

INERTI LOW TECH

Anche il mondo del cls è investito dal "credo" diffuso dei materiali di recupero e cosiddetti "naturali": sughero, lolla, ceneri, lumache. Per ora in via sperimentale, ma con qualche prospettiva concreta

Giuliana Iannaccone

Il concetto di sostenibilità legato all'utilizzo delle risorse naturali per la produzione di materiali per l'edilizia assume le valenze più diverse che variano in relazione agli approcci e ai contesti geografici. Dalle filosofie bio ed eco, agli impegni di efficienza energetica e uso razionale delle risorse, un fattore comune è rintracciabile nella preferenza di utilizzo di risorse locali facilmente reperibili, meglio ancora se riciclabili o riciclate.

Uno dei prodotti da costruzione più diffuso e tra i più poveri nella sua composizione materica e nella sua lavorazione costituisce ancora oggetto di studi in tutto il mondo mirati all'individuazione di miscele innovative che in qualche modo permettano di incorporare materiali localmente disponibili, altrimenti inutilizzabili, pur assicurando le necessarie caratteristiche di resistenza richieste dall'uso in edilizia. Sulla base di questi presupposti, miscele alternative, oltre a presentare benefici tecnologici ed economici, possono costituire un metodo eco-compatibile di eliminazione degli scarti. E, secondo un procedimento ben noto in economia domestica, al fine di recuperare quanto è avanzato in cucina, l'impasto base del conglomerato cementizio viene di volta in volta modificato sulla base di quanto è di volta in volta disponibile: insomma, è proprio il caso di dire che non si butta via niente!



In Europa

In Europa, uno dei problemi affrontati è quello del riciclo degli scarti finalizzato a una riduzione degli sprechi e dell'utilizzo delle risorse naturali.

L'industria del sughero, ad esempio, consuma all'anno più di 280.000 tonnellate di sughero, materiale naturale, già noto nelle sue applicazioni in edilizia per la produzione di isolanti termici ed acustici. Di questa quantità circa il 20-30% viene scartato dalle unità di lavorazione, principalmente sotto forma di polvere di sughero avente bassa granulometria e nessun interesse industriale. Essendo il Portogallo il più grande produttore al mondo di sughero sono evidenti in questa nazione gli interessi economici nell'individuazione di usi alternative di tali scarti industriali. Ricerche condotte in passato sulle miscele di calcestruzzo contenenti sughero hanno evidenziato le loro principali caratteristiche rispetto a calcestruzzi standard e ad altri tipi di calcestruzzi leggeri (areato, alveolare, cellulare). I risultati hanno indicato che, sebbene la resistenza meccanica a compressione e a trazione del cemento di sughero sia più bassa di quella del calcestruzzo standard, questo tipo di conglomerato pre-

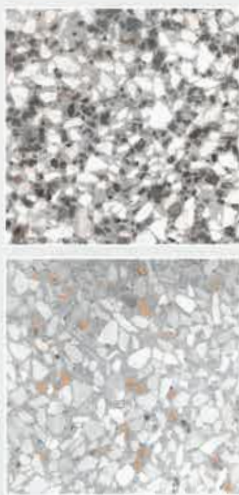


In Portogallo

Polvere di sughero nella miscela di cls

Aumentando la quantità di sughero, si riduce la resistenza a compressione. Utilizzabile per le barriere acustiche, per pareti non portanti e malta di allettamento leggera per pavimenti

