

IV CONVEGNO INTERNAZIONALE

PRE·FREE UP·DOWN RE·CYCLE

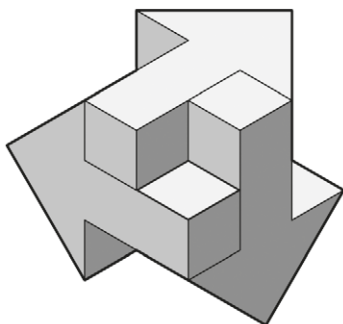


PRATICHE TRADIZIONALI E TECNOLOGIE
INNOVATIVE PER L'END OF WASTE

a cura di
Adolfo F. L. Baratta



PRE-FREE
UP-DOWN
RE-CYCLE



PRATICHE TRADIZIONALI E TECNOLOGIE
INNOVATIVE PER L'END OF WASTE

a cura di
Adolfo F. L. Baratta

Comitato Scientifico

Scientific Committee | Comité Científico

Rossano Albatici

Università degli Studi di Trento

Paola Altamura

ENEA

Adolfo F. L. Baratta

Università degli Studi Roma Tre

Graziella Bernardo

Università degli Studi della Basilicata

Laura Calcagnini

Università degli Studi Roma Tre

Eliana Cangelli

Sapienza Università di Roma

Agostino Catalano

Università degli Studi del Molise

Michela Dalprà

Università degli Studi di Trento

Michele Di Sivo

Università degli Studi "Gabriele D'Annunzio"

Ornella Fiandaca

Università degli Studi di Messina

Fabio Enrique Forero Suárez

Universidad del Bosque

Francesca Giglio

Università Mediterranea

Roberto Giordano

Politecnico di Torino

Raffaella Lione

Università degli Studi di Messina

Antonio Magarò

Università degli Studi Roma Tre

Luigi Marino

Università degli Studi di Firenze

Luigi Mollo

Seconda Università di Napoli

Antonello Monsù Scolaro

Università degli Studi di Sassari

Elisabetta Palumbo

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

Hector Saul Quintana Ramirez

Universidad de Boyacá

Alessandro Rogora

Politecnico di Milano

Andrés Salas

Universidad Nacional de Colombia

Camilla Sansone

Università degli Studi del Molise

Marzia Traverso

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule

Antonella Violano

Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli"



Atti del IV Convegno Internazionale

PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE

*Pratiche tradizionali e tecnologie innovative
per l'End of Waste*

Proceedings of the

4th International Conference

PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE

*Traditional solution and innovative
technologies for the End of Waste*

Acta de el IV Congreso Internacional

PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE

*Prácticas tradicionales y tecnologías
innovadoras para la disposición de los
desechos*

a cura di | edited by | editado por

Adolfo F. L. Baratta

ISBN: 979-12-5953-005-9

Editore

Anteferma Edizioni Srl

via Asolo 12, Conegliano, TV

edizioni@anteferma.it

Prima edizione: maggio 2021

Progetto grafico

Antonio Magarò

www.conferencerecycling.com

Copyright

Questo lavoro è distribuito sotto Licenza Creative Commons

Attribuzione - Non commerciale - No opere derivate 4.0 Internazionale



Tutti i contributi sono stati valutati dal Comitato Scientifico, seguendo il metodo del Double Blind Peer Review.

All papers were evaluated by the Scientific Committee, following Double Blind Peer Review Method.

Todas las contribuciones fueron evaluadas por el Comité Científico, siguiendo el método de Peer Review doble ciego.

PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE

pratiche tradizionali e tecnologie innovative per
l'End of Waste

*traditional solutions and innovative technologies
for the End of Waste*

*prácticas tradicionales y tecnologías innovadoras
para la disposición de los desechos*

Indice

Table of Contents

Premessa / Foreword

- 14** Premessa. Il riciclaggio come ambito di ricerca per la pratica virtuosa
Foreword. Recycling as a research field for virtuous practice
Adolfo F. L. Baratta

Saggi / Essays

- 28** Upcycling dei materiali del patrimonio architettonico nella progettazione circolare
Upcycling of heritage materials in circular design
Graziella Bernardo
- 40** La qualità delle architetture con tecnologia di riciclaggio
The quality of architecture with recycle technology
Agostino Catalano
- 52** Informazione materiale: strumenti per l'implementazione dello urban mining in edilizia
Material information: tools for the urban mining implementation in the building sector
Massimiliano Condotta, Elisa Zatta
- 64** Da rifiuto a risorsa: il contributo dell'Italia al programma LIFE
From waste to resource: Italian contribution to the LIFE programme
Gigliola D'Angelo, Monica Cannaviello

