

CEMENTO E CALCESTRUZZO: GLI AGGETTIVI DELL'INNOVAZIONE

L'innovazione è, da sempre, la chiave di volta che ha permesso al calcestruzzo di attraversare da protagonista la storia delle costruzioni, adattandosi a sempre nuove esigenze architettoniche e costruttive. La capacità di innovare della filiera italiana del cemento e del calcestruzzo garantisce al mercato materiali con prestazioni straordinarie, dal punto di vista della resistenza meccanica ma anche sotto il profilo estetico, della sostenibilità e dell'adattabilità.

Nuovi aggettivi si affiancano oggi ai sostantivi cemento o calcestruzzo, disegnando un panorama inedito di possibilità per il comparto delle costruzioni.

- **Il calcestruzzo sempre più longevo:** la profonda conoscenza del materiale e l'impegno nella ricerca consentono oggi di ottenere calcestruzzi sempre più longevi. È possibile puntare anche a 200 anni di vita dei materiali, avendo la cura di scegliere il calcestruzzo idoneo e di apportare la giusta manutenzione.
Il calcestruzzo è intrinsecamente durabile in virtù delle sue caratteristiche meccaniche e fisiche che gli consentono di resistere agli agenti che ne potrebbero causare il degrado. Le strutture interne in calcestruzzo possono, a pieno titolo, essere considerate eterne: in condizioni di utilizzo normale, non esistono condizioni in grado di danneggiare il calcestruzzo presente in ambienti chiusi e privi di umidità.
Nel caso di strutture collocate all'aperto, l'utilizzo di calcestruzzi sempre meno porosi, la maggiore conoscenza dei fenomeni di degrado e della interazione tra ambiente esterno e materiale consentono di rallentare i processi di penetrazione. Lo studio delle miscele – anche con l'utilizzo di polimeri, sviluppati grazie al progresso delle conoscenze chimiche dell'industria dei materiali per le costruzioni – consentono di ottenere un materiale molto meno poroso e capace di aderire perfettamente all'armatura d'acciaio, evitando anche la creazione delle condizioni che possono favorire il deterioramento dell'acciaio stesso.
- **Il calcestruzzo drenante:** ha la capacità di replicare le modalità con le quali l'acqua filtra naturalmente nel suolo. In questo modo, consente il naturale drenaggio delle acque, riduce il rischio di impermeabilizzazione dei terreni e assicura una maggiore resilienza rispetto a inondazioni o altri eventi meteorologici importanti. Altri vantaggi sono la riduzione dell'effetto di risalita delle radici delle piante, il rispetto dell'ecosistema nei substrati sottostanti il suolo e la possibilità di riciclare in maniera più incisiva i materiali a fine vita.
Si tratta di una soluzione che risponde alla sempre crescente esigenza di ridurre l'impermeabilizzazione dei suoli, soprattutto in ambito urbano. Questa esigenza trova spazio anche nella più recente normativa sugli acquisti verdi (CAM – Criteri Ambientali Minimi).
- **il calcestruzzo fotoluminescente:** è un calcestruzzo strutturale per pavimentazioni con effetto architettonico e fotoluminescente, cioè capace di assorbire energia solare e riemetterla come fonte luminosa di notte. La fotoluminescenza è una fonte di energia pulita, rinnovabile e sicura per gli esseri umani e per l'ambiente circostante. Questi calcestruzzi sono, dunque, ideali per la mobilità lenta, ad esempio per la realizzazione di marciapiedi, sentieri pedonali e ciclabili luminosi, piazze e parcheggi in zone di scarsa illuminazione.

