non è un traguardo individuale, ma è il risultato della connessione tra persone e tra organizzazioni. L'ingegnere non è solo un risolutore di problemi tecnici, ma un attore sociale di primo piano che, attraverso la propria leadership, contribuisce alla creazione di un mondo più libero e sostenibile.

ISTITUZIONI E FORMAZIONE CONTINUA

Per consolidare questo nuovo modello di leadership, è fondamentale il ruolo delle istituzioni e degli ordini professionali. La formazione continua non deve più limitarsi all'aggiornamento tecnico, ma deve includere moduli specifici sulla gestione delle risorse umane, sull'intelligenza emotiva e sulla leadership. L'ingegneria, in quanto disciplina STEM, ha il dovere di guidare questo cambiamento culturale, ponendosi come esempio di come la razionalità scientifica possa sposarsi con la valorizzazione del capitale umano. Il rispetto del ruolo diventa quindi un impegno verso l'eccellenza: rispettare il proprio ruolo significa onorare il codice deontologico, mantenere elevati standard di performance e riconoscere che il successo di un progetto è sempre il successo di un team ben gestito e armonioso. Inoltre, la promozione delle carriere STEM tra le giovani donne è un passaggio obbligato per il progresso della nazione, una leadership che rispetta i ruoli è intrinsecamente una leadership che non vede il genere, ma

vede la competenza valorizzando le diverse contribuzioni di genere, come auspicato dalla Repubblica Italiana con l'istituzione della settimana STEM. Quando un'organizzazione riesce a creare un ambiente dove il rispetto del ruolo è un valore, la presenza femminile cresce naturalmente, poiché le barriere culturali vengono sostituite da criteri di valutazione oggettivi e trasparenti. Questo processo non solo arricchisce la professione, ma garantisce che le soluzioni tecnologiche del futuro siano progettate da una rappresentanza della società che andranno a servire, aumentando l'efficacia e l'impatto positivo delle innovazioni.

ETICA, DEONTOLOGIA E VISIONE FUTURA

La leadership nel rispetto del ruolo si intreccia indissolubilmente con l'etica professionale. L'ingegnere leader deve essere un esempio di integrità, dimostrando che il rispetto delle regole e delle gerarchie funzionali non è in contrasto con la capacità di innovare, ma ne costituisce la base sicura. In un'epoca di algoritmi e intelligenza artificiale, il fattore umano rimane il vero elemento differenziante. La capacità di gestire team, di ascoltare le diverse istanze e di prendere decisioni ponderate rispettando le competenze di ciascuno è ciò che definisce l'eccellenza nell'ingegneria. La sfida sarà quella di rendere questo modello di leadership uno standard; le università e i centri di ricerca collaborando con il mondo del lavoro possono contribuire a formare "ingegneri manager" che siano pronti non solo a calcolare, ma a guidare

persone verso obiettivi ambiziosi, a progettare oltre la tecnica. Il successo professionale non si misura più solo con il numero di brevetti o di opere realizzate, ma con la capacità di aver creato valore umano e sociale lungo il percorso.

NUOVO STANDARD PER L'ECCellenza INGEGNERISTICA

L'importanza della leadership nel rispetto del proprio ruolo emerge quindi come il fattore determinante per navigare con successo le sfide contemporanee; per gli ingegneri, questo significa abbracciare una cultura della professione dove la competenza tecnica è supportata da un'etica della collaborazione e da una gestione illuminata della diversità. I team integrati non sono più un'opzione facoltativa, ma una necessità assoluta per chiunque ambisca all'eccellenza, all'innovazione e alla sostenibilità nel lungo periodo. Il futuro dell'ingegneria sarà scritto da chi saprà guidare con visione, rispettando le identità professionali e valorizzando ogni contributo verso un obiettivo comune, con il coraggio di cambiare i vecchi schemi e di costruire una professione dove il rispetto del ruolo e la diversità siano le fondamenta di un successo condiviso e duraturo. Solo attraverso questa sintesi tra umanesimo e tecnologia l'ingegneria potrà continuare a essere il vero motore del progresso umano, garantendo uno sviluppo che sia al contempo tecnicamente ineccepibile e socialmente sostenibile.

*CONSIGLIERA CNI DELEGATA ALL'INGEGNERIA ECONOMICA

Concessioni demaniali: una riforma necessaria, ma ancora senza strumenti

Il sistema delle concessioni demaniali è a un punto di svolta: stop alle proroghe, sì a gare pubbliche. Ma senza strumenti attuativi cresce il rischio di paralisi amministrativa e contenziosi



DI ALBERTO ROMAGNOLI *

Il tema delle concessioni demaniali marittime è finalmente uscito da una lunga stagione di rinvii e ambiguità. Oggi il quadro giuridico è chiaro: il sistema delle proroghe generalizzate non è più sostenibile e la transizione verso procedure selettive pubbliche rappresenta un passaggio inevitabile. Non si tratta più di discutere “se” fare le gare, ma “come” farle in modo efficace, equo e sostenibile.

QUADRO NORMATIVO E NUOVE SCADENZE

Il punto di svolta è stato segnato da un duplice intervento: da un lato, le sentenze dell'Adunanza Plenaria del Consiglio di Stato n. 17 e 18 del 9 novembre 2021, che hanno dichiarato l'illegittimità delle proroghe automatiche delle concessioni; dall'altro, la conferma in sede europea, con la sentenza della Corte di giustizia dell'Unione europea del 20 aprile 2023 (causa C-348/22), che ha ribadito l'obbligo di procedure selettive trasparenti e imparziali. Su questa base si è innestato l'intervento legislativo nazionale, in particolare con la legge 5 agosto 2022, n. 118 (legge annuale per il mercato e la concorrenza), che ha previsto il riordino della materia e l'avvio delle procedure

di evidenza pubblica. Più recentemente, il decreto-legge 30 dicembre 2023, n. 215 (c.d. “Milleproroghe”), convertito con modificazioni dalla legge 23 febbraio 2024, n. 18, ha fissato il termine delle concessioni al 31 dicembre 2024, successivamente oggetto di ulteriori interventi normativi che hanno spostato in avanti il calendario della transizione. Ad oggi, il quadro temporale di riferimento prevede la cessazione delle concessioni entro il 30 settembre 2027 e l'avvio delle procedure selettive entro il 30 giugno 2027, in coerenza con gli ultimi interventi normativi adottati nel 2024 e nel 2026.

ENTI LOCALI SENZA STRUMENTI

Ed è proprio qui che emerge il nodo centrale della questione. A fronte di un quadro giuridico ormai definito nei suoi principi, non si è ancora completata la dotazione degli strumenti attuativi necessari. Gli enti concedenti – *in primis* i Comuni – si trovano a dover gestire una fase estremamente delicata senza disporre di un quadro operativo uniforme. Questa condizione genera una vera e propria paralisi amministrativa. Da un lato, le amministrazioni rischiano l'inerzia se non avviano le procedure; dall'altro, espongono sé stesse e gli operatori

a contenzioso se procedono in assenza di criteri chiari e condivisi.

IL NODO DEL BANDO-TIPO NAZIONALE

In questo contesto, assume particolare rilievo l'imminente adozione del bando-tipo nazionale, previsto nell'ambito dei più recenti interventi normativi e demandato al MIT, previa intesa in Conferenza Unificata. La sua pubblicazione rappresenta un passaggio essenziale per uniformare le procedure e fornire agli enti locali uno schema di riferimento giuridicamente solido. Tuttavia, proprio l'attesa di questo strumento sta contribuendo a rallentare l'avvio delle gare, alimentando una fase di sospensione operativa che rischia di protrarsi oltre il ragionevole.

TRANSIZIONE E TUTELA DEGLI INVESTIMENTI

Un ulteriore elemento critico riguarda la gestione del passaggio tra concessionari uscenti e nuovi operatori. Il tema non può essere affrontato in modo ideologico. È necessario riconoscere che esistono investimenti effettuati, strutture realizzate e valori aziendali consolidati nel tempo. Allo stesso tempo, questi elementi non possono tradursi in un blocco della concorrenza. La chiave sta nell'equilibrio: ga-

rantire l'apertura del mercato senza azzerare il valore economico e imprenditoriale costruito negli anni. Ma questo equilibrio richiede regole chiare, criteri trasparenti e strumenti condivisi.

IL PROBLEMA DEGLI INDENNIZZI

In questo senso, la definizione dei criteri per gli indennizzi – demandata a un decreto interministeriale del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti e del Ministero dell'economia e delle finanze – rappresenta uno snodo decisivo. Senza parametri certi, il concessionario uscente non è in grado di valutare il recupero degli investimenti effettuati, mentre il potenziale entrante non può costruire un piano economico-finanziario affidabile.

