

I° Giornata di Studi “Riduci, Ripara, Riusa, Ricicla”

---

# **IL RICICLAGGIO COME PRATICA VIRTUOSA PER IL PROGETTO SOSTENIBILE**

---

A cura di Adolfo F. L. Baratta e Agostino Catalano

---

Questo libro è stato realizzato con il contributo del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi Roma Tre e del Dipartimento di Scienze Umanistiche, Sociali e della Formazione dell'Università degli Studi del Molise.

Tutti i contributi sono stati valutati seguendo il metodo del *double-blind peer review*.

### **Comitato Scientifico**

Adolfo F. L. Baratta

*Università degli Studi Roma Tre*

Pepa Cassinello

*Universidad Politécnica de Madrid*

Agostino Catalano

*Università degli Studi del Molise*

Enrico Dassori

*Università degli Studi di Genova*

Fabio Enrique Forero Suárez

*Universidad El Bosque*

Remo Pedreschi

*University of Edinburgh*

Marco Sala

*Università degli Studi di Firenze*

### **Comitato organizzatore**

Adolfo F. L. Baratta

*Università degli Studi Roma Tre*

Laura Calcagnini

*Sapienza Università di Roma*

Agostino Catalano

*Università degli Studi del Molise*

Silvia Pinci

*Università degli Studi Roma Tre*

Camilla Sansone

*Università degli Studi del Molise*

---

### **Partner istituzionali**



---

### **Sponsor**



[www.geoconsultlab.it](http://www.geoconsultlab.it)

---

### **Media partner**



[www.ecoera.it](http://www.ecoera.it)



[www.recyclind.it](http://www.recyclind.it)

---

### **Progetto grafico**

Silvia Pinci

# INDICE

---

## INTRODUZIONE

---

**11**    **PREMESSA. I RIFIUTI NON ESISTONO**  
Adolfo F. L. Baratta, Agostino Catalano

**14**    *PREMISE. WASTES DON'T EXIST*  
Adolfo F. L. Baratta, Agostino Catalano

## RICERCA

---

**18**    **DALLA DEMOLIZIONE SELETTIVA AL REIMPIEGO DEI RICICLATI:  
OTTIMIZZARE LA GESTIONE DEI FLUSSI DI RIFIUTI C&D**  
*FROM SELECTIVE DEMOLITION TO REUSE OF RECYCLED  
MATERIALS: IMPROVING THE C&D WASTE MANAGEMENT*  
Ernesto Antonini

**30**    **PROGETTARE SENZA RIFIUTI. PRIMUM NON NOCERE**  
*PLANNING WITHOUT WASTE. PRIMUM NON NOCERE*  
Adolfo F. L. Baratta

**44**    **RIUSO DI MATERIALI LOCALI NELLE CHIUSURE VERTICALI  
OPACHE. PRESTAZIONE ENERGETICO-AMBIENTALE DI UN  
CASO STUDIO**  
*REUSE OF LOCAL MATERIALS IN BUILDING ENCLOSURE  
TECHNOLOGY. ENERGY AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE  
OF A CASE STUDY*  
Laura Calcagnini

**60**    **RIUSARE SENZA RIFIUTARE: IL RIUSO COME STRUMENTO DI  
CONSERVAZIONE DI ENERGIA E MATERIA**  
*REUSING NOT REFUSING: REUSE AS AN ENERGY-MATTER  
SAVING TOOL*  
Ignazio Caruso