- 74** Uso e riuso delle plastiche viniliche in edilizia
Use and reuse of vinyl plastics in construction
Camilla Sansone

Ricerche / Researches

- 88** *The environmental impact evaluation of building elements in architecture: the design for disassembly*
Laura Calcagnini
- 100** Guardare al passato per migliorare il futuro
Upcycle approach per l'Isola di Vetro
A glimpse into the past to develop a better future
Upcycle approach for the Isle of Glass
Paola Careno, Stefano Centenaro, Filippo De Benedetti
- 112** DRINC Beer: Designing Recycle
IN Concrete with Beer
DRINC Beer: Designing Recycle
IN Concrete with Beer
Denis Faruku, Roberto Giordano, Stefania Riccio
- 124** Lane minerali di vecchia generazione: la pericolosità del rifiuto dismesso
Old generation mineral wools: the riskiness of discarded waste
Ornella Fiandaca, Alessandra Cernaro

- 140** Lane minerali di vecchia generazione: la circolarità del rifiuto dismesso
Old generation mineral wools: the circularity of discarded waste
Alessandra Cernaro, Ornella Fiandaca
- 156** Diseño de productos y espacios desde el reciclaje y la reutilización de desechos
Design of products and spaces from recycling and reuse of waste
Fabio Enrique Forero Suarez
- 172** *E-waste recycling for monitoring the microclimate in sub-Saharan Africa*
Antonio Magarò
- 186** Sistemi di logistica del materiale per la gestione dei rifiuti nelle strutture ospedaliere
Material logistic systems for waste management in hospital
Massimo Mariani
- 198** *Effect of moisture content and mixing procedure on the Properties of Recycled Aggregate Concrete with Silica fume*
Beatriz E. Mira Rada, Andres Salas Montoya
- 210** Uva, nocciola e frumento: nuovi ingredienti per l'architettura e il design?
Grape, hazelnut and wheat: new ingredients for architecture and design?
Elena Montacchini, Silvia Tedesco, Jacopo Andreotti

- 222** Verso il circular building quale prassi progettuale. Un esempio di Design for Disassembly
Towards the circular building as design practice. A Design for Disassembly case study
Elisabetta Palumbo, Massimo Rossetti, Francesco Incelli, Francesca Camerin, Chiara Panozzo
- 236** *Reuse of salt waste in 3D printing: Case study*
Vesna Pungercar, Martino Hutz, Florian Musso
- 248** Il recupero di materiali attraverso la demolizione selettiva: un'analisi costi-benefici
The recovery of materials through selective demolition: a cost-benefit analysis
Giulia Sarra, Paola Altamura, Francesca Ceruti, Vito Introna, Marco La Monica
- 262** Il riciclaggio come propulsore innovativo nel settore produttivo del vetro
Recycling as an innovative driver in the glass production sector
Luca Trulli

Architetture e Design / Architectures and Design

- 276** Dallo scarto al valore. Quando dalla forma dei residui litici emergono vocazioni nascoste
From waste to value. When hidden vocations emerge from the shape of the stone residues
Laura Badalucco, Luca Casarotto
- 290** Il riciclaggio come pratica per la sostenibilità sociale. I mattoni in plastica riciclata di Gjenge Makers in Kenya
Recycling as a practice for social sustainability. Gjenge Makers' recycled plastic bricks in Kenya
Laura Calcagnini, Luca Trulli
- 304** Rifiuti e ospitalità in spazi urbani comuni: un'esperienza didattica nel laboratorio CIRCO
Waste and hospitality in common urban spaces: a didactic experience in the CIRCO laboratory
Francesco Careri, Fabrizio Finucci, Enrica Giaccaglia, Marco Mauti
- 316** Promuovere la cultura del riciclo: i Centri di Riuso
Promoting the culture of recycling: the Reuse Centres
Francesca Castagneto
- 328** Criteri di smontaggio e riciclaggio di componenti edilizi nei progetti di recupero e di nuova progettazione modulare. Qualità architettonica ed edilizia per costruzioni sostenibili
Criteria for disassembly and recycling of building components in restoration and new modular Architectural design. Building quality for sustainable construction
Agostino Catalano, Camilla Sansone

- 342** Distanze di cartone: sperimentare un Living Lab per l'Upcycling degli imballaggi
Carboard Distances: An experiment on an Upcycling Living Lab for envelopes
Stefano Converso
- 354** Fallimenti e successi di una start-up dell'economia circolare: il caso di studio Sfridoo
Failures and successes of a circular economy start-up: Sfridoo case study
Mario Lazzaroni, Marco Battaglia, Andrea Cavagna
- 366** Il recupero del legno rigenerato: l'esperienza olandese di Superuse Studios
The remanufacturing of reclaimed wood: the Dutch experience of Superuse Studios
Rosa Romano
- 380** Profili degli Autori
Authors Profiles