RISCHIO INEFFICACIA

Il rischio concreto è quello di una riforma formalmente orientata alla concorrenza, ma sostanzialmente inefficace. Senza strumenti attuativi, il sistema può trasformarsi in un terreno di contenzioso diffuso, con effetti negativi su investimenti, occupazione e qualità dei servizi. E non si tratta di un comparto marginale. Il sistema delle concessioni demaniali coinvolge migliaia di imprese e rappresenta una componente essenziale dell'offerta turi-

stica nazionale. Tenerlo in una condizione di incertezza prolungata significa compromettere non solo la stabilità degli operatori, ma anche la competitività del Paese.

L'URGENZA DEGLI STRUMENTI ATTUATIVI

Per questo motivo è necessario un cambio di passo. La riforma deve essere completata con urgenza attraverso l'adozione degli strumenti attuativi previsti dalla normativa: il bando-tipo nazionale, i criteri uniformi di valutazione e i parametri per la determinazione degli indennizzi. In assenza di questo passaggio, il rischio è che la transizione si traduca in una nuova fase di stallo, in cui l'incertezza finisce per svolgere la stessa funzione delle vecchie proroghe: rinviare, di fatto, il cambiamento. La sfida non è più normativa, ma amministrativa. Ed è su questo terreno che si misura la credibilità della riforma. Il CNI sta seguendo con attenzione la questione legata alla Direttiva 2006/123/CE, grazie anche al contributo del gruppo di lavoro Bolkestein che coordina, composto da: Andrea Bassi, Ferruccio Reali, Filippo Fedele, Franca Briano, Giampaolo Arranzano, Erik Parpaglione, Francesca Domeneghetti, Renato Morsiani e Paolo Stefanelli.

* CONSIGLIERE DEL CNI

DURABILITÀ

Durabilità del calcestruzzo in ambienti solfatici: il ruolo del self-healing

Mitigazione dell'attacco dei solfati nel calcestruzzo mediante l'utilizzo di agenti a base batterica o cristallina per la promozione del "Self-Healing"

Il degrado del calcestruzzo in ambienti aggressivi rappresenta una delle principali cause di perdita di durabilità delle infrastrutture. Tra i diversi meccanismi di deterioramento, l'attacco solfatico esterno è particolarmente rilevante nelle strutture esposte a terreni o acque contenenti elevate concentrazioni di solfati. Questo fenomeno si manifesta principalmente attraverso la formazione di prodotti espansivi, quali ettringite secondaria e gesso, generati dalla reazione tra gli ioni solfato penetrati nella matrice cementizia e le fasi idrate del cemento. La formazione di tali composti provoca espansioni volumetriche, microfessurazione progressiva e, nel lungo periodo, perdita di integrità meccanica. Parallelamente, negli ultimi anni si è sviluppata un'intensa attività di ricerca sul calcestruzzo autoriparante (*self-healing concrete*), con l'obiettivo di migliorare la durabilità delle strutture attraverso la chiusura autogena delle fessure e il ripristino parziale o totale delle proprietà di impermeabilità. Diverse strategie di *self-healing* sono state proposte, tra cui l'utilizzo di batteri in grado di indurre la precipitazione di carbonato di calcio e l'impiego di additivi cristallini idrofili capaci di generare prodotti insolubili all'interno della porosità residua. Nonostante l'efficacia dimostrata nel favorire la chiusura delle fessure e nel ridurre la permeabilità del materiale, rimane ancora limitata la conoscenza riguardo al comportamento a lungo termine di questi sistemi in ambienti aggressivi ricchi di solfati. In particolare, la presenza di elevate quantità di calce libera associata ad alcuni sistemi di *self-healing* potrebbe favorire la formazione di prodotti espansivi, influenzando negativamente la durabilità del materiale. Alla luce di queste considerazioni, lo studio analizza il comportamento di calcestruzzi contenenti due differenti sistemi di autoriparazione: da un lato un agente batterico (BAS), basato sulla precipitazione

biologica di carbonato di calcio, e dall'altro un additivo cristallino (CA), in grado di generare strutture cristalline insolubili all'interno della matrice. Le prestazioni di questi sistemi sono state confrontate con quelle di un calcestruzzo di riferimento (REF) privo di agenti di guarigione. L'obiettivo principale è valutare come la presenza di tali additivi influenzi la resistenza all'attacco solfatico esterno, considerando sia campioni fessurati sia campioni integri e distinguendo tra campioni precedentemente sottoposti a processo di guarigione e campioni direttamente esposti all'ambiente aggressivo.

MATERIALI E METODOLOGIA SPERIMENTALE

Lo studio è stato condotto utilizzando tre differenti miscele di calcestruzzo: la miscela di riferimento (REF), priva di agenti di autoriparazione, la miscela BAS, contenente un agente di *self-healing* basato su batteri, e la miscela CA, caratterizzata dalla presenza di un additivo cristallino commerciale di riferimento nel mercato. Le miscele sono state progettate con lo stesso rapporto acqua/cemento, in modo da garantire condizioni iniziali comparabili in termini di porosità e permeabilità. Tale scelta sperimentale ha permesso di isolare l'effetto degli agenti di guarigione evitando interferenze legate alla composizione della matrice cementizia. I campioni sono stati preparati sotto forma di cubetti e travetti e successivamente sottoposti a fessurazione controllata; sono state considerate due larghezze di fessura target, pari a circa 100 µm e 300 µm, con valori medi misurati rispettivamente di circa 94 µm e 266 µm.

REGIMI DI PRE-CONDIZIONAMENTO

Per valutare l'effetto del processo di *self-healing*, i campioni sono stati suddivisi in due gruppi: i campioni guariti (*healed*), sottoposti per tre mesi a cicli settimanali di bagnatura e asciugatura al fine di favorire l'attivazione dei meccanismi di autoriparazione, e i campioni non guariti

(*unhealed*), esposti direttamente all'ambiente aggressivo senza alcun trattamento preliminare.

SIMULAZIONE DELL'ATTACCO SOLFATICO

Successivamente, tutti i campioni sono stati immersi in una soluzione di solfato di sodio (Na_2SO_4) con concentrazione pari a 50 g/L per un periodo massimo di 18 mesi. Questa condizione è stata scelta per simulare un attacco solfatico esterno in condizioni accelerate. Durante l'esposizione sono state effettuate diverse misure per valutare la degradazione del materiale, includendo le variazioni dimensionali e l'espansione, le variazioni di massa, la resistenza a compressione, l'analisi visiva del degrado e l'analisi microstrutturale.

TECNICHE DI CARATTERIZZAZIONE

Per investigare i meccanismi di degrado sono state impiegate diverse tecniche microstrutturali, tra cui osservazioni su sezioni sottili mediante microscopia fluorescente, analisi tramite microscopia elettronica a scansione (SEM) con spettroscopia EDX e prove di analisi termogravimetrica (TGA). Queste metodologie hanno consentito di identificare i prodotti di reazione formati durante l'attacco solfatico e di valutare la propagazione del danno all'interno della matrice cementizia.

EVOLUZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE

In condizioni di immersione in acqua non aggressiva, tutti i sistemi hanno mostrato un progressivo aumento della resistenza a compressione nel tempo. Tale comportamento è attribuibile al proseguimento dell'idratazione del cemento e alla densificazione progressiva della microstruttura. Quando i campioni sono stati esposti alla soluzione contenente solfati, è stato osservato un comportamento differente. Dopo un iniziale incremento della resistenza, si è verificata una progressiva diminuzione delle proprietà meccaniche, correlata alla formazione di prodotti espansivi e

alla conseguente degradazione della matrice. Tra i sistemi analizzati, il calcestruzzo contenente additivo cristallino (CA) ha mostrato la migliore resistenza all'attacco solfatico, mantenendo valori di resistenza più elevati anche dopo lunghi periodi di esposizione.

Al contrario, il sistema BAS ha evidenziato una significativa perdita di prestazioni nel lungo periodo. In alcuni casi, i campioni guariti contenenti BAS sono risultati non più testabili dopo 18 mesi a causa della completa disintegrazione.

ESPANSIONE E VARIAZIONI DIMENSIONALI

Le misure di espansione hanno evidenziato differenze significative tra i tre sistemi. Il sistema BAS ha mostrato le espansioni più elevate, attribuite alla formazione di ettringite e gesso. Questo comportamento è legato alla maggiore disponibilità di calcio introdotta dall'agente di guarigione batterico, che favorisce le reazioni con gli ioni solfato. Nel caso del sistema CA, le espansioni sono risultate molto più contenute, indicando una maggiore resistenza al degrado chimico.

