

# POST CEMENTO

## VARIABILE FLUAGE

**Gli inerti ottenuti dal riciclaggio di prodotti di scarto, demolizione o da rifiuto sono più durabili, con prestazioni congruenti alle normative ed economicamente interessanti rispetto a quelli tradizionali. Resta da verificare come si comportano alle sollecitazioni straordinarie**

di Agostino Catalano

**S**ono stati sviluppati, di recente, studi sulla possibilità di incrementare il valore di sostenibilità tramite l'utilizzo nel mix design di inerti ottenuti dal riciclaggio di prodotti di scarto, demolizione o da rifiuto. Il discorso è ampio, di grande respiro e costituisce ancora un territorio appena all'inizio della esplorazione seppur dal suo concepimento la sperimentazione sta fornendo possibilità applicative con un know how che conforta il progresso della ricerca. In particolare, i mix design specializzati attualmente hanno consentito le prime sperimentazioni di strutture resistenti a sisma grazie agli studi e alla sperimentazione di laboratorio di Giacomo Moriconi dell'Università Politecnica delle Marche. Parallelamente l'evoluzione strutturale gli studi riguardano le possibilità di durabilità dei conglomerati realizzati con inerti

riciclati confrontandoli con quelli confezionati con mix tradizionali e incrociandoli con dati anche economici di ottenimento di prestazioni congruenti con gli output progettuali e normativi. In tal senso la sperimentazione procede, in particolare, sui binari reologici legati al ritiro e deformativo viscosi come il *fluage* essendo quest'ultimo aspetto decisamente più complicato del primo. Nell'ambito delle ipotesi e della sperimentazione, per il ritiro occorre differenziare tra aggregati riciclati provenienti dal ciclo di costruzione e demolizione e aggregati riciclati ricavati da altre lavorazioni quali la plastica o da frantumazione selettiva tramite l'eliminazione di impurità presenti.

Uno dei fattori che caratterizzano gli inerti riciclati è il volume d'acqua assorbito che dipende principalmente dalla presenza di malta cementizia legata all'inerte derivato che conduce ad un valore maggiorato valutato da esperienze di laboratorio nell'ordine del 5% nel caso di aggregati grossi e del 10% per quelli fini per cui appare utile eseguire una rinnovata bagnatura dell'aggregato.

Allargando il discorso e intervenendo sulla angolarità, parametro diverso dalla forma, si possono valutare effetti che influenzano la lavorabilità allo stato fresco individuandone in quelli arrotondati una superiore anche se si perde una quota di aderenza tra l'inerte e il cemento che influenza negativamente il valore della resistenza meccanica. In tal senso l'utilizzo del vetro fornisce una possibilità da approfondire come, ad esempio si sta realizzando presso la Seconda Università di Napoli dove la campagna di prove, condotta da Luigi Mollo e Rosa Agliata con variabilità del

**UN EDIFICIO  
ENERGETICAMENTE  
BILANCIATO  
È SOSTENIBILE?  
PER AUMENTARE IL  
VALORE  
DI SOSTENIBILITÀ  
LA RICERCA  
SI ATTIVA  
NELLA MESSA  
A PUNTO DI MIX  
DESIGN DI INERTI  
DA RICICLAGGIO**

volume di vetro rispetto a quello di sabbia fino al 100%, vede risultati incoraggianti anche nei limiti della normativa del 2008 con successiva fase per ambiente aggressivo ai fini della durabilità.

In particolare, occorre segnalare come vi sia un incremento prestazionale aggiungendo all'inerte riciclato cenere volante opportunamente depurata della polvere ai fini del miglioramento del legame tra cemento e aggregato stesso. La presenza di aggregati riciclati e cenere volante modifica le proprietà reologiche del calcestruzzo fresco con riduzione del *bleeding*.

Dato il maggior volume di micropori contenuti nella struttura, conseguente la sua maggior frazione volumetrica di pasta cementizia, per le problematiche relative al ritiro igrometrico le deformazioni più evidenti si sono rilevate nel calcestruzzo così confezionato con valori anche del 30% rispetto ad uno tradizionale. Si segnala invece una tendenza opposta per il creep: con parziale o totale presenza di aggregati riciclati lo scorrimento viscoso dopo un anno è del 20% inferiore a quello di un conglomerato con inerti lapidei. In definitiva, l'azione combinata del ritiro igrometrico e dello scorrimento viscoso indicano valori di deformazione non eccessivamente maggiori di quelli di un calcestruzzo ordinario.

