

BDC

Università degli Studi di Napoli Federico II

23

numero 2 | anno 2023



BDC

Università degli Studi di Napoli Federico II

23

numero 2 | anno 2023

**Integrating Nature
in the City to Face
Climate Change**



BDC

Università degli Studi di Napoli Federico II

Via Toledo, 402
80 134 Napoli
tel. + 39 081 2538659
fax + 39 081 2538649
e-mail info.bdc@unina.it
www.bdc.unina.it

Direttore Responsabile: Luigi Fusco Girard
BDC - Bollettino del Centro Calza Bini Università degli Studi di Napoli Federico II
Registrazione: Cancelleria del Tribunale di Napoli, n. 5144, 06.09.2000
BDC è pubblicato da FedOAPress (Federico II Open Access Press) e realizzato con Open Journal System

Print ISSN 1121-2918, electronic ISSN 2284-4732

Editor in chief

Luigi Fusco Girard, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Co-editors in chief

Maria Cerreta, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Pasquale De Toro, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Associate editors

Francesca Nocca, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Giuliano Poli, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Editorial board

Antonio Acierno, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Luigi Biggiero, Department of Civil, Building and Environmental Engineering, University of Naples Federico II, Italy

Mario Coletta, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Teresa Colletta, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Grazia Concilio, Department of Architecture and Urban Studies, Politecnico di Milano, Italy

Ileana Corbi, Department of Civil, Building and Environmental Engineering, University of Naples Federico II, Italy

Angela D'Agostino, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Gianluigi de Martino, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Stefania De Medici, Department of Civil Engineering and Architecture, University of Catania, Italy

Gabriella Esposito De Vita, Institute for Research on Innovation and Services for Development, CNR, Naples, Italy

Antonella Falotico, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Francesco Forte, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Rosa Anna Genovese, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Eleonora Giovane di Girasole, Institute for Research on Innovation and Services for Development, CNR, Naples, Italy

Fabrizio Mangoni di Santo Stefano, Department of Architecture, University of Naples, Federico II, Italy

Lilia Pagano, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Luca Pagano, Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, University of Naples Federico II, Italy

Salvatore Sessa, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Carmelo Maria Torre, Department of Civil, Environmental, Land, Building Engineering and Chemistry, Politecnico di Bari, Italy

Editorial staff

Mariarosaria Angrisano, Martina Bosone, Francesca Buglione, Paola Galante, Antonia Gravagnuolo, Silvia Iodice, Chiara Mazzarella,

Ludovica La Rocca, Stefania Regalbuto
Interdepartmental Research Centre in Urban Planning
Alberto Calza Bini, University of Naples Federico II, Italy

Scientific committee

Massimo Clemente, Institute for Research on Innovation and Services for Development, CNR, Naples, Italy

Robert Costanza, Faculty of the Built Environment, Institute for Global Prosperity, UCL, London, United Kingdom

Rocco Curto, Department of Architecture and Design, Politecnico di Torino, Italy

Sasa Dobricic, University of Nova Gorica, Slovenia

Anna Domaradzka, University of Warsaw, Poland

Adriano Giannola, Department of Economics, Management and Institutions, University of Naples Federico II, Italy

Xavier Greffe, École d'économie de la Sorbonne, Paris, France

Christer Gustafsson, Department of Art History, Conservation, Uppsala University, Visby, Sweden

Karima Kourtit, Department of Spatial Economics, Free University Amsterdam, The Netherlands

Mario Losasso, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

Enrico Marone, Research Centre for Appraisal and Land Economics (Ce.S.E.T.), Florence, Italy

Giuseppe Munda, European Commission, Joint Research Centre, Ispra, Varese, Italy

Peter Nijkamp, Department of Spatial Economics, Free University Amsterdam, The Netherlands

Christian Ost, ICHEC Brussels Management School, Belgium

Ana Pereira Roders, Department of Architectural Engineering and Technology, Delft University of Technology, The Netherlands

