

## LE TAG PER COSTRUIRE

### **UHPC**

*Ultra High Performance Concrete*, cls di nuova generazione con elevata resistenza meccanica, compattezza, omogeneità, flessibilità.

### **Calcestruzzi autolivellanti**

Si utilizzano superfluidificanti per realizzare getti complessi.

### **LiTraCon**

*Light Transmission Concrete*, con fibre ottiche di vetro per strutture portanti semitrasparenti alla luce.

### **Cls termicamente isolanti**

Con agenti aeranti.

### **Autopulenti**

Additivati con biossido di titanio per realizzare superfici dalle proprietà fotocatalitiche.



Getto in notturna per le fondazioni della Torre Hadid a Milano.

# CALCESTRUZZO. CONTINUO DIVENIRE

Risalgono ai primi del Novecento gli esordi del cls che si conferma, oggi, come uno tra i materiali a più alto tasso di innovazione

di **Alberto Stefanazzi**



**C**alcestruzzi di volta in volta sempre più performanti, fino ad arrivare a quelli di nuova generazione detti UHPC (*Ultra High Performance Concrete*) in grado di raggiungere elevatissima resistenza meccanica, compattezza, omogeneità, flessibilità, sostenibilità, durabilità, ecc., divenendo al contempo una matrice materica di base integrabile, a seconda delle necessità, al fine di migliorare ulteriormente alcune prestazioni oppure per introdurne di nuove.

L'aggiunta di loppa di altoforno o il ricorso a nanotecnologie per l'incremento della resistenza meccanica, l'uso di superfluidificanti per realizzare getti particolarmente complessi (fino ad arrivare ai calcestruzzi autolivellanti), di fibre ottiche di vetro per strutture portanti semitrasparenti alla luce (*Light Transmission Concrete* o LiTraCon), di agenti aeranti per calcestruzzi termicamente isolanti, di additivi chimici quali il biossido di titanio per realizzare superfici dalle proprietà fotocatalitiche in grado di abbattere gli inquinanti atmosferici, sono solo alcuni dei risultati fino ad oggi raggiunti dalla ricerca ed ampiamente utilizzati nel settore delle costruzioni.

La complessità della forma: unione tra funzione e architettura. Utilizzato dai più grandi maestri dell'architettura del XX secolo, come Le Corbusier, Kahn, Scarpa, Tadao Ando, e da quelli contemporanei quali Calatrava, Hadid, Siza, Balmond, Meier, Herzog e Meuron, e molti altri ancora, il calcestruzzo armato assume un nuovo ruolo trasformandosi da materiale per strutture a materiale per superfici. Esso può essere utilizzato in elementi strutturali e di involucro in un'architettura dalle forme plastiche, morbide e sinuose, che vengono messe in risalto e possono fungere sia da elemento di separazione tra interno ed esterno sia da maglia distributiva ed arredo interno.

Funzione, collocazione spaziale, forma, estetica e finiture possono quindi essere raggruppate e realizzate attraverso un

unico elemento in calcestruzzo armato. Il normale iter per la realizzazione di queste "strutture complesse" inizia con una accurata fase progettuale che, affinandosi passaggio dopo passaggio, sviluppa in ogni dettaglio le tecnologie, gli elementi e le singole parti che compongono l'edificio.

Nel caso specifico, avendo gli elementi in calcestruzzo armato sia funzione strutturale che architettonica (a cui si possono poi affiancare numerosi altri materiali più o meno tradizionali, finiture di vari generi, forme, colori, impianti, ecc. e tecnologie costruttive: a secco, a umido, realizzate in opera o prefabbricate), la definizione di sezioni resistenti e geometrie degli elementi strutturali dell'intero edificio è solo il primo "step" della progettazione.

Essa si articola in differenti fasi tra loro strettamente concatenate che comprendono scelte progettuali morfologiche e materiche, articolate modellazioni delle strutture, dei componenti, delle prestazioni, integrazioni materiche e di natura impiantistica, al fine di ottenere da un lato adeguati livelli di comfort interno, dall'altro la forma e l'architettura voluta dell'edificio.

