

A sinistra, Modulo Stone a Legnano (MI) in fase di costruzione.
Al centro, Modulo Stone 2.0 ad Abbiategrasso (MI).
A destra, stratificazione della soluzione adottata nella ricerca promossa da Roma Tre.

FOOD PACKAGING PER COSTRUIRE

Senza deroghe sul livello delle prestazioni, non si utilizza solo per un'Architettura di emergenza o di compromesso.
Un riciclo bello ed efficiente

di Adolfo F. L. Baratta, Alessandro Rogora

Pannelli di solaio 65 x 65 cm h: 12 _ Scala 1:5

rete elettrosaldata 6 passo 15 x 15
permette la corretta ripartizione dei carichi

getto di calcestruzzo
armato con rete elettrosaldata ha
funzione portante

strato di poliaccoppiato
utile come impermeabilizzante

piano di cartone pressato forato in opera
permette la disposizione dei vasetti

vasetto di yogurt
la disposizione ordinata permette la creazione di
una intercapedine aerata

soletta di calcestruzzo
supporto per il solaio e per la finitura

BOTTIGLIE vs MATTONI

Costruire edifici utilizzando carta riciclata, contenitori per bevande oppure bottiglie di plastica, in sostituzione di pietra o mattoni, può apparire bizzarro, tuttavia, le ricerche e le applicazioni in atto dimostrano che l'utilizzo di materiali di recupero nelle costruzioni può portare a soluzioni sorprendenti ed efficienti. Prima che qualificarsi come un problema di natura tecnica, la possibilità di utilizzare dei "rifiuti" nel processo di realizzazione degli edifici deve però essere accettata dagli utenti. Occorre infatti rimuovere dall'immaginario collettivo la relazione che lega l'uso del rifiuto agli interventi realizzati in condizioni di emergenza e di precarietà tipici dei ricoveri provvisori o delle aree marginali delle grandi metropoli. L'utilizzo nel settore delle costruzioni di materiali di recupero provenienti da filiere diverse da quella edilizia non produce necessariamente manufatti con basse prestazioni, così come la stessa

immagine architettonica non deve per forza risentire negativamente delle soluzioni costruttive e dei materiali utilizzati. Certamente usare materiali tanto diversi da quelli tipici implica l'interruzione di una pratica consolidata e codificata, imponendo ai soggetti coinvolti nel processo edilizio nuove e diverse regole che devono essere comprese e rispettate. Per il progettista significa riappropriarsi del proprio ruolo di organizzatore e gestore del processo costruttivo, per le maestranze equivale invece ad azzerare le proprie competenze con tutti i problemi di accettazione dei nuovi ruoli che questo comporta. Proprio con l'obiettivo di dimostrare le potenzialità dei materiali di recupero vengono di seguito presentate alcune soluzioni tecnologiche realizzate nel corso di due ricerche parallele che gli autori hanno svolto presso il Politecnico di Milano e l'Università degli Studi Roma Tre.