Joe Ravetz, School of Environment, Education and Development, University of Manchester, United Kingdom

Hilde Remoy, Department of Management in the Built Environment, Delft University of Technology, The Netherlands

Michelangelo Russo, Department of Architecture, University of Naples Federico II, Italy

David Throsby, Department of Economics, Macquarie University, Sydney, Australia

Marilena Vecco, Burgundy School of Business, Université Bourgogne Franche-Comté, Dijon, France

Joanna Williams, Faculty of the Built Environment, The Bartlett School of Planning, UCL, London, United Kingdom

Milan Zeleny, Fordham University, New York City, United States of America



Indice/Index

- 225 **Editorial**
Editoriale
Luigi Fusco Girard
- 231 **Rigenerazioni circolari per un metabolismo urbano sostenibile: estensione del ciclo di vita dei rifiuti da costruzione e demolizione**
Circular regenerations for a sustainable urban metabolism: extending the lifespan of Construction and Demolition Waste
Federica Paragliola
- 245 **Ripensare gli spazi pubblici attraverso la rigenerazione del waterfront**
Rethinking public spaces through waterfront regeneration
Laura Casanova, Francesco Rotondo
- 265 **The reuse of urban voids as the infrastructure of collective use spaces**
Il riuso dei vuoti urbani come infrastruttura degli spazi di uso collettivo
Francesca Ciampa
- 283 **Abitare frontiere urbane: una nuova strategia urbana per Napoli Porta Est**
Inhabiting urban boundaries: a new urban strategy for Napoli Porta Est
Marianna Ascolese, Alberto Calderoni
- 301 **Dall'emergenza alla transizione. Strategie e progetti per riabitare i "luoghi comuni"**
From emergency to transition. Strategies and designs to re-inhabit 'common places'
Anna Attademo, Maria Gabriella Errico, Orfina Fatigato
- 317 **Tangible and intangible multiple risks: achieving resilience by enhancing cultural heritage**
Rischi multipli tangibili ed intangibili: ottenere la resilienza valorizzando il patrimonio culturale
Marichela Sepe
- 331 **Green blue Youth Vision 2030: nuove comunità culturali creative e sostenibili**
Green blue Youth Vision 2030: new cultural creative and sustainable communities
Gaia Daldanise, Martina Bosone, Domenico Vito
- 351 **Architettura delle infrastrutture e identità portuali. Il caso studio della nuova stazione marittima di levante a Napoli**
The architecture of infrastructures and maritime identities. The case-study of the new eastern maritime station in Naples
Lilia Pagano, Paola Galante
- 371 **Implementazione di un framework metodologico con strumenti ICT per la gestione sostenibile degli spazi aperti urbani in risposta alle ondate di calore**
Implementation of a methodological framework with ICT tools for the sustainable management of urban open spaces in response to heat waves
Eduardo Bassolino, Sara Verde

-
- 399 **Climate adaptation and Water Sensitive Urban Design: the case study of a university campus in the city of L'Aquila**
Adattamento climatico e Water Sensitive Urban Design: il caso studio di un polo universitario nella città di L'Aquila
Camilla Sette
- 421 **Esperimenti per la governance climatica locale. Il Laboratorio Azione Clima di Napoli**
Experiments for local climate governance. The Climate Action Lab of Naples
Maria Federica Palestino, Cristina Visconti, Marilena Prisco
- 439 **Un'infrastruttura verde nel contesto regionale della Sardegna: uno studio sul miglioramento delle funzioni territoriali e della connettività**
A green infrastructure in the Sardinian regional context: a study on the enhancement of spatial functions and connectivity
Federica Isola, Sabrina Lai, Federica Leone, Corrado Zoppi



fedOAPress

Integrating Nature in the City to Face Climate Change

Journal home page www.bdc.unina.it



Rigenerazioni circolari per un metabolismo urbano sostenibile: estensione del ciclo di vita dei rifiuti da costruzione e demolizione