La presenza di fessure ha inoltre influenzato significativamente il comportamento dei campioni. Nei campioni fessurati, gli ioni solfato possono penetrare più facilmente nella matrice cementizia, accelerando i processi di deterioramento.

VARIAZIONI DI MASSA

Le misure di variazione di massa hanno fornito ulteriori indicazioni sui fenomeni di degradazione. I campioni esposti alla soluzione di solfato hanno mostrato un incremento di massa significativamente maggiore rispetto ai campioni immersi in acqua. Questo fenomeno è attribuibile all'accumulo di prodotti di reazione all'interno della matrice. Tra le diverse miscele, il sistema CA ha mostrato la variazione di massa più contenuta e stabile nel tempo, mentre il sistema BAS ha evidenziato gli incrementi più elevati e una maggiore variabilità dei risultati. In alcuni campioni BAS è stata osservata una successiva riduzione della massa, causata dal distacco di materiale superficiale in seguito alla perdita di coesione della matrice.

OSSERVAZIONI VISIVE E ANALISI MICROSTRUTTURALI

L'ispezione visiva dei campioni dopo lunghi periodi di esposizione ha evidenziato diversi fenomeni di degrado, tra cui la formazione di fessure radiali, il rigonfiamento degli spigoli, il distacco di materiale superficiale e la deposizione di sali cristallizzati. Questi fenomeni sono risultati particolarmente pronunciati nei campioni contenenti BAS.

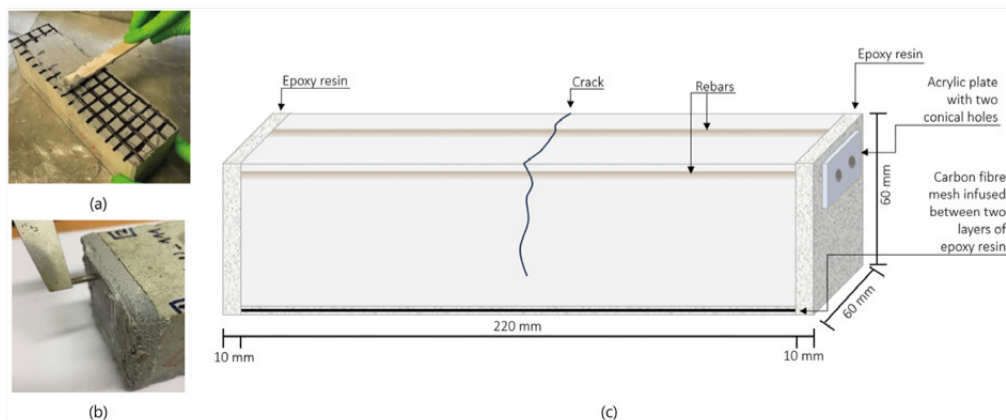
Le analisi delle sezioni sottili hanno mostrato che, nei sistemi REF e CA, il danno è prevalentemente limitato agli strati superficiali del materiale, con profondità di degradazione generalmente inferiori a pochi millimetri. Nel sistema BAS, invece, il danno si propaga più rapidamente verso l'interno del materiale attraverso microfessure generate dalle reazioni espansive. Le analisi SEM-EDX hanno identificato diversi prodotti di reazione associati all'attacco solfatico, tra cui gesso, ettringite secondaria e carbonato di calcio. Nei campioni BAS è stata inoltre osservata una significativa decalcificazione del gel C-S-H, fenomeno che contribuisce alla perdita di coesione della matrice cementizia.

DISCUSSIONE DEI MECCANISMI DI DEGRADO E GUARIGIONE

Nel calcestruzzo di riferimento, la guarigione delle fessure è principalmente dovuta alla precipitazione di carbonato di calcio, generata dalla dissoluzione degli ioni calcio nella soluzione dei pori e dalla successiva carbonatazione. Nel sistema BAS, la maggiore disponibilità di calcio favorisce la formazione di uno strato più spesso di carbonato di calcio sulle pareti delle fessure, migliorando inizialmente l'efficienza del processo di autoriparazione. Tuttavia, in presenza di solfati, gli ioni calcio possono reagire con gli ioni solfato formando gesso ed ettringite. Queste reazioni producono composti con volume molare elevato, generando espansioni interne e microfessurazioni. Nel caso del sistema CA, il meccanismo di funzionamento è differente. L'additivo cristallino promuove la formazione di strutture cristalline insolubili e *layered double hydroxides*, che riempiono pori e capillari della matrice cementizia. Questo processo riduce significativamente la permeabilità del materiale, limitando la penetrazione degli ioni aggressivi e rallentando i processi di deterioramento.

IMPLICAZIONI PER LA DURABILITÀ

I risultati dimostrano che la sola capacità di autoriparazione delle fessure non è sufficiente a garantire una maggiore durabilità del materiale in ambienti aggressivi. In particolare, i sistemi basati su batteri possono introdurre quantità elevate di calcio nella matrice cementizia, favorendo la formazione di prodotti espansivi in presenza di solfati. Al contrario, i sistemi basati su additivi cristallini agiscono principalmente attraverso il controllo dei processi di trasporto, riducendo la permeabilità e limitando l'ingresso degli agenti aggressivi. Pertanto, la scelta della strategia di *self-healing* deve essere attentamente valutata in funzione delle condizioni ambientali a cui la struttura sarà esposta.



Preparazione del campione per l'attacco dei solfati (a) rinforzo posizionato tra due strati di resina epossidica sul lato opposto della superficie della fessura, (b) calibro inserito in un foro della lastra acrilica utilizzata per le misurazioni dell'espansione e (c) rappresentazione schematica della preparazione del campione per l'attacco dei solfati

PENETRON
TOTAL CONCRETE PROTECTION

Via Italia 2/B
10093 Collegno (TO)
Tel. +39 0117740744
www.penetron.it |
info@penetron.it



Cloud “certificato”, ma non sovrano

L'Europa tra sicurezza tecnica e controllo dei dati: chi ha davvero potere sui dati europei quando il fornitore è soggetto anche a leggi extra-UE?



DI GENNARO ANNUNZIATA*

Il cloud non è più una semplice scelta tecnologica, ma è l'infrastruttura su cui poggiano economia digitale, pubblica amministrazione e filiere industriali strategiche. Proprio per questo, l'Unione europea è davanti a un bivio: trasformare la certificazione dei servizi cloud in una leva di autonomia oppure ridurla a un mero attestato di conformità tecnica, senza risolvere la questione più sensibile, cioè chi detiene davvero potere su dati e servizi.

FORTE SULLA SICUREZZA, DEBOLE SULLA SOVRANITÀ

La Commissione europea ha avviato una revisione del quadro normativo per rafforzare la cybersicurezza dell'UE, che, tra l'altro, ridisegna l'approccio alla certificazione dei servizi cloud. La proposta punta soprattutto su requisiti di sicurezza tecnica e operativa (processi, misure, continuità di servizio, controlli), ma evita di farne uno strumento capace di valutare anche l'indipendenza giuridica del fornitore rispetto a normative extraterritoriali. Ne consegue che un provider può risultare “certificabile” pur essendo esposto a obblighi legali imposti da Stati terzi.

L'obiettivo dichiarato è pragmatico: superare anni di attriti tra Stati membri e rendere più rapido l'uso di schemi armonizzati, favorendo l'adozione del cloud nel mercato unico. Questo approccio lascia però ir-

risolto il problema cruciale: chi può imporre accessi, limitazioni o condizioni sui dati e sui servizi ospitati?

IL COMPROMESSO POLITICO CHE NEUTRALIZZA IL TEMA DELLA GIURISDIZIONE

Il punto di frattura è stato proprio l'inserimento di criteri legati alla sovranità. Alcuni Paesi hanno spinto per riconoscere esplicitamente il rischio connesso all'assoggettamento a leggi esterne; altri hanno temuto che vincoli troppo stringenti potessero essere interpretati come protezionismo, con conseguenti frizioni commerciali. Il compromesso ha prodotto un'impostazione “neutra”: niente riferimenti alla nazionalità dei provider e nessun criterio esplicito sulla loro esposizione a normative straniere.

L'EFFETTO SUL MERCATO: CERTIFICAZIONE SÌ, AUTONOMIA NO

Con uno schema impostato in questo modo, i grandi attori globali, già dominanti, possono ottenere certificazioni focalizzate sull'affidabilità operativa senza affrontare il tema della giurisdizione. In questo modo la certificazione può innalzare e uniformare standard di sicurezza e qualità, ma non costituisce una barriera reale contro l'influenza legale di Paesi terzi sui dati. E non parliamo di un problema astratto. Ci sono stati già casi in cui grandi fornitori hanno limitato o modulato l'accesso a servizi cloud per clienti istituzionali coinvolti in conte-

sti geopoliticamente sensibili, mostrando come infrastrutture digitali private possano trasformarsi, di fatto, in strumenti di influenza.