- 74** POSSIBILITÀ DI UTILIZZO DI CALCESTRUZZI CON INERTI DA RICICLAGGIO PER SISTEMI COSTRUTTIVI DUREVOLI E ARCHITETTURE SOSTENIBILI  
*THE POSSIBLE USE OF CONCRETE WITH RECYCLED AGGREGATES FOR LASTING CONSTRUCTION SYSTEMS AND SUSTAINABLE ARCHITECTURE*  
Agostino Catalano
- 86** AGGREGATI PLASTICI RICICLATI PER CALCESTRUZZI: DALLA SPERIMENTAZIONE ALLA PRODUZIONE  
*RECYCLED PLASTIC AGGREGATES FOR CONCRETE: FROM TESTING TO PRODUCTION*  
Ornella Fiandaca, Raffaella Lione
- 102** METODOLOGIA PER LO SVILUPPO DI PRODOTTI DERIVATI DA RICICLAGGIO DI DETRITI DESTINATI ALLO SPAZIO PUBBLICO SULL'ASSE DI CALLE 45, BOGOTÁ D.C.  
*METHODOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF PRODUCTS WITH RUBBLE RECYCLE FOR THE PUBLIC SPACE OF THE 45 STREET, BOGOTÁ D.C.*  
Fabio E. Forero Suárez, Leonardo Gutiérrez, Javier Rojas
- 116** MATERIALI RI-PENSATI: PROSPETTIVE DI RICERCA SULL'USO DEI BIOCOMPOSITI NEL SETTORE COSTRUTTIVO  
*RE-THINKED MATERIALS: RESEARCH PERSPECTIVES ON THE USE OF BIO-COMPOSITES IN CONSTRUCTION SECTOR*  
Francesca Giglio, Giulia Savoja
- 130** I MATERIALI DI RIFIUTO POSSONO ANCORA SERVIRE? NEL RESTAURO, CERTAMENTE  
*CAN THE WASTE MATERIALS STILL BE USEFUL? IN THE RESTORATION, CERTAINLY*  
Luigi Marino
- 144** L'UPCYCLING IN ARCHITETTURA. UN CASO DI STUDIO DANESE  
*UPCYCLING IN ARCHITECTURE. A DANISH EXAMPLE*  
Angela Masciullo

- 158** IL ROTTAME DI VETRO: DA RIFIUTO A RISORSA  
*WASTE GLASS FROM SCRAP TO BUILDING MATERIAL*  
Luigi Mollo, Rosa Agliata
- 172** PRINCIPALI ADEMPIMENTI NORMATIVI PER LA CORRETTA GESTIONE DEI RIFIUTI INERTI DA C&D E VANTAGGI DAL RECUPERO  
*MAJOR REGULATORY REQUIREMENTS FOR A PROPER C&D INERT WASTE MANAGEMENT AND BENEFITS FROM RECOVERY*  
Francesco Montefinese
- 182** ASPETTI TECNICI RELATIVI ALL'USO DI AGGREGATI RICICLATI NEL CALCESTRUZZO STRUTTURALE  
*TECHNICAL ASPECTS CONCERNING THE USE OF RECYCLED AGGREGATES IN STRUCTURAL CONCRETE*  
Giacomo Moriconi
- 196** ZERO WASTE. COME STA CAMBIANDO LA PROGETTAZIONE? QUALI PRODOTTI VERRANNO USATI NELL'EDILIZIA? ESISTE UN'ESTETICA DEL RICICLO?  
*ZERO WASTE. HOW DESIGN IS CHANGING? WHICH PRODUCTS WOULD BE USED IN CONSTRUCTION INDUSTRY? IS THERE ANY RECYCLING AESTHETIC?*  
Alberto Raimondi, Simona Tannino
- 212** RICICLAB: DIDATTICA DEL RIUSO  
*RICICLAB: TEACHING OF RE-USE*  
Rossana Raiteri, Fausto Novi, Andrea Giachetta
- 226** COSTRUIRE EDIFICI STRAORDINARI CON MATERIALI DI RECUPERO: ESPERIENZE TRA RICERCA, DIDATTICA E PROFESSIONE  
*DESIGN AND BUILD EXTRAORDINARY BUILDINGS USING UNCONVENTIONAL MATERIALS: EXPERIENCES AND EXAMPLES BETWEEN RESEARCH, TEACHING AND PROFESSION*  
Alessandro Rogora

**242** PROCESSI TECNOLOGICI PER IL REINSERIMENTO DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE NEL CICLO DI PRODUZIONE EDILIZIA

