



LE FIBRE DESTINATE AL CALCESTRUZZO SONO TUTTE UGUALI?

Questo articolo esplora il ruolo delle fibre nel calcestruzzo, evidenziando come ne migliorino resistenza alla fatica, durabilità, estetica e altre proprietà fondamentali.

Per comprendere appieno il loro impatto, è essenziale partire dalla storia, fonte di conoscenza e punto di riferimento per lo sviluppo di nuovi modelli costruttivi.

Il calcestruzzo è uno dei materiali da costruzione più diffusi al mondo, ma è soggetto a fessurazioni, degrado e riduzione delle prestazioni nel tempo. Per migliorarne la resistenza e la durabilità, vengono utilizzate fibre di diversi materiali. L'impiego delle fibre nel calcestruzzo fibrorinforzato (FRC - Fiber Reinforced Concrete) permette di aumentare la resistenza meccanica, la capacità di assorbire gli urti e di ridurre le crepe.

L'utilizzo delle fibre in edilizia per il rinforzo di matrici fragili è noto fin dai tempi più remoti. Antichi reperti di abitazioni, risalenti alle civiltà mesopotamiche, erano costituiti da impasti di argilla e paglia. Altre pratiche, quali l'utilizzo della paglia come materiale coesivo, capace di saldare i mattoni in argilla o fango, furono utilizzate sin dai tempi degli antichi Egizi.

Le primordiali forme di calcestruzzo, così come le conosciamo oggi, possono essere ricondotte all'opus caementicium degli antichi Romani, descritte da Vitruvio nel suo trattato De Architectura (29-23 a.C.). La tecnica costruttiva era basata sull'utilizzo di calce aerea per la produzione di malte da costruzione. Fu perfezionata, in seguito, con l'introduzione di pozzolana nel composto come legante, dando così origine alle malte idrauliche.

Sin da quella invenzione, il calcestruzzo fu miscelato con fibre vegetali e animali che ne migliorassero la qualità, andando così a contrastare la formazione di fessure. Il rinforzo di matrici fragili con elementi fibrosi deve però il proprio decollo a livello industriale con l'introduzione del cemento Portland.

Tra i vari studi condotti dalla metà del 1700 sulle calci idrauliche, ottenute per cottura di calcari contenenti rilevanti quantità di materiale argilloso, si arrivò a definire una serie di brevetti, tra i quali il più importante dal punto di vista storico fu quello di John Aspdin. A partire dalla seconda metà del 1800, la storia del cemento Portland subì una serie di importanti miglioramenti, riguardanti il controllo delle materie prime, la tecnica di produzione, il controllo di qualità e l'ottimizzazione delle prestazioni.

Dal 1845, l'inizio della produzione del cemento a livello industriale portò all'avvento di un nuovo materiale da costruzione: il calcestruzzo armato. Nel 1847 Coignet progettò la prima copertura in cemento gettato in casseforme e armato con ferri profilati. Sempre nello stesso anno, J.L. Lambot realizzò un'imbarcazione, attraverso il getto di un sottile strato di calcestruzzo su una maglia di ferri piatti, presentata in seguito all'Esposizione Universale di Parigi del 1855.

Nel XX secolo si iniziarono a sviluppare fibre sintetiche e metalliche col fine di migliorare la resistenza a trazione del calcestruzzo poi diventata resistenza alla post fessurazione.

A partire dagli anni '60, le fibre hanno iniziato ad essere studiate scientificamente per il loro effetto sulla resistenza del calcestruzzo.

Oggi il calcestruzzo fibrorinforzato è ampiamente usato nelle infrastrutture moderne, dai grattacieli alle pavimentazioni industriali, fino alle costruzioni sostenibili.

Le fibre si dividono in:

- **MACROFIBRE** Conformi alla norma UNI EN 14889-2 Sistema-1 per applicazioni strutturali nel calcestruzzo, nelle malte e nelle malte da iniezioni.
- **Microfibre** Conformi alla norma UNI EN 14889-2 Sistema-3 per applicazioni NON strutturali nel calcestruzzo, nelle malte e nelle malte da iniezione.

Vengono infine utilizzate **fibre di origine naturale** (cellulosa, carbonio, basalto, vetro, canapa, bambù, etc.) che non dispongono di marcatura CE semplicemente perché non esiste una norma comunitaria di riferimento.

Ma le fibre sono tutte uguali?

La risposta è **NO**.

Il motivo per il quale tutte noi aziende investiamo in ricerca e sviluppo su questo tema riguarda diversi aspetti:

Le prestazioni derivano da 4 fattori principali:

- **Caratteristiche meccaniche:** Resistenza alla trazione di ciascun filamento: capacità di resistere alle sollecitazioni lungo la lunghezza del filamento.
- **Modulo Elastico:** Capacità di un filamento di allungarsi e poi riacquistare la sua forma originale sotto stress. Contribuisce alla resistenza alla flessione residua.
- **Rapporto d'aspetto** che è il rapporto tra lunghezza e diametro: definisce le proporzioni e di conseguenza anche il numero di filamenti per Kg
- **Forma:** la lavorazione anche superficiale della fibra in fase di produzione è un'altra componente in grado di esaltarne le caratteristiche.