Agostino Catalano

Professore Associato

Università degli Studi del Molise

Dipartimento di Scienze Umanistiche Sociali e della Formazione

agostino.catalano@unimol.it

Camilla Sansone

Professore a contratto

Università degli Studi del Molise

Dipartimento di Scienze Umanistiche Sociali e della Formazione

camilla.sansone@unimol.it

**Criteri di smontaggio e riciclaggio di componenti
edilizi nei progetti di recupero e di nuova
progettazione modulare. Qualità architettonica
ed edilizia per costruzioni sostenibili**

*Criteria for disassembly and recycling of building
components in restoration and new modular
Architectural design. Building quality for sustainable
construction*

*Materials, Recycling, Authenticity, Performance,
Quality, Disassembly*

Summary

When an architectural design is defined as sustainable, whether for new construction or renovation design, it is assumed that its design follows those criteria that allow it to meet the required performance without compromising the future possibilities of maintenance and useful life of the building.

Environmental impact, economic and sociological analysis are primary factors in assessing the sustainability of an architectural project. Conceived from this perspective, the process needs a finely tuned approach, especially for technical evaluations, such as the choice of materials and components, as well as architectural and building quality. For refurbishment projects, where the total cost is difficult to determine initially, it appears necessary to develop a conservative practice that includes the possibility of reusing and recycling materials recovered from the same building as well as from others.

Such an approach defines, with elastic criteria, the possibility to work with historically consolidated elements allowing to solve effectively the problems of cost and of materials and elements. In fact, restoration often puts the designer in the condition of operating on buildings of particular architectural value, enriched with finishing elements built with materials that are not easily available, and with traditional techniques that are not easily reproduced, considerably increasing the costs of the project.

Similarly, for new constructions, modular technology makes it possible to create building systems that can be assembled and subsequently dismantled to be built on different sites, finding particular utility, for example, in interventions immediately following an earthquake.

Introduzione

Il concetto di sostenibilità nell'ambito del recupero edilizio, può descrivere l'evoluzione nello sviluppo da progetti speculativi che hanno principalmente conto dell'immediata fruibilità degli edifici, a progetti di tipo conservativo che pongono le basi per definire le modalità di conservazione fruibili degli edifici. Questo concetto, consente l'elaborazione di linee ideative che definiscono i criteri ottimali per la gestione e la conservazione di un patrimonio architettonico incredibilmente ricco, come quello accumulato nel corso dei secoli, che ha portato alla creazione di un patrimonio diffuso di edifici monumentali fortemente differenziati dal punto di vista stilistico. Le modalità di intervento sugli edifici storici, già definite nei metodi, introducono nella fase applicativa una vasta gamma di difficoltà che determinano il livello di qualità architettonica del recupero. L'edilizia residenziale storica, ad esempio, presenta, in virtù della caratteristica peculiare dell'urbanizzazione, caratteri materiali e costruttivi di valore. I paramenti lapidei, i ricchi e articolati portali in pietra, gli scaloni monumentali, le decorazioni in stucco, gli affreschi che frequentemente vengono alla luce nel corso delle operazioni, varcano la sottile soglia che separa il recupero dal restauro architettonico e artistico. I progetti di recupero su queste tipologie di edifici rappresentano una percentuale elevata dei casi in cui i problemi legati al reperimento dei materiali e degli elementi costruttivi compatibili con gli originali trovano in parte soluzione nella possibilità di riutilizzare materiali ed elementi provenienti dallo smantellamento dell'edificio stesso, in parte da altri [Marino, 2015].

L'attività di riciclaggio dei materiali da C&D (Costruzione e Demolizione) si colloca come importantissimo nodo di svolgimento e risoluzione di un'ampia serie di problematiche economiche ambientali e culturali. Essa sta assumendo un ruolo sempre più importante, estendendosi a un numero crescente di ambiti produttivi tra cui non ultimo quello delle costruzioni. Un fattore primario riguarda sicuramente la collocazione delle macerie derivanti dalla demolizione di opere edili, in

