

SMC

SUSTAINABLE MEDITERRANEAN CONSTRUCTION
LAND CULTURE, RESEARCH AND TECHNOLOGY



FOCUS ON

SDG 2030 ARCHITECTURE & DESIGN

N. ELEVEN
2020

LUCIANO EDITORE

- 005_ VIEW_ Sustainable construction, social health and Sustainable Development Goals
Dora Francese
- 019_ BOARDS AND INFORMATION
- FOCUS ON SDG 2030 ARCHITECTURE & DESIGN
- 020_ Agenda 2030's goal: cultural heritage the key to sustainable cities
Georgia Cheircanteri
- 025_ Cultural landscapes and Sustainable development: the role of ecomuseums
Raffaella Riva
- 030_ Rehabilitation and upgrading of the Medina of Marrakech, a major heritage project
K. Rkha Chaham, A. Khiara
- 035_ The regeneration of public heritage estate in Campania: an assessment approach
Saverio D'Auria, Lorenzo Diana
- 041_ Reusing resources and recycling spaces for landscape entitlement
Giuseppe Vaccaro
- 048_ Creating a form language for Sorrento gardens
A. Sabo A, H.M. Desai, L.M.V. Rodriguez, A. Jančar, M.N. Le Roux, B.D. Mock, S. Moein Jaharomi, Y. Rofè
- 053_ Living with water: the role of Technology
Ilaria Oberti, Chiara Nevioni, Simone Pagani
- 058_ Influence of occupants' behaviour on energy use in buildings. *Field survey case study*
Rosa Agliata, Roberto Macchiaroli, Luigi Mollo
- 064_ Strata variations. Sustainable Architecture for the promotion of landscape heritage
Foivos Geralis
- 070_ Urban design and climate mutation of Mediterranean areas. *Learning from hot regions*
Antonio Basti, Michele Manigrasso, Maria Capuozzo
- 076_ Climate action and SDGS' attainment: insulation materials' impacts assessment
Sarah GadAllah, Mohsen Aboulnaga
- 081_ Piezoelectric flooring and public space
Maria Cristina Vigo Majello
- 087_ Reuse of architectural elements: shaping urban sustainability
Massimiliano Condotta, Elisa Zatta
- 093_ Demolition or renovation? A controversial case in Pozzuoli
Gigliola D'Angelo, Marina Fumo
- 099_ The use of recycled materials for sustainable construction systems
Agostino Catalano
- 105_ Strategies and design tools for smart residential interventions for the elderly
Anna Mangiatordi
- 111_ Automated design process for cost-effective sustainable Architecture. *A performance based approach*
Pierpaolo D'Agostino, Federico Minelli
- 117_ Energy performances analysis in extreme climate change scenarios through BIM simulations
Federico Orsini, Giorgio Mazzocchi, Daniele Spadazzi
- 122_ Crafts in the Mediterranean area: cultural values and employment opportunities
Maria Canepa, Adriano Magliocco

Cover: View from North of the Island "La Castelluccia", in the Archipelago of "Li Galli", Positano (NA) with the Island "La Rotonda" in the background. Top right: Logos of the 17 SDG (Sustainable Development Goals) 2030: 1. No poverty, 2. Zero hunger, 3. Good Health and Well-being, 4. Quality Education, 5. Gender equality, 6. Clean water and sanitation, 7. Affordable and clean Energy, 8. Decent work and Economic growth, 9. Industry, innovation and infrastructure, 10. Reduced inequalities, 11. Sustainable cities and Communities, 12. Responsible Consumption and production, 13. Climate action, 14. Life below water, 15. Life on land, 16. Peace, justice and strong institutions, 17. Partnership for the goals. And the two added by the Editorial Committee: 18. Soil and biodiversity preservation, 19 Responsible use of resources.
[The important ones for the Construction sector are focused]

In copertina: vista da Nord dell'isola "La Castelluccia", nell'Arcipelago de "Li Galli", Positano (NA) con l'isola "La Rotonda" sullo sfondo. In alto a destra: i logotipi delle 17 Mete dello Sviluppo Sostenibile 2030: 1 Niente povertà, 2 Zero fame; 3 Buona salute e benessere; 4 Formazione di qualità; 5 Uguaglianza di genere; 6 Acqua pulita e sanità; 7 Energia abbordabile e pulita; 8 Lavoro decente e crescita economica; 9 Industria, innovazione e infrastrutture; 10 Ineguaglianze ridotte; 11 Città e comunità sostenibili; 12 Consumo e produzione responsabili; 13 Azioni climatiche; 14 Vita sott'acqua; 15 Vita sulla terra; 16 Pace, giustizia e istituzioni forti; 17 Sodalizio per le mete. E i due aggiunti dal Comitato Editoriale: 18. Suolo e preservazione della biodiversità, 19. Uso responsabile delle risorse.
[In evidenza quelli importanti per il settore delle costruzioni]

SCIENTIFIC COMMITTEE

Eugenio ARBIZZANI
Aasfah BEYENE
Bojana BOJANIC
Michele CAPASSO
Stefano CHIARENZA
Angela CODONER
Francesca Romana
D'AMBROSIO
Ana Maria DABIJA
Kambiz EBRAHIMI
Daniel FAURE
Pliny FISK
Giorgio GIALLOCOSTA
Rodolfo GIRARDI
Mihiel HAM
Fakher KARAT
Pablo LA ROCHE
Serge LATOUCHE
Stefano LENCI
Alberto LUCARELLI
Gaetano MANFREDI
Saverio MECCA
Paulo MENDONÇA

Giuseppe MENSITIERI
Lorenzo MICCOLI
Alastair MOORE
Michael NEUMAN
João NUNES
Massimo PERRICCIOLI
Silvia PIARDI
Alberto PIEROBON
Khalid Rkha CHAHAM
Susan ROAF
Yodan ROFÈ
Piero SALATINO
Fabrizio SCHIAFFONATI
Mladen SCITAROCI
Alfonso SENATORE
Ali SHABOU
Abdelgani TAYYIBI
Nikolas TZINIKAS
Funda UZ
Michael VAN GESSEL
Dilek YILDIZ
Ayman ZUAITER

REFEREE BOARD

Zribi Ali ABDELMÔNEM
Maddalena ACHENZA
Manuela ALMEIDA
Ahadollah AZAMI
Angela BARRIOS PADULA
Vittorio BELPOLITI
Houda BEN YOUNES
Gaia BOLLINI
Gianluca CADONI
Assunta CAPECE
Lucia CECCHERINI NELLI
James CHAMBERS
Paolo CIVIERO
Carola CLEMENTE
Daniel DAN
Pietromaria DAVOLI
Mercedes DEL RIO
Gianluigi DE MARTINO
Orio DE PAOLI
Dorra DELLAGI ISMAIL
Houda DRISS
Dalila EL Kerdany
Andrea GIACHETTA
Barbara GUASTAFERRO
Luigi IANNACE
Shoaib KANMOHAMMADI
Pater KLANICZAY
Danuta KLOSEKKOZLOWSKA