Il tutto deve essere messo a sistema con le informazioni provenienti dagli ulteriori filoni di sviluppo (chiusure trasparenti, partizioni interne, impianti, finiture, sistema di raccolta acque meteoriche, ecc.). Ogni edificio è un caso unico rispetto a tutti gli altri e pertanto le modalità con le quali creare gli elementi in calcestruzzo armato devono essere analizzate e studiate di volta in volta.

Le due principali modalità di realizzazione, la cui scelta è influenzata anche dall'economicità, dalla velocità d'esecuzione e delle modalità di cantierizzazione, prevedono l'utilizzo di casseri più o meno ingegnerizzati, ovvero casseri integralmente realizzati in loco attraverso elementi lignei (dove forma ed estetica finale dipendono quasi esclusivamente dalla maestria dei falegnami/carpentieri che plasmano il contenitore all'inter-



no del quale il getto prenderà forma) oppure casseri costituiti da elementi prefabbricati modulari facilmente assemblabili e componibili a seconda delle differenti esigenze. Aziende leader nel mercato e proprietarie di diversi sistemi di casseformi assemblabili "ad hoc" per getti di calcestruzzo dalle forme più articolate e complesse divengono, sia in fase di progettazione che di realizzazione, uno degli interlocutori fondamentali per la concretizzazione dell'opera. Passando dal legno al metallo, senza tuttavia tralasciare gli elementi plastici, le casseforme per i getti di calcestruzzo si sono evolute e sempre più specializzate nel tempo.

Da casseformi tradizionali utilizzate per getti dalle forme semplici (quali pilastri, colonne, murature, travi, solai, coperture, ecc.) sono divenute modulari (adatte a creare superfici mosse e complesse, quali murature verticali curve, archi e volte, pilastri, setti e murature inclinate, ecc.) e successivamente modulanti più evolute, integrabili con ulteriori elementi dalle forme complesse e che consentono di ottenere getti con forme spaziali tridimensionali articolate e dotate eventualmente di aperture per l'inserimento di serramenti, passaggi impiantistici, vuoti architettonici e dalle finiture superficiali più svariate. Oggigiorno, sia che si tratti di casseri di tipo rampante oppure di tipo più tradizionale, i pannelli per il contenimento del getto di calcestruzzo, vengano preventivamente realizzati in officina al fine di minimizzare gli sfridi e ottimizzare la produzione.

L'abbinamento ad un materassino sintetico a basso spessore, che ha il compito di uniformare la superficie del getto e agevolare le operazioni di rimozione dei casseri a getto indurito, assume un'importanza fondamentale anche per la formazione di particolari decorazioni superficiali, talvolta richieste dai progettisti. Tralasciando le colorazioni del calcestruzzo, ottenibili tramite tinteggiature superficiali post realizzazione oppure mediante inserimento all'interno del mix design di coloranti, ossidi ed altri materiali per la colorazione, le decorazioni consistono di norma in piccole lavorazioni e tessiture superficiali del materiale ottenibili tramite particolari accorgimenti adottabili sulla superficie interna dei casseri.

Il risultato è che la superficie del calcestruzzo può essere totalmente liscia e priva di lavorazioni oppure irruvidita, quasi fosse bocciardata o strollata, con disegno regolare o casuale, tipo riproposizione di sezioni di murature in pietra, ciottoli o similari, sino ad arrivare alla realizzazione di veri e propri bassorilievi.

Tali dime, che possono essere facilmente recuperate e riutilizzate, possono essere costituite da teli plastici o tessuti metallici, sagomature in legno, plastica, polistirolo, metallo, ecc., le quali, dopo esser state adeguatamente connesse ai casseri, "plasmano" la superficie del getto di calcestruzzo imprimendone forme e effetti di finitura voluti.

La tecnologia con la quale realizzare i casseri, abbinata alle dime per la connotazione superficiale ed all'eventuale colorazione ottenibile per tinteggiature o inserimento nel mix design di coloranti quali ossidi o appositi materiali di pigmentazione, per i getti di calcestruzzo armato quale connubio tra struttura e architettura, sono solo la base sulla quale il progettista, di norma l'architetto, fonda il proprio tratto di matita che connota in maniera univoca forma, dimensione e architettura della propria realizzazione.