continuo aumento a seguito di interventi di recupero e adeguamento del patrimonio architettonico esistente, e gli oneri economici che la messa a discarica comporta. Altrettanto preminenti le questioni di natura ambientale relative alle attività estrattive per il reperimento e la produzione di inerti naturali. Risulta quindi evidente come il riciclaggio dei materiali da demolizione possa non solo costituire una soluzione al problema legato a ingenti volumi di rifiuti da smaltire in discarica, ma anche una via alternativa al consumo di risorse naturali non rinnovabili. Ciò, in piena congruenza con il concetto di sviluppo sostenibile nei riguardi di tutti i processi produttivi di beni, che devono essere necessariamente strutturati secondo una logica di risparmio energetico e di controllo della produzione di scorie o rifiuti, prevedendo un riutilizzo in altri settori o uno smaltimento ecocompatibile [Scolaro, 2017]. La normativa per il riutilizzo del materiale da demolizione edile garantisce il ciclo completo del recupero: dalla raccolta al trasporto, stoc-



Figura 1. Tegole di recupero dalla copertura della Basilica di Sant'Andrea Apostolo a Mantova [Fonte: impresedilnews.com].

caggio, separazione e frantumazione, alla collocazione sul mercato del prodotto al fine di ridurre la situazione di degrado ambientale nonché per promuovere azioni di protezione dell'ambiente da parte di amministrazioni, enti e imprese del settore edilizio. In particolare, la normativa risponde alle problematiche di tipo C&D avendo tra gli obiettivi anche la soluzione delle problematiche inerenti il riutilizzo dei rifiuti ceramici, inerti e dei detriti. In sostanza, l'obiettivo prioritario è quello di operare in modo che l'attività di demolizione e trasporto a rifiuto avvenga con il minor impatto possibile sull'ambiente rispettandone i principi di tutela. Si considerano come requisiti di base il rispetto delle prescrizioni di legge e gli accordi con enti e organismi preposti alla tutela dell'ambiente prevedendo l'impegno costante a:

- privilegiare il riciclo dei rifiuti inerti rispetto allo smaltimento in discarica;
- incentivare il mercato e diffondere la cultura dell'uso del materiale riciclato in sostituzione del materiale naturale;
- limitare l'impiego della risorsa naturale esclusivamente agli usi primari;
- rilevare sistematicamente gli impatti delle attività svolte, comprenderne gli effetti negativi, individuarne le cause e rimuoverle;
- realizzare programmi di investimento per limitare gli impatti ambientali e per rispettare le norme di sicurezza;
- dotarsi di un Sistema di Gestione Ambientale in conformità ai requisiti della norma;
- verificare costantemente le prestazioni ambientali e riesaminare periodicamente gli obiettivi e la politica ambientale alla luce delle più moderne tecnologie disponibili e dell'esperienza maturata;
- promuovere tra gli operatori del settore, a ogni livello, il senso di responsabilità verso l'ambiente attraverso attività di formazione e informazione;
- promuovere il progresso generale verso uno sviluppo compatibile con il rispetto e la valorizzazione dell'ambiente.

Classificazione dei materiali e degli elementi riutilizzabili

La valorizzazione e il riutilizzo, in campo architettonico ed edilizio, di materiali riciclati comprende in modo piuttosto generico tutti quei materiali e componenti che, giunti al termine di uno specifico ciclo di utilizzo, presentano ancora caratteristiche che possono consentire la loro reintroduzione nel ciclo attivo di produzione edilizia. Il recupero dei materiali da costruzione e demolizione è stato da tempo codificato inserendo questi materiali nella più ampia area del recupero dei rifiuti non nocivi. Nell'ambito del riutilizzo di materiali ed elementi, provenienti da attività di C&D di edifici, una prima distinzione appare indubbiamente opportuna per definire le caratteristiche specifiche dei materiali e degli elementi riciclabili dai materiali riciclati. Vengono caratterizzati, infatti, come materiali riciclabili tutti quelli provenienti dalla demolizione di edifici per i quali sia opportuno e conveniente attuare specifici processi di trattamento che li rendano idonei a un successivo riutilizzo in campo edilizio. Questo processo, porta frequentemente alla produzione di inerti, adatti alla composizione di conglomerati e soprattutto alla realizzazione di progetti di ingegneria civile. Analogamente, ma molto differenziato nel metodo di trattamento, è il procedimento che caratterizza gli elementi edilizi adatti al riutilizzo valutando tutte le loro caratteristiche peculiari. Il riferimento, in questo secondo caso, a elementi edilizi predefiniti, come ringhiere, infissi, porte, elementi decorati, è ovvio: il processo di riutilizzo degli elementi è di maggiore interesse per i progetti di recupero, perché offre la possibilità di acquisire elementi con le stesse caratteristiche materiali e tecnologiche e lo stesso periodo di tempo dell'oggetto (Figura 1).