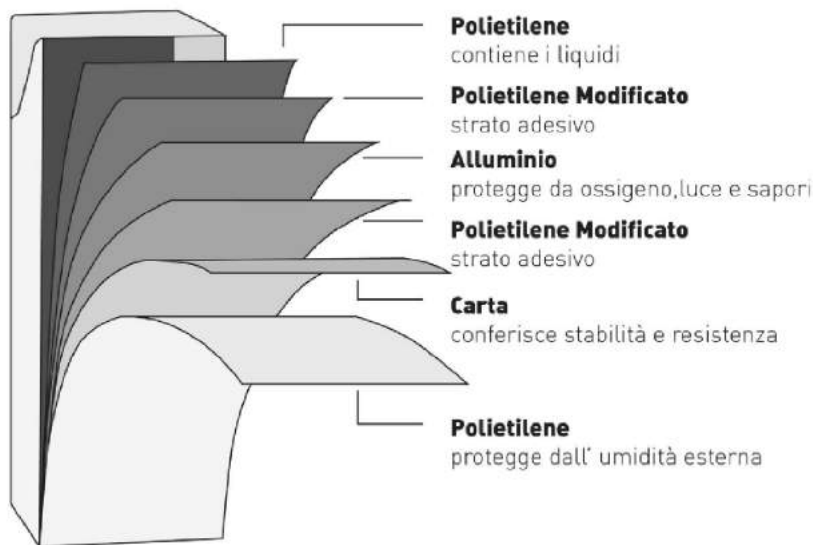
L'ESPERIENZA DEL POLITECNICO DI MILANO

Nell'ambito del Laboratorio di Costruzione dell'Architettura I, diretto dal prof. Alessandro Rogora, sono stati organizzati dei workshop nel 2010 e 2011 presso il centro LIPU di Palude Brabbia (VA), nel 2012 nel Comune di Legnano (MI) e nel 2013 nel Comune di Abbiategrasso (MI), nel corso dei quali sono stati realizzati dei manufatti edilizi interamente costruiti dagli studenti e "donati" al soggetto ospitante. La necessità di contenere i costi e la voglia di sperimentare soluzioni innovative hanno portato il gruppo di lavoro (a cui hanno partecipato, in momenti diversi, i proff. M. Fianchini, E. Fioramonte, P. Vercesi, L. Tagliabue, G. Dall'O', gli architetti C. Poggi, A. Trevisan, D. Lo Bartolo, B. Barbieri, E. Savioni e lo scultore L. Ribolzi) a studiare delle soluzioni costruttive che utilizzassero materiali a costo quasi zero. Nel 2012, in accordo con il Comune di Legnano, il Dipartimento DASTU e la società AMGA (Società partecipata che si occupa della raccolta dei rifiuti solidi urbani), è stato realizzato all'interno del Parco del Castello a Legnano un piccolo modulo edilizio con funzione di punto informativo e deposito: denominato STONE (SusTainable ONE), con una superficie di circa 8 m², il modulo è stato realizzato in larga parte con materiali di recupero ed è stato interamente autocostruito dagli studenti

in 5 giorni di lavoro. Le fondazioni sono state realizzate utilizzando degli pneumatici come casseri a perdere per i getti di calcestruzzo, mentre le pareti sono state realizzate con elementi in legno, riadattando la tecnica costruttiva messa a punto da Walter Segal (Walter Segal (Berlino 1907 – Londra 1985), architetto svizzero naturalizzato britannico, che sviluppò l'omonimo sistema di autocostruzione di edifici in legno. Per la struttura primaria sono stati impiegati elementi in legno provenienti dalla demolizione del vecchio impianto scenico del Cinema Teatro Legnano, mentre le travature secondarie sono state realizzate con elementi in parte di recupero e in parte di nuova fornitura. Le pareti di tamponamento, con spessore di 20 cm, sono state realizzate in quattro tipologie diverse: con contenitori in tetrapak; con paglia di grano incollata con resina vinilica diluita; con fogli di cartone ondulato sovrapposti; con miscela di carta-cemento (papercrete). Le finiture esterne sono state eseguite in OSB, mentre le finiture interne sono state realizzate riutilizzando dei battiscopa in legno. Il manto di copertura è stato realizzato con teloni in PVC di recupero, mentre porta e finestra sono state recuperate dalla demolizione di un edificio poco distante dal sito di progetto. Il Modulo edilizio STONE 2.0 ha una superficie di circa 24 m², di cui 4 m² destinati a portico: è utilizzato come deposito e punto informativo per le atti-

vità di Palazzo Stampa alle porte di Abbiategrasso. Il Modulo è il risultato di una tesi di laurea (tesi di Laurea Magistrale in Architettura di Lingesan Sharavanan e Chikodi Shantanur Recycled materials in building construction: a module at Abbiategrasso, Politecnico di Milano, 23 luglio 2014) ed è stato progettato per essere costruito in 5 giorni. La struttura primaria è stata realizzata con elementi di recupero (travi ad H e a C) in fibra di vetro forniti dall'azienda PCR di Bernareggio, mentre per l'isolamento sono state utilizzate al contempo soluzioni convenzionali e innovative. Nella parete Sud è stato realizzato un sistema di captazione solare che contribuisce alla climatizzazione passiva dell'edificio. Sono stati utilizzati due infissi di recupero e un muro solare realizzato con bottiglie in plastica recuperate dagli studenti e riempite di acqua per l'accumulo del calore da fonte solare; le bottiglie sono state inserite in un pannello isolante per limitare le dispersioni verso l'esterno. Il resto dell'involucro verticale è stato realizzato con una struttura in legno riempita secondo quattro opzioni alternative di isolamento: pannelli di polistirene; lana di roccia; sottile multistrato riflettente all'infrarosso; lana di roccia accoppiata all'isolamento multistrato all'infrarosso. Il funzionamento energetico del modulo edilizio è attualmente monitorato per verificare le prestazioni in opera delle soluzioni proposte.