*TECHNOLOGICAL PROCEDURES FOR THE REINTEGRATION OF DEMOLITION MATERIALS IN THE BUILDING PRODUCTION CYCLE*

Camilla Sansone

## **AUTORI**

---

**257** PROFILI DEGLI AUTORI

—  
**ALESSANDRO ROGORA**

*Politecnico di Milano*  
alessandro.rogora@polimi.it

**COSTRUIRE EDIFICI STRAORDINARI  
CON MATERIALI DI RECUPERO:  
ESPERIENZE TRA RICERCA,  
DIDATTICA E PROFESSIONE**

---

***DESIGN AND BUILD  
EXTRAORDINARY BUILDINGS  
USING UNCONVENTIONAL  
MATERIALS: EXPERIENCES AND  
EXAMPLES BETWEEN RESEARCH,  
TEACHING AND PROFESSION***

—

### **Parole chiave**

Autocostruzione, Materiali di recupero, Rifiuti, Soluzioni bioclimatiche



### **Keywords**

*Do it yourself, Recycled and reused materials, Bioclimatic solutions*



---

## SOMMARIO

L'utilizzo nella costruzione degli edifici di materiali di recupero provenienti da filiere diverse da quella edilizia non produce necessariamente manufatti con basse prestazioni e, anzi, l'uso corretto di questi materiali può portare a soluzioni che equivalgono e superano le prestazioni offerte dalle soluzioni costruttive correntemente utilizzate. La stessa immagine finale del progetto non risente necessariamente delle soluzioni costruttive e dei materiali utilizzati e la qualità formale del manufatto può risultare del tutto paragonabile ai progetti di architettura "convenzionale". Il corretto impiego di materiali alternative di recupero può certamente produrre risultati sbalorditivi per qualità e prestazioni ma prima che qualificarsi come un problema tecnologico deve essere accettato a livello di immaginario collettivo. Su questo versante c'è molto su cui lavorare per liberare queste architetture dall'immagine caotica, disordinata e di necessità tipica delle situazioni di emergenza e precarietà a cui l'uso di materiali di recupero ci ha abituato. In questo contributo vengono presentati degli esempi di costruzione o riqualificazione realizzati in Italia in cui siano stati utilizzati materiali non convenzionali e di recupero, sottolineando i problemi incontrati nella costruzione e le prestazioni ottenute. In particolare vengono descritte due esperienze realizzate con gli studenti del Laboratorio di Costruzione dell'Architettura I del Politecnico di Milano - Corso di Laurea in Architettura Ambientale.

## ABSTRACT

*The use in the construction of buildings of reused and recycled materials coming from sectors other than the construction does not necessarily produce objects (buildings) with low class performances. On the contrary the appropriate use of such materials can be a key element to arrive at building solutions with similar or even higher performances than the currently adopted ones. On the other hand the final image of the designed building it is not necessarily affected by the materials or by the building technics used in the construction and the visual quality can be comparable with “conventionally built” buildings. The appropriate use of alternative, unconventional, recycled materials could lead to highly performing solutions, but the solution of technical problems is nothing if such buildings are not accepted by our society, that means to become acceptable and desirable for most of us. We all have to work a lot on this topic to make these architectures free from the chaotic, disordered and close to basic needs image that is typical of emergency conditions which is still the reference for the use in the construction of buildings of reused and recycled materials. In the paper are presented some examples of italian new buildings and retrofits in which unconventional and recycled materials are used, highlighting the problems solved during the building design and construction and the performances obtained. In particular two experiences made with the students of the Polytechnic University of Milan - School of Architecture and Society, Course of Study in Environmental Architecture are presented.*

## Introduzione

Costruire edifici utilizzando carta riciclata, terra battuta, contenitori prismatici in poliaccoppiato utilizzati per il latte o i succhi di frutta oppure bottiglie d'acqua in plastica, in sostituzione di pietra o mattoni, può a prima vista apparire bizzarro e per qualcuno potrebbe addirittura essere considerato inaccettabile. L'idea di utilizzare materiali di recupero ricorda infatti la costruzione di abitazioni di fortuna realizzate utilizzando i materiali localmente disponibili. Se in natura i materiali disponibili possono essere rami, pietre, terra, foglie e fibre vegetali, nelle periferie delle città i materiali disponibili sono quelli provenienti dal metabolismo umano e quindi i rifiuti del nostro vivere quotidiano.