I principi definiscono materiali ed elementi da riciclare, la cui origine non si trova necessariamente nella demolizione di edifici. In questo caso abbiamo materiali provenienti da rifiuti di varia natura e origine subordinati a processi di trasformazione che li rendono adatti a essere utilizzati come materiali da costruzione. Con questi presupposti la classificazione dei materiali riciclati idonei all'uso edilizio è definita da

un criterio di riconoscimento caratterizzato da un doppio sistema di valutazione: l'origine e la natura dei materiali e il processo di trasformazione a cui sono stati sottoposti. Il datato decreto Ronchi caratterizzò con precisione le caratteristiche dei rifiuti che possono essere riciclati per il riutilizzo in campo architettonico e solo una bassa percentuale proviene direttamente da materiali prodotti dalle attività di costruzione e demolizione. Le procedure di maggiore interesse sono quelle relative al riutilizzo di elementi e componenti semilavorati, elementi costruttivi dimessi provenienti da cicli precedenti, per i quali è possibile pianificare il loro riutilizzo senza alterarne la conformazione. Requisito indispensabile per reintrodurre i materiali da costruzione riciclati nel ciclo dei materiali da costruzione è la definizione di uno standard qualitativo che definisca un'uniformità, di caratteristiche e prestazioni, ai materiali da costruzione di primo utilizzo. I materiali da costruzione riciclati devono rispondere, nelle caratteristiche d'uso e nella durabilità, agli stessi requisiti richiesti alle materie prime, per quanto riguarda le applicazioni nelle tecniche costruttive, e in relazione alla compatibilità ambientale. Possiamo quindi definire nello specifico le caratteristiche di quegli elementi costruttivi che, per la specifica peculiarità morfologica ed essendo posti in opera con modalità di montaggio reversibili, possono essere smontati rimanendo sostanzialmente integri [Catalano et Sansone, 2019].

Questo criterio progettuale parte da una programmata e meticolosa fase di smontaggio, finalizzata a una razionale demolizione che prevede lo smontaggio non distruttivo degli elementi riutilizzabili. Analizzando un esempio specifico di riuso si potrà dedurre una regola più generale che definisca i campi di applicazione degli elementi riutilizzabili. D'altra parte, questa norma comportamentale, già in uso nel lontano passato, in culture che non avevano ancora sviluppato la sensibilità per il restauro, ma obbedivano esclusivamente a ragioni di natura economica, ha permesso di avere un patrimonio artistico che, attraverso il riuso, è sopravvissuto agli attacchi della storia.

In epoca medievale, quando la decadenza della cultura classica ha lasciato il posto a un graduale impoverimento culturale e tecnologico, il riutilizzo degli elementi costruttivi provenienti dalle demolizioni dell'eredità dell'antichità travolta dalle devastazioni barbariche, ha generato esempi di un'architettura che moderata nelle forme, è eclettica negli apparati decorativi. Tipica nelle basiliche paleocristiane la realizzazione di colonnati tra le navate con elementi riutilizzati, uniformi in altezza, ma profondamente diversi per la conformazione del fusto e dei capitelli. Da sottolineare come l'impiego di materiali costruttivi con elementi riciclati era già nella consuetudine di quest'epoca e ha determinato la polverizzazione di moltissimi elementi in marmo per la produzione di calce da utilizzare nelle costruzioni.

Riutilizzo degli elementi costruttivi nel recupero degli edifici storici

Le procedure di riutilizzo finalizzate alla reintegrazione degli elementi costruttivi riguardano elementi strutturali in legno e metallo, come travi e capriate, mattoni e blocchi di pietra, tegole e lastre di pietra per i tetti, infissi in legno, parapetti e ringhiere. Tutti questi elementi possono essere utilizzati, soprattutto nei progetti di recupero, nella stessa conformazione originale e svolgendo lo stesso ruolo se la diagnosi mostra che i margini di prestazione rimanenti sono una percentuale non inferiore all'80% di un analogo elemento di nuova produzione. Se la verifica delle prestazioni mostra caratteristiche inferiori, gli elementi riciclati possono essere utilizzati con funzioni analoghe a quelle originali ma declinando le funzionalità. Possiamo trovare un esempio di questo principio operativo nel riutilizzo di parte dei mattoni in muratura recuperati dalla demolizione di un'ala di un edificio del XV secolo del centro storico di Napoli, utilizzati per il restauro di una porzione della grondaia che si affaccia sulla corte interna (Figura 2).

