

RECOVERY AND RE-USE OF BUILDING MATERIALS AND COMPONENTS IN ARCHITECTURE

Abstract

Studies about reusing waste materials in architecture have produced in recent times unexpected and very original results. Anyway, this is still an unexplored field, that could be prosperous in certain geographical contexts and economic conditions or limited to few experiences of experimentation in others. In both these contexts, the limits for the spread of building systems that reuses waste products are basically two: the first one belongs to the cultural sphere, the tradition and the difficulty of accepting ways of building and living radically alternative (unless they're not limited to academic experiences, temporary uses, or in any case, when they don't interfere with traditional living); the second one includes the absence of specific regulations and the need for certification of building components. It follows that structures built with waste will be very different, depending on the environment inclination to experimenting in this field. Temporary shelters, pavilions, installations, experimental prototypes, street furniture and equipment for parks are common examples which testify the success of the reuse of waste almost everywhere, but just in few cases and few countries it is possible to see examples of efficient waste architecture (not temporary), such as residences, offices, restaurants, places of worship, sometimes built simply adding natural materials, typical of the geographical context (like earth, straw, bamboo), to waste. And since building, among the industrial activities, is the first for environmental impact, consumption of resources and territory, pollution and waste generation, it is also our task and our responsibility, as architects, to take, where possible, new ways of investigation and experimentation on the theme of reuse. The contribution analyzes the different approaches to this theme and the resulting currents of reuse in architecture, distinguished in: reuse for emergency, reuse for ecological sensitivity, reuse for creativity.

Key words: Refuse | Reuse | Architecture | Sustainability | Resource

Introduction

Construction industry is responsible for about one third of world energy



Fig. 1 - Ulnfiniski Manifesto House, Curcavi.

consumption and 40% of material consumption, it generates 45% of air pollution [1] and, in Europe, it produces 50% of total waste [2]. Together with construction waste, even all other consumer goods which have exhausted their purposes and capabilities are put aside or trashed, due to necessity, obligation or merely desire, because they are no longer usable owing to inherent faults, decline, or dangerousness. Most of them are disposable goods, designed with planned obsolescence, always well preserved and protected by different packaging that ensure their safety from producer to consumer. This has provoked an exponential increasing of waste production, mostly hard to dispose (it concerns, for example, waste of electric and electronic equipment - WEEE). Whichever it is the origin of waste, this is straight connected to the production process of the product, from extraction of raw material to its disposal. There is, therefore, a close relationship between primary resources and energy consumption and waste production. Annual studies by *Global Footprint Network* association reveal a raw material and energy consumption nowadays almost double in relation to what the Earth itself could offer, at the expense of both poorest Countries, which have a lower influence on global analysis, and also future generations.

Why reuse?

In construction industry, all the phases of a building life cycle produce waste: from extraction, transport and processing of primary resources, to their transformation in raw materials and products to be packaged and carried in building site, their assembly and installation, use and maintenance, until the final disposal which, after the demolition, includes the removal, transport and disposal of waste materials and, where appropriate, their repurposing. After the latter phase, based on waste potential, there are four different possible actions:

1. Reuse the item for the same previous function, if it preserves entirely its original features;
2. Recover some of its components and employ them again for the same previous use or for a comparable one;
3. Recycle materials and components, which go back again in the production process to get new products;
4. Thermal treatment, to recover energy.

The greater is the designer's attention to building's and material's life cycle, the more appropriate will +be his choices. Reusing waste material is really favorable for different reasons, both environmental and economical: it extends the product's life; it encourages creativity and "non conventional" choices; it reduces waste; it distributes the item's production costs

along a wider period; it reduces and sometimes avoids raw material and energy consumption, necessary for a new item's production; the reused item is less expensive than a new one. Except for obvious advantages, reusing has also some limits: first of all, it is not possible to reuse indiscriminately all discarded items, because of need, hygiene or health; secondly, sometimes it could be economically or ecologically disadvantageous, because reusing an item could require more expensive procedures than producing a new one.

It is possible to reuse a product in different ways, in relation to the features of the product itself, for example its ergonomics, its material and its deterioration level.

Generally, there are five different types of reuse [3]:

1. Exact Reuse: the item is used without any kind of intervention for the same function it had previously;
2. Appropriate Reuse: the item is used without any changing, but to fulfill a new function;
3. Minimal Changings Reuse: item is slightly modified before its reuse;
4. Material's Reuse: the item is dismantled with the aim to reuse the material whose it is made;
5. Component's Reuse: the item is dismantled with the aim to pick and reuse its pieces.

Reusing waste in architecture

In architecture, reuse could have a double meaning: it is possible, in fact, on one hand to reuse a building or an abandoned place, which already became waste itself and, on the other hand, reuse material and products from construction or other industries which, once became garbage, could be part of a new structure. If reusing architectural parts and components has always been a custom, specially in the past, reusing waste from other industries seems to be a new trend, proved by numerous buildings all over the world.

In Italy, a multitude of reused waste in architecture come from building demolition. In other countries and contexts, garbage originated from daily activities (as plastic bottles, aluminum cans, newspapers) or from transport and industry sector (as wooden pallets, reels, galvanized drums) at the end of their life cycle become non conventional building materials for façades and permanent or temporary structures, such as houses, schools, parks, pavilions. Waste items are chosen in relation to its material, its shape, the composition or decomposition possibility, the standardization, its abundance or availability.