Circular regenerations for a sustainable urban metabolism: extending the lifespan of Construction and Demolition Waste

Federica Paragliola^{a*}

AUTHORS & ARTICLE INFO

^a Department of Architecture,
University of Naples Federico II,
Italy

* Corresponding author
email: federica.paragliola@unina.it

ABSTRACT AND KEYWORDS

Circular regenerations for a sustainable urban metabolism

The increased awareness of the role of natural resources in achieving urban resilience requires new technical and planning policies to apply effective approaches for the regeneration of the existing built heritage. In this context, the research applies the concepts of Urban Metabolism and Urban Mining (UM) in order to define a proposed planning strategies for the management of Construction and Demolition Waste (CDW) flows through the territory. The research is set within the national technical-legal context and in particular focuses on the peri-urban areas, which is identified as a field of study by the Eco Regen¹ research. The contribution investigates, specifically, the aspects related to the life cycle of the built environment, implementing the urban regeneration project with processes for the CDW flows management, with the aim to develop local supply chains through the designation of eco-districts.

Keywords: circular economy, urban mining, urban metabolism, construction and demolition waste, wastescapes

Rigenerazioni circolari per un metabolismo urbano sostenibili

La maggiore consapevolezza del ruolo delle risorse naturali nel raggiungimento della resilienza urbana richiede nuove politiche tecniche e di pianificazione, per l'applicazione di approcci efficaci per la rigenerazione del patrimonio edilizio esistente. In questo contesto, la ricerca applica i concetti di Urban Metabolism e di Urban Mining (UM) per definire una proposta di strategie di pianificazione per la gestione dei flussi di rifiuti da costruzione e demolizione (CDW) che attraversano il territorio. La ricerca si colloca nell'ambito del contesto tecnico-giuridico nazionale e in particolare porta attenzione alle aree del peri-urbano, individuate quali ambito di studio dalla ricerca Eco Regen¹. Il contributo indaga, nello specifico, gli aspetti legati al ciclo di vita dell'ambiente costruito, implementando il progetto di rigenerazione urbana con processi per la gestione dei flussi di CDW, con l'obiettivo di sviluppare filiere alla scala locale attraverso la designazione di eco-distretti.

Parole chiave: economia circolare, urban mining, metabolismo urbano, rifiuti da costruzione e demolizione, wastescapes

Copyright (c) 2023 BDC



This work is licensed under a
Creative Commons Attribution
4.0 International License.

1. Introduzione

Il contributo indaga gli aspetti legati all'applicazione dei principi di Urban Metabolism e Urban Mining (UM) ai metodi di pianificazione, quale estensione del concetto di circolarità ai sistemi complessi.

Nell'ambito delle attività di monitoraggio svolte dalla Circle Economy², infatti, le statistiche sul livello globale di circolarità prodotte attraverso l'applicazione del *Global Circularity Metric approach* (GCM)³ mostrano, negli ultimi cinque anni, una riduzione della circolarità a livello globale pari all'1,8%, con una percentuale di input totale di materia seconda reimmessa nell'economia globale che regredisce dal 9,1% al 7,2% (CGR, 2023). Una delle principali cause di questa regressione viene attribuita all'aumento della domanda e della attività di estrazione di materiali vergini, indicative di un sistema sociale e industriale tuttora ancorato ad un modello *cradle-to-grave* (definizione di linear economy secondo Stahel, 1976, 1982; McDonough & Braungart, 2002). Infatti, in soli 50 anni, l'uso globale dei materiali è quasi quadruplicato, superando la crescita della popolazione e passando da 28,6 miliardi di tonnellate nel 1972 (Limits to Growth del Club of Rome) a più di 100 miliardi di tonnellate nel 2019 (CGR, 2022). Inoltre, nonostante le attuali linee di indirizzo delle politiche europee mettano in luce la necessità di applicare i principi della *circular economy* (EMF, 2015) al territorio costruito (COM (2020) 662 final; COM (2020) 98 final; COM (2021) 82 final) – spingendo verso una ridefinizione delle metodologie di approccio al territorio e all'ambiente – i dati mostrano che non c'è ancora una risposta forte in termini di applicazione di nuovi modelli di produzione. Sono stati infatti stimati circa 1.000 miliardi di tonnellate di materiali vergini estratti nel 2023, con ricadute che impattano sulla perdita di biodiversità, sul riscaldamento globale, sull'inquinamento atmosferico. L'estrazione mineraria, la lavorazione e l'utilizzo dei materiali, sono infatti responsabili del 70% delle emissioni globali di gas serra (GHG) in atmosfera (CGR, 2021). L'eliminazione dei combustibili fossili e la riduzione della domanda di materiali ad alto volume, come sabbia e ghiaia, in gran parte destinati ad abitazioni e infrastrutture, ridurrebbe di circa un terzo (34%) il fabbisogno globale di estrazione della materia, passando da 92,7 a 61,2 miliardi di tonnellate estratte, (CGR, 2023) contribuendo ad un aumento della percentuale della circolarità globale.