QUANDO UN DISSERVIZIO DIVENTA UN PROBLEMA NAZIONALE

Accanto al profilo geopolitico, esiste un'altra criticità trasversale: l'affidabilità sistemica. Blackout e disservizi delle grandi piattaforme, cloud e infrastrutture di *delivery* incluse, possono generare effetti a cascata su servizi pubblici, banche, media, trasporti e sanità. Non sono più incidenti isolati, ma eventi potenzialmente in grado di compromettere la continuità operativa di un Paese.

RIDURRE DIPENDENZE E COSTRUIRE ALTERNATIVE

Consapevoli della fragilità di questo modello, diversi governi e grandi organizzazioni europee stanno cercando strade alternative o correttivi strutturali. In quest'ottica si sta valutando il ricorso a strumenti di collaborazione e videoconferenza alternativi, anche alla luce di esigenze di sicurezza nazionale. Parallelamente, si stanno adottando o sperimentando soluzioni di cloud “sovrano” per gli ambiti più sensibili e per i settori industriali strategici, mentre prendono forma percorsi di migrazione verso sistemi Linux e suite d'ufficio open source, con pianificazioni di medio-lungo periodo. C'è, inoltre, la volontà di ridurre la dipendenza da specifiche suite proprietarie, privilegiando alternative più aperte, e di estendere

l'adozione dell'open source in contesti pubblici e, in alcuni casi, anche militari. Fuori dall'Europa, la spinta tende a essere ancora più marcata: in presenza di sanzioni o tensioni internazionali, alcuni Paesi stanno accelerando verso software domestico o open source e verso filiere tecnologiche nazionali.

L'EQUIVOCO DEL “CLOUD SOVRANO”: NON BASTA LA GEOGRAFIA

Il fraintendimento più comune a proposito del cloud è pensare che sia sufficiente “tenere i dati in Europa”. In realtà, molte iniziative definite “sovrane” si limitano a una localizzazione fisica, continuando però a dipendere da *stack* e servizi controllati da *vendor* extraeuropei. In realtà il punto non è solo dove risiedono i dati, ma chi controlla la tecnologia che li gestisce: *hypervisor*, sistemi, piattaforme di gestione, servizi *core*. A questo si aggiunge il livello giuridico: normative di Paesi terzi possono introdurre obblighi che incidono sulla disponibilità, sull'accesso o sulla governance dei dati anche quando questi sono ospitati nei data center europei. Per questo, la sovranità digitale non può essere ridotta a una mera questione geografica: senza controllo tecnologico e giuridico dell'intera filiera, resta più una promessa che una garanzia.

LA STRADA ESISTE, L'OSTACOLO NON È TECNICO

Se l'obiettivo è costruire un cloud realmente governabile in Europa,

l'ecosistema tecnologico necessario è disponibile: molte componenti chiave sono *open source*, verificabili, adattabili e più trasparenti. In Europa esistono già iniziative orientate a un cloud sovrano basato su tecnologie aperte e interoperabili, con attenzione a governance, certificazioni e riduzione delle dipendenze. Sul piano architettonico, l'approccio si fonda su containerizzazione e orchestrazione, piattaforme cloud open, object storage, distribuzioni Linux e virtualizzazione. I principali blocchi, quindi, non sono tecnici ma politici ed economici: inerzia, interessi consolidati, pressioni di mercato e scarsa propensione a investire in alternative domestiche.

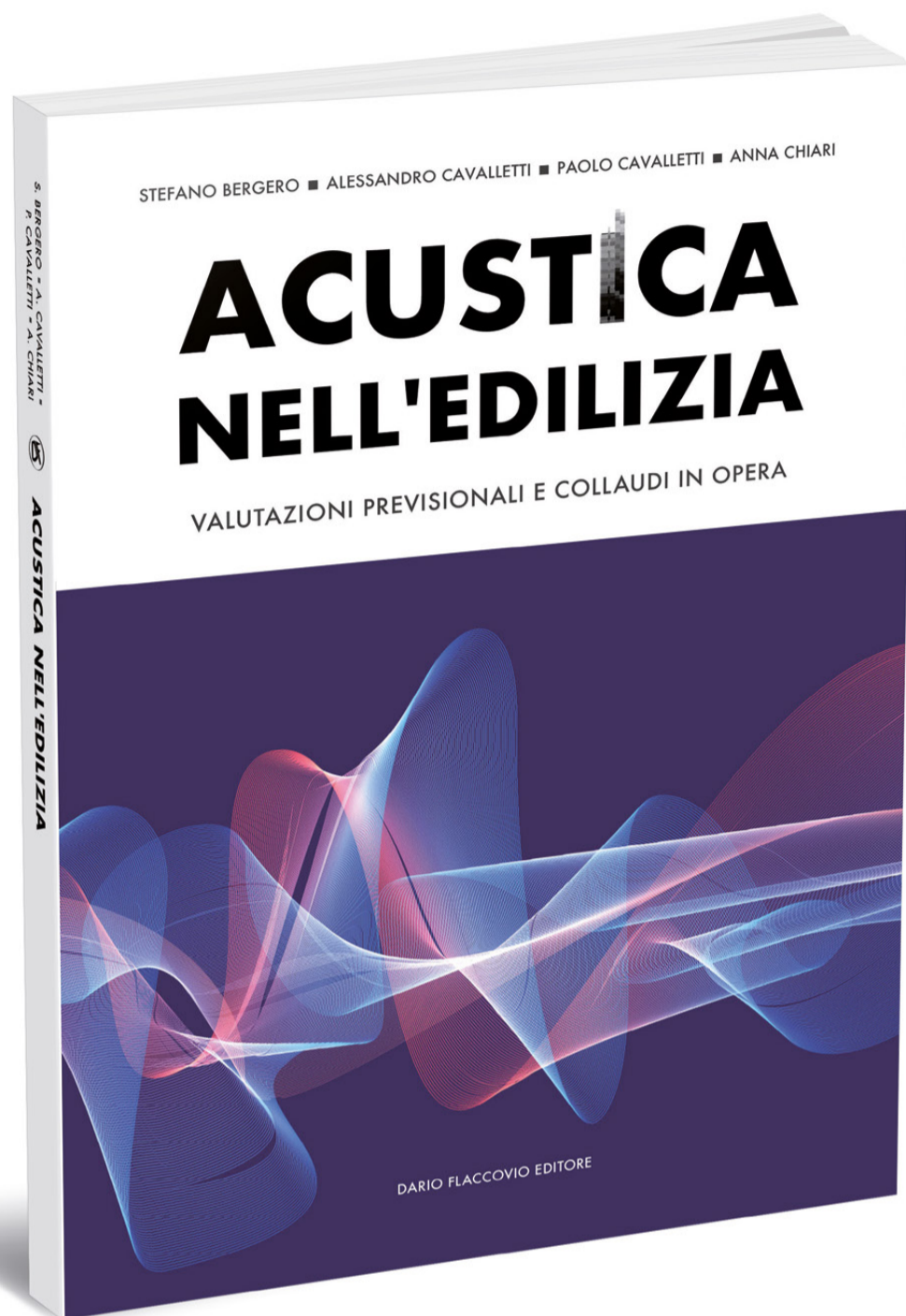
LA CERTIFICAZIONE È UTILE, MA NON SOSTITUISCE LA GOVERNANCE

La domanda decisiva non è se una certificazione tecnica sia utile (lo è) ma se possa sostituire una strategia di governance. Se la certificazione non affronta anche chi può esercitare potere sui dati e sui servizi, direttamente o indirettamente, l'autonomia rimane parziale. Nell'attuale contesto geopolitico questa parzialità smette di essere un dettaglio e diventa una forte vulnerabilità. Per trasformare davvero la certificazione in uno strumento di autonomia servono infrastrutture, software e regole progettati e governati in Europa, con coerenza lungo tutta la filiera.