Depending on the needs and construction techniques used, then, the same type of waste can assume different functions in the new construction. Plastic bottles, for example, are one of the most common waste around the world. If filled with sand, overlapped and blocked with clay, they can

take the same function of the bricks in a masonry structure, ensuring good performance in terms of thermal insulation and, despite appearances, even a good reaction to the earthquakes (fig.01).

The same object can also be reused as filler element, or take advantage of the ability to spread the light to create elegant backlit



Fig. 2 - Plastic bottle house in Nigeria.



Fig. 3 - Morimoto restaurant in New York.



Fig. 4 - Vegetable nursery house in Vietnam.

walls (fig.02), and transparency for greenhouses (fig.03).

Reuse for emergency

In case of economic insecurity situations or after environmental catastrophes, reuse waste for emergency shelter and basic services seems a conscious decision, sometimes inevitable. It is a common solution for those who have no other materials to build their own home and decide to do it themselves, using what the street or the landfill offer. Most of the time the final product consists of a shack, a makeshift refuge uncertainly healthy and aesthetically pleasing. However, the results can sometimes be extraordinary, veritable tourist attractions, such as the Buddhist temple *Wat Pa Maha Kaew Chedi* (fig.04), nearby Bangkok, Thailand: its particular structure is entirely made up by 1.5 million of glass bottles recovered and used as transparent bricks. Every part of the temple was built by monks who live there. The use of glass bottles as a building material has been for them a surprisingly interesting solution, thanks to the material's permeability to natural light and ease of maintenance.

The emergency dwelling theme is always current because it regards many areas and stakeholders. ONG, designers, researchers are constantly testing new high-performance, sustainable solutions and frequently the waste has been instrumental in the design and construction of housing systems used to host people in need, wherever there is lack of materials and resources.

Examples of how reusing the waste may be fruitful in emergency situations are offered by the Japanese architect Shigeru Ban and its *Paper Log Houses*. Beer boxes filled with sandbags, debris, recycled paper are the building materials used by the designer for its emergency homes, built to aid the victims of disasters or natural calamities [4].

Old tires filled with earth, placed in staggered rows as heavy bricks, up the wall structure of a school (fig.05), built by ARCÒ group on the Gaza Strip, territory distinguished by the delicate balance and subjected to highly restrictive environmental and political constraints, including the desertic climate, the rigid laws



Fig. 5 - Wat Pa Maha Kaew Chedi temple in Thailand.

according to which building is forbidden to Palestinians; the need to build in a simple and fast way, even in the absence of skilled workers; the use of local materials; the minimum financial resources [5].



Fig. 6 - Tire School in Gaza.



Fig. 7 - Plastic bottle house in Nigeria.



Fig. 8 - Heineken WOB.



Fig. 9 - Lions Park Playscape.

The tires filled with earth, together with the easy availability of raw materials and the fast implementation, are characterized by the high thermal and static performances. The strongly compacted earth ensures stability and resistance to compressive stresses, ensuring at the same time a high thermal inertia. The external clay plastering protects the rubber to sunlight, avoids tire deterioration and the release of harmful substances.

Furthermore, in Nigeria the NGO DARE has handled the cleaning of Kaduna region, heavily polluted by non-biodegradable waste, such as plastic, solving at the same time another hard question: the lack of housing. This is the reason why the organization decided to build a sustainable house using plastic bottles as a building material. For the structure, bottles were filled with sand, linked together by an intricate system of strings and blocked with a mixture of cement and earth (fig.06). The colored caps of the bottles were left on the facade to create a pleasant chromatic effect. The result is a fireproof and bulletproof building, surprisingly resistant to earthquakes and comfortable throughout the whole year.

Reuse for research

This branch includes all the institutional and private initiatives, based on the study of the potential of waste materials and aimed to researching and testing new solutions and technologies for the construction industry. One of the forerunners in the field of research was the tycoon Alfred Heineken, who has created a bottle of beer that, when empty, could be used as a building material. The project was managed by the designer John Habraken, who transformed the traditional bottle of beer in a glass block: *WOB* (WORld BOTtle). The product was obviously designed in every way as a bottle of beer but, lying on his side, it became a self-locking brick (fig.07). Despite the good intentions, only two housing prototypes were built with these glass bricks in the '70, both assembled at Heineken headquarters, in the Netherlands [6].

Auburn University, in Alabama, for sure is one of the most active institution in research. Here started, in 1993, the *Rural Studio* program, founded by Samuel Mockbee. It is a kind of laboratory/workshop that combines social needs and academic testing through the making of

low-cost structures designed and built by student teams, for example the *Corrugated cardboard pod*, a house made of compacted cardboard bales, stabilized with wax, and the *Lions park playscape* (fig.08), a multifunctional recreational platform which consists of 55 galvanized drums and colored tubes where children can run, hide, jump, climb, ride a swing, play with "sound tubes" [7].