Un team di ricerca del Dipartimento di Ingegneria Civile della Facoltà di Scienze e Tecnologia dell'Università di Coimbra (Prof. Antonio Tadeu, Prof. Fernando G. Branco, con l'ing. Maria de Lurdes Belgas Reis dell'Istituto Politecnico di Tomar) sta sviluppando un'estesa campagna di sperimentazione mirata alla valutazione delle proprietà meccaniche e fisiche della polvere di sughero e all'esplorazione dei suoi potenziali vantaggi se utilizzato come inerte. L'introduzione di granuli di sughero naturale o espanso nelle miscele di calcestruzzo può consentire il miglioramento di alcune prestazioni rispetto al cemento standard: isolamento termico, comportamento acustico (soprattutto rispetto ai carichi da urto), accresciuta durabilità in condizioni gelo-disgelo. La ricerca, attualmente in atto, ha preliminarmente analizzato l'impatto della presenza del sughero sulla resistenza a compressione del cemento. È stato innanzitutto progettato un cemento standard di riferimento, a partire dal quale sono state prodotte differenti miscele. Queste sono state ottenute mediante l'utilizzo di due tipi di granuli di sughero, naturale ed espanso, in luogo di calcare primario grosso e/o sabbia di fiume. In ogni miscela un dato volume di



inerte grosso o sabbia è stato sostituito con uno stesso volume di granuli di sughero, con una simile distribuzione di dimensione granulare. Sono state testate sostituzioni del 10%, 20% e 30%. In alcuni provini il 10% sia di sabbia che di inerte grosso è stato sostituito da granuli di sughero. Per tutti gli inerti e i granuli di sughero usati sono stati determinati: granulometria, contenuto di umidità e peso specifico. Sono state inoltre eseguite prove di

consistenza su cemento fresco e test di laboratorio su cemento indurito per determinarne la resistenza meccanica sotto carichi di compressione. Peso specifico e assorbimento di acqua sono stati i parametri fisici misurati nei provini di calcestruzzo indurito. Come atteso, quando una maggiore quantità di inerte è sostituita da granuli di sughero, vi è una evidente riduzione di peso ancora più significativa nel caso di impiego di granuli di sughero espanso. Sono stati confezionati cubetti di calcestruzzo di dimensione 150x150x150 mm³, rimossi dai

loro stampi 24 ore dopo il getto e conservati in una camera climatica (20°C; +95% di umidità relativa) fino alla esecuzione del test. I provini di cemento di sughero sono stati sottoposti a test di resistenza a compressione secondo le specifiche di prova LNEC E226:1968. I test sono stati condotti a 3, 7, 14, 21 e 28 giorni di

maturazione per valutare le variazioni di resistenza a compressione nel tempo, in relazione alla quantità di sughero nella miscela. Come atteso, come la percentuale di granulati di sughero aumenta, cade la resistenza a compressione del calcestruzzo. Quando viene usato sughero espanso a parziale sostituzione degli inerti, la perdita di resistenza a compressione è generalmente più alta di quella rispetto a quando viene usato sughero naturale.

I risultati indicano che la resistenza media del calcestruzzo contenente granuli di sughero come materiali inerti è strettamente connessa al suo peso specifico: la resistenza a compressione diminuisce al diminuire del peso specifico. I test condotti hanno permesso di concludere che questa perdita di resistenza, all'interno dell'intervallo di densità testato, segue un andamento lineare. Sulla base di questi primi risultati sono in fase di studio alcune applicazioni: barriere acustiche per autostrade (pannelli di cemento di sughero), blocchi di cemento di sughero per pareti non portanti e malta di allettamento leggera per pavimentazioni. Il suo peso specifico: la resistenza a compressione diminuisce al diminuire del peso specifico, inerti è strettamente connessa.

Sotto, provino di cemento di sughero.

Al centro, per verificare un'omogenea dispersione dei granuli di sughero (sia naturale sia espanso) all'interno della massa di cemento, alcuni provini sono stati tagliati in due e ne è stata analizzata la superficie di taglio. Questa procedura ha confermato che una buona dispersione di sughero in tutte le serie analizzate.



In apertura, la littrina è un tipo di lumaca molto diffusa nell'area del delta del Niger.

Nella pagina a fianco in basso, guscio di palma. Può essere utilizzato sia come inerte che come legante, una volta però sottoposto ad un processo di incenerimento.

senta prestazioni migliori rispetto agli altri tipi di calcestruzzi leggeri analizzati. Inoltre il cemento leggero di sughero presenta migliori proprietà termiche e di ritiro rispetto ad altri calcestruzzi leggeri prodotti da materiali organici.