*COORDINATORE C3I

Dario Flaccovio Editore

Le novità
in libreria



S. Bergero
A. Cavalletti
P. Cavalletti
A. Chiari

ACUSTICA NELL'EDILIZIA

VALUTAZIONI PREVISIONALI
E COLLAUDI IN OPERA

www.darioflaccovio.it

Questo volume affronta il tema dell'acustica nell'edilizia con particolare attenzione alla valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi e al relativo collaudo in opera, nel rispetto del DPCM 05/12/1997 e secondo i criteri di classificazione acustica delle unità immobiliari stabiliti dalla norma UNI 11367. L'obiettivo è offrire una visione chiara e aggiornata dell'attuale quadro legislativo e normativo, presentando in modo sintetico ma rigoroso le principali procedure di calcolo e di misura, insieme alle basi teoriche indispensabili per orientarsi nella materia. Il testo include anche esempi applicativi, sia di previsione progettuale sia di misure in opera, relativi a edifici residenziali e terziari. Pensato principalmente per i Tecnici Competenti in Acustica, il volume si rivolge anche ai professionisti del settore edilizio che, pur non specializzati, desiderano comprendere e gestire correttamente gli aspetti acustici nella progettazione, realizzazione e collaudo degli edifici. Un supporto completo e pratico per chi cerca solidi riferimenti normativi e strumenti operativi affidabili.



Dario Flaccovio Editore





NETWORK GIOVANI

Tra memoria e innovazione

Dal 27 al 29 marzo, il capoluogo abruzzese ha ospitato l'Assemblea del Network Giovani Ingegneri. Un ponte generazionale che unisce la resilienza del passato alle sfide tecnologiche del futuro

DI GAIA GANDIONE*

Il cuore dell'ingegneria italiana ha battuto forte, dal 27 al 29 marzo, tra le piazze e i cantieri dell'Aquila. In un momento di straordinaria rilevanza per il capoluogo abruzzese, insignito del titolo di Capitale Italiana della Cultura 2026, l'Ordine degli Ingegneri della Provincia dell'Aquila ha avuto l'onore di accogliere la riunione in presenza dei delegati del Network Giovani Ingegneri (NGI) del CNI. Tre giorni in cui il talento, l'entusiasmo e la visione prospettica dei giovani delegati provenienti da tutta Italia si sono fusi con la storia millenaria di una città che, dopo il sisma del 2009, ha saputo scrivere una pagina di rinascita senza eguali, trasformando la ferita in un nuovo capitolo di sviluppo sociale e culturale.

"DAL MAMMUT ALLO SPAZIO"

Il convegno di apertura dal titolo "L'Aquila 2026, dal mammut allo spazio. L'ingegno per lo sviluppo del territorio", non è stata una semplice conferenza, ma un percorso multidisciplinare che ha collegato ingegneria, sociologia e architettura, analizzando come il genio umano possa modellare - e talvolta ricostruire - il destino di una comunità. A fare gli onori di casa, il Presidente dell'Ordine provinciale **Pierluigi De Amicis** e la Consigliera delegata al Network, **Arianna Tanfoni**, che hanno promosso con determinazione la candidatura dell'Aquila come sede ospitante, ottenendo il convinto sostegno del gruppo giovani del Network e del CNI. "Volevamo mostrare ai colleghi d'Italia non solo una città ri-



costruita, ma una città che pensa al futuro", ha sottolineato Tanfoni, che durante la sessione ha presentato al pubblico i delegati, rendendo tangibile la forza della rete che, settimana dopo settimana, riunione dopo riunione, anima il dibattito professionale su base nazionale. Il parterre dei relatori ha offerto una sintesi perfetta della complessità aquilana. Dall'analisi della dimensione psicologica post-sisma a cura di **Daniilo Bontempo** (Ordine degli Psicologi), si è passati allo spessore storico e artistico con gli interventi dei docenti **Alfonso Forgione**, **Mario Centofanti** e **Fabio Andreassi**, che hanno ripercorso l'identità cittadina: dai castelli fondatori al-

la sapienza del disegno urbano legato alla Perdonanza Celestiniana. A chiudere il cerchio, lo sguardo rivolto all'infinito con **Alberto Cella De Dan** (Thales Alenia Space), che ha illustrato come l'innovazione tecnologica satellitare stia rendendo L'Aquila un hub di riferimento per i nuovi orizzonti dell'umanità.

FARE RETE PER CRESCERE

La presenza dei vertici nazionali, tra cui il Vicepresidente del CNI **Elio Masciovecchio**, dei Consiglieri con delega al Network **Irene Sassetti** e **Domenico Condelli**, ha confermato quanto la valorizzazione della categoria giovane sia un asset strategico per il CNI. Il Network Giovani non

è solo un organo consultivo, ma un laboratorio di idee dove l'ingegneria viene declinata in tutte le sfere della società. La "connessione visiva" creata tra i delegati saliti sul palco e gli iscritti all'Ordine aquilano ha sancito il successo del modello Network Giovani Ingegneri: uno spazio in cui l'esperienza trasmessa incontra l'energia dei giovani, creando un'alchimia fondamentale per il progresso professionale e collettivo.

OLTRE LA PROFESSIONE: L'ANIMA DI UNA CITTÀ

L'evento ha saputo andare oltre l'aula convegni. Il sabato pomeriggio, l'Ordine ha guidato i partecipanti in un'esperienza immersiva

nel centro storico. La visita è culminata in Piazza Palazzo, davanti a Palazzo Margherita, sede del Comune e cuore pulsante della Perdonanza. Qui, la narrazione storica della guida **Andrea Spacca** è stata magicamente interrotta dal suono ancestrale dei tamburi: l'ingresso a sorpresa del gruppo storico degli Sbandieratori Città di L'Aquila ha trasformato il momento in una celebrazione identitaria. I giovani ingegneri non sono stati semplici spettatori: coinvolti nell'arte del maneggio della bandiera, hanno vissuto sulla propria pelle l'orgoglio di una terra che ha saputo guardare oltre la catastrofe. L'Assemblea dell'Aquila ha lasciato un segno profondo. Ha dimostrato che l'ingegnere del domani non è soltanto colui che calcola o progetta, ma colui che comprende il valore sociale del proprio operato. In vista della prossima plenaria a Venezia, in occasione della Giornata dell'Innovazione e dei festeggiamenti per il Centenario dell'Ordine Ingegneri di Venezia, l'impegno del Network Giovani si conferma più che mai centrale: il ruolo dell'ingegneria nello sviluppo dei territori passa inevitabilmente dalla capacità di fare sistema, di onorare la storia e di saper interpretare le sfide tecnologiche con la sensibilità di chi vuole costruire non solo strutture, ma futuro. L'Aquila, in questo senso, ha dato la lezione migliore possibile.

*DELEGATA NETWORK GIOVANI E DEL GRUPPO DI LAVORO RIGENERAZIONE URBANA DEL CNI

Si ringrazia il Consiglio dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia dell'Aquila per la preziosa organizzazione e l'ospitalità offerta a tutti i delegati.





www.build.it

Il testo è una guida agile alla lettura delle modifiche al Codice dei contratti pubblici introdotte sia dal Decreto Correttivo sia dal Decreto Infrastrutture: uno strumento operativo a supporto sia delle figure professionali delle stazioni appaltanti – Responsabile Unico di Progetto, Responsabile del Procedimento, Direttore dei Lavori, Direttore dell'Esecuzione del Contratto – sia dei responsabili delle imprese coinvolte nella fase di progettazione ed esecuzione dei contratti.

Sono esaminate le norme che maggiormente risultano modificate e/o integrate dai menzionati interventi normativi, avendo riguardo alle prime indicazioni fornite dal MIT e dall'ANAC, oltre che dalle più recenti pronunce della giurisprudenza in materia.

Tra gli istituti commentati, si segnalano:

- CCNL: individuazione di quello applicabile, verifica dell'equivalenza del CCNL alternativo;
- equo compenso;
- incentivi alle funzioni tecniche;
- revisione dei prezzi: l'alea, l'indice sintetico revisionale nei lavori e nei contratti misti, nei subappalti, nelle varianti in corso d'opera, negli accordi quadro, nell'appalto integrato;
- consorzi stabili e "cumulo alla rinfusa";
- subappalto: quota riservata alle PMI, revisione dei prezzi, subappalto a "cascata", CEL;
- modifiche ai contratti in corso di esecuzione: varianti, modifiche "sostanziali" ed errore progettuale;
- Collegio Consultivo Tecnico: pareri e determinazioni obbligatorie, determinazioni facoltative, assunzione delle decisioni, funzionamento e compensi.