Il recupero dell'edificio in oggetto offre, limitatamente al caso specifico, alcuni esempi di riutilizzo dei materiali originali nel restauro di una

parte dell'edificio. Il progetto di restauro di questo edificio residenziale ha interessato il corpo principale e una delle ali laterali posteriori. La struttura dell'edificio, ottenuta dall'accorpamento di varie unità abitative preesistenti, fu costruita in parte da murature in doppio rivestimento di blocchi di tufo, in parte da murature con paramenti misti in tufo e mattoni, mentre le murature dei collegamenti tra i vari corpi furono costruite in mattoni. Le finiture superficiali dell'intero edificio furono realizzate con intonaco, escluso il primo livello del fronte principale, rivestito con lastre di pietra di piperno completate da una modanatura a toro. Anche il portale fu realizzato in pietra di piperno e tutti gli elementi di finitura e decorazione delle finestre e del cortile interno, esclusi i timpani curvilinei in stucco delle finestre del fronte principale. La scala principale di collegamento, che si apre con archi sul cortile, fu realizzata con una struttura in tufo e gradini rivestiti con lastre di pietra.

In questi casi il riciclaggio degli elementi edilizi, sia con funzioni analoghe a quelle originali che con usi diversi, appare senza dubbio la soluzione economicamente e tecnologicamente più opportuna per una corretta ottimizzazione del piano di recupero. In particolare, a Napoli, esistono problemi di reperimento dei materiali soprattutto degli elementi di finitura in pietra e ferro e dei materiali per il recupero strutturale dei solai in legno. Naturalmente, la parte più problematica riguarda il reperimento di blocchi e lastre di piperno per la realizzazione degli elementi di finitura: infatti le cave, per secoli fonte inesauribile di materiale di buona qualità a costi contenuti, sono quasi esaurite e le piccole quantità trovate, utilizzate soprattutto per il restauro, presentano costi elevati. In secondo luogo, la qualità del piperno è funzione della profondità di scavo per cui molto raramente è possibile trovare materiale per le integrazioni con caratteristiche chimiche, fisiche e di resistenza meccanica paragonabili al materiale originale.

Per questo motivo, la possibilità di utilizzare materiali di recupero, provenienti da demolizioni anche parziali di edifici della stessa epoca

o, come nel nostro caso, dallo smantellamento di una porzione dello stesso edificio, consente di ripristinare, nel rispetto dell'autenticità materiale e tecnologica degli elementi costruttivi, le unità funzionali della costruzione originale. Per quanto riguarda, invece, i materiali strutturali per il restauro degli elementi murari, poiché le murature demolite presentavano evidenti segni di frantumazione, i blocchi di tufo recuperati non sono stati considerati idonei al riutilizzo tenuto conto anche della scarsa quantità di blocchi integri. La struttura dell'ala demolita, completamente ricostruita secondo il sistema costruttivo originale, è stata integrata, in piccole porzioni, con i blocchi recuperati, che emergono dalla finitura a intonaco, a testimonianza del recupero. La parte restante dei materiali lapidei, opportunamente trattati e ridimensionati, sono stati utilizzati per riempire lo spazio tra i due pannelli del muro.

La situazione contingente ha reso possibile il recupero di gran parte di questi elementi strutturali, che ha permesso la quasi totale ricostituzione degli orizzontamenti dei due corpi recuperati e una ricostruzione, quasi un collage fatto con parti provenienti da varie strutture, dei solai del primo livello dell'ala ricostruita.

La reintroduzione delle tecniche costruttive originali, economicamente accettabile in quanto l'entità del progetto era ridotta mette in evidenza una delle implicazioni più allarmanti del riciclaggio degli elementi costruttivi nel restauro. Infatti, se il processo di riciclaggio appare semplice, dopo l'esecuzione dei trattamenti il riutilizzo dei singoli elementi edilizi non può prescindere dai trattamenti e dalle operazioni, dalle tecniche e dall'utilizzo dei materiali nel contesto originario. Il piano di recupero, che mira soprattutto al recupero dello spirito originario della costruzione, anche se arricchito nel corso degli anni dai segni della storia, individua nel riciclaggio un primo passo per il recupero dell'autenticità costruttiva dell'edificio, attraverso il rispetto dei materiali e delle tecniche originali.

Il sistema riciclabile di costruzione “Wikihouse”

Wikihouse è un progetto londinese con caratteristiche di edilizia open source basato su un modulo abitativo in legno, ecosostenibile e facile da assemblare e da smontare. Realizza in tempi particolarmente brevi unità modulari trasportabili, montate in loco e smontate quando il loro impiego non ha più ragione di essere. Infatti il sistema è particolarmente utilizzabile nell'immediato post sisma. La tecnologia si basa sui “fins” che sono alette di compensato distanziate uniformemente secondo il passo scelto per la griglia di costruzione. Una volta che questi “fins” vengono collegati tra di loro, mediante elementi connettori e rivestiti con dei pannelli, vanno a costituire una struttura in legno. La lunghezza di Wikihouse è teoricamente illimitata e il profilo del tetto può assumere varie forme, ma la luce massima della stanza può essere di 3,60 metri e le luci possono essere combinate orizzontalmente. La misura della griglia può variare a seconda del modulo di costruzione standard desiderato.