Naturalmente esistono rifugi realizzati con terra, pietra e legno dalle forme semplici e grossolane, ma è altrettanto possibile trovare degli straordinari esempi di architettura costruiti con i medesimi materiali; con i materiali di recupero (o con i *rifuti*, se non si ha paura di usare questo termine) può succedere esattamente la stessa cosa.

Se ci si addentra con spirito laico nel mondo dei materiali di recupero si può rimanere stupiti dalle potenzialità di questi “nuovi” materiali che, se usati correttamente, possono produrre prestazioni sbalorditive.

L'uso di tecniche costruttive “insolite” tende a riportare il progetto verso una dimensione più vicina ai bisogni della gente e facilita la partecipazione degli abitanti al processo costruttivo attraverso momenti di auto-costruzione partecipata. Non essendoci specialisti nell'uso della tecnica costruttiva tutti i partecipanti alla realizzazione del manufatto partono (grosso modo) dal medesimo livello di competenza rendendo più semplice la formazione di squadre operative e permettendo di tenere alto il livello di attenzione nel lavoro.

Dal punto di vista del linguaggio architettonico sarebbe interessante verificare le relazioni che intercorrono tra l'uso di questi nuovi materiali e le forme costruite con essi realizzate. Credo ci sia molto su cui lavorare in questa direzione per liberare le architetture dall'immagine caotica, disordinata e di necessità (ricoveri provvisori, bidonvilles, ecc.), a cui l'uso di materiali di recupero ci ha abituato. Costruire con materiali e tecnologie alternative prima che qualificarsi come un problema tecnologico deve infatti essere accettato a livello di immaginario collettivo. L'immagine estetica è paradossalmente il problema più impegnativo da risolvere nelle costruzioni di questo tipo.



**Figura 1.**

Modello in scala 1:1 dell'attacco a terra di un muro in balle di paglia (intersezione tra soletta orizzontale e muro perimetrale). Studenti del Laboratorio di Costruzione dell'Architettura 1 - Corso di Laurea in Architettura Ambientale del Politecnico di Milano aa 2010-2011.

Da un lato è necessario dimostrare come, essendo gli oggetti di scarto composti da materiali come tutti gli altri, sia possibile realizzare edifici apprezzabili con prestazioni e qualità estetiche molto elevate, dall'altro è fondamentale una crescita culturale, per riconoscere il valore dell'inusuale, del frammento, della sorpresa, dell'inaspettato rispetto allo standard, al normale, all'abitudinario.

Il grande architetto Louis Kahn, parlando di cosa volesse essere un mattone, ricordava che il desiderio di un mattone fosse quello di diventare un arco; sarebbe certamente interessante cominciare a chiedersi quali forme architettoniche vorrebbero avere i materiali di recupero e quindi quali forme sia possibile e corretto realizzare con essi.

### **Potenzialità e problemi dell'uso dei materiali di recupero in edilizia**

Utilizzare nel progetto materiali di recupero e tecniche costruttive non convenzionali significa rompere una pratica consolidata e codificata, imporre al costruttore nuove e diverse regole di comportamento, azzerare le competenze delle maestranze e richiedere una loro partecipazione e un forte coinvolgimento alle scelte di progetto.

Per il progettista significa riappropriarsi faticosamente del ruolo di organizzatore e gestore del processo costruttivo, processo che deve essere attentamente e completamente comunicato agli operatori, con il rischio di compiere errori sia nella realizzazione che nella comunicazione. Durante le attività di cantiere le maestranze saranno portate infatti ad affrontare gli inevitabili problemi quotidiani cercando di riportarli alla propria esperienza, ma in questo caso, "trasgressioni" anche apparentemente piccole (per esempio delle libere interpretazioni delle modalità di posa) potranno risultare pericolose per gli effetti potenziali sulla qualità e a volte sulla stessa stabilità dell'edificio realizzato.