Liliana LOLICH
Philippe MARIN
Said MAZOUZ
Barbara MESSINA
Luigi MOLLO
Carlos MONTES SERRANO
Emanuele NABONI
Paola Francesca NISTICÒ
Massimo PALME
Lea PETROVIC KRAJNIK
Francesca PIRLONE
Vasco RATO
Joe RAVETZ
Imen REGAYA
Jesús RINCÓN
Paola SÁEZ VILLORIA
Marco SALA
Anda Joana SFINTES
Radu SFINTES
Jacques TELLER
Pablo TORRES
Antonella TROMBADORE
Ulica TÜMER EGE
Clara VALE
Fani VAVILI
Roland VIDAL
Jason YEOM DONGWOO

STEERING COMMITTEE

Gigliola AUSIELLO
Alfredo BUCCARO
Luca BUONINCONTI
Mario BUONO
Domenico CALCATERRA
Domenico CAPUTO
Roberto CASTELLUCCIO
Pierpaolo D'AGOSTINO
Gabriella DE IENNER
Paola DE JOANNA
Viviana DEL NAJA
Dora FRANCESE
Marina FUMO
Fabio IUCOLANO

Fabrizio LECCISI
Barbara LIGUORI
Mario LO SASSO
Andrea MAGLIO
Vincenzo MORRA
Lia Maria PAPA
Antonio PASSARO
Elvira PETRONCELLI
Domenico PIANESE
Francesco POLVERINO
Marialuce STANGANELLI
Salvatore VISIONE
Rosamaria VITRANO

EDITORIAL BOARD

Editor in chief
Dora FRANCESE

First Editors
Luca BUONINCONTI
Domenico CAPUTO
Paola DE JOANNA
Antonio PASSARO
Giuseppe VACCARO

Associate Editors
Gigliola AUSIELLO
Roberto CASTELLUCCIO
Marina FUMO
Lia Maria PAPA
Marialuce STANGANELLI

Editorial Secretary
Mariangela Cutolo

Graphic Design
Web Master
Luca Buoninconti
Elisabetta Bronzino



SMC - Sustainable Mediterranean Construction
Association
Founded on March 1st 2013
Via Posillipo, 69 80123 Naples -
Italysmc.association@mail.com

SMC is the official semestral magazine of the SMC Association, jointed
with CITTAM - SMC N. 11 - 2020

All the articles of SMC magazine
were submitted to a double peer
blind review.

Cover Photo © Dora Francese
2019, view from North of the
Island "La Castelluccia", in the
Archipelago of "Li Galli",
Positano (NA)

Printed Edition
ISSN: 2385-1546

Publisher: Luciano Editore
Via P. Francesco Denza, 7
P.zza S. Maria La Nova, 4
80138 Naples - Italy
www.lucianoeditore.net
info@lucianoeditore.net
editoreluciano@libero.it

Online Edition
ISSN: 2420 - 8213

REUSE OF ARCHITECTURAL ELEMENTS: SHAPING URBAN SUSTAINABILITY

Abstract

Innovating the more resource-intensive sectors of our economy appears to be fundamental to achieve the Sustainable Development Goals. If properly implemented during the design process, circular economy could limit the significant energetic and material footprint of construction and foster its shift towards ecological sustainability. Within these practices, making use of reclaimed products and components in new buildings could broaden the positive impacts even more, involving both the environmental and the cultural perspectives. Starting from the example of Mediterranean architecture, where reutilisation strategies have traditionally represented an expression of comprehensive sustainability, this paper focuses on the contemporary context. The research examines how the reuse of architectural elements could allow several cross-cutting contributions to the SDGs' targets.

Keywords:

reuse, sustainable development goals, circular economy, material culture, Spain.

Introduction: how design shapes the use of resources

In the contemporary production era, as Papanek already noted decades ago [1], design represents the main instrument Man employs to shape both his physical tools as well as the natural environment surrounding him, not to mention the society he lives in and himself. Today the key role designers could play in enabling "a world in which consumption and production patterns and use of all natural resources [...] are sustainable" [2] is acknowledged and given even more prominence by the climate change emergency we are witnessing.

On the environmental side, the apparently impossible balance between our post-industrial linear pattern and the preservation of natural resources now seems feasible through the application of circular economy principles. While generating a shift towards this new paradigm will require huge efforts in changing many aspects of contemporary industry and society, circularity could provide large returns in terms of sustainability. In fact, circular economy can be considered "the most sustainable post-production business model" since "it uses natural, human, cultural and manufactured stocks to improve the ecologic, social and economic factors that make up sustainability" [3].

This definition underlines the comprehensive acceptance that the concept of sustainability has achieved in recent years, disclosing the composite and multidisciplinary contribution required to turn this shared goal into reality. This enrichment in meaning is gradually influencing architecture as well, at first solely oriented towards the energy efficiency aspect of sustainable design [4]. Even though the use of a building is the phase with a higher share in energy consumption and production, a Life Cycle perspective allows extending environmental concerns to a wider range of processes involving raw materials, their extraction, production and disposal, as well as the distances and labour required, reflecting a broader sustainable vision. This broadening also involves scale, shifting from a single edifice to entire urban areas: a metabolism no longer restricted to the energy exchanges between an edifice and its immediate environment, but rather consisting of a complex interconnection of energy and material flows. Thus, the city's consumption of materials has become a subject of primary concern. The need to tackle the urban areas material footprint gets even more important when considering that the carbon and energy embodied in building materials, products and components should discourage their disposal. Circular economy processes, especially remanufacture or reuse which are supposed to be the more efficient [5], prove to be the appropriate instruments to reintegrate these resources in the construction value chain. The interest in the preservation of building materials as resources emerges in the work of some contemporary architects who are "strategic thinkers from the outset of the design process, people who have a deep understanding of existing design and manufacture processes and, crucially, material flows" [6] and who

share an interest in urban mining strategies. Nevertheless, this is nothing new in architectural history, since a circular society "enabled early mankind to overcome a scarcity of resources, people and skills by making the best use of natural resources available" [3], as is evident in the urban fabric of most European cities, especially around the Mediterranean.

The reuse of architectural elements as a means to develop a comprehensive sustainability

With regard to this perspective, this essay seeks to examine the role played by the reuse of building elements in the architectural design and construction fields as a means to safeguard both material and cultural resources, highlighting the diverse contributions that this strategy offers to the comprehensive sustainable development fostered by the 2030 Agenda. The main objective of the research is to determine how the application of reuse could influence the Mediterranean architecture with respect to the objectives and specific targets set by the Sustainable Development Goals (SDGs). The first section provides the contemporary EU resource efficiency framework, defining the priority areas the architectural field is involved in and the role of reuse processes in the sector's transition towards a circular economy. The second part outlines how throughout history reuse strategies in the Mediterranean areas have always represented an expression of comprehensive sustainability, both environmental and cultural, and discusses how this approach lives on in contemporary practice. The third section details how the reuse of architectural elements could contribute to the dynamics of the building sector in fostering several sustainable outcomes strictly related to SDGs 8, 9, 11 and 12 (fig.1).