One particularly interesting research was carried out at the Polytechnic Institute of Tomar in Portugal. It concerns the use of waste from the production of beer (malt and corn grits) as an alternative to the use of polystyrene in the production of bricks: added in a percentage of 5% to the rest of the raw materials, they are able to enhance the insulating properties of the brick, reducing the heat loss of 28% [8]. Moreover, the designer Dave Hakkens has pioneered a new way to reuse plastic avoiding chemical processes and assembling special machines capable of smashing bottles, cans and containers for the manufacture of new objects and furniture; while in France, the reuse and recycle of old mattresses is emerging as an economic and environmental fruitful activity, providing excellent materials for the construction and the automotive industry, leading to lower production of waste while providing a great resource.

Reuse for ecological and environmental sensitivity

Thoughts on a more environmental friendly lifestyle, closer to the reduction of consumption and waste of resources, materials and energy are the basis of this type of reuse. The site becomes a real experimentation and self-building workshop, where all kinds of techniques and materials are used: cardboard, bottles, cans, wooden elements, caps, windows, tires, newspapers, umbrellas, street signs, even animal bones.

Each of these objects assumes a new function and its own qualities are used to best advantage to give not just good performance characteristics, but also a particular and unique aesthetic value to the final construction: it is the case, for example, of *Phoenix Commotion* company buildings [9], founded by Texan Dan Phillips, who realizes all kind of dwellings made up by 80% recycled materials, including those mentioned above (fig.09). The first trash homes originated from ecological sensitivity were born in the 70's from pioneering experience: this is the period in which the first Earthship were built in America by architect Michael Reynolds [10]. These are houses made by earth and all kinds of waste, including tires, glass bottles and cans, provided with passive systems of energy production and water recovery. Reynolds and his *Earthship Biotecture* team's researches have produced, in over 40 years, hundreds of "Radically Sustainable Buildings" and they still guarantee, to those who are



Fig. 10 - Sign House by Phoenix Commotion.



Fig. 11 - Earthship.



Fig. 12 - Welpeloo House in Enschede, The Netherlands.



Fig. 13 - Kitchen of Welpeloo House in Enschede, The Netherlands.

interested, the opportunity to build their own sustainable home, providing detailed instructions for its building (fig.10). This type of choice implies for those involved in the design and construction of structures like these a continuous review of its own work: an example could be *Welpeloo house* by Superuse Studio, in The Netherlands (fig.11).

The designers said: “*The waste materials provided a continuous stream of new incentives to develop and refine the design. New shapes and innovative construction methods were needed to incorporate the found materials*” [11]. The single family house was, in fact, built using up to 70% recycled and reused materials, coming from maximum 15 kilometers of the site boundaries. The main structure is made of steel rods from an old textile machine. Since the exact nature of the steel was not known, structural elements were evaluated and designed taking in account a boundary stress condition.

The particularity of the villa lies in its façade, made with the remains of 1000 reels, hot impregnated to be more resistant to atmospheric agents, vertically arranged, with horizontal steel bands which scan the rhythm. Windows are made with glass coming from a nearby factory, insulation consist of waste polystyrene from a nearby camper manufacturer. Inside, old billboards

are reused for the white kitchen surfaces (fig.12) and most of the furniture, the structure of the halogen lights consist of old broken umbrellas.

Reuse for creativity

The creative reuse comes from gaming and from aesthetic and functional testing of waste materials. In this field, the importance of waste materials lies in their shape, their color and modularity, in order to create experimental housing, prototypes, pavilions, artistic and architectural installations, exhibition spaces. The results are heterogeneous and, generally, they tend to maintaining unchanged the element, trying to enrich its performances and to increase its durability [12].

This category includes many of the trials involving the use of aggregate or individual shipping containers, esteemed for their resistant structure, easily transportable and modular. Some of the most important examples are: *Cove Park*, a centre for established artists situated on the west coast of Scotland, which consists of 9 shipping containers transformed into housing units in close contact with the surrounding nature; the *Freitag Flagship store* in Zurich, by Spillmann Echsle architects (fig. 13), made by seventeen containers assembled with metallic elements [13]; *Space Box* by Mart de Jong, a shipping container modular system used for the construction of university campuses; the *Papertainer Museum* [14] (fig. 14) and the *Nomadic Museum* by the aforementioned architect Shigeru Ban, two itinerant structures made of cargo containers and recycled paper tubes. Like shipping containers, even the pallets recently have been used for those approaches to creative reuse.

The advantages of pallets are various: availability, standardization, the physical and mechanical characteristics, modularity, affordability. The *Palettenpavillion* (fig. 15) is a temporary pavilion 18 meters long and 6 high, built with 1300 pallets; the *Palettenhaus*, designed by Austrian students Gregor Pils and Andreas Claus Schnetzer, is a prototype house composed by 800 dry assembled pallets and glass wool panels insulation; *Infiniski Manifesto house* (fig. 16) by James and Mau architects uses the pallets as cladding, insulation and shielding of shipping containers, which are the dwelling structure [15].

Conclusions

The slogan of the three Rs: reduction, reuse, recycling, is the basis of the logic on which the Green Economy moves and expresses a social need that highlights the degree of sensitivity and civilization of a country. In the perspective of environmental protection, resource conservation and sustainable development, architecture plays a key role, which has its fulfillment in the sustainability of the design.