Codice delle Costruzioni: le osservazioni del CNI

Il CNI esprime sostegno al disegno di legge delega, evidenziandone l'impianto generale, ma richiamando la necessità di intervenire su alcune criticità

“ Il vigente Testo Unico dell'Edilizia è più che maggiore avendo raggiunto i cinque lustri. In questo arco di tempo è stato oggetto di numerosi interventi di modifica puntuali, ma oggi non basta più una revisione: serve un Codice integralmente nuovo possibilmente di natura legislativa e non regolamentare come il DPR, che dia al Paese una cassetta degli attrezzi all'altezza degli obiettivi di rigenerazione urbana, sostenibilità ambientale, contenimento del consumo di suolo e sicurezza del patrimonio costruito che l'Europa e l'Agenda 2030 ci chiedono”. Così si è espresso **Angelo Domenico Perrini**, Presidente

del CNI in occasione della partecipazione al convegno “Il progetto di nuovo Codice delle Costruzioni” tenutosi presso la Camera dei Deputati. Perrini ha definito utile il disegno di legge delega attualmente in discussione, ricordando il contributo del CNI alla consultazione avviata dal MIT insieme ai Consigli Nazionali degli Architetti e dei Geometri. Le proposte, elaborate dal Gruppo di Lavoro sulle normative edilizie e urbanistiche, hanno riguardato in particolare responsabilità professionale, fascicolo digitale del fabbricato e norme tecniche per le costruzioni, tutte recepite nella legge delega. L'impostazione della riforma, a giudizio del CNI, è quella giusta: sosti-

tuazione e abrogazione delle norme vigenti, non ennesima stratificazione. Tuttavia, il Presidente Perrini ha tenuto a sottolineare anche alcune criticità che per il CNI vanno corrette. La prima riguarda lo stato legittimo degli immobili. La legge delega prevede che sia il professionista ad asseverare i titoli pregressi, con responsabilità anche penale. Questo meccanismo risulta squilibrato: la conoscenza della storia edilizia di un immobile compete in primo luogo al proprietario, mentre si chiede al tecnico di garantire la legittimità di atti e provvedimenti storici sui quali non ha avuto alcun controllo. La seconda criticità riguarda la doppia conformità. Per le lievi difformità

il principio del suo superamento va nella giusta direzione. Ma per le costruzioni in zona sismica permane l'obbligo di conformità alle norme tecniche vigenti sia al momento della realizzazione sia a quello del rilascio del titolo in sanatoria. Questo doppio vincolo rischia di rendere la sanatoria impraticabile per un numero molto ampio di immobili, vanificando nella pratica lo sforzo di semplificazione ed anche di messa in sicurezza del patrimonio esistente. La terza criticità riguarda il rapporto con la pianificazione urbanistica. La legge delega sembra ammettere interventi di natura urbanistica in assenza di strumento attuativo e consente cambi di de-

stinazione d'uso in deroga alla pianificazione. Questo approccio preoccupa il CNI: il governo del territorio richiede una visione organica degli interventi. Senza un progetto urbanistico d'insieme, si rischia la frammentazione e l'incoerenza. Serve una riforma della legge urbanistica nazionale, incentrata non più sull'espansione ma sulla rigenerazione, sulla prossimità dei servizi, sulla sostenibilità e sull'inclusione sociale. “La legge delega è un punto di partenza – ha concluso Perrini – e la qualità della riforma dipenderà dai decreti attuativi. È necessario un coinvolgimento strutturato delle professioni tecniche e il CNI è pronto a contribuire con spirito costruttivo”.

OPERE PUBBLICHE |

ANCE e CNI alleate per rafforzare il project financing

Le Giornate Nazionali dell'Ingegneria Economica hanno rilanciato il confronto sul ruolo del PPP nello sviluppo delle opere pubbliche.

Si è tenuta a Roma, il 24 e 25 marzo 2026, la terza edizione delle **Giornate Nazionali dell'Ingegneria Economica**, appuntamento promosso dal Consiglio Nazionale degli Ingegneri in collaborazione con ANCE (Associazione Nazionale Costruttori Edili). L'evento si è configurato come principale tavolo di confronto tecnico-politico per la ridefinizione delle strategie di investimento e della gestione dei costi, con particolare attenzione alle operazioni di *project financing*.

L'edizione di quest'anno ha assunto un rilievo istituzionale ancora più marcato grazie alla partecipazione del Sottosegretario di Stato con delega al DIPE **Alessandro Morelli**, a conferma della centralità della programmazione economica nel rilancio del sistema Paese. Nel corso delle due giornate si è discusso di management per la valorizzazione dei patrimoni, tecnologie e strumenti a supporto della gestione e partenariato pubblico-privato. L'ingegneria economica è stata al centro del dibattito come disciplina capace di

integrare tecnica ed economia, offrendo strumenti per scelte strategiche e per la realizzazione di progetti complessi. Ampio spazio è stato dedicato al Partenariato Pubblico-Privato (PPP), interpretato non solo come strumento finanziario ma come visione strategica. Sono state inoltre presentate elaborazioni del Centro Studi CNI sul project financing, che nel 2025 ha registrato 157 bandi per un valore complessivo di 4,8 miliardi di euro. Il Presidente del CNI, **Angelo Domenico Perrini**, ha sottolineato come il PPP rappresenti uno

strumento per costruire alleanze in grado di ottimizzare le risorse e garantire opere sostenibili e funzionali nel lungo periodo. Particolare attenzione è stata dedicata anche al tema dei dati e del monitoraggio delle opere, oltre che alla questione del diritto di prelazione nel project financing. I coordinatori dell'evento, **Ippolita Chiarolini** e **Massimo Angelo Deldossi**, hanno evidenziato la necessità di un intervento legislativo per garantire certezza delle regole e non rallentare la diffusione del partenariato pubblico-privato.



CELEBRAZIONI |

Acustica e innovazione nel ricordo di Angelo Farina

Il convegno “Il Suono delle Idee” ha reso omaggio al Prof. Angelo Farina, valorizzandone l'eredità scientifica e il ruolo nello sviluppo della disciplina

Angelo Farina è stato un ingegnere che ha dedicato la sua vita all'acustica, esplorando le dimensioni scientifiche del suono, dagli studi sulla propagazione acustica agli ambienti confinati o aperti, dalle misurazioni avanzate alle simulazioni e “auralizzazioni” di spazi architettonici, con l'obiettivo di rendere l'acustica davvero accessibile e vivibile. Ha contribuito in modo determinante allo sviluppo di strumenti e software, che hanno permesso di misurare, simulare e riprodurre spazi acustici con un livello di precisione e realismo prima impensabile. Non

solo un ricercatore, ma anche un docente appassionato e un mentore attento, capace di ispirare generazioni di studenti e giovani ricercatori. La sua capacità di trasformare un'intuizione, un'idea, in un progetto concreto, in una nuova conoscenza, è stato il suo tratto distintivo. A questa importante figura il CNI, unitamente al Gruppo di Lavoro Acustica del CNI e all'Ordine degli Ingegneri di Parma, ha dedicato il convegno “Il Suono delle Idee – Tributo al Prof. Ing. Angelo Farina”, svoltosi il 20 marzo 2026 a Parma, presso la Casa della Musica. L'iniziativa è stata un momento di approfon-

dimento tecnico e culturale su temi di grande attualità, con il coinvolgimento di autorevoli rappresentanti del mondo accademico e delle principali associazioni scientifiche di settore. Un'occasione per

riflettere su quello che il suono, inteso come fisica, come arte, come spazio di vita e di cultura, può ancora regalarci pensando all'acustica del futuro. Nel corso dell'evento **Remo Giulio Vaudano**, Vicepre-

sidente del CNI, ha illustrato l'attività del Gruppo di Lavoro Acustica del CNI, con particolare riferimento alle proposte di revisione del D.P.C.M. 05/12/1997 sui requisiti acustici passivi degli edifici, fino alla richiesta di coinvolgimento nel Tavolo Tecnico Nazionale sull'inquinamento acustico presso il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, nonché al tema della definizione di parametri tariffari specifici per le attività professionali in ambito acustico. Infine, è stato presentato il documento sulle linee guida per l'attività dell'ingegnere in materia di acustica forense.