In molti casi bisognerà prendere in considerazione un'organizzazione del lavoro diversa da quella abituale, fino ad immaginare un processo di costruzione differente da quello convenzionale. Si potrà quindi arrivare a dover motivare le maestranze e a dover procedere a una specifica formazione degli operatori per l'utilizzo di un determinato materiale, alla selezione dei macchinari di cantiere da utilizzare, a rivedere la gestione del magazzino, alla ridefinizione delle squadre di lavoro, fino a ridisegnare profondamente i modi e i tempi di lavoro in cantiere e addirittura fino



**Figura 2.**

Edificio realizzato a Legnano con materiali di recupero (progetto prof. Alessandro Rogora). Nell'immagine sono visibili due culmi in bambù, un tronco di cipresso e le travi primarie recuperate da una demolizione. Per la realizzazione dell'edificio sono stati utilizzati dei serramenti interni di recupero (n. 2), serramenti esterni di recupero (n. 2), piastrelle di recupero ed elementi per la realizzazione della scala in legno.

alla modifica profonda delle sequenze costruttive per arrivare, magari, a costruire prima il tetto e poi le fondazioni come può accadere per gli edifici con struttura portante in bambù.

### **Alcune esperienze di ricerca al Politecnico di Milano**

Organizzare con gli studenti delle esperienze in cantiere per insegnare loro la corretta posa dei materiali e sperimentare le sequenze di realizzazione per favorire un corretto disegno dei particolari è diventato sempre più difficile. Alla difficoltà di trovare il tempo per svolgere le attività di cantiere si somma la necessità di trovare i soldi per i materiali e i macchinari, la mancanza di collaboratori disponibili (anch'essi da retribuire), l'organizzazione logistica e, non ultimo i (giusti) problemi relativi alla sicurezza nei cantieri. Tutte queste difficoltà rendono quasi impossibile realizzare dei workshop operativi all'interno dei corsi universitari, con il risultato di allontanare gli studenti e i docenti dalla pratica del fare confinando il progetto a Rendering tridimensionali che di reale hanno solo una superficiale immagine visiva.

I Laboratori di Costruzione nel Corso di laurea in Architettura Ambientale al Politecnico di Milano (II anno) sono organizzati con didattica su un solo semestre distribuito su 13 incontri didattici di un'intera giornata e una settimana finale intensiva di workshop al termine del semestre di corso (l'ultima settimana di giugno dal lunedì al venerdì). Questa settimana finale di workshop viene generalmente utilizzata per approfondire il progetto andando a definire nel dettaglio i particolari ma, in alcuni casi, è stata utilizzata per fare delle esperienze di costruzione di modelli al vero (particolari 1:1 di nodi tecnologici) e piccole esperienze di cantiere. In particolare nel Laboratorio tenuto dai professori A. Rogora, M. Fianchini e L. Tagliabue la settimana di workshop è stata utilizzata per la realizzazione di manufatti edilizi interamente costruiti dagli studenti e "donati" al soggetto che ha ospitato il workshop.

Negli anni sono stati realizzati due workshop presso il centro LIPU di Palude Brabbia (VA), uno presso il Comune di Legnano (MI) e lo scorso giugno 2014 uno ad Abbiategrasso (MI).

La necessità di contenere i costi e la voglia di sperimentare soluzioni innovative ha portato i docenti responsabili del corso a studiare soluzioni che utilizzassero materiali a costo quasi zero avviando il recupero di materiali tra gli studenti, coinvolgendo delle aziende che potessero fornire materiali



e componenti non utilizzati, eccedenti o recuperati da qualche cantiere mentre le Associazioni o i Comuni coinvolti hanno fornito la logistica e in particolare hanno aiutato a risolvere il problema dell'alloggio degli studenti e la disponibilità di aule studio per permettere lo svolgimento di attività didattiche parallele anche durante la settimana di workshop.



**Figura 3.**

Modulo STONE a Legnano (MI), vista dell'edificio in fase di costruzione. Sono chiaramente visibili gli elementi strutturali di recupero e le pareti realizzate con elementi di recupero (Tetrapak, papercrete, paglia e cartone ondulato).

### **La costruzione del Modulo STONE a Legnano e del Modulo STONE 2.0 ad Abbiategrasso**

Nel 2014, in accordo con il Comune di Legnano, il Dipartimento DASTU e la società AMGA (Società partecipata che si occupa della raccolta dei RSU) si è deciso di realizzare all'interno del Parco del Castello a Legnano un piccolo modulo edilizio con funzione di punto informativo e deposito.