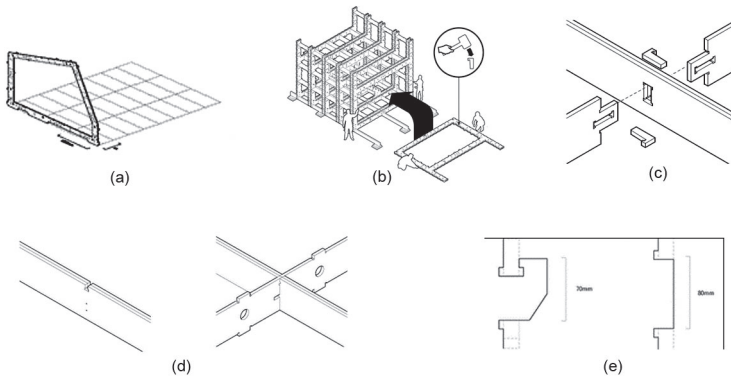


Figura 2. a, b. fasi di progettazione, produzione e taglio degli elementi, esecuzione e quindi realizzazione della struttura; c connettori a pioli per il bloccaggio; d. connettori secondari; e. sistemi di aggancio alla struttura principale [Fonte: www.wikihouse.cc].

Wikihouse utilizza compensato strutturale di 18 mm di spessore in fogli standard di dimensioni 2,4m x 1,2 e particolare attenzione va posta alle connessioni che devono avere caratteristiche di smontaggio e riutilizzo. Tali connessioni devono essere collocate in punti strategici del telaio distinguendosi in due tipi: connettori primari e connettori secondari. I fori sui fins per alloggiare i connettori primari devono essere collocati in posizioni strategiche agganciati in direzione perpendicolare. Il foro sul connettore è progettato in modo da bloccarlo con il piolo inserito esternamente da entrambi i lati (Figura 5).

I connettori secondari sono situati in posizioni chiave e servono per lo più come appoggi o sostegni per finestre o altre aperture, oppure si utilizzano come controventi laterali della struttura (Figura 6).

Per realizzare l'involucro esterno si impiegano pannelli progettati per essere inseriti sui ganci posizionati sulla struttura principale. I fori devono essere sufficientemente ampi da permettere il movimento di aggancio (Figura 7).

Conclusioni

Il riutilizzo dei materiali da demolizione edilizia o da smontaggio costituisce da qualche tempo uno dei settori di ricerca di maggiore importanza per ricadute sul tessuto economico e sull'ambiente. La cosiddetta "demolizione selettiva", da programmare con criteri scientifici e di ricerca applicata, consente di "smontare" parti di edificio da demolire e il loro riutilizzo su altri edifici in fase di recupero. Tale processo consente il contenimento dei costi sia per le amministrazioni appaltanti sia per le imprese di costruzione. Inoltre, altra applicazione possibile, e molto sentita, è quella del riciclaggio dei conglomerati cementizi demoliti con il recupero, a piè d'opera, del materiale inerte e dei ferri di armatura. Tale procedura consente il confezionamento di nuovi calcestruzzi utilizzabili, ad esempio, per pavimentazioni industriali o per piste aeroportuali, comunque non strutturali, per l'ingegneria civile. L'obiettivo è quello di ricercare i modi di perfezionamento dei criteri di

demolizione selettiva e l'utilizzo anche in ambito strutturale dei conglomerati confezionati in tal modo mediante lo studio di curve granulometriche specializzate [Catalano, 2015]. In Italia esistono pochissime aziende che si occupano dell'accumulo in appositi siti di stoccaggio, di limitata superficie, attivati con apposite convenzioni con i comuni. La possibilità di far nascere imprese di tal genere è verificata in quei paesi, come la Germania, in cui tale attività di ricerca è più avanzata. Si sottolinea, inoltre, il notevole guadagno nella salvaguardia dell'ambiente per la forte riduzione dei siti di discarica dei rifiuti da cantiere. La tecnologia degli impianti di riciclaggio ha raggiunto infatti oggi un livello di maturità sufficiente a garantire le prestazioni richieste agli aggregati in molti degli usi.