The reuse of waste is nowadays a sustainable alternative to the traditional building process and the multitude of examples using construction systems specifically designed for the reuse of waste shows that what we often consider “waste” just because it has exhausted its original task, in fact, if re-used with intelligence and creativity, can become a great resource, with undoubted environmental advantages (preservation of resources, saving of raw materials, reduction of waste, reduction of environmental pollution), economic (new market and work opportunities, competitiveness) and social (emergency housing, shelters and basic services for people in difficulty but also for those who make an alternative lifestyle choice). Unfortunately, even today, “waste architectures” are often labeled as “poor” architectures and sometimes they are not considered architectures at all, despite their integration within urban and



Fig. 14 - Freitag Flagship store, Zurich.



Fig. 15 - Papertainer Museum Seoul, Korea.



Fig. 16- Palettenpavillion, Berlin.

territorial contexts even in the absence of a building code that regulates the realization of this type of artifacts.

Study, research, scientific dissemination, experimentation in the field are the tools through which those who believe in the potential of a responsible and sustainable architecture can overcome the skepticism, indifference and rejection of those who have not yet understood the importance of a change of direction in the management aimed at safeguarding our planet.

REFERENCES

- [1] L. Berta, M. Bovati, *Progetti di architettura bioecologica, con disegni, progetti, immagini a colori*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna, 2004.
- [2] I. Goldmann, A. Cicalò, *Architettura Sostenibile*, Edizioni FAG, Milano, 2012.
- [3] M. Villa, *Uso, riuso e progetto di oggetti, componenti e materiali nei Paesi sviluppati e nei Paesi in via di Sviluppo*, Ed. Franco Angeli, Milano, 2000.
- [4] T. Firrone, *Sistemi abitativi di permanenza temporanea*, Aracne, Roma, 2007.
- [5] <https://www.ar-co.org/it/progetti/realizzati/gomme>
- [6] <https://www.heinekencollection.com/stories/the-story-behind-the-wobo/>
- [7] www.ruralstudio.org
- [8] <https://www.architetturaecosostenibile.it/>
- [9] <http://www.phoenixcommotion.com>.
- [10] <https://www.earthshipglobal.com/>
- [11] <http://superuse-studios.com/index.php/2009/10/villa-welpeloo/>
- [12] Monica F., "Processi e materiali costruttivi tra autocostruzione e riuso", in Ghini A. (a cura di), *Casa Tecnologia Ambiente. Architetture e prestazioni ambientali per la residenza contemporanea*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna, 2011.
- [13] www.spillmannechsle.ch/seiten/ffsz.htm
- [14] http://www.shigerubanarchitects.com/works/2006_papertainer-museum/index.html
- [15] www.infiniski.cl/casa-manifesto-infiniski.php

RECUPERO E RIUTILIZZO DI MATERIALI E COMPONENTI EDILIZI IN ARCHITETTURA

Sommario

Gli studi sul riuso degli scarti per l'architettura hanno prodotto negli ultimi anni risultati inediti e molto originali. Questo, tuttavia, resta ancora un ambito poco esplorato, più florido in determinati contesti geografici e particolari condizioni economiche; limitato a poche esperienze di sperimentazione in altri. In questi contesti, i limiti per la diffusione di sistemi costruttivi che riusano prodotti di scarto sono essenzialmente due: innanzitutto il fattore culturale, la tradizione consolidata e la difficoltà di accettare modi di costruire e vivere radicalmente alternativi a quelli conosciuti (se non limitati ad esperienze di studio, o temporanee, o comunque che non interferiscano con il modo di abitare canonico). In secondo luogo l'assenza di adeguate regolamentazioni e la necessità della certificazione delle componenti edilizie. Da questo si deduce che ciò che si costruisce con i rifiuti sarà diverso, a seconda che ci si trovi in un contesto propenso o meno alla sperimentazione in tal senso. Rifugi temporanei, padiglioni, allestimenti, prototipi sperimentali, arredamento urbano e attrezzature per parchi sono esempi comuni che testimoniano il successo del riutilizzo degli scarti in ogni luogo, ma solo in

pochi casi ed in pochi Paesi è possibile vedere esempi di architetture di rifiuti efficienti, non temporanee, come residenze, uffici, ristoranti, luoghi di culto, costruite talvolta aggiungendo ai rifiuti materiali naturali ricavabili dal contesto geografico di appartenenza (terra, paglia, bambù).

E dal momento che l'attività edilizia è tra le attività industriali quella che vanta il maggiore impatto ambientale per consumo di risorse e territorio, inquinamento e produzione di rifiuti, è anche nostro compito in Architettura intraprendere, ove possibile, nuovi percorsi di indagine e sperimentazione sul tema del riuso. Il contributo analizza i differenti approcci e le conseguenti correnti del riuso in architettura che è possibile distinguere in: riuso per emergenza, riuso per sensibilità ecologica, riuso per creatività.

Parole chiave: Rifiuti | Riuso | Architettura | Sostenibilità | Risorse

Introduzione

L'attività edilizia è responsabile di circa un terzo del consumo energetico mondiale e del 40% del consumo dei materiali. L'industria delle costruzioni genera il 45% dell'inquinamento atmosferico[1] e, in Europa, produce il 50% dei rifiuti totali[2].