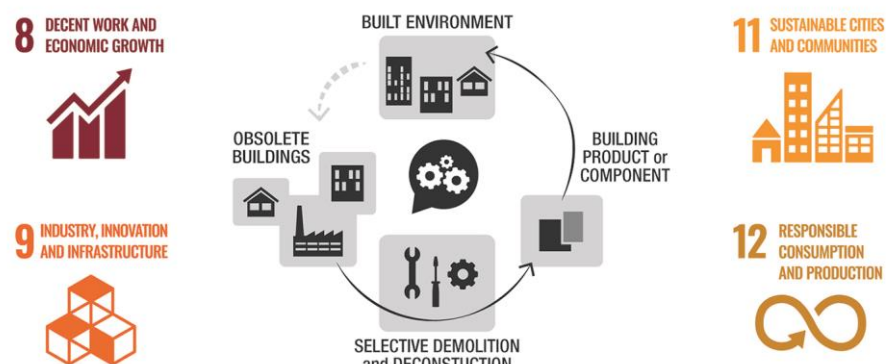


Fig. 1 – Sustainable Development Goals revealing positive improvements with the application of circular processes in the building sector. Credits: UN/the authors.

The conclusion summarises the effectiveness of reutilisation processes in encouraging the shift of architecture and construction towards comprehensive sustainability, highlighting the actions suggested by the SDGs that could require process innovation in the building industry and the necessary cross-cutting perspective.

The state of the art: circularity, European policies and the 2030 Agenda within the architectural compass

Since it was mentioned in the Brundtland Report (1987), the concept of *sustainable development*, though controversial, made the topic of resource efficiency a unanimous point of convergence. The need for “energy efficiency” to be “complemented with policies for resource efficiency, which look at a wider range of environmental impacts across the life-cycle of buildings and infrastructure” [4] became an international strategic concern. While an integrated approach “in which long-term environmental considerations are fully taken into account” [7] is required to ensure sustainable cities, a lifetime perspective in construction becomes a need, including the proper management of construction and demolition waste. This includes “promoting more resource efficient manufacturing of construction products by, for example, using recycled materials, reusing existing materials” [8], suggesting circularity as a means to increase sector sustainability. The EU Action Plan for the Circular Economy identifies construction and demolition as a priority area, defining the circular economy as “instrumental in reaching the Sustainable Development Goals (SDGs) by 2030” [9]. The recent European Green Deal adopts the same perspective, highlighting the need for buildings to be both energy and resource efficient and revealing in advance the issue of “a new circular economy action plan” that will “prioritise the reducing and reusing materials before recycling them” [10]. The enactment of circular strategies in construction would also contribute to reaching the goals set by the UN 2030 Agenda for Sustainable Development “Transforming our world” [2] in several sectors, even not directly linked to energy efficiency or resource efficiency. In fact, besides the expected environmental consequences of implementing reuse processes, “the reuse and repairs sectors are labour-intensive and therefore contribute to the EU’s jobs and social agenda” [9] (fig.2). This perspective hence suggests further outcomes for these strategies, which imply a strong connection between enacting a circular economy and an encompassing sustainability.

The contribution of reuse practice to Mediterranean architecture past and present

While today European policies stress the importance of the effective management of material resources, identifying cities and the building sector as primary fields of concern, Mediterranean urban fabrics prove that circular principles were largely common in the pre-industrial era. Often composite products of a

cultural stratification, these cities reveal their history through the material signs emerging in the surfaces surrounding us. Reuse of architectural elements in the past allowed sparing labour and extraction of new resources in the construction of a new building, relying on what was available at hand and determining the purpose of its *second life* through ingenuity and, at the same time, *ingenuously*.¹

As Esch illustrates [11], while the primary motivating force behind reuse was based on concrete needs and linked to a scarcity of means, other reasons also fostered reclamation practices from ancient times. While still preserving a pragmatic purpose through the reutilisation of an already finished element, in many cases the reclaimed piece was attributed a higher value, either for its formal qualities and decorative richness or for the material it was composed of. This encouraged the use of the element in other buildings, to enrich public structures or as an expression of the owner’s affluence. Other examples reveal a more subtle and conscious intent and mainly involve figurative designs, which were repurposed for their allegorical content or even with a political aim. This is the case of San Marco’s façades in Venice, where the *spolia* of Constantinople represent more than just a sign of victory exhibited in the building symbolising the Republic’s political and spiritual unity. Indeed, the use of reclaimed pieces was meant to convey the cultural relationship of the city with the Eastern capital, and consequently its political independence from Rome [12]. Thus, throughout Southern Europe the reuse of architectural elements testifies to the progressive merging of culturally different populations through the products of their material culture (fig.3) (fig.4) (fig.5). From this point of view, reuse relates to the comprehensive vision of sustainability discussed above, being both a means to preserve material resources avoiding the exploitation of raw ones and to preserve the material culture through its *solidification* in the built environment. This “heritage of ideas, techniques and traditions, passed down between generations in a defined social group” [13] represents an important contribution to our *architecture without architects*, the sustainability of which is conveyed not only by the preservation of the environment but also of its cultural character. In this perspective, today *spolia* are handled in a completely different manner, avoiding the inappropriate movement of archaeological pieces. The contemporary version of reuse, as an instrument of material culture preservation and as a sustainable means, clearly does not envisage this kind of handling practices.

Despite the industrialisation and the consequences to the paradigm of modernity, reclamation in architecture endured through time though reduced to a niche, and today is again gaining momentum thanks to theorists and practitioners seeking to spread awareness of circular principles. With regard to the European context, while in the northern regions these processes show an urban-scale character and aim at standardisation, when



Fig. 2 – Rotor DC storage area for building components salvaged from deconstruction sites, later prepared for reuse and sold, Brussels, December 2019. Credits: the authors.



Fig. 3 – Pedestals of ancient columns included in the external walls with indifference towards their previous function, Church of St Donatus, Zadar. Credits: the authors.

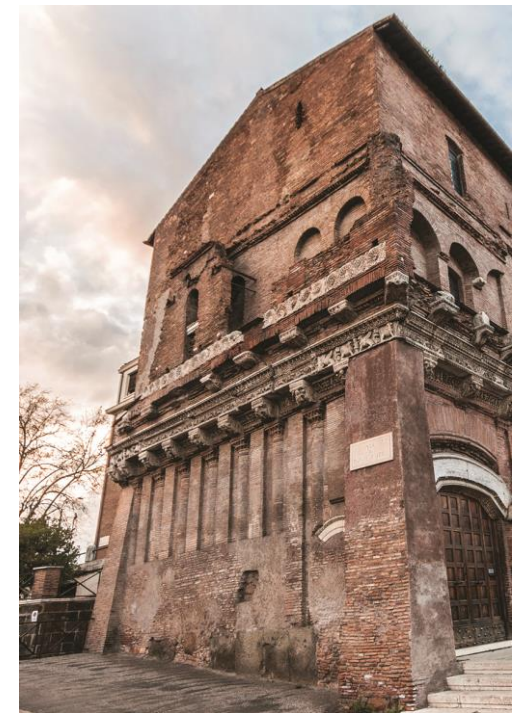


Fig. 4 – Spolia with a celebrative purpose because of their formal value and maintaining a role pertinent to the former one, 'Casa dei Crescenzi', Rome. Credits: the authors.