Il modulo, denominato STONE (SusTainable ONE), è stato realizzato in gran parte con materiali di recupero e interamente autocostruito dagli studenti del Laboratorio di Costruzione dell'Architettura.

Le dimensioni in pianta sono pari a circa 3,50x2,70 m, con un'altezza interna



di 2,70 m. 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 utilizzando la tecnica costruttiva messa a punto da Walter Segal [1] e modificata per adattarla ai materiali disponibili per la realizzazione del progetto. 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.



**Figura 4.**

Modulo STONE 2.0 a d Abbiategrasso (MI), vista del modulo ultimato. Sono visibili le strutture in fibra di vetro e le finiture esterne nello stesso materiale.

Le murature di tamponamento sono state realizzate in 4 tipologie diverse con spessore di 20 cm: muratura in tetrapak (recuperando contenitori di poliaccoppiato rimessi in forma e sigillati), paglia di grano incollata con resina vinilica diluita (per questioni di rapidità non è stato possibile utilizzare barbotina di argilla come legante), fogli di cartone ondulato sovrapposti

e una miscela di cartacemento (papercrete) in percentuale di peso 1:1. Le finiture esterne sono state realizzate in OSB, mentre le finiture interne sono state realizzate utilizzando degli zoccolini in legno di recupero. Il manto di copertura è stato realizzato con teloni in PVC di recupero, mentre porta e finestra sono stati recuperati dalla demolizione di un edificio poco distante dal sito di progetto.

La realizzazione del modulo ha occupato 5 giorni di lavoro. Hanno partecipato alla realizzazione dell'opera 50 studenti su due turni (25 al mattino a 25 al pomeriggio) per permettere agli studenti di lavorare contemporaneamente al proprio progetto di Laboratorio e di fare esperienza pratica di cantiere. Il coordinamento del lavoro e la direzione delle squadre (l'obiettivo del workshop è stato di tipo principalmente didattico) è stata seguita dai 3 docenti responsabili e da 7 professionisti architetti (non sempre presenti in contemporanea) che si sono prestati a quest'esperienza.

Gli studenti sono stati ospitati dal Comune di Legnano in una palestra con il libero accesso a docce e servizi e con la possibilità di utilizzare due aule durante l'intera giornata per le attività di progetto.

L'esperienza dei Moduli STONE è significativa, oltre che per l'applicazione delle soluzioni per il risparmio energetico e per il riuso di materiali sottratti al ciclo dei rifiuti, anche per sdoganare nel nostro paese i processi di autocostruzione assistita.

Con il termine "autocostruzione" nel campo dell'architettura si indicano le strategie per sostituire con operatori non professionisti le imprese che si occupano normalmente della realizzazione dell'edificio per conto dei futuri utenti. Le motivazioni sulle quali si basa la pratica dell'autocostruzione sono piuttosto variegata. Gli utenti infatti possono autocostruire abitazioni individuali o edifici di uso collettivo per dotarsi di un'abitazione a un prezzo molto contenuto, oppure per creare un ambiente abitativo adatto a particolari esigenze dell'individuo e della sua famiglia, per elaborare uno stile architettonico e di vita più personale o semplicemente per vivere in una casa che non ci si potrebbe permettere di acquisire sul mercato convenzionale. Ma esistono anche motivazioni etiche incentrate sulla ricerca dell'autonomia e sulla volontà di riappropriazione di tecniche tradizionali e innovative, in fine motivazioni che possono riguardare l'ecologia, il rispetto della natura o l'attenzione al riciclo e al riuso di materiali come nel caso dei Moduli STONE e STONE 2.0.