Agli scarti prodotti dall'industria edilizia si sommano tutti i beni di consumo che, avendo esaurito le loro funzioni e potenzialità perché non più utilizzabili a causa di difetti insiti o sopraggiunti nel tempo o perché a rischio per i fruitori, sono messi da parte o gettati via per necessità, obbligo o semplicemente volontà. Il più delle volte si tratta di beni usa e getta o dall'obsolescenza programmata, quasi sempre ben conservati e protetti da imballaggi che ne garantiscono l'integrità fino al consumatore e che hanno provocato nel corso del tempo un aumento notevole della produzione di rifiuti, molti dei quali di difficile dismissione (si pensi, ad esempio, ai rifiuti di tipo elettrico ed elettronico). Qualunque sia l'origine dello scarto, questo è direttamente collegato al processo di produzione del prodotto, dall'estrazione delle materie prime alla sua dismissione.

Esiste, dunque, una relazione molto stretta tra il consumo di materie prime e la produzione di rifiuti. Indagini annuali condotte dall'associazione Global Footprint Network stimano un consumo globale di risorse ed energie sempre maggiore, ad oggi quasi doppio rispetto a quello che la Terra stessa può offrire, a discapito sia dei Paesi più poveri, che incidono in maniera minore sul bilancio globale, che delle generazioni future.

Il riuso come opportunità

Nell'industria delle costruzioni i rifiuti sono sempre presenti nell'intero ciclo di vita di un edificio: dall'estrazione, trasporto e lavorazione delle risorse primarie, alla loro trasformazione in materie prime e materiali da imballare e trasportare in cantiere, al loro assemblaggio e posa in opera, all'utilizzo e manutenzione, fino alla dismissione finale, in cui, successivamente alla demolizione si provvede alla rimozione, al trasporto e allo smaltimento dei materiali di scarto e, eventualmente, ad un loro riutilizzo. In merito a quest'ultima fase, in base al potenziale degli scarti, si possono effettuare operazioni di:

1. riuso dell'oggetto per la medesima funzione, qualora questo mantenga in toto le caratteristiche originarie;
2. recupero di parti per funzioni simili o analoghe a quelle originarie;

3. riciclaggio di materiali e componenti che rientrano in una nuova fase di lavorazione per ottenere nuovi prodotti;
4. incenerimento con finalità di recupero energetico;

Quanto maggiore è l'attenzione del progettista per tutte le fasi sopra dette, tanto più appropriate saranno le sue scelte.

Il riuso presenta numerosi vantaggi dal punto di vista sia ambientale che economico: allunga la vita del prodotto; stimola la creatività e soluzioni "non convenzionali"; riduce la quantità di rifiuti prodotti; ripartisce i costi sostenuti per la produzione del manufatto lungo un'unità temporale più ampia; riduce o addirittura evita il consumo di materie prime ed energie necessarie per la produzione di un nuovo bene; rende accessibile il bene scartato ad un prezzo notevolmente più conveniente, se paragonato al prezzo del bene di prima produzione.

Oltre agli indubbi vantaggi, chiaramente il riuso presenta anche dei limiti: innanzitutto non è una soluzione applicabile indistintamente a tutti i tipi di rifiuti, per ragioni di necessità, igiene o salubrità; in secondo luogo talvolta riusare un bene si può rivelare un'operazione non conveniente dal punto di vista economico o ecologico poiché sono necessari processi molto dispendiosi rispetto a quelli che servono per produrne uno nuovo.

È possibile approcciarsi al riuso di un prodotto in diversi modi, in relazione alle caratteristiche del prodotto stesso, tra cui l'ergonomia, il materiale e lo stato di deterioramento. Generalmente, si possono individuare cinque diversi tipi di riuso[3]:

1. Riuso proprio: il bene viene riusato senza alcun tipo di intervento per la stessa funzione che aveva in precedenza;
2. Riuso appropriato: il bene viene riusato senza alcun tipo di modifica, ma per adempiere ad una funzione diversa dalla precedente;
3. Riuso dal minimo intervento: per poter essere riusato, il bene subisce qualche modifica di lieve entità;
4. Riuso del materiale: il bene viene disassemblato al fine di riutilizzarne il materiale di cui è composto per la produzione di altri beni;
5. Riuso di parti: il bene viene scomposto per ricavarne e riutilizzarne le parti ancora integre.

Il riuso in architettura

In ambito architettonico il riuso può avere una duplice valenza: si può parlare, infatti, del riuso delle architetture e degli spazi abbandonati, divenuti essi stessi "rifiuti", oppure il riuso può essere inteso come reimpiego di componenti edilizi o di prodotti provenienti dal settore delle costruzioni e non solo che, divenuti scarti, vengono impiegati per la realizzazione di nuove architetture.

Se il riuso di parti e componenti edilizi in architettura è stata anche nel lontano passato una pratica usuale, l'impiego dei rifiuti è invece una nuova tendenza testimoniata da numerose opere realizzate in ogni parte del mondo. Nel contesto italiano, la maggior parte degli scarti reimpiegati in tale settore sono provenienti dai rifiuti speciali di costruzione e demolizione (C&D), in altri contesti, invece, anche rifiuti provenienti da comuni attività giornaliere (come bottiglie di plastica, lattine, giornali) oppure dal settore dell'industria e dei trasporti (come bobine, pallet, fusti metallici), alla fine del loro ciclo di vita possono diventare materiali non convenzionali per

la costruzione di strutture permanenti o temporanee come abitazioni, scuole, parchi, padiglioni o per il decoro di edifici. I rifiuti in questione possono essere scelti in base al materiale di cui sono composti, alla loro forma, all'essere disassemblabili o componibili, alla standardizzazione, alla facilità di reperimento o all'abbondanza.