DAL CNI | CONVEGNI |

Un presidio tecnico per gestire la digitalizzazione della PA dopo il PNRR

Servono le competenze degli ingegneri per far sì che le opere e i progetti realizzati vengano governati, rendendo produttivo l'investimento fatto

La Missione 1 Componente 1 del PNRR, dedicata alla digitalizzazione, all'innovazione e alla sicurezza nella Pubblica Amministrazione, ha mobilitato risorse per circa 6,14 miliardi di euro, a cui si aggiungono ulteriori 600 milioni di euro del Fondo Complementare al PNRR. Lo scorso 31 marzo è scaduto il termine per il completamento dei progetti. Ultimato questo enorme lavoro, ora è necessario gestire quanto è stato realizzato, facendo in modo che l'investimento risulti alla fine produttivo. È stato questo il tema al centro del convegno "La digitalizzazione della PA dopo il PNRR" organizzato dal CNI e tenutosi il 22 aprile a Roma. Nel corso dell'intervento che ha dato il via ai lavori, **Carla Capiello**, Vicepresidente Vicario del CNI e promotrice dell'iniziativa, ha citato alcuni dati significativi. Per quanto riguarda infrastrutture e sicurezza, il 90% dei Comuni ha aderito agli avvisi PNRR per la migrazione al cloud; il 70% ha avviato la dismissione dei server fisici, ma solo il 23% l'ha completata; il 68% ha completato la migrazione al cloud; il 50% dispone di un sistema di disaster recovery e un ulteriore 18% lo sta sviluppando; l'82% effettua backup in cloud o in modalità mista; l'80% dichiara di non aver subito attacchi informatici dal 2023. Sul fronte della digitalizzazione amministrativa, il 75% dei Comuni ha informatizzato deliberazioni e determinazioni; il 91% scambia documenti tramite PEC o pro-

collo informatico, ma solo il 29% ha abbandonato completamente il cartaceo; la consultazione condivisa del fascicolo digitale riguarda appena il 9,9% degli enti. Sul fronte dei servizi al cittadino, il 70% dei Comuni eroga in modalità digitale i servizi demografici, edilizi, scolastici e tributari; il 90% ha aderito alla Piattaforma Digitale Nazionale Dati, ma il suo potenziale è ancora largamente inespresso sul lato della fruizione; il 67% ha attivato la riconciliazione automatica dei pagamenti pagoPA per i tributi, ma solo il 28% per i servizi sociali. Infine, per quanto riguarda la governance, il dato più significativo è che il 75% dei Comuni affida la gestione ICT a fornitori esterni; nei piccoli enti, la figura del Responsabile della Transizione Digitale ha un profilo amministrativo nel 66% dei casi. "La digitalizzazione è stata una grande impresa – ha affermato Capiello – ma ora va gestita la fase successiva. I dati indicano che esiste una distanza tra chi è partito e chi è arrivato: molti sono partiti, non tutti sono arrivati. Ma anche per chi è arrivato il traguardo non è la fine della corsa: è la linea di partenza della fase più impegnativa, quella della gestione, della manutenzione e dell'evoluzione nel tempo di quanto è stato realizzato. Passato il PNRR, dunque, il lavoro continua ed è necessario un presidio tecnico". Nell'ambito dei saluti istituzionali è intervenuto **Angelo Domenico Perrini**, Presidente del CNI, che si è espresso così: "I numeri relativi

alla digitalizzazione raccontano di una stagione straordinaria – ha detto – ma ora arriva il lavoro vero: la gestione nel tempo delle opere realizzate. Ricordiamo che i fondi del PNRR utilizzati sono un debito che andrà restituito, il che ci obbliga a far sì che l'investimento risulti produttivo".

Nel suo messaggio **Gaetano Manfredi** (Presidente ANCI) ha detto: "Il PNRR è stata un'opportunità eccezionale e i comuni hanno operato affinché gli obiettivi fossero raggiunti. Un comune più digitale è un comune più accessibile e capace di erogare servizi efficienti".

Gennaro Annunziata (Coordinatore del Comitato C3I del CNI) ha tracciato la rotta della fase che si apre ora: "Dobbiamo raccontare cosa è stato fatto ma soprattutto capire come affrontare questa nuova sfida. A mio avviso, tre sono le parole chiave. Sostenibilità di quanto è stato realizzato. Competenza per conservare tutto quanto è stato costruito. Infine, c'è la *governance*. Servono criteri di progettazione delle infrastrutture digitali proprie delle opere complesse. La progettazione deve essere fatta da ingegneri dell'informazione competenti e iscritti all'Albo". I lavori, coordinati da **Salvatore Pompa**, si sono sviluppati attraverso una serie di relazioni e interventi. **Massimo Staniscia** (Componente del Comitato C3I del CNI) ha illustrato i dettagli dello stato di attuazione della digitalizzazione della PA in un'ottica di sostenibilità futura. **Mario Nobil-**



le (Direttore dell'Agenzia per l'Italia Digitale) ha sottolineato, tra le altre cose, la necessità di colmare il gap di competenze attraverso il meccanismo dell'aggregazione. **Paolo Vicchiarello** (Capo Dipartimento della Funzione Pubblica) ha affermato che il PNRR ha consentito lo sviluppo delle competenze digitali all'interno della PA. "Serve una politica di sviluppo progressivo delle competenze – ha detto – per cercare di stare al passo. Si stanno studiando percorsi all'interno della PA per far sì che risulti più attrattiva nei confronti dei tecnici e degli ingegneri". **Antonella Galdi** (Area Innovazione e Transizione Digitale ANCI) ha proposto una fotografia dello stato della digitalizzazione dei comuni italiani. **Armando Goglia** (Amministratore Delegato Advanced Systems) ha offerto il punto di vista dei fornitori esterni, sottolineando che la digitalizzazione migliora il rapporto e la sinergia

con la PA. **Cinzia Gatto** (Responsabile S.O. BIM Life Cycle Process FSEngineering), infine, ha fatto notare come il processo in atto sia una grande occasione di confronto tra PA e i professionisti del settore e che l'ingegneria è portatrice di un grande valore aggiunto. Le conclusioni della giornata sono state affidate al Vicepresidente del CNI, **Elio Masciovecchio**, che si è espresso così: "Tutti gli interventi di oggi hanno un elemento comune: il ruolo e la presenza degli ingegneri che sono al centro di questi processi. Ma dobbiamo fare un passo in avanti: l'innovazione deve essere anche etica. Qui interviene il ruolo degli Ordini. Tutti i processi descritti devono avvenire all'interno dell'alveo istituzionale degli Ordini, che garantiscono competenze, etica e deontologia. È tempo di allargare le competenze del terzo settore e portarle all'interno del nostro Albo professionale".

EVENTI |

Riforma della laurea abilitante: il CNI a Taranto

Perrini ha illustrato la proposta del CNI su formazione, albo e tirocinio, nel corso dell'Assemblea dei Presidenti degli Ordini degli Ingegneri

“La nostra proposta di riforma della laurea abilitante, il cui obiettivo principale è superare le incoerenze tra i percorsi triennali professionalizzanti e la Sezione B dell'Albo si articola su tre pilastri fondamentali. La riorganizzazione dell'Albo in 5 settori (Civile e Ambientale, Industriale, dell'Informazione, Biomedica e Gestionale) per rispecchiare meglio le specializzazioni e i mercati professionali moderni. In secondo luogo,

la qualità della formazione con un percorso abilitante che dovrà svolgersi prevalentemente in presenza. Infine, il tirocinio Pratico-Valutativo (TPV). Porteremo il documento alla Conferenza dei Rettori delle Università Italiane (CRUI) e successivamente al Legislativo del MUR". Così **Angelo Domenico Perrini**, Presidente del CNI, si è espresso nel corso della sua relazione in occasione dell'Assemblea dei Presidenti degli Ordini degli Ingegneri, che si è tenuta a Taranto. I lavori, co-

ordinati dal Presidente dell'Assemblea **Mauro Scaccianoce**, hanno visto anche l'intervento di **Luigi De Filippis**, Presidente dell'Ordine di Taranto, che ha illustrato l'attività del Gruppo di Lavoro del CNI sulla formazione universitaria. Sono intervenuti anche **Umberto Frattino** (Rettore Politecnico Bari, rappresentante CRUI) e **Marco Tubino** (Università di Trento e rappresentante Copi). In apertura dei lavori, **Carla Capiello**, Vicepresidente Vicario del CNI, si è soffermata

sull'attività di interazione del comitato C3i con gli Ordini territoriali, mentre **Gennaro Annunziata** (Componente del C3i) ha illustrato nei dettagli la recente attività del Comitato. L'Assemblea ha poi dedicato ampio spazio al tema della transizione energetica ed industriale. **Remo Vaudano**, Vicepresidente del CNI, ha proposto un approfondito *excursus* sul tema della Società 5.0 e della Transizione 5.0, illustrando le posizioni e l'attività del Consiglio Nazionale. Inoltre, è stato proposto un focus sul tema del futuro dell'acciaio, in particolare dell'acciaio verde, con gli interventi di **Massimo La Scala** (Politecnico di Bari), **Domenico Borello** (Università Sapienza Roma, delegato Associazione Termotecnica Italiana), **Giorgio Porcu** (Responsabile Centro di Ricerca Acciaierie d'Italia Taranto), **Michelangelo Di Luozzo** (Direttore Raffineria ENI Taranto) e **Vittorio Esposito** (Direttore ARPA Taranto). Si è tenuto, inoltre, il pa-

nel "Oltre il siderurgico" con gli interessanti interventi di **Luigi Severini** (iLStudio) e di **Ruggiero Bruno** (Ecologic SpA). Nell'ambito delle giornate dell'ingegneria organizzate dall'Ordine degli Ingegneri di Taranto, che hanno vissuto il momento *clou* con l'evento INNOVETICA, si sono svolte alcune interessanti iniziative. Il Presidente del CNI e i Presidenti degli Ordini territoriali hanno visitato il cantiere dell'ospedale San Cataldo di Taranto. Un sopralluogo di grande interesse tecnico-professionale che ha consentito a tanti professionisti italiani di valutare lo stato di avanzamento dell'opera e il livello di tecnologia e innovazione che si va sviluppando tra corsie, reparti, laboratori, sale diagnosi e sale operatorie. Infine, è stato presentato il nuovo Ponte girevole di Taranto. Interessante e ricca di dettagli tecnici la relazione sul progetto svolta da **Morena Carmela Colacelli** (Direttore di MARIGEMINIL Taranto).