Fig. 5 – Complex of the Porticus Octaviae, Rome, May 2019. Credits: the authors.

dealing with the Mediterranean area the reutilisation of building elements is more related to artisanal practices. Nevertheless, its reasons and symbolic values remain, allowing private and small-scale projects to foster the harmony between ecological and cultural preservation required by sustainability (fig.6) (fig.7) (fig.8) (fig.9).

Reuse as an encompassing sustainable practice fostering the SDGs

The brief exposition comparing the characteristics and patterns of reuse during ancient and modern times shows how in the past the Mediterranean populations often adopted through ingenuity – but spontaneously, or rather, *ingenuously* – a sustainable approach through the reutilisation and remanufacturing of architectural elements. Today, spreading reclamation strategies could not only enhance sustainability in an ecologic perspective but also induce several cross-cutting beneficial outcomes for the SDG targets related to the social, cultural and economic domains. On the environmental side, circular processes become a powerful means for Construction and Demolition Waste (CDW) management, seeing as they reflect the Waste Hierarchy strategy [14]. In the building sector, the waste prevention assured by the adoption of reuse practices contributes to the targets illustrated in Goal 9, as well as those set by Goal 12. Goal 9 targets promote industrial manufacturing processes that combine the preservation of the environment with development and innovation. In this field, reuse in the building chain would represent a means to reduce the demand for raw materials, while at the same time contextualising construction processes within a more sustainable perspective. As suggested by target 9.4, this could allow the industry to retrofit and upgrade, pursuing an “increased resource use efficiency and [a] greater adoption of clean and environmentally sound technologies and industrial processes”. Reuse strategies would therefore contribute to diminishing the resource-intensive character of building activities. In fact, reusing building elements or components would avoid further resource extraction, also preventing the CO₂ emissions related to the manufacturing of new products or to recycling processes, and at the same time would allow preserving the energy and carbon locked in the reclaimed elements. On the other hand, Goal 12 focuses on sustainable consumption and production patterns, hence constituting another field closely related to reuse strategies in construction. The specific targets 12.4 and 12.5 encourage the sustainable management and reduction of waste through the application of circular processes, while target 12.2 expresses the necessity to “achieve the sustainable management and efficient use of natural resources”. Since in terms of volume the building sector is among the biggest sources of waste in Europe, dealing with its environmental externalities is fundamental. In this perspective, the reutilisation of architectural products and components encourages the prevention targets

and decreases the demand for further raw materials to be manufactured, therefore fostering an environmentally sound waste management.

The reduction in material consumption and waste also contributes to Goal 11, addressing both target 11b, in the topic of resource efficiency, and the specific target 11.6 which aims to “reduce the adverse per capita environmental impact” of urban areas. Moving to the cultural side, the objective of Goal 11 to “make cities and human settlements inclusive, safe, resilient and sustainable” discloses a more comprehensive vision of sustainability than one strictly dedicated to the environmental preservation. In fact, “the role that building construction and the buildings themselves play in fostering regional and local cultural traditions; supporting community life and the economy; and contributing to the texture and humanity of the built environment” deeply influences the overall quality of human settlements [15]. The World Commission on Culture and Development also stressed such a perspective, emphasising how “societies themselves create elaborate, culturally-rooted procedures to protect and manage their resources” [16] through the interaction between the urban environment and culture. If cities are “hubs for ideas, commerce, culture, science, productivity, social development and much more” [2] and their prosperity has to be achieved “without straining land and resources”², preservation concerns both the natural resources the city relies on and its cultural capital. This background interpretation indicates that in the architectural field circular processes play an important role in the achievement of target 11.4 regarding the protection and safeguarding of “the world’s cultural and natural heritage”. While recycling currently represents the most prevalent strategy, reuse, due to its capability to preserve the physical product of a community material culture, reveals itself not only more efficient in environmental terms but also culturally. With regard to economic aspects, the SDG 8 compass concerning “inclusive and sustainable economic growth, full and productive employment and decent work for all” is another field that could be supported by the implementation of the reuse value chain in the building sector, involving two different perspectives. On one hand, while recycling requires energy for each transformation and large-scale companies, reuse, besides providing a more efficient management of resources, relies on regional and local manufacturing, creating a profitable business for local SMEs [3]. On the other hand, reuse in the construction market is socially viable since the associated activities are labour-intensive and involve both skilled and unskilled labour, specialised and artisanal manual work, also introducing new positions and roles for harvesting and deconstruction tasks. This circumstance would deeply influence target 8.2, aimed at “higher levels of economic productivity through diversification, technological upgrading and innovation, including through a focus on high-value added and labour-intensive sectors” [2].



Fig. 6 – David Sebastian, Casa en tres primaveres. A new volume is built inside the shell of an old barn which wooden elements were salvaged and inventoried. Teruel, Spain, 2017. Credits: Adrià Goula, Jordi Salinas.

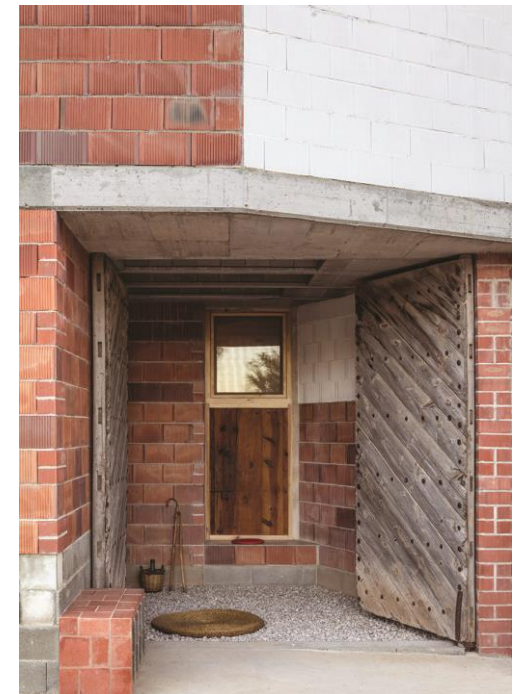


Fig. 7 – David Sebastian, Casa en tres primaveres. Reuse of the reclaimed old door as a window within the masonry new surfaces of the house. Credits: Adrià Goula, Jordi Salinas.



Fig. 8 – David Sebastian, Casa en tres primaveres. Reclaimed entrance door(s). Credits: Adrià Goula, Jordi Salinas.



Fig. 9 - Bosch.Capdeferro architecture, Casa collage. Reuse of reclaimed ceramic pieces, mosaics and stones in a refurbishment: views of the inner patio. Girona, Spain, 2009. Credits: José Hevia.