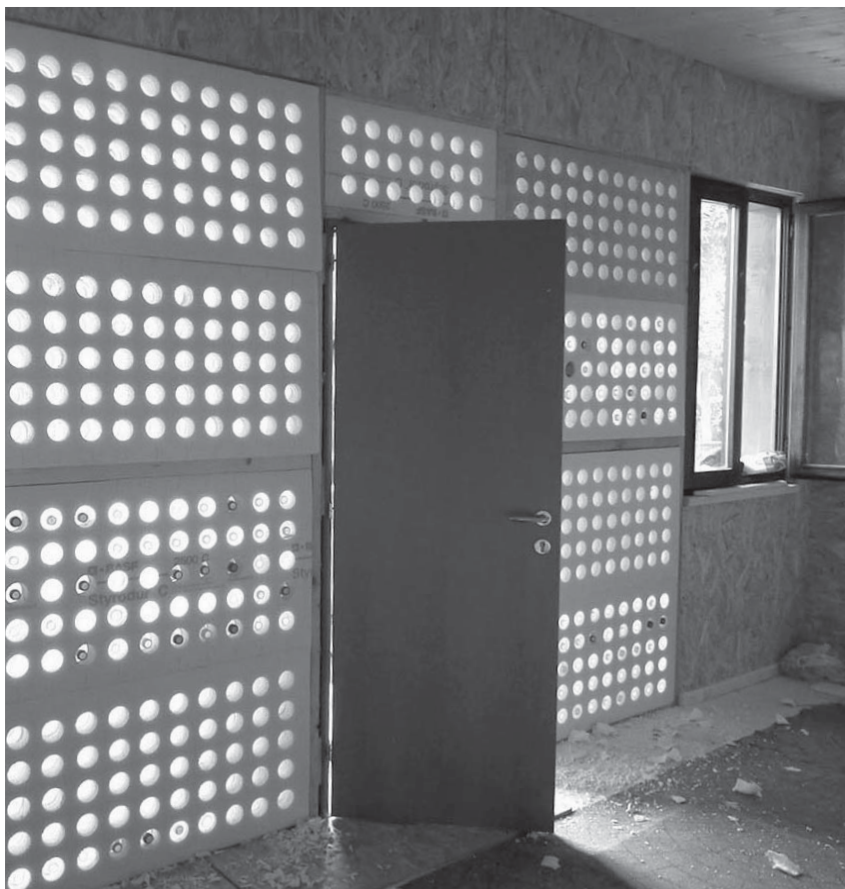
Il Modulo edilizio STONE 2.0 (SusTainable ONE) ha una dimensione di circa 24 m<sup>2</sup> coperti in pianta di cui 4 destinati a portico e verrà utilizzato come deposito e punto informativo per le attività di Palazzo Stampa alle porte di Abbiategrasso. Il Modulo è il risultato di una tesi di laurea [2] diretta dal prof. Alessandro Rogora ed è stato progettato per essere realizzato in 5 giorni da 40 studenti del Laboratorio di Costruzione dell'Architettura I (proff. Rogora, Fianchini, Tagliabue); il modulo è stato reso disponibile nel tempo previsto, ma le limitate abilità manuali degli operatori hanno richiesto la presenza di una piccola squadra di 4 persone per ulteriori 3 giorni per completare alcune finiture interne.

Il modulo edilizio è stato realizzato cercando di utilizzare ove possibile degli elementi di recupero; il suo funzionamento energetico verrà monitorato per circa 24 mesi per verificare le prestazioni in opera delle soluzioni edilizie proposte. In particolare verranno sviluppate delle tesi di laurea per definire il funzionamento energetico dell'edificio, il costo ambientale complessivo delle soluzioni utilizzate e le soluzioni edilizie ed impiantistiche necessarie per la completa autosufficienza energetica del modulo (sistema PV in copertura e sistema di condizionamento a pompa di calore).

La struttura primaria è stata realizzata con elementi strutturali di recupero (travi ad H e a C) in fibra di vetro fornite dall'azienda PCR di Bernareggio, mentre per l'isolamento sono state utilizzate sia soluzioni convenzionali che innovative. Nella parete Sud è stato realizzato un sistema di captazione solare che contribuirà alla climatizzazione passiva dell'edificio. Sono stati utilizzati due infissi di recupero e un muro solare realizzato con bottiglie in plastica di recupero riempite di acqua per l'accumulo dell'energia solare; le bottiglie sono state inserite in un pannello isolante per limitare le dispersioni verso l'esterno. Le facciate esterne sono state realizzate con una struttura in legno riempita di isolamento secondo 4 opzioni alternative: isolamento in pannelli di polistirene, isolamento in lana di roccia, isolamento riflettente sottile multistrato all'infrarosso, isolamento in lana di roccia accoppiata all'isolamento multistrato all'infrarosso.