RUBRICA SICUREZZA

Oltre l'ergonomia: i rischi degli esoscheletri

Gli esoscheletri industriali introducono nuove criticità in termini di sicurezza. Dalla redistribuzione dei carichi ai cambiamenti nella percezione dello sforzo, fino ai rischi operativi e alle incertezze normative, questi dispositivi richiedono un approccio valutativo più ampio e integrato



DI GIANLUCA GIAGNI*

Gli esoscheletri industriali, definiti come dispositivi indossabili finalizzati alla riduzione del carico biomeccanico, stanno trovando crescente applicazione in ambiti quali logistica, edilizia e manifattura. Sebbene vengano spesso presentati come strumenti efficaci per la prevenzione dei disturbi muscoloscheletrici, la loro introduzione nei contesti produttivi solleva questioni rilevanti in termini di sicurezza, in gran parte ancora prive di un inquadramento normativo consolidato.

SISTEMA UOMO-MACCHINA

L'analisi di tali dispositivi si inserisce nel dominio della *Human Factors Engineering*, ma ne estende significativamente i confini teorici e applicativi. In questo caso, infatti, non si tratta unicamente di ottimizzare l'interazione tra individuo e ambiente di lavoro, bensì di gestire un sistema ibrido uomo-macchina in cui una struttura meccanica viene integrata funzionalmente nel corpo umano, influenzando dinamiche motorie, carichi articolari e percezione dello sforzo.

LOAD TRANSFER

Tra le criticità emergenti, un ruolo centrale è rivestito dal fenomeno del *load transfer*. La riduzione del carico in specifici distretti corporei – per esempio il cingolo scapolare durante attività di sollevamento o lavoro sopra testa – non implica u-

na diminuzione complessiva dello stress biomeccanico, bensì una sua redistribuzione verso altre strutture, quali il rachide lombare o gli arti inferiori. Tale riallocazione può determinare un disallineamento tra carico reale e carico percepito, con una conseguente sottostima del rischio. Ne deriva la possibilità di insorgenza di microtraumi cumulativi in aree non adeguatamente monitorate, rendendo i modelli tradizionali di valutazione ergonomica, spesso basati su analisi segmentarie, parzialmente inadeguati.

ASPETTI COGNITIVI

A questa dimensione strettamente biomeccanica si affianca una componente neuro cognitiva e comportamentale di particolare interesse. L'interazione prolungata con l'exoscheletro altera i meccanismi di percezione della fatica e di autoregolazione dello sforzo, incidendo sui processi decisionali del lavora-

tore. La letteratura in materia evidenzia come il supporto fornito dal dispositivo possa indurre una sovrastima delle capacità operative, un incremento dei ritmi esecutivi e una riduzione delle pause di recupero, configurando un tipico fenomeno di compensazione del rischio.

RISCHI OPERATIVI

Un ulteriore livello di criticità, ancora scarsamente esplorato, riguarda i rischi operativi emergenti in condizioni non ordinarie o in scenari dinamici. In situazioni di emergenza, per esempio, la presenza dell'exoscheletro può determinare una limitazione della mobilità e della rapidità di risposta, compromettendo l'efficacia delle procedure di evacuazione. Analogamente, in ambienti caratterizzati da spazi confinati o dalla prossimità con organi in movimento, il dispositivo può aumentare il rischio di intrappolamen-

to o interferenza con macchinari, introducendo vincoli aggiuntivi rispetto alla normale cinematica del corpo umano.

DPI E AFFIDABILITÀ

Non meno rilevante è il tema dell'integrazione con i dispositivi di protezione individuale tradizionali. La compatibilità tra esoscheletri e sistemi quali imbracature anticaduta o autorespiratori non è sempre garantita, e può generare configurazioni d'uso non previste, con potenziali criticità sia in termini di efficacia protettiva sia di ergonomia complessiva. A ciò si aggiungono i rischi legati all'affidabilità tecnica del dispositivo: guasti meccanici, blocchi articolari o malfunzionamenti durante l'utilizzo possono esporre il lavoratore a condizioni di vulnerabilità improvvisa, soprattutto in contesti operativi complessi o ad alto rischio.

SISTEMA SOCIOTECNICO

Secondo panorama appena descritto, l'exoscheletro non può essere considerato esclusivamente come un ausilio ergonomico, ma deve essere analizzato come un elemento attivo all'interno del sistema sociotecnico, in grado di modificare non solo le sollecitazioni fisiche, ma anche i comportamenti, le condizioni operative e l'eventuale gestione delle emergenze. Questo implica la necessità di un ripensamento degli approcci valutativi tradizionali, orientandoli verso modelli integrati capaci di considera-

re la complessa interazione tra variabili biomeccaniche, percettive, tecniche e organizzative.

RICERCA

Parallelamente, la ricerca sta esplorando nuove direzioni di sviluppo tecnologico e metodologico. Le aree più avanzate si concentrano sugli esoscheletri adattivi dotati di sensori biometrici, sull'integrazione con sistemi di monitoraggio continuo della fatica e sulla costruzione di modelli predittivi in grado di intercettare condizioni di sovraccarico non immediatamente evidenti. A ciò si aggiunge l'evoluzione dei test biomeccanici, sempre più orientati a condizioni operative reali e non esclusivamente di laboratorio, con l'obiettivo di ridurre il divario tra simulazione e utilizzo effettivo sul campo.

CONCLUSIONI

In definitiva, il tema degli esoscheletri industriali si colloca in una fase ancora evolutiva, caratterizzata da rapide innovazioni tecnologiche e da un quadro interpretativo non completamente definito. Proprio questa condizione di "sistema aperto" rende necessario un approfondimento continuo, poiché molti degli aspetti critici emersi risultano ancora in fase di studio e consolidamento, e saranno oggetto di ulteriori analisi nei prossimi sviluppi del lavoro.

Normativa

In questo contesto emerge inoltre un evidente, seppur ancora parziale, vuoto normativo. Il riferimento principale rimane il D.Lgs. 81/2008, tuttavia l'inquadramento degli esoscheletri risulta tutt'altro che univoco. Permane infatti una zona di incertezza interpretativa che solleva interrogativi non banali: tali dispositivi devono essere considerati dispositivi di protezione individuale, attrezzature di lavoro oppure, in determinate configurazioni, dispositivi a valenza medica? Da questa ambiguità discendono implicazioni rilevanti non solo sul piano classificatorio, ma anche rispetto alla manutenzione, alla gestione del ciclo di vita e ai criteri di formazione degli utilizzatori.

*COORDINATORE GTT1 "LA SICUREZZA A PARTIRE DAI BANCHI DI SCUOLA". COMPONENTE GDL SICUREZZA CNI E SEGRETARIO CONSIGLIERE OIBA

SU MISURA È IL NOSTRO STANDARD



SISTEMI DI CANALIZZAZIONE RICAMBIO E TRATTAMENTO ARIA
CANALIZZAZIONI RETTANGOLARI ACCIAIO ZINCATO E INOX
CANALIZZAZIONI EFC MONOCOMPARTO
COMMERCIALIZZAMO COMPONENTI AERAILICI

EVACCLIMA

tecnologie dell'aria

www.evacclima.it

Numero Verde 800 688 600

COMMERCIALE DIZONA: Massimiliano +39 335 6636625

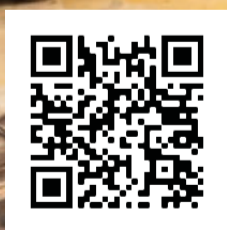


SIAMO PRESENTI IN FIERA
VIENI A TROVARCI PRESSO IL NOSTRO STAND

INSIEME VERSO LA DURABILITÀ DELLE OPERE



Scansiona il QR CODE per ricevere maggiori informazioni



TEKNA CHEM GROUP

Progettiamo durabilità, controlli e qualità lungo tutta la filiera.
www.teknachemgroup.com | info@teknachemgroup.com | +39 0362918311