- **Il calcestruzzo galleggiante:** l'innovazione nello sviluppo del materiale ha condotto alla messa a punto di uno speciale calcestruzzo, particolarmente adatto alla realizzazione di fondazioni galleggianti. L'evoluzione, in questo ambito, è stata sostenuta in particolare dalla diffusione degli **impianti eolici off-shore**, che necessitano di poggiare su strutture galleggianti, solide, durature e impermeabili. Oggi, nel mondo, sono già **più di 300** le installazioni eoliche off-shore realizzate in calcestruzzo.
- **Il calcestruzzo auto-riparante:** in Europa, il 70% delle infrastrutture sono costruite in calcestruzzo. Questa considerazione e la necessità di mantenere in maniera efficace e semplice un gran numero di strutture ha spinto i ricercatori ad indagare la possibilità di mettere a punto un materiale capace di auto-ripararsi. Nasce così un bio-calcestruzzo, realizzato aggiungendo speciali batteri al mix cementizio: in caso di fratture sulla superficie, l'ingresso di acqua o umidità attiva le spore presenti nel materiale, producendo nutrienti e poi calcare, che di fatto ripara la frattura. A quel punto, le spore tornano 'dormienti' – hanno una vita media di 200 anni – e si riattivano in caso di nuova frattura.
- **Il calcestruzzo 'circolare':** il calcestruzzo rientra appieno nelle buone pratiche dell'economia circolare. I passi avanti compiuti sul fronte della produzione del materiale consentono, oggi, di utilizzare materie prime secondarie, in sostituzione o aggiunta rispetto alle materie prime naturali. In questo senso, possono essere utilizzati aggregati riciclati o industriali, come sabbie, ghiaie provenienti dalla frantumazione di materiali da costruzione, scorie di acciaieria o materiali riciclati da scarti della plastica o della gomma. Inoltre, a fine vita, il calcestruzzo stesso può essere a sua volta riciclato per produrre nuovi aggregati utilizzabili per produrre nuovo calcestruzzo o destinati ad altre tipologie costruttive come i rilevati stradali.
 - Ad oggi, il maggiore ostacolo alla diffusione di queste buone pratiche è rappresentato dall'assenza di un decreto 'end to waste' per il settore dei rifiuti inerti, dalla burocrazia delle autorizzazioni per gli impianti di riciclo e per il riutilizzo nonché dalla scarsa informazione della collettività. Non solo. La diffidenza di committenti e progettisti penalizza le miscele di calcestruzzo realizzate con aggregati riciclati, mentre negli stessi cantieri è raro il ricorso a tecniche di demolizione selettiva, che migliorerebbe la qualità dei rifiuti da riciclare.
- **Il calcestruzzo mangia-PM10:** da una ricerca condotta da Università degli Studi di Brescia, INSTM (Consorzio Interuniversitario Nazionale per la Scienza e Tecnologia dei Materiali), Regione Lombardia e Smart Solutions (Startup innovativa dell'Università degli Studi di Brescia), è nato il brevetto di un materiale innovativo e a basso costo. Si tratta di un calcestruzzo poroso, realizzato con sottoprodotti di scarto industriale e capace di intrappolare il particolato aereo-disperso in una misura 100 volte superiore rispetto alle piante.
- **Il calcestruzzo per le costruzioni 3D:** la stampa 3D è una tecnologia che sta trasformando i processi costruttivi, soprattutto grazie alla capacità dei materiali cementizi di rispondere alle esigenze di fluidità e plasmabilità richieste da queste nuove tecniche. Le unità di stampa 3D possono agevolmente essere trasportate presso i cantieri e consentono di ridurre i tempi di costruzione, lo spreco di materia prima e il costo complessivo delle opere. Nelle zone interessate da calamità naturali o terremoti, la stampa di case 3D in calcestruzzo potrà

rappresentare una risorsa cruciale per assicurare una casa alle persone colpite, in tempi rapidi e con costi sostenibili per le amministrazioni pubbliche.

- In Italia sono in corso importanti sperimentazioni: in occasione del Fuori Salone 2018 è stata realizzata la più grande abitazione 3D in situ mai edificata in Europa. Per una superficie di 100 metri quadrati, sono state necessarie poche settimane di lavoro. La casa è costata meno di una abitazione tradizionale, è sostenibile e può essere ampliata, spostata o demolita in maniera agevole. Il Comune di Milano ha sostenuto questa iniziativa, sottolineando la disponibilità della città ad ospitare sperimentazioni di questo tipo. Una conferma dell'interesse degli enti locali rispetto ad una modalità di costruzione veloce, sostenibile e vicina alle logiche dell'edilizia sociale (social housing).

La collaborazione Università-Industria: i giovani ricercatori

La filiera del cemento e del calcestruzzo rappresenta in maniera efficace quanto la ricerca accademica possa essere direttamente funzionale allo sviluppo di soluzioni spendibili per il mercato. Questo nesso è evidente nell'apporto che, in questo senso, sta arrivando dalle Università e dai giovani ricercatori, che hanno partecipato al premio ACI/Federbeton, attraverso le proprie tesi di dottorato.

Tra i lavori più interessanti:

- **Vahid Afroughsabet (Politecnico di Milano):** il focus della ricerca si concentra sulla sostenibilità del processo produttivo, in particolare sulla riduzione di emissioni e riutilizzo di calcestruzzo. Altre tematiche affrontate sono i leganti innovativi (espansivi o a ritiro controllato, cementi solfo-alluminosi e miscele), unendo sia il tema della sostenibilità di processo che di prodotto.
- **Francesco Cannella (Università di Palermo):** la ricerca pubblicata tratta dell'effetto della corrosione sulle proprietà meccaniche degli elementi del calcestruzzo. Inoltre, vengono individuate le modalità per prevedere e valutare il livello di degrado delle strutture esistenti. Il target principale è quello dei progettisti, ma è possibile trovare chiavi di attualità per interessare un target più ampio.
- **Marta del Zoppo (Università di Napoli):** sempre sul filone degli edifici esistenti, la ricerca pubblicata valuta i modelli di analisi strutturali e di materiale degli edifici a rischio. In particolare ci si concentra sulla mitigazione del rischio sismico e il rinforzo strutturale. Viene introdotta la tecnica FRCC, innovativa, di facile esecuzione e più durabile per il rinforzo strutturale dei pilastri.
- **Bartolomeo Coppola (Università degli Studi di Salerno):** durabilità e sostenibilità dei materiali cementizi. La ricerca affronta il tema della sostenibilità e della realizzazione dell'economia circolare nella filiera del calcestruzzo e dei prodotti a base cementizia e allo stesso tempo migliorare la qualità del prodotto finale attraverso fibre aggreganti con maggiore aderenza alla matrice cementizia.
- **Davide Sirtoli (Università di Bergamo):** comportamento strutturale di calcestruzzi prodotti con cementi più sostenibili. La ricerca mira a migliorare il contributo della filiera alla sostenibilità delle costruzioni, riducendo l'impatto della fase produttiva.