In Africa

In Africa, ed in particolare in Nigeria, da diversi anni si stanno conducendo ricerche finalizzate a sviluppare materiali edili alternativi più economici per la costruzione di case: l'aumento consistente dei prezzi dei materiali da costruzione tradizionali è stato tale da incidere in modo negativo sulla produzione efficiente di edilizia residenziale.

Un filone di ricerca si è concentrato sullo studio di miscele di conglomerato ottenute mediante la parziale sostituzione del cemento (come legante) e degli inerti con alcune alternative disponibili

localmente, per ridurre l'approvvigionamento di materiali non facilmente reperibili sul posto.

Già dai tempi degli antichi romani era noto l'utilizzo della pietra pomice per la realizzazione di conglomerati cementizi leggeri e, ad esempio, realizzazioni ardite come la cupola del Pantheon a Roma, sono state rese possibili proprio grazie all'utilizzo di questo materiale. La laterite, un terreno rossiccio di formazione argillosa comunemente reperibile nella fascia tropicale, è stato scoperto essere un valido sostituto della sabbia fine nel calcestruzzo fino ad un livello di sostituzione del 50%. Oltre a questi due materiali, in Africa, vengono testati cementi che utilizzano come sostituti degli inerti gusci di littrina (derivato da una famiglia di lumache "littoinidae" molto diffusa nell'area del delta del Niger), gusci di murice porpora (più pesanti e più durezza dei

gusci di litorina, con una resistenza a compressione di 20 N/mm² con un rapporto di miscela 1:1:2 nel periodo di maturazione di 28 giorni), gusci di palma (un sottoprodotto del processo di produzione dell'olio di palma, molto presente nell'Africa Occidentale, ha la capacità di conservare una buona resistenza a compressione anche ad elevate temperature), semi di atile (ricavati da un frutto coltivato in Nigeria, avendo un basso valore di resistenza a compressione, vengono utilizzati come inerti per calcestruzzo non armato nei solai a terra massicci a causa del suo ridotto modulo di elasticità). Molto sorprendente è invece l'utilizzo di alcuni sottoprodotti agricoli e industriali come leganti nella miscela di calcestruzzo, che si potrebbero definire "pozzolane artificiali". La sostituzione di una porzione della miscela con queste pozzola-



ne può contribuire ad una significativa riduzione del costo del prodotto finale. Tra le pozzolane artificiali indagate si possono annoverare diverse tipologie.

Cenere di lolla

Viene prodotta mediante trattamento termico della buccia esterna del riso (la lolla, appunto), cereale presente sia nella Nigeria meridionale sia settentrionale. Il sottoprodotto di questo processo contiene silice. La cenere amorfa (non cristallina) ottenuta bruciando la lolla a circa 600-650°C è altamente reattiva con la calce e si presta così alla produzione

di materiali secondari di cementazione.

Cenere di segatura

La cenere di segatura viene ottenuta mediante la combustione di segatura a temperature molto alte (600-700°C).

Consistenza della lolla prima della sua combustione.

Segue a pagina 125

In Nigeria

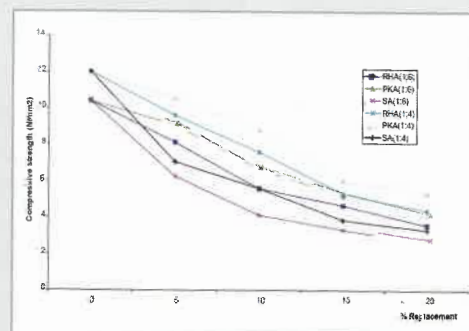
Cenere di lolla, di guscio di palma e di segatura