Il settore delle costruzioni assume, pertanto, un ruolo cruciale nella sfida verso la circolarità, in quanto rappresenta un ambito produttivo ad alto impatto ambientale; investe un alto contenuto energetico nella produzione di materiali e componenti edilizie; produce considerevoli quantità di rifiuti nella fase di fine vita dell'edificio. Inoltre, la complessità dei processi connessi e la numerosità degli attori coinvolti rendono molto difficile la trasformazione delle prassi consolidate in nuovi e più sostenibili modelli di produzione (Taranic et al. 2016; Rigillo, 2020). Attualmente, infatti, la valorizzazione dei CDW appare rallentata da criticità di tipo:

- *tecnico*, relative alle proprietà dei materiali riciclati, ai metodi di trattamento e separazione dei CDW, alle tecnologie di riciclo e all'impiego di questi materiali nelle applicazioni di upcycling, nonché ai problemi legati alla compatibilità della durata di vita dei singoli componenti all'interno dell'organismo edilizio (Rigamonti, 1996), rendendo necessaria la definizione e la standardizzazione di un set di criteri per il riutilizzo dei componenti e materiali edilizi post-consumo (Antonini, 2021);
- *normativo*, legate alla frammentarietà del sistema di regolamentazioni di riferimento, causa di una normativa particolarmente controversa che ha inciso in modo particolare sui sistemi organizzativi e alla insufficienza di un sistema strutturato di premialità e provvedimenti fiscali;

-
- *economico e logistico*, per la valutazione dei costi e dei benefici connessi ai processi di re-immissione di materia e prodotto nella filiera, al carente monitoraggio dei flussi CDW, sia in entrata che in uscita, alla gestione dei trasporti, all'attuale rispondenza, nella pianificazione dei siti di trattamento dei rifiuti, a requisiti e prestazioni di tipo quantitativo non sempre legata ad un approccio integrato che tenga insieme dati di tipo quantitativo, spaziale e temporale.

Una ulteriore criticità risiede nell'incertezza legata all'efficienza ambientale dei processi di riciclo, che evidenzia la necessità di un'attenta valutazione ambientale tramite l'analisi del ciclo di vita (LCA), per la verifica quantitativa e comparativa degli impatti, fra la scelta di modelli di produzione estrattivi e circolari. A ciò si aggiunge infine lo stigma culturale legato alla percezione dello scarto e alla conseguente mancanza di attribuzione di nuovo valore d'uso ai prodotti provenienti dai processi di riuso, redesign e riciclo della filiera di CDW (Lynch, 1990; Acceleratio, 2015; EMF, 2015).