A seconda delle esigenze e delle tecniche costruttive utilizzate, poi, lo stesso tipo di rifiuto può assumere nell'architettura di nuova costruzione, diverse funzioni: le bottiglie di PET, ad esempio, uno dei rifiuti più comuni in tutto il mondo, se riempite di sabbia, sovrapposte e bloccate con la terra cruda, possono assumere la stessa funzione dei mattoni nelle strutture a muratura portante, garantendo buone prestazioni dal punto di vista dell'isolamento termico e, nonostante le apparenze, anche una buona reazione al sisma (fig.01); gli stessi oggetti possono anche essere riutilizzati come elementi di tamponamento, oppure si può sfruttare la loro particolare capacità di diffondere la luce per creare eleganti pareti retro illuminate (fig.02) e la loro trasparenza per la realizzazione di serre (fig. 03).

Riuso per emergenza

In situazioni di precarietà economica o a seguito di catastrofi ambientali, riutilizzare i rifiuti per la costruzione di ripari e servizi elementari si presenta come una scelta ponderata e, talvolta, inevitabile. Il riuso degli scarti in situazioni di emergenza è una soluzione comune per chi non ha altri materiali per poter costruire la propria casa e decide di farlo autonomamente, utilizzando ciò che trova per strada o in discarica. La maggior parte delle volte il prodotto finale consiste in una baracca, insediamento di fortuna dalla dubbia salubrità e valenza estetica. Tuttavia, i risultati possono talvolta essere molto gradevoli, tanto da diventare quasi delle attrazioni turistiche, come nel caso del tempio buddista Wat Pa Maha Chedio Kaew (fig.04), situato a pochi chilometri da Bangkok, Thailandia: la sua particolare struttura è interamente costituita da 1,5 milioni di bottiglie di vetro recuperate e utilizzate come dei veri e propri mattoni trasparenti. La scelta del vetro come materiale da costruzione si è rivelata per i monaci, che si sono occupati in toto della costruzione del tempio, sorprendentemente interessante, date le sue caratteristiche di permeabilità alla luce naturale e la facilità di manutenzione.

Il tema dell'abitazione di emergenza è sempre attuale in quanto investe molti ambiti. Associazioni benefiche, progettisti, ricercatori sono costantemente impegnati nella sperimentazione di nuove soluzioni performanti e sostenibili e in numerose occasioni, i rifiuti hanno avuto un ruolo determinante nella progettazione e realizzazione di sistemi abitativi destinati ad accogliere persone in difficoltà, laddove vi è carenza di materiali e risorse.

Esempi di come riutilizzare i rifiuti possa essere fruttuoso in situazioni di emergenza ci vengono offerti dall'architetto Shigeru Ban e dalle sue Paper Log Houses. Cassette di birra riempite con sacchi di sabbia, macerie, carta riciclata, sono i materiali di riuso utilizzati dall'architetto giapponese per le sue abitazioni di emergenza costruite in aiuto delle popolazioni vittime di disastri o calamità naturali [4].

Vecchi copertoni riempiti di terra, posizionati a file sfalsate come pesanti mattoni, compongono la struttura muraria di una scuola (fig. 05), costruita dal gruppo ARCÒ sulla striscia di Gaza, territorio dagli equilibri molto delicati e sottoposto a vincoli ambientali e politici fortemente restrittivi tra cui il

clima desertico; la rigida normativa vigente per la quale ai Palestinesi è precluso il diritto di costruire; la necessità di costruire in modo semplice e veloce, anche in mancanza di manovalanza specializzata; l'uso di materiali locali; le minime risorse finanziarie [5]. I copertoni riempiti di terra, oltre alla facile reperibilità delle materie prime e alla rapidità di realizzazione, si caratterizzano anche per le elevate caratteristiche prestazionali sotto il profilo termico e statico. La terra fortemente costipata garantisce stabilità e resistenza agli sforzi di compressione e assicura nel contempo un'elevata inerzia termica. L'intonacatura esterna in argilla è funzionale alla protezione della gomma ai raggi solari, ne evita il deterioramento ed il rilascio di sostanze nocive.

In Nigeria, invece, l'iniziativa dell'associazione non governativa DARE, ha previsto la pulizia della regione di Kaduna, fortemente inquinata da rifiuti non biodegradabili, come la plastica, risolvendo al contempo un altro dei problemi fondamentali per i nigeriani: la mancanza di abitazioni. Per questo motivo, si è deciso di costruire un'abitazione sostenibile utilizzando come materiale da costruzione le bottiglie di plastica. Per la realizzazione della struttura, le bottiglie sono state riempite di sabbia, legate tra loro per mezzo di un intricato sistema di stringhe e bloccate con un impasto di cemento e terra (fig.06). I tappi colorati delle bottiglie sono stati lasciati a vista per creare un gradevole effetto cromatico. Il risultato è un edificio ignifugo ed antiproiettile, sorprendentemente resistente al terremoto ed in grado di garantire il comfort interno durante tutto l'anno.