Nel futuro imminente, proseguendo sulla strada fin oggi tracciata dai più grandi progettisti dell'architettura moderna del XX secolo, il calcestruzzo armato rimarrà uno dei materiali più impiegato per realizzare e connotare, anche con accattivanti architetture che divengono tal volta sculture oppure opere d'arte, gli edifici.

Questo grazie ai continui sviluppi e miglioramenti del materiale stesso (altissime prestazioni che permettono la riduzione delle sezioni e la realizzazione di forme particolarmente complesse nelle tre direzioni spaziali, grazie anche all'impiego della nanotecnologia) nonché alle molteplici tecniche di plasmare questo eccezionale materiale direttamente in opera per il tramite di articolati e sempre più specializzati casseri, oppure produrlo in centri di prefabbricazione attrezzati ad hoc e successivamente assemblare in cantiere le varie parti dell'edificio-struttura.

Ad oggi è possibile affermare che la vita del calcestruzzo armato come lo conosciamo, iniziata ormai più di un secolo fa, è nel pieno della sua giovinezza; pertanto nei prossimi anni si assisterà ad un ulteriore sviluppo del materiale in grado di raggiungere standard attualmente non perseguibili.



Mimesis Museum  
Alvaro Siza, Carlos Costanheira  
Jim Jung Kim

# CALCESTRUZZO ARMATO E



**1962**  
AEROPORTO JFK DI  
NEW YORK, TERMINAL  
TWA. PROGETTO ARCH.  
EERO SAARINEN AND  
ASSOCIATE.

Struttura con forma  
non convenzionale  
interamente realizzate  
in calcestruzzo armato.

**COPERTURA E  
STRUTTURE UNICO  
ELEMENTO**

**GUSCIO IN OPERA  
CON CASSERI DI  
LEGNO**

**2008**  
AUDITORIUM DI SANTA CRUZ DE  
TENERIFE, SPAGNA PROGETTO  
ARCHITETTO SANTIAGO CALATRAVA.).



Altezza, geometria,  
sovrapposizione di  
differenti elementi tra  
loro non collegati.

**STRUTTURA A  
GUSCIO, FUNGE  
DA COPERTURA**

**COPERTURA A  
PARAPOLOIDE  
IPERBOLICO**

Costruito interamente in  
calcestruzzo armato gettato  
in opera con spessore  
variabile da 8 a 80 cm.

**COPERTURA  
A SAGOMA  
DI FOGLIA**

**CURVATURE  
CONTRAPPOSTE  
A DOPPIA  
PENDENZA**



**2002**  
FLORANTE SUBMARINO  
RESTAURANT, VALENCIA,  
SPAGNA. PROGETTO FELIX  
CANDELA.

# FORME COMPLESSE 1970-2015



**2011**  
BOAT AND CLUB HOUSE,  
FUSSACH, AUSTRIA).

Edificio alto 14 m, realizzato in c.a. gettato in opera, struttura di elevazione verticale a vista ricorda il deflusso delle acque di una cascata.

**STRUTTURA  
A SAGOMA  
DI CASCATA**

**RIVESTIMENTO  
FACCIATA  
CONTINUA  
TRASPARENTE**

**STRUTTURA IN  
CLS ARMATO  
GETTATO IN  
OPERA**

**GUSCIO SOSPESO  
NEL VUOTO**

Il "guscio" è dotato di un'apertura centrale "l'occhio", che permette al pubblico seduto in platea di osservare la bellezza della circostante costa.

**2014**

"TAILOCRATE" PROGETTO SUPERPOOL,  
AARHUS, DANIMARCA.



CLS armato con innovativi casseri ricavati dalla fresatura di blocchi in EPS ad opera di un braccio robotizzato a controllo numerico.

**PREFABBRICAZIONE  
DI ELEMENTI  
COMPLESSI**

**CASSERI IN EPS**



**2012**  
AUDITORIUM OSCAR  
NIEMEYER A RAVELLO.