Stratificazione tipo di un contenitore in poliaccoppiato.
A destra, esempio di parete in contenitori di latte fresco (carta e polietilene).



L'ESPERIENZA DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA TRE

Da qualche anno un gruppo di ricerca del Dipartimento di Architettura (il gruppo di lavoro è costituito da prof. A. Baratta, arch. Phd. L. Calcagini, arch. A. Magarò, arch. O. Minnella) svolge una ricerca con l'obiettivo di:

- valorizzare i rifiuti dando una risposta (anche solo parziale) alla crescente domanda di materiali sostenibili;
- ampliare e approfondire il sistema informativo sulle tecniche di riuso, per promuovere metodologie tendenti a recuperare, riutilizzare e riciclare i rifiuti;
- fornire degli spunti di riflessione per ipotizzare strategie di intervento più adeguate per una corretta gestione delle materie prime e dei rifiuti. L'occasione per dare consistenza alla ricerca è stata data dal Festival Internazionale "RiscARTI", contenitore multidisciplinare che, con linguaggio anti-convenzionale e popolare, vede realizzare performance, mostre e laboratori sul tema del riuso e del riciclo. Giunto alla terza edizione, nel settembre 2015 l'evento ha ospitato prodotti d'artigianato e filiere virtuose dell'alimentazione, sposando così le tematiche di Expo Milano 2015. Il gruppo di ricerca ha quindi spostato l'attenzione sul recupero di alcuni rifiuti solidi urbani provenienti dal settore alimentare per re-immeterli nel ciclo produttivo attraverso il riuso in edilizia. La ricerca ha previsto l'investigazione di materiali e prodotti riusabili o riciclabili, l'ideazione di soluzioni tecniche, la valutazione teorica dei livelli prestazionali forniti, la realizzazione di campioni a scala reale per valutare l'effettiva fattibilità. Dopo aver vagliato diverse opportunità, il gruppo di ricerca ha concentrato la propria attenzione su due casi di studio. Il primo caso di studio, un "Solaio controterra realizzato con contenitori esausti", è costituito da uno strato di poliaccoppiato, vasetti di yogurt inseriti in un ulteriore getto di poliaccoppiato precedentemente forato, getto di completamento in calcestruzzo. I vasetti di yogurt, tipicamente di plastica, possono essere reimpiegati con la funzione di casseri a perdere, nella realizzazione di un solaio controterra. La loro disposizione ordinata permette di alleggerire il pacchetto di solaio e di creare un'intercapedine aerata: il getto di completamento in calcestruzzo è armato con una rete elettrosaldata per la corretta ripartizione dei carichi. Per tenere in sede i vasetti durante il getto è necessario un supporto, che può essere realizzato in cartone riciclato pressato, che ha anche una funzione parzialmente isolante: il supporto è impermeabilizzato con dei fogli di poliaccoppiato ricavati dallo sviluppo di contenitori esausti, così da non

OCCORRE RIMUOVERE DALL'IMMAGINARIO COLLETTIVO IL LEGAME TRA USO DEL RIFIUTO E INTERVENTI REALIZZATI IN CONDIZIONI DI EMERGENZA E DI PRECARIETÀ