Per le malte, per intonacare e per murature non portanti

Uno studio molto attento è stato condotto da un gruppo di ricerca del Department of Building della Obafemi Awolowo University di Ile-Ife in Nigeria teso alla individuazione degli effetti dell'utilizzo delle cenere di lolla, della cenere di guscio di palma e della cenere di segatura sulla resistenza a compressione di provini cubici. I materiali utilizzati per la produzione della miscela sono: comune sabbia sottile, cemento Portland ordinario, lolla, guscio di palma, segatura e acqua. Prima della macinatura sono stati fatti essiccare al sole per un mese. La segatura è stata invece raccolta da una segheria locale e messa ad asciugare prima della combustione. La cenere è stata ottenuta mediante combustione all'aria aperta. Le ceneri sono state quindi setacciate utilizzando un setaccio di 150µm. La dimensione massima del granello di sabbia utilizzata è di 2,36 mm. L'acqua è stata estratta da un ruscello locale. Sono stati usati due rapporti di miscela di malta (rapporto legante/sabbia di 1:4 e 1:6) e sostituzioni variabili dei leganti con cenere di lolla (RHA - Rice Husk Ash), cenere di guscio di palma (PKA - Palm Kernel Ash) e cenere di segatura (SA - Sawdust Ash) equivalenti allo 0%, 5%, 10%, 15% e 20%. Sono stati quindi preparati dei provini cubici di dimensione 50x50x50 mm secondo procedure di laboratorio standard. Per simulare condizioni

di cantiere è stata aggiunta acqua fino ad ottenere miscele lavorabili. In tutti i casi il dosaggio è stato eseguito in base al peso. Sono stati testati complessivamente 540 cubetti di malta per le prove di resistenza a compressione in differenti periodi di maturazione variabili dai 3 ai 90 giorni. Sono state inoltre eseguite verifiche di assorbimento dell'acqua su 60 cubetti, questi ultimi lasciati a maturare per 28 giorni, quindi essiccati all'aria per 3 giorni ed infine pesati e messi in ammollo per 24 ore e quindi pesati di nuovo per determinare la quantità di acqua assorbita. I risultati dei test dimostrano che la resistenza a compressione dei cubetti aumenta con il tempo e diminuisce con la percentuale di sostituzione del cemento con RHA, PKA e SA. I cubetti di malta preparati con miscele contenenti PKA come pozzolana hanno rivelato le più alte resistenze a compressione per tutte le percentuali di sostituzione mentre quelli contenenti SA come sostituto pozzolanico hanno presentato i valori più bassi di resistenza a compressione in tutte le fasi di maturazione. In generale, i provini preparati con le pozzolane artificiali presentano minori vantaggi nella resistenza a compressione rispetto a miscele contenenti solo cemento come legante, tuttavia la loro resistenza è maggiore del valore minimo richiesto dagli standard nigeriani per i blocchi di "sandcrete" (cemento di sabbia). Dal punto di vista dell'assorbimento dell'acqua è stato rilevato come aumentando la percentuale di sostituzione del cemento, la quantità di acqua assorbita dimi-

nuisce. Le miscele contenenti PKA hanno mostrato le migliori prestazioni rispetto all'assorbimento dell'acqua e quindi migliori prestazioni di durabilità. I risultati delle analisi hanno indicato che tutti i 3 tipi di cemento miscelato sottoposti a test possono avere buone prestazioni, con un livello di sostituzione pari al 15% nella malta sabbia/cemento, per opere di intonacatura e per murature sottoposte a carichi normali o non portanti. In conclusione, per produrre una buona malta in termini di resistenza, durabilità e assorbimento dell'acqua la percentuale complessiva raccomandata di sostituzione del cemento con RHA, PKA e SA nella miscela legante non dovrebbe superare il 15% per rapporti di miscela di 1:6 e il 20% per rapporti di miscela di 1:4.



Il grafico illustra la variazione della resistenza a compressione in base alla percentuale di sostituzione del cemento con pozzolane artificiali a 28 giorni di maturazione.