From this perspective, the Mediterranean basin still shows both an artisanal character and *ad hoc* technological innovation in the reuse of architectural elements if compared to other geographic areas where standardisation affects the reclaimed products sector more. It is therefore possible to recognise a *craft* peculiarity, which acquires even more value as it preserves the material culture.

The necessity for strategic thinking and strategic thinkers

The analysis shows how implementing circular processes in the architectural field could considerably support the achievement of several SDGs, not only focusing on resource efficiency and environmentally sound management, but also on economic, social and cultural targets. In particular, reuse offers more benefits than common recycling: while contributing to the ecological domain of sustainability, reuse also involves cultural and social aspects, appearing more environmentally efficient. Nevertheless, the potential of this strategy in constructing sustainable cities in the Mediterranean area currently appears to be underrated despite its cultural roots and many examples of clever application, while in Northern Europe several practitioners are empirically experimenting with reclamation practices.

For this reason, innovative actions are needed to make full use of them. Normative, market and chain issues still have to be addressed in terms of policy and adapted to the Mediterranean context. The recent CDW Management Protocol and the subsequent Guidelines for the Waste Audits [17][18] constitute a first instrument towards a more sustainable and circularity-oriented building sector. Besides the necessary European and

National norms, since the reuse chain can produce effective outcomes in local contexts, city administrations could play an important role monitoring and encouraging appropriate demolition activities – a practice still roughly applied in the Mediterranean area, probably because it is considered a purely destructive activity, preventing opportunities for preservation and valorisation. These initiatives would support the matching of supply and demand for remanufactured building components.

Nevertheless, while in some cases architecture proves the effectiveness of reuse strategies, the current academic debate often lacks a cross-curricular approach interrelating the fields of circular economy, architectural design and building technology. This circumstance loosens the already weak ties between the educational domain and companies in the building sector, while *strategic thinking* designers, fostering a comprehensive approach towards sustainability in a Life Cycle perspective, are required to innovate the market. A more constant cooperation between academic research and the construction sector should support experimental applications, gradually setting the basis for policy seeking to shape a more sustainable urban environment.

REFERENCES

- [1] V. Papanek, *Progettare per il mondo reale*. Milano: Mondadori, 1973.
- [2] United Nations, *Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, A/RES/70/1, 2015, Available from: <https://sustainabledevelopment.un.org>.
- [3] W.R. Stahel, *The Circular Economy. A user's guide*. New York: Routledge, 2019.
- [4] European Commission, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions,

Roadmap to a Resource Efficient Europe. COM (2011) 571.

- [5] Ellen MacArthur Foundation, *Towards the Circular Economy. Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. Ellen MacArthur Foundation, 2013. Available at: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>.
- [6] D. Baker Brown, *The re-use atlas: a designer's guide towards the circular economy*. London: Riba publishing, 2017.
- [7] European Parliament, Decision 1386/2013/EU on a General Union Environment Action Programme to 2020 *Living well, within the limits of our planet*.
- [8] EC, 2014. Communication "on resource efficiency opportunities in the building sector". COM (2014) 445.
- [9] EC, 2015. Communication "Closing the loop – an EU action plan for the Circular Economy". COM (2015) 614.
- [10] EC, 2019. Communication "The European Green Deal". COM (2019) 640.
- [11] A. Esch, "Reimpiego", in: *Enciclopedia dell'arte medievale*, IX, Roma: Istituto della Enciclopedia italiana, 1998, pp. 876-883.
- [12] L. De Lachenal, *Spolia: uso e reimpiego dell'antico dal III al XIV secolo*. Milano: Longanesi, 1995.
- [13] G. Nardi, *Le nuove radici antiche: saggio sulla questione delle tecniche esecutive in architettura*. Milano: Franco Angeli, 1994.
- [14] European Parliament, 2008. Directive 2008/98/EC "on waste and repealing certain Directives".
- [15] A. Powder, S. Ross, "Integrating Environmental and Cultural Sustainability for Heritage Properties," in *The Journal of Preservation Technology*, vol. 36 (4), 2005, pp. 5-11.
- [16] WCCD, *Our creative diversity. Report of the World Commission on Culture and Development*, 1996.
- [17] EC, Construction and Demolition Waste Management Protocol. Directorate-General for Internal market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, 2016.
- [18] EC, Guidelines for the waste audits before demolition and renovation works of buildings. Directorate-General for Internal market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, 2018.

NOTES

1. Understood with the meaning of spontaneous, natural.
2. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>

RIUSO DI ELEMENTI IN ARCHITETTURA: MODELLARE LA SOSTENIBILITÀ URBANA

Abstract

Innovare i settori ad alto impiego di risorse della nostra economia è fondamentale per raggiungere gli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (SDGs). Le strategie circolari, adeguatamente implementate nel processo progettuale, potrebbero limitare la notevole impronta energetica e materiale dell'ambito edilizio e favorirne la transizione verso la sostenibilità ecologica. Tra di esse, quella di utilizzare elementi di reimpiego in nuovi edifici potrebbe incrementare ancor più gli impatti positivi, con vantaggi sia in termini ambientali che culturali. A partire dagli esempi dell'architettura mediterranea, in cui le strategie di reimpiego hanno tradizionalmente costituito, espressione di sostenibilità in chiave estensiva, il saggio approfondisce il contesto contemporaneo. La ricerca esamina i differenti contributi ai target fissati dagli SDGs che il riuso di elementi architettonici potrebbe favorire, generando benefici ambientali, sociali ed economici.

Parole chiave: riuso, obiettivi per lo sviluppo sostenibile (sdgs), economia circolare, cultura materiale, Spagna

Introduzione: come la progettazione modella l'uso delle risorse

Nella produzione contemporanea il design rappresenta, come decenni fa sottolineò Papanek [1], il principale strumento che l'Uomo impiega per modellare sia i propri strumenti fisici che l'ambiente naturale che lo circonda, ma soprattutto sé stesso e la società in cui vive. Il ruolo chiave che i progettisti potrebbero interpretare nel consentire «un mondo in cui i modelli di produzione e consumo e di uso delle risorse naturali [...] sono sostenibili» [2] è oggi riconosciuto e acquista ancor più importanza di fronte al cambiamento climatico di cui siamo testimoni.