assorbire l'acqua del calcestruzzo vanificandone la presa e compromettendone la prestazione. Il solaio è completato da uno strato di livellamento e da un tavolato di legno di recupero. Un solaio siffatto utilizza circa il 30% in meno di calcestruzzo (un volume pari a 0,29 m³/m² rispetto a 0,45 m³/m² che si utilizzerebbero per realizzare una soletta piena dello stesso spessore) e garantisce l'aerazione al fine di prevenire fenomeni di condensa. Tale soluzione, seppure priva di isolamento termico e con uno spessore di soli 18 cm, determina una trasmittanza termica pari a 1,50 W/m²K. Seppure le valutazioni abbiano dei possibili margini di errore, l'esperimento dimostra come il reimpiego di un elemento che solitamente aumenta il volume dei rifiuti solidi urbani possa fornire interessanti prestazioni. Il secondo caso di studio, una "Parete interna realizzata con contenitori esausti", è costituito da quei contenitori di poliaccoppiato (75% carta, 20% polietilene e 5% alluminio) che rappresentano una delle soluzioni più diffuse per la distribuzione, lo stoccaggio, la vendita e la conservazione di liquidi per uso alimentare. Non essendo imballaggi monomaterici, il loro smaltimento tramite raccolta differenziata casalinga è complesso: eppure si tratta di prodotti costituiti da strati di materiali che potrebbero essere facilmente reimmessi nel ciclo produttivo. Fissate queste due premesse e sfruttando la tipica modularità delle confezioni, che ne consente un trasporto ed uno stoccaggio più efficiente, è stato utilizzato il contenitore come elemento modulare per la realizzazione di pareti di divisione e separazione con spessori di 10 e 24 cm. Con una parete di soli 10 cm di spessore, la trasmittanza termica è risultata pari a 1,89 W/m²K. Considerato che il valore delle additanze interne, sintesi degli scambi convettivi e all'infrarosso, tiene conto della emissivi-

tà dei materiali e che l'intercapedine d'aria è delimitata da superfici aventi bassi valori di emissività emisferiche, in realtà si ha una riduzione dello scambio radiativo e un corrispondente incremento della resistenza termica di intercapedine: tale incremento può essere dell'ordine di 2-3 volte [Di Nora, G.; Pistoni, C.; Zamboni, F. 2011. Manuale d'uso software Cened. Versione 1.2, Regione Lombardia, Milano.]. Si può, quindi, affermare che il valore di trasmittanza ottenuto sia estremamente cautelativo rispetto alle prestazioni termiche che si possono ottenere con tale soluzione tecnologica (Rogora, A.; Lo Bartolo, D. 2013 Costruire alternativo: tecniche costruttive non convenzionali per l'architettura sostenibile. Wolters Kluwer editore, Milano. p. 132).

RISULTATI E POSSIBILI SVILUPPI

Le esperienze descritte hanno indagato le potenzialità d'uso e le prestazioni dei materiali di recupero, con particolare riguardo alle prestazioni termiche e meccaniche. I risultati delle due attività sono stati sorprendenti [Rogora, A. 2013 "L'arte del riciclo: materiali e soluzioni non convenzionali in edilizia"; Domus Aurea magazine, n. 11, Rendi Edizioni, Fratta Terme di Bertinoro (FC); Rogora, A. (a cura di) 2006 Carta e Cartone in edilizia, Esempi di architetture e materiali innovativi a base di carta e cartone. Edicom Edizioni, Monfalcone; Rogora e Lo Bartolo, 2013 op cit.]. Seppure con risultati parziali e certamente non esaustivi, le attività dimostrano che le potenzialità dei rifiuti impiegabili nel settore delle costruzioni sono enormi. Nei prossimi anni si prevede di realizzare delle ulteriori esperienze focalizzando l'attenzione sulla messa a sistema delle soluzioni tecniche già analizzate, individuando nuove modalità di utilizzo dei materiali con particolare attenzione alla soluzione dei nodi tecnologici e delle discontinuità nell'involucro edilizio. Più in generale, l'obiettivo è di creare un prototipo, perfettamente funzionante e utilizzabile in maniera continuativa, che sia allo stesso tempo luogo di sperimentazione e luogo di comunicazione delle potenzialità d'uso dei materiali di recupero. La possibilità di osservare e sperimentare il risultato di un uso corretto di questi materiali e di toccarne con mano il funzionamento dovrebbe aiutare a sdoganare queste soluzioni che possono competere in termini prestazionali con le soluzioni convenzionali.

Adolfo F. L. Baratta
Dipartimento di Architettura,
Università degli Studi Roma Tre

Alessandro Rogora
Dipartimento di Architettura e Studi Urbani,
Politecnico di Milano