Per quanto riguarda la carbonatazione si evidenzia come l'inserimento nel mix di cenere volante con inerti di riciclaggio influenzi la durabilità del calcestruzzo rilevandosi un apporto

positivo. Si può affermare come per calcestruzzi caratterizzati da elevati volumi di cenere volante la carbonatazione abbia effetti minori data la minore permeabilità del conglomerato anche quando vengono miscelati volumi porosi come si caratterizzano quelli riciclati. In funzione di tale utilizzo di cenere volante con aggregati da riciclaggio sono stati testati presso lo stabilimento Colacem di Sesto Campano in Molise provini con quattro mix design corrispondenti ad altrettante curve granulometriche con riferimento a quella di Bolomey. I cubetti sono stati testati dopo 5 ore e dopo 24 ore dal confezionamento per valutare l'influenza del ritiro nelle primissime ore di passaggio dallo stato fresco a quello indurito. Tale procedura è sembrata la più indicativa in quanto il fenomeno del ritiro in tale fase risulta maggiormente "controllabile" consentendo di pervenire a curve granulometriche con mix mirato per ridurre il manifestarsi di tale problematica. La diminuzione di volume di inerte è stata compensata da una maggiore quantità di cemento tipo 52,5 R e consistenza S2. I risultati, sinteticamente, hanno indicato come la presenza di inerti da riciclaggio con aggiunta di cenere volante abbia confermato bassa idratazione del cemento stesso con conseguente minore presenza di fenomeni di ritiro in confronto ai provini confezionati con inerti lapidei.

Agostino Catalano  
Università del Molise

ESISTONO  
DIFFERENZE  
SOSTANZIALI TRA  
GLI AGGREGATI  
RICICLATI  
PROVENIENTI DA  
COSTRUZIONE/  
DEMOLIZIONE  
E AGGREGATI  
RICICLATI  
RICAVALI DA  
PLASTICA O DA  
FRANTUMAZIONE  
SELETTIVA  
TRAMITE  
L'ELIMINAZIONE  
DI IMPURITÀ  
PRESENTI

## PLUS VALORE DI SOSTENIBILITÀ

La sostenibilità di un edificio è ormai tradizionalmente legata a concetti che spesso generalizzano il termine conducendo ad una "promiscuità prestazionale" che, occorre dirlo, ne snatura in parte il pur importante significato. Se si pone l'attenzione all'evoluzione e ai contenuti del progetto di architettura probabilmente dobbiamo ammettere che in molti episodi tale concetto resta confinato in un tentativo poco chiaro di applicazione tradendo quelli che sono i canoni tecnologici che trasformano l'idea progettuale da "sogno" a "realtà". Il bilancio in tal senso indica, in ciò coerentemente con il termine e pregevolmente nei fatti, un maggiore sforzo verso la progettazione degli involucri che sfruttando il notevole e auspicato sviluppo delle tecnologie microclimatiche, differenziate tra involucri opachi e trasparenti, e introducendo il concetto, seppur poco osservato, dell'interazione con l'energia solare tramite il giusto posizionamento sul terreno dell'opera ha soddisfatto solo in parte la domanda di sostenibilità.

Cosa manca, allora, per ottenere un livello ancora superiore di prestazione in tal senso? Il concetto è nella storia dell'evoluzione tecnologica del costruito pensato e realizzato da grandi maestri dell'architettura come, ad esempio, Eduardo Torroja che ha avuto come linea direttrice della sua produzione fin dalla prima metà del secolo XX la durabilità del conglomerato cementizio. Tale concetto è confermato dal riconoscimento normativo avvenuto solo in questo ultimo decennio in cui si è finalmente raccolto quanto studiato e scientificamente prodotto in tanti anni di approfondimento legato al rilievo di un patrimonio costruito ampiamente degradato in tempi troppo brevi rispetto al loro concepimento.