Dal punto di vista ambientale, l'apparentemente impossibile equilibrio tra il modello di produzione lineare post-industriale e la preservazione delle risorse naturali sembra ora possibile grazie all'applicazione dei principi dell'Economia Circolare. Sebbene la transizione verso questo nuovo paradigma richieda notevoli sforzi nel mutare molti aspetti di industria e società contemporanee, la circolarità potrebbe garantire notevoli benefici in termini di sostenibilità. L'Economia Circolare può infatti essere considerata «il modello economico post-produzione più sostenibile» dato che «usa stock naturali e industriali, capitali umani e culturali, per incrementare i fattori ecologici, sociali ed economici che costituiscono la sostenibilità.» [3]. L'interpretazione evidenzia l'accezione allargata che il concetto di sostenibilità ha acquisito negli ultimi anni, rivelando come siano necessari contributi compositi e interdisciplinari per trasformare questo obiettivo condiviso in realtà. Tale arricchimento di significato sta progressivamente influenzando anche la pratica architettonica, orientata inizialmente ai soli aspetti della progettazione sostenibile relativi all'efficienza energetica [4]. Nonostante la fase di gestione sia quella che comporta la maggior parte di produzione e consumo di energia in un edificio, nell'ottica del ciclo di vita le externalità ambientali comprendono uno spettro più ampio di processi inerenti le materie prime, dai modelli di estrazione, produzione e smaltimento, al trasporto e al lavoro di installazione – riflettendo la più estesa accezione di sostenibilità. Quest'ottica coinvolge anche la scala, spostando il focus dall'edificio alle aree urbane: un metabolismo non più limitato agli scambi energetici tra una costruzione e il suo intorno immediato, ma composto da una complessa interconnessione di flussi energetici e materiali. Tale prospettiva rende il consumo materiale delle città un tema di primaria importanza. Contrastare la “material footprint” delle aree urbane diviene ancor più rilevante se si considera che il carbonio e l'energia incorporati nei materiali, prodotti e componenti edilizi dovrebbero scoraggiarne lo smaltimento. I processi dell'Economia Circolare, in particolare rilavorazione e reimpiego – definiti i più efficienti [5] – si dimostrano strumenti appropriati per reintegrare queste risorse nella catena del valore. L'interesse nel preservare le risorse materiali in edilizia emerge nell'attività di alcuni architetti contemporanei, dei «pensatori strategici sin dall'avvio del processo progettuale, persone che hanno una profonda comprensione dei processi esistenti di design e produzione e, in modo cruciale, dei flussi di materiale» [6], che condividono l'interesse nelle strategie di “urban mining”. Guardando alla storia, questa visione in architettura non è nuova, dato che proprio una società circolare «permise all'umanità degli albori di superare una scarsità di risorse, forza lavoro e abilità facendo il miglior uso delle risorse naturali a disposizione» [3], come la maggior parte delle città europee, soprattutto nell'area mediterranea, dimostrano nel loro stesso tessuto urbano.

Il riuso di elementi architettonici quale mezzo per sviluppare una sostenibilità integrata

In base a questa prospettiva, il saggio intende esaminare il ruolo che il riuso di elementi edilizi può giocare, sia in fase progettuale che costruttiva, nel salvaguardare le risorse materiali e culturali, evidenziando i differenti contributi che questa strategia offre allo sviluppo sostenibile integrato promosso dall'Agenda 2030. Principale obiettivo dell'indagine è determinare come l'applicazione di

queste pratiche possa influenzare l'ambito architettonico mediterraneo verso obiettivi e target specifici fissati dagli Obiettivi per lo Sviluppo Sostenibile (Sustainable Development Goals, SDGs). La prima parte fornisce il quadro contemporaneo europeo relativo all'efficienza delle risorse, definendo gli ambiti che coinvolgono la sfera architettonica e il ruolo dei processi di riuso nella transizione del settore verso l'Economia Circolare. Una seconda parte evidenzia la capacità delle strategie di riuso nell'area mediterranea di rappresentare espressione di una sostenibilità comprensiva, ambientale e culturale, e discute come questo approccio emerga nella storia e nella pratica contemporanea.

Successivamente si approfondisce come il riuso di elementi architettonici potrebbe influenzare le dinamiche del settore delle costruzioni generando benefici sostenibili correlati agli SDGs 8, 9, 11 e 12 (fig01).

Infine, la parte conclusiva riassume l'efficacia dei processi di reimpiego nell'incoraggiare la pratica architettonica e il settore edilizio ad adottare un approccio di sostenibilità intesa come preservazione, indicando le azioni, suggerite dagli SDGs, che richiedono innovazione di processo nel settore delle costruzioni e la necessaria prospettiva interdisciplinare.

Stato dell'arte: circolarità, politiche europee e Agenda 2030 in prospettiva architettonica

Sin dalla sua comparsa nel Rapporto Brundtland (1987), il concetto di “sviluppo sostenibile”, per quanto controverso, ha reso il tema della gestione efficiente delle risorse un punto di convergenza unanime. La necessità dell'“efficienza energetica” di essere integrata «da strategie per promuovere l'efficienza delle risorse, che prendono in considerazione una gamma più ampia di impatti ambientali durante il ciclo di vita degli edifici e delle infrastrutture» [4] diviene nel tempo parte delle strategie internazionali. Se approcci integrati in cui «siano prese pienamente in conto le considerazioni ambientali a lungo termine» sono necessari per assicurare città sostenibili, considerare il ciclo di vita delle costruzioni diviene una conseguente necessità, compresa l'adeguata gestione dei rifiuti derivanti da attività di Costruzione e Demolizione (C&D). Ciò avviene «promuovendo la fabbricazione di prodotti da costruzione più efficienti sotto il profilo delle risorse, grazie, per esempio, al ricorso a materiali riciclati, al riutilizzo di materiali esistenti» [8], impiegando la circolarità quale strumento per rendere il settore più sostenibile. Il Piano d'azione dell'Unione Europea per l'economia circolare [9] identifica i rifiuti da C&D quale area prioritaria, definendo l'Economia Circolare «essenziale per l'attuazione degli impegni [...] nell'ambito dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite per lo sviluppo sostenibile» (fig.02). Il recente Green Deal europeo adotta la medesima prospettiva, rimarcando la necessità dell'efficienza edilizia sia dal punto di vista energetico che da quello delle risorse e anticipa «un nuovo piano d'azione per l'economia circolare» che «darà priorità alla riduzione e al riuso dei materiali piuttosto che al loro riciclo» [10]. La messa in atto di strategie circolari nel settore permetterebbe inoltre di contribuire agli obiettivi posti dall'Agenda 2030 “Transforming our world” [2] anche in settori non direttamente connessi all'efficienza energetica o a quella delle risorse. Oltre ai prevedibili benefici ambientali ottenuti implementando i processi di reimpiego, infatti, «i settori del riuso e della riparazione hanno un alto impiego di manodopera e contribuiscono perciò all'agenda europea lavorativa e sociale» [9]. Tale prospettiva suggerisce ulteriori vantaggi di queste strategie, capaci di coniugare implementazione dell'Economia Circolare e sostenibilità integrata.

Il contributo delle pratiche di riuso all'architettura mediterranea del passato e del presente

Se le attuali politiche europee sostengono la gestione efficace delle risorse materiali, identificando le città e il settore edilizio quali primari campi d'applicazione, la trama delle aree urbane mediterranee dimostra l'ampia diffusione dei principi circolari nell'era pre-

industriale. Spesso prodotti di una stratificazione culturale, queste città rivelano la propria storia attraverso segni materiali che ‘emergono’ dalle superfici che ci circondano. Nel passato, la pratica del riuso di elementi architettonici riduceva il dispendio di forze e l'estrazione di nuove risorse per la costruzione di un edificio, utilizzando ciò che era a portata di mano nell'intorno immediato, determinandone attraverso l'ingegno e, al tempo stesso, l'“ingenuità”, una ‘seconda vita’ e una nuova funzione.