Occorre lavorare per lo sviluppo di capitolati prestazionali e di norme tecniche specifiche che possano aiutare gli utilizzatori a premiare l'impegno a favore della qualità degli operatori del settore più qualificati. Ci si attende, poi, che anche la Pubblica Amministrazione svolga il suo ruolo formando i propri funzionari sul tema specifico affinché possano affrontare con piena competenza le pratiche di autorizzazione e l'azione di controllo sulla gestione dei rifiuti nei cantieri di produzione (anche al fine di limitare il fenomeno dello smaltimento abusivo).

Un capitolo a parte meritano, infine, le difficoltà connesse all'installazione di un nuovo impianto di riciclaggio. La complessa procedura di autorizzazione prevista richiede sempre tempi assai lunghi e difficilmente prevedibili, si pensi, ad esempio, alla valutazione di impatto ambientale sulla quale non esistono certezze. Questo fatto di per sé negativo per l'ambiente lo diventa ancora di più se si pensa alla mancata occupazione e alla possibilità negata agli imprenditori di creare impresa e di alimentare l'indotto che queste attività movimentano. L'installazione di un impianto di recupero e riciclaggio è comunque l'abbandono definitivo del concetto di discarica, il superamento della logica di rifiuto in quanto tale, l'acquisizione di una logica di risorsa, un minor impatto ambientale con conseguente salvaguardia del territo-

rio. Nonostante tutte le difficoltà il settore si sta comunque sviluppando e necessita sempre più di una pianificazione dell'intera gestione del processo [Dachowskia et Kostrzewaa, 2016].

Bibliografia e referenze bibliografiche

Catalano A. [2015]. "Possibilità di utilizzo di calcestruzzi con inerti da riciclaggio per sistemi costruttivi durevoli e architetture sostenibili", in Baratta, A. e Catalano, A. (a cura di), *Il riciclaggio come pratica virtuosa per il progetto sostenibile*.

Catalano A.; Sansone C. [2019]. "I rifiuti come materia per configurare l'architettura del futuro, in Baratta, A. (a cura di), *Il riciclaggio di scarti e rifiuti in edilizia. Dal downcycling all'upcycling verso gli obiettivi di economi circolare*.

Dachowskia R.; Kostrzewaa P. [2016]. *The Use of Waste Materials in the Construction Industry. World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium 2016, WMCAUS 2016, Kielce Poland*.

Marino L. [2015]. "I materiali da rifiuto possono ancora servire? Nel restauro certamente", in Baratta, A. (a cura di), *Il riciclaggio di scarti e rifiuti in edilizia. Dal downcycling all'upcycling verso gli obiettivi di economi circolare*.

Monsù Scolaro A. [2017]. *Progettare con l'esistente. Riuso di edifici, componenti e materiali per un processo edilizio circolare*, Francoangeli, Milano.

Finito di stampare nel mese di
Maggio 2021.

Il IV Convegno Internazionale PRE|FREE - UP|DOWN - RE|CYCLE, dedicato alle "Pratiche tradizionali e tecnologie innovative per l'End of Waste", si è tenuto sulla piattaforma Microsoft Teams il 28 maggio 2021. I contributi sono stati distribuiti, a seguito della procedura double blind peer review, all'interno delle tre sezioni che caratterizzano il Convegno Internazionale: Saggi, Ricerche, Architetture e Design. La partecipazione ha visto il coinvolgimento di numerosi atenei, centri di ricerca e start-up oltre al nutrito numero di membri del Comitato Scientifico. La raccolta degli Atti fornisce lo stimolo alla riflessione sulle pratiche tradizionali e la loro intersezione con le azioni più innovative, attraverso un ripensamento dell'End of Waste. L'elemento più interessante degli Atti è la varietà di prospettive: sebbene non vi sia la possibilità di leggere i contributi in continuità, essi restituiscono un panorama che promuove la conoscenza e stimola ulteriori indagini e ricerche.

Adolfo F. L. Baratta è Architetto e Dottore di Ricerca. Dal 2014 è Professore Associato in Tecnologia dell'Architettura presso l'Università degli Studi Roma Tre e, dal 2018, è abilitato come Professore Ordinario. È stato docente presso l'Università degli Studi di Firenze e Sapienza Università di Roma, nonché Visiting Professor presso la Universidad de Boyacá di Sogamoso (COL) e la HTWG di Konstanz (DE). Dal 2020 è esperto della Struttura Tecnica di Missione del Ministero delle Infrastrutture e delle Mobilità Sostenibili. È autore di oltre 200 pubblicazioni.

ISBN 979-12-5953-005-9



9 791259 530059 € 22,00