Riuso per sperimentazione e ricerca

Rientrano in questo filone tutte le iniziative istituzionali o private, basate sullo studio delle potenzialità dei materiali di scarto e finalizzate alla ricerca ed alla sperimentazione di nuove soluzioni e tecnologie per l'edilizia. Uno dei precursori nel campo della ricerca è stato il magnate Alfred Heineken che ha proposto la realizzazione di una bottiglia di birra che, una volta vuota, potesse essere utilizzata come materiale da costruzione.

Il progetto è stato curato dal designer John Habraken, che ha trasformato la tradizionale bottiglia di birra in un mattone di vetro: WOBO (WORLD BOTTLE). Il prodotto è stato, ovviamente, concepito in tutto e per tutto come una bottiglia di birra ma, disteso su un fianco, diventava un mattone autobloccante (fig.07). Nonostante i buoni propositi, soltanto due prototipi di strutture sono stati costruiti con questi mattoni di vetro negli anni '70, entrambi assemblati presso la sede principale Heineken, in Olanda[6].

Tra le istituzioni più attive nella ricerca rientra a pieno titolo la Auburn University, in Alabama, presso la quale è attivo dal 1993 il programma Rural Studio, fondato da Samuel Mockbee. Si tratta di un laboratorio/studio che coniuga esigenze sociali e sperimentazione accademica tramite la realizzazione di strutture low-cost progettate e costruite da team di studenti. Tra queste, la Corrugated cardboard pod, una residenza costruita in balle di cartone compattate e stabilizzate con cera, oppure il Lions park playscape (fig.08), una piattaforma multifunzionale per il gioco composta da 55 barili per combustibili e tubi colorati in cui i bambini possono correre, nascondersi, saltare, arrampicarsi, andare in altalena, giocare con "tubi sonori" [7].

Uno studio particolarmente interessante è quello svolto presso il Polytechnic Institute di Tomar in Portogallo, sull'impiego dei prodotti di scarto

della produzione della birra (malto d'orzo e semola di granturco) in alternativa all'uso del polistirene nella produzione di mattoni: aggiunti in una percentuale del 5% al resto delle materie prime sono in grado di potenziare le proprietà isolanti del mattone riducendo la dispersione termica del 28% [8].

Il designer Dave Hakkens ha sperimentato un nuovo modo di riusare la plastica evitando processi chimici e creando nuovi oggetti ed elementi d'arredo dalla frantumazione e ricomposizione di bottiglie, bidoni e contenitori, mentre in Francia, il riuso e riciclo di materassi usati si sta affermando come una fruttuosa realtà in termini economici e ambientali, in grado di fornire materie prime seconde di ottima qualità per l'edilizia e l'industria automobilistica, garantendo una minore produzione di rifiuti e fornendo al contempo una grande risorsa.

Riuso per sensibilità ambientale ed ecologica

Riflessioni su uno stile di vita più rispettoso dell'ambiente e più attento al consumo e allo spreco di risorse, materiali ed energie sono alla base della scelta di usare elementi di scarto per la costruzione della propria dimora. Il cantiere diventa così un vero e proprio laboratorio di sperimentazione ed autocostruzione, dove si usano materiali e tecniche di ogni tipo: bottiglie, lattine, elementi lignei, tappi, serramenti, copertoni, giornali, ombrelli, segnali stradali, persino ossa animali. Ad ognuno di questi oggetti viene assegnata una nuova funzione e le qualità intrinseche che lo caratterizzano vengono sfruttate al meglio per conferire alla costruzione finale non soltanto delle buone caratteristiche prestazionali, ma anche una particolare ed unica valenza estetica: è il caso, ad esempio, delle abitazioni realizzate dall'azienda Phoenix Commotion, fondata dal texano Dan Phillips, che realizza abitazioni di ogni genere composte fino all'80% da materiali di recupero, tra quelli sopra citati (fig.09)[9].

Le prime abitazioni di rifiuti nate dalla sensibilità ecologica sono riconducibili alle esperienze pionieristiche degli anni '70: è questo il periodo in cui, dalla ricerca dell'architetto Michael Reynolds, nascono in America le prime Earthship [10], costruzioni in terra e scarti di ogni genere tra cui pneumatici, bottiglie di vetro e lattine, dotate di sistemi passivi di produzione di energia e recupero delle acque. Gli studi di Reynolds e del suo team della Earthship biotecture hanno prodotto, in oltre 40 anni, centinaia di "Radically Sustainable Buildings" e garantiscono, tutt'ora, a chi fosse interessato, la possibilità di costruire la propria casa, fornendo dettagliate istruzioni per la realizzazione (fig.10).