Come illustra Esch [11], a una motivazione basata su bisogni concreti, come la scarsità dei mezzi, altre ragioni hanno favorito sin dall'età antica le pratiche di reimpiego. Se, infatti, permaneva l'obbiettivo pragmatico di riutilizzare un elemento già “pronto”, in molti casi nell'elemento di riuso si riconosceva un ulteriore valore per le sue qualità formali, come la ricchezza decorativa, o per il materiale di cui era composto. Ciò incoraggiò l'aggiunta di questi elementi negli edifici, al fine di arricchire le costruzioni pubbliche o come espressione del benessere del proprietario privato. Altri esempi rivelano una maggior consapevolezza, principalmente nel caso di raffigurazioni riproposte per la loro possibile lettura allegorica o a scopo politico. È il caso delle facciate di San Marco a Venezia, nelle quali le spolia di Costantinopoli non rappresentano solo un segno di vittoria esibito nell'edificio simbolo dell'unità politica e spirituale della Repubblica; l'uso di elementi di reimpiego intendeva anche rappresentare la relazione culturale con la capitale d'Oriente e, di conseguenza, l'indipendenza politica da Roma [12].

Così, attraverso tutta l'Europa meridionale, il riuso di elementi architettonici ‘registra’ l'avvicinarsi di differenti popoli per mezzo dei prodotti della loro cultura materiale (fig03) (fig04) (fig05). Da questo punto di vista, le pratiche di reimpiego appartengono alla visione comprensiva della sostenibilità illustrata in precedenza, quali strumento di conservazione delle risorse che evita l'estrazione di materie prime e preserva la cultura materiale ‘solidificandola’ nell'ambiente costruito. Questo «patrimonio di idee, di tecniche e di costumi che si trasmettono quale espressione collettiva e anonima da una generazione all'altra in un determinato gruppo sociale» [13] rappresenta un importante contributo alla nostra ‘architettura senza architetti’, la cui sostenibilità è affidata non solo alla preservazione dell'ambiente naturale ma anche delle sue peculiarità culturali. In tale prospettiva, il tema delle spolia, quale movimentazione di pezzi archeologici, acquisisce oggi un'accezione completamente differente: il perimetro contemporaneo del reimpiego, quale mezzo di conservazione di cultura materiale e strumento di sostenibilità, non include ovviamente questo tipo di pratiche.

Nonostante l'industrializzazione e le conseguenze del paradigma della modernità, le pratiche di reimpiego hanno perdurato nel tempo, e, sebbene parte di una nicchia del mercato, sono correntemente soggette a un rilancio supportato da salde posizioni teoriche e da professionisti la cui attività è basata sui principi circolari. In merito al contesto europeo, se nel Nord questi processi avvengono a scala urbana e parzialmente standardizzata, nell'area mediterranea il reimpiego di elementi edilizi manifesta ancora una sfumatura di artigianalità. Vi si riconoscono, tuttavia, forti motivazioni e valori simbolici, che permettono a progetti di piccola scala di esprimere ancor più l'armonia tra preservazione ecologica e culturale richiesta dalla sostenibilità (fig06) (fig07) (fig08) (fig09).

Il riuso come una pratica di sostenibilità integrata a supporto degli SDGs

La breve presentazione delle pratiche di riuso e delle loro caratteristiche nell'antichità e nel presente evidenzia come, in passato, i popoli mediterranei hanno spesso adottato, ingegnosamente – ma spontaneamente, o, piuttosto, ‘ingenuamente’ – un approccio sostenibile attraverso il riutilizzo e il rimodellamento degli elementi architettonici. Al giorno d'oggi, la diffusione del reimpiego potrebbe non solo promuovere la sostenibilità in ottica ecologica, ma

anche negli ambiti sociale, culturale ed economico come previsto dagli SDGs.

Dal punto di vista ambientale, i processi circolari divengono un mezzo efficace per la gestione dei rifiuti da C&D, dato che concordano con la strategia della Gerarchia dei Rifiuti [14]. Nel settore edilizio, la prevenzione dei rifiuti assicurata dall'adozione delle pratiche di riuso contribuisce ai risultati degli Obbiettivi 9 e 12.

I target dell'Obbiettivo 9 promuovono i processi industriali in grado di coniugare la preservazione dell'ambiente con lo sviluppo e l'innovazione. In tale contesto, l'implementazione del segmento del riuso nel settore edilizio rappresenterebbe un modo per ridurre la domanda di materie prime, inquadrando i processi di costruzione in una prospettiva più sostenibile. Ciò permetterebbe, come suggerito dal target 9.4, il retrofit e l'aggiornamento dell'industria, attraverso una "maggiore efficienza nell'uso delle risorse e [una] maggior adozione di tecnologie pulite e processi industriali sicuri a livello ambientale". Le strategie di riuso contribuirebbero quindi a diminuire l'elevata richiesta di risorse dell'edilizia in un duplice modo: riutilizzare elementi o componenti evita l'ulteriore estrazione di risorse prevenendo le emissioni di CO₂ relative alla manifattura di nuovi prodotti o ai processi di riciclo e al tempo stesso preserva l'energia e il carbonio incorporati negli elementi.

L'Obbiettivo 12 riguarda i modelli sostenibili di produzione e consumo, ulteriore ambito strettamente connesso alle strategie di reimpiego nelle costruzioni. I target specifici 12.4 e 12.5 incoraggiano la riduzione e la gestione sostenibile dei rifiuti attraverso l'applicazione dei processi circolari, il target 12.2 esprime invece la necessità di "ottenere la gestione sostenibile e l'uso efficiente delle risorse naturali". Data la responsabilità del settore edilizio nel generare, in termini di volume, larga parte dei rifiuti europei, è essenziale affrontare questa sua externalità. In tale prospettiva, il riuso di prodotti e componenti architettonici contribuisce ai target relativi alla prevenzione, diminuendo la domanda di materie prime e promuovendo inoltre una gestione dei rifiuti più sicura per l'ambiente.

La riduzione di consumo materiale e di rifiuti contribuisce anche all'Obbiettivo 11, interessando il target 11b, relativo all'efficienza delle risorse, e il target 11.6, mirato a «ridurre lo sfavorevole impatto ambientale pro capite» delle aree urbane.