Ma le fibre fanno tutte la stessa cosa?

La risposta è **NO**.

Ci sono fibre studiate specificatamente per le pavimentazioni industriali, fibre per lo spritz beton, fibre per manufatti, fibre per l'antispalling, etc.

Ognuna di queste deve avere forme, caratteristiche fisiche e tecniche differenti in relazione alla destinazione d'uso.

Gli studi che vengono portati avanti sono frutto della richiesta del mercato di ottenere in relazione alle esigenze la performance migliore.

È quindi una costante mediazione tra aspetti progettuali, logistica, macchinari impiegati e non ultimo anche economici.

Non di meno a tutto ciò oggi è sempre più sentito l'aspetto ecologico del sistema proposto che si traduce in un'analisi tra impatto di CO₂, durabilità e tempi di realizzazione.

- L'uso delle fibre aiuta a ridurre l'impatto ambientale del calcestruzzo attraverso la riduzione dell'incidenza delle armature in acciaio, con una riduzione delle emissioni di CO₂ del 10-20% nei progetti di grandi infrastrutture.
- l'uso di fibre con componenti riciclate e naturali, che abbassano la quantità di rifiuti industriali nel settore delle costruzioni.
- l'aumento della durabilità delle strutture, riducendo il bisogno di manutenzione e i relativi consumi energetici.

Ma la dimensione della fibra è un elemento importante?

La risposta è **SI**.

La destinazione d'uso dell'opera, i macchinari in uso, la presenza di armatura, il mix impiegato, etc. sono tutte considerazioni che devono essere fatte in fase preliminare al fine di valutare quella o quelle fibre che più si addicono e verificate successivamente in fase di qualifica.

Perché si usano le fibre nel calcestruzzo e perché ne aumentano la durabilità?

Le fibre migliorano il comportamento del calcestruzzo sotto stress, grazie a diversi benefici:

Maggiore Resistenza a Trazione e Fessurazione

- Il calcestruzzo ha un'ottima resistenza alla compressione ma è debole a trazione.
- Le fibre riducono la formazione di fessure e ne limitano la propagazione, aumentando la resistenza post fessurativa.
- Le fibre distribuiscono meglio le tensioni interne, riducendo la formazione di crepe dovute a ritiro plastico e igrometrico.

Resistenza agli Agenti Atmosferici e Chimici

- Alcune tipologie di fibre proteggono il calcestruzzo da attacchi chimici (cloruri, solfati) e cicli di gelo-disgelo.
- Maggiore resistenza alla fatica
- Le fibre assorbono meglio le sollecitazioni ripetute, tipiche di ponti, strade trafficate, pavimentazioni industriali.



Migliore Durabilità e Vita Utile

- Le fibre contrastano il degrado dovuto a fenomeni di ritiro, cicli di gelo-disgelo e attacchi chimici.
- Un calcestruzzo fibrorinforzato ha una vita utile più lunga rispetto ad uno tradizionale.

Maggiore Resistenza agli Urti e alla Fatica

- Il materiale assorbe meglio gli impatti e le vibrazioni, riducendo il rischio di danni strutturali.
- Utile per pavimentazioni industriali e infrastrutture soggette a carichi dinamici.



Riduzione della Manutenzione

- Grazie alla minore fessurazione e maggiore resistenza agli agenti atmosferici, le strutture necessitano di minori interventi di riparazione.

Minore Deterioramento nel Tempo

- La sperimentazione e la storia ci hanno permesso di capire che un calcestruzzo fibrorinforzato mantiene le sue proprietà meccaniche anche dopo 50 anni in modo importante rispetto ad un calcestruzzo tradizionale.

In Italia stiamo vivendo un importante periodo dove le applicazioni delle fibre sono fortemente impiegate; dalle pavimentazioni nelle logistiche in deciso incremento a partire dagli anni 2000 ed ancora oggi in evoluzione sul territorio nazionale, dal tunnelling sia con scavo tradizionale che meccanizzato mediante impiego di TBM, opere marittime, produzione di new jersey, manufatti di piccole e grandi dimensioni, etc.

Dallo studio di calcestruzzi con fibre destinate all'antispalling per regolarne il comportamento al fuoco, allo spritz beton al fine di conferirne una adeguata resistenza con lo scopo di accelerare i tempi di produzione ed aumentare il grado di sicurezza degli specialisti che operano vicino al fronte scavo.



Conclusione

L'uso delle fibre nel calcestruzzo rappresenta una soluzione immediatamente efficace per migliorarne le prestazioni e la durabilità. La scelta della tipologia di fibra deve essere basata sulle necessità specifiche del progetto, considerando fattori come la resistenza meccanica richiesta, l'ambiente di esposizione ed il costo. Con l'innovazione nei materiali da costruzione, l'impiego delle fibre nel calcestruzzo continuerà ad evolvere, offrendo nuove opportunità per migliorare la qualità delle costruzioni moderne.

Le innovazioni nel settore stanno portando all'uso sempre maggiore di fibre con componenti riciclati e naturali, contribuendo alla transizione verso un'edilizia più ecologica e sostenibile.

Andrea Epi
Product Manager - Fibers & Spacers