Questo tipo di scelta, comporta per chi si occupa della progettazione e della costruzione, una revisione continua del proprio operato: è il caso, ad esempio, di villa Welpeloo di Superuse Studio, in Olanda (fig.11). Scrivono i progettisti: "The waste materials provided a continuous stream of new incentives to develop and refine the design. New shapes and innovative construction methods were needed to incorporate the found materials"[11] La residenza unifamiliare è stata, infatti, realizzata utilizzando il 70% di materiali riciclati e riusati, provenienti da un raggio massimo di 15 chilometri di distanza dal sito. La struttura portante è in profilati d'acciaio provenienti da una vecchia macchina tessile. Non conoscendo precisamente la qualità dell'acciaio, è stata ipotizzata una condizione limite per il dimensionamento degli elementi strutturali. La particolarità della villa risiede nella sua facciata, realizzata con i resti di 1000 bobine per cavi, impregnate a caldo per assicurare una massima

resistenza agli agenti atmosferici, disposte verticalmente, alternate a bande d'acciaio orizzontali che ne scandiscono il ritmo. Per le finestre è stato utilizzato del vetro proveniente dagli scarti di una vicina fabbrica e per l'isolamento scarti di polistirene di un vicino produttore di camper. All'interno, le bianche superfici della cucina (fig.12) e dei mobili d'incasso sono in realtà vecchi cartelloni pubblicitari riutilizzati mentre, per la struttura dei faretti alogeni, sono stati utilizzati vecchi ombrelli rotti.

Riuso per creatività

Il riuso creativo nasce dal gioco e dalla sperimentazione estetica e funzionale e si lega alla volontà di scoprire impieghi alternativi per i materiali di scarto. Spesso, ciò che si sfrutta dei rifiuti, in questo caso, è la loro forma, il loro colore e la modularità, al fine di creare abitazioni sperimentali, prototipi, padiglioni, installazioni artistico-architettoniche, spazi espositivi. I risultati, eterogenei, generalmente puntano a mantenere inalterata l'immagine esteriore dell'elemento arricchendolo dal punto di vista prestazionale e aumentandone la durevolezza [12].

Rientrano in questa categoria molte delle sperimentazioni che prevedono l'utilizzo dei container singoli o aggregati, apprezzati per la loro struttura resistente, facilmente trasportabile e modulare. Tra gli innumerevoli esempi si citano: il centro per artisti Cove Park, composto di 9 container trasformati in unità abitative a stretto contatto con la natura circostante; il Freitag Flagship Store a Zurigo (fig. 13), realizzato dallo studio Spillmann Echsle, impiegando diciassette container, assemblati per mezzo di elementi metallici [13]; lo Space Box di Mart de Jong, sistema modulare di containers impiegati per la realizzazione di campus universitari; il Papertainer Museum (fig. 14) e il Nomadic Museum del già citato Shigeru Ban, strutture itineranti realizzate con container e tubi di carta riciclata [14].

Allo stesso modo, anche i pallet sono già da qualche tempo oggetto di studio e sperimentazione per chi si avvicina al riuso creativo. I vantaggi dell'uso dei pallet sono molteplici: la facile reperibilità, la standardizzazione, le caratteristiche fisiche e meccaniche, la scomponibilità, l'economicità. Il Palettenpavillion (fig. 15) è un padiglione temporaneo di 18 metri di lunghezza e 6 di altezza, costruito con 1300 pallet. La Palettenhaus, progettata dagli studenti austriaci Gregor Pils e Andreas Claus Schnetzer, ha una struttura composta da 800 pallet assemblati a secco e pannelli isolanti in lana di vetro; nella Casa Manifesto Infiniski (fig.16), invece, i pallet sono stati usati come elementi di rivestimento, isolamento e schermatura dei container navali che costituiscono la struttura dell'abitazione [15].

Conclusioni

Lo slogan delle tre R: riduzione, riuso, riciclo, è alla base della logica sulla quale si muove la Green Economy ed esprime una necessità sociale che evidenzia il grado di sensibilità e di civiltà di un Paese. Nell'ottica della salvaguardia ambientale, della preservazione delle risorse e dello sviluppo sostenibile, l'architettura assume un ruolo fondamentale che vede nella sostenibilità del progetto il suo compimento.

Il riutilizzo degli scarti costituisce oggi un'alternativa sostenibile al processo edilizio tradizionale e la moltitudine di esempi che utilizzano sistemi costruttivi pensati appositamente per il riuso degli scarti dimostra che quello che spesso consideriamo "rifiuto"

soltanto perché ha esaurito il suo compito originario, in realtà, se reimpiegato con intelligenza e creatività, può diventare una grande risorsa, con indubbi vantaggi ambientali (preservazione delle risorse, risparmio di materie prime, riduzione dei rifiuti, riduzione dell'inquinamento ambientale), economici (nuove opportunità di mercato e di lavoro, competitività) e sociali (abitazioni di emergenza, ripari e servizi elementari per persone in difficoltà ma anche per chi fa una scelta di vita alternativa). Purtroppo, ancora oggi, le "architetture di rifiuti", sono spesso etichettate come architetture "povere" e a volte non sono considerate affatto architetture, nonostante la loro integrazione all'interno di contesti urbani e territoriali anche in assenza di una normativa edilizia che regolamenti la realizzazione di questa tipologia di manufatti. Lo studio, la ricerca, la divulgazione scientifica, la sperimentazione sul campo sono gli strumenti attraverso i quali chi crede nella potenzialità di un'architettura responsabile e sostenibile può superare lo scetticismo, l'indifferenza e il rifiuto di chi non ha ancora compreso l'importanza di un cambio di rotta nella gestione volta alla salvaguardia del nostro pianeta.