In ambito culturale, il proposito dell'Obbiettivo 11 di «rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili» rivela una visione della sostenibilità più ampia di quella esclusivamente volta alla preservazione ambientale. Infatti, «il ruolo che la costruzione degli edifici e gli edifici stessi giocano nel promuovere le tradizioni culturali regionali e locali, supportando la vita di comunità e l'economia, e contribuendo alla trama e all'umanità dell'ambiente costruito» condizionano profondamente la qualità globale degli insediamenti umani [15]. Anche la World Commission on Culture and Development condivide tale punto di vista, rimarcando come «le società stesse creano processi elaborati e culturalmente radicati per proteggere e gestire le proprie risorse» [16] attraverso l'interazione tra ambiente urbano e cultura. Se le città

sono «hub di idee, commercio, cultura, scienza, produttività, sviluppo sociale e molto altro» [2] la cui prosperità va perseguita «senza sfruttare territorio e risorse»², vanno preservati sia i beni naturali necessari alla città che il suo capitale culturale. Ciò suggerisce come i processi circolari giochino, nel campo dell'architettura, un ruolo importante per raggiungere il target 11.4, relativo alla protezione e salvaguardia del «patrimonio mondiale culturale e naturale». Se il riciclo è attualmente la strategia più adottata, il reimpiego, grazie alla sua capacità di preservare il prodotto fisico di una specifica cultura materiale, si rivela tuttavia più efficiente non solo in termini ambientali ma anche in termini culturali. L'implementazione della catena del riuso in edilizia vede benefici anche sul piano economico, contribuendo all'Obbiettivo 8, relativo a «crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, occupazione piena e produttiva e un lavoro dignitoso per tutti», in due modalità diverse. Se il riciclo richiede energia per ogni fase di trasformazione e necessita un'industria di vasta scala, il reimpiego si basa su processi più efficienti e coinvolge il tessuto produttivo regionale e locale, rivelandosi profittevole per le PMI [3]. Inoltre, il riuso comporta anche vantaggi sociali nel settore, dato che le attività a esso connesse sono ad alto impiego di manodopera, sia qualificata che non qualificata, sia specializzata che artigianale, e richiedendo l'introduzione di figure professionali per le fasi di approvvigionamento e di decostruzione. Ciò contribuisce al target 8.2 volto a «standard più alti di produttività economica attraverso la diversificazione, il progresso tecnologico e l'innovazione, anche con particolare attenzione all'alto valore aggiunto e ai settori ad elevata intensità di lavoro».

In tale prospettiva, il riuso degli elementi architettonici nel bacino del Mediterraneo è caratterizzato da un carattere artigianale e da una innovazione tecnologica 'ad hoc', rispetto ad altri contesti geografici in cui la standardizzazione sta influenzando anche tale segmento. Il riconoscimento di questo tratto 'artigiano' e di preservazione della cultura materiale conferisce alla pratica mediterranea del riuso un valore aggiunto di sostenibilità.

La necessità di progettisti strategici per un approccio strategico

L'analisi illustra come l'implementazione dei processi circolari in architettura potrebbe contribuire considerevolmente a diversi SDGs, non solo in termini di efficienza delle risorse e della loro gestione ambientale, ma anche producendo vantaggi economici, sociali e culturali. In particolare, i processi di riuso dimostrano di essere più efficaci di quelli, più comuni, di riciclo: oltre a contribuire, in modo apparentemente più efficiente, alla sfera ecologica della sostenibilità, il reimpiego favorisce anche aspetti culturali e sociali. Tuttavia, il potenziale di questa strategia nel realizzare città sostenibili nell'area mediterranea appare oggi sottovalutato, nonostante le salde radici culturali e le ingegnose applicazioni, mentre, nell'Europa settentrionale, il riuso è sperimentato da un numero crescente di professionisti. Per favorire la diffusione di tali pratiche sono necessarie azioni innovative. Le problematiche relative

alla normativa, al mercato e alla catena produttiva vanno affrontate in termini di politiche adeguate al contesto mediterraneo. Il recente 'Protocollo di gestione dei rifiuti da C&D' e le successive 'Linee guida per l'audit dei rifiuti' [17] [18] costituiscono un primo strumento verso un settore edilizio europeo più sostenibile e orientato alla circolarità. Oltre alla necessaria regolamentazione nazionale e sovranazionale, dato che il segmento del riuso può avere un buon impatto in contesti locali, le amministrazioni possono giocare un ruolo importante monitorando e favorendo adeguate attività di demolizione selettiva e decostruzione – pratica ancora scarsamente applicata in area mediterranea, forse perché considerata un'attività puramente distruttiva, impedendo così la preservazione e le opportunità di valorizzazione. Tali iniziative supporterebbero l'incrocio tra domanda e offerta per prodotti e componenti edilizi di reimpiego. Tuttavia, mentre in alcuni casi la pratica architettonica dimostra l'efficacia delle strategie di riuso, il corrente dibattito accademico spesso manca di un approccio interdisciplinare che connetta economia circolare, progettazione architettonica e tecnologia dell'architettura. Questa circostanza allenta i già deboli legami tra il dominio della formazione e il mondo produttivo, mentre per innovare il mercato sono necessari 'progettisti strategici', che promuovano un approccio integrato alla sostenibilità nell'ottica del ciclo di vita. Una più costante collaborazione tra ricerca accademica e settore delle costruzioni potrebbe favorire applicazioni sperimentali, gettando gradualmente le basi per delle politiche propense a modellare un ambiente urbano più sostenibile.

NOTE

1. Nell'accezione di spontaneo, naturale.
2. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>

FIGURE

- fig01 - Gli obbiettivi per lo Sviluppo Sostenibile che rivelano miglioramenti per mezzo dell'applicazione di processi circolari nelle costruzioni. Crediti: UN/ gli autori.
- fig02 - Area di stoccaggio di Rotor DC per i prodotti e componenti recuperati da cantieri di demolizione, successivamente preparati per il riutilizzo e messi in commercio, Bruxelles, dicembre 2019. Crediti: gli autori.
- fig03 - Elementi di colonne incluse nel basamento della facciata con disinteresse rispetto alla precedente funzione, Chiesa di San Donato, Zara, agosto 2019. Crediti: gli autori.
- fig04 - Spolia scelti a scopo celebrativo per via delle loro qualità formali che mantengono una funzione attinente a quella rivestita in precedenza, 'Casa dei Crescenzi', Roma, febbraio 2020. Crediti: gli autori.
- fig05 - Complesso del Portico di Ottavia, Roma, maggio 2019. Crediti: gli autori.
- fig06 - David Sebastian, Casa en tres primaveres, dove un nuovo volume viene costruito all'interno dell'involucro di un vecchio edificio rurale del quale gli elementi lignei sono stati recuperati e inventariati, Teruel, Spagna, 2017. Crediti: Adrià Goula, Jordi Salinas.
- fig07 - David Sebastian, Casa en tres primaveres. Riuso come finestra nella nuova superficie in laterizio della casa della porta recuperata. Crediti: Adrià Goula, Jordi Salinas.
- fig08 - David Sebastian, Casa en tres primaveres. Porte di ingresso di reimpiego. Crediti: Adrià Goula, Jordi Salinas.
- fig09 - Bosch.Capdeferro architecture, Casa collage. Riuso di maioliche, mosaici e pietra in una ristrutturazione: vista del patio interno. Girona, Spagna, 2009. Crediti: José Hevia.