Questa esperienza è la prosecuzione di quella realizzata l'anno precedente a Legnano che portò alla realizzazione di un modulo di dimensioni più ridotte. Nel caso dal Modulo di Abbiategrasso l'Amministrazione comunale e la società AMAGA s.r.l. (azienda municipalizzata abbiatense per il trattamento rifiuti che ha sponsorizzato l'iniziativa), hanno voluto garantire l'ospitalità dei

partecipanti per tutta la durata del workshop all'interno dell'ex Convento dell'Annunciata e fornire la necessaria assistenza logistica ai lavori. L'esperienza ad Abbiategrasso indica nuovi esempi di collaborazione tra soggetti differenti: l'Amministrazione comunale, Aziende e Università e permette di immaginare nuovi e interessanti scenari di servizio "civile" da parte dell'Università. La stessa esperienza formativa degli studenti viene profondamente trasformata mettendo al centro il saper fare attraverso un processo di apprendimento teorico a cui segue un'esperienza pratica.



**Figura 5.**

Modulo STONE 2.0 a d Abbiategrasso (MI), vista interna del modulo in cui si possono apprezzare il muro solare in bottiglie di plastica e gli infissi di recupero.

## **Futuri sviluppi**

Le esperienze di cui si parla nel testo sono state realizzate nei due anni accademici appena conclusi (2012-13 e 2013-14) ma non sono le uniche relative all'uso in edilizia dei materiali non convenzionali e di recupero. In questi ultimi dieci anni all'interno del gruppo di ricerca del Dipartimento DASTU del Politecnico di Milano sono state sviluppate molte tesi di laurea che hanno indagato le potenzialità d'uso e le prestazioni di questi materiali con particolare riguardo alle prestazioni termiche e meccaniche. Queste tesi sono state accompagnate da lavori di ricerca svolti in collaborazione con enti ed associazioni e da piccole esperienze professionali in cui è stato testato l'uso di materiali di recupero.

I risultati ottenuti sono di grande interesse con soluzioni che in alcuni casi risultano più performanti di analoghe soluzioni convenzionali; i risultati di queste sperimentazioni sono contenute nei testi citati in bibliografia.

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 a medio termine sarà quello di realizzare un prototipo di edificio perfettamente funzionante e utilizzabile in maniera continuativa.

L'ipotesi è quella di realizzare un modulo ad uso ufficio che divenga allo stesso tempo luogo di sperimentazione delle soluzioni proposte e luogo di comunicazione delle potenzialità d'uso in edilizia 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, come abbiamo avuto modo di osservare in questi anni, possono competere alla pari e perfino superare in termini di prestazioni le soluzioni convenzionali.

I filmati relativi alla costruzione dei due moduli realizzati a Legnano ed Abbiategrasso sono visibili ai link:

- [www.youtube.com/watch?v=QZVnog4ldSc](http://www.youtube.com/watch?v=QZVnog4ldSc)
- [www.youtube.com/watch?v=loQKxt2s3l4](http://www.youtube.com/watch?v=loQKxt2s3l4).

## **Note**

- [1] Walter Segal (Berlino, 15 maggio 1907 - Londra, 27 ottobre 1985) è stato un architetto svizzero naturalizzato britannico che sviluppò l'omonimo sistema di

autocostruzione di edifici in legno.

- [2] Tesi di Laurea Magistrale in Architettura di Lingesan Sharavanan e Chikodi Shantanur CHIKODI Recycled materials in building construction: a module at Abbiategrosso, Politecnico di Milano, 23 luglio 2014.

### **Riferimenti bibliografici**

- 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, A. e Lo Bartolo, D. [2013]. Costruire alternativo: tecniche costruttive non convenzionali per l'architettura sostenibile. Wolters Kluwer editore, Milano.