Nonostante la complessità delle problematiche poste in evidenza, l'applicazione di un approccio circolare al settore delle costruzioni, potrebbe offrire significative opportunità nella riduzione del consumo di energia, di suolo, della vulnerabilità alla carenza di risorse naturali, delle emissioni GHG e della produzione di rifiuti (Pomponi & Moncaster, 2017). Su scala territoriale, l'attuazione dei principi dell'economia circolare potrebbe, perciò, innescare reazioni a impatto positivo in termini di resilienza socio-ecologica e di capacità degli ecosistemi urbani di resistere agli shock e mantenere il loro stato originale e stabile di auto-organizzazione. Un esempio potrebbe essere fornito dall'implementazione di pratiche legate all'utilizzo di materiali rinnovabili, favorendo lo sviluppo di filiere locali (Gunderson, 2000).

Questo contributo pone in evidenza la necessità di guardare al rapporto tra economia circolare e territorio costruito con un approccio olistico che, attraverso l'utilizzo di una metodologia sistemica e multiscale, favorisca una interoperabilità nel progetto tra la macro-scala degli agglomerati urbani, la meso-scala degli edifici e la micro-scala dei componenti (Pomponi & Moncaster, 2017). L'ambiente antropico non è qui inteso come elemento statico ma piuttosto come materiale vivo su cui intervenire (Vittoria, 2004) al fine di ottimizzare la gestione delle risorse nel processo di rigenerazione territoriale e urbana (Losasso, 2015).

In particolare, la ricerca si fonda sull'assunto che la trasposizione dei principi dell'economia circolare al progetto del territorio possa essere volano di processi virtuosi, indirizzando interventi di riconfigurazione dello spazio nelle aree periurbane, con l'obiettivo di attribuire un nuovo valore ai paesaggi dello scarto (*wastescapes*, secondo la definizione di Amenta & Attademo, 2016; Amenta & van Timmeren, 2018; Amenta et al., 2022). I *wastescapes* vengono considerati come potenziale risorsa di Materia Prima Seconda (MPS), che valorizza il capitale di energia e materia incorporato nello stock edilizio esistente per attivare processi di rigenerazione circolari e inclusivi, attraverso una gestione intelligente delle risorse disponibili volta a ridurre il consumo di suolo e l'uso di energia.

Il principale riferimento scientifico dello studio è infatti l'idea che il patrimonio edilizio esistente possa essere considerato come stock di risorse disponibili in termini di materiali ed energia secondo i principi dell'Urban Mining (UM) (Brunner, 2011; Cossu et al. 2012; Gosh, 2020; Giammetti & Rigillo, 2021), che guarda all'edificio come prodotto che nell'arco del suo ciclo di vita determina uno scambio di input e output con l'ambiente eco-socio-tecnico di riferimento. L'obsolescenza del patrimonio edilizio viene dunque intesa come un'opportunità per produrre MPS dall'ambiente costruito (edifici, infrastrutture, siti industriali, ecc.) grazie alla

«gestione sistematica delle risorse (prodotto ed edifici) e rifiuti, nell’ottica di obiettivi di tutela ambientale a lungo termine, tutela delle risorse rinnovabili e vantaggio economico» (Cossu et al. 2012, pp.13).

Un approccio, quest’ultimo, che è in grado di cogliere il valore intrinseco della trasformazione dei luoghi e parti delle città, guardando le criticità esistenti come agenti di potenzialità che guidano la costruzione di scenari volti a massimizzare il contributo dei servizi ecosistemici che il territorio in oggetto può offrire (Russo, 2018; Cerreta et al 2019).

In questo quadro, viene sviluppato un focus sul flusso dei CDW in ottica di ciclo di vita con riferimento al patrimonio costruito del peri-urbano, guardando specificamente al patrimonio industriale e all’edilizia residenziale pubblica esistente quando in condizioni di obsolescenza o comunque di scarsa efficienza in termini di abitabilità e funzionalità.

L’obiettivo specifico è quello di rafforzare le filiere corte dei rifiuti da demolizione in un contesto territoriale rigenerato, che porta alla designazione di eco-distretti. Ridimensionare e riprogettare a scala locale le filiere di CDW, consentirebbe infatti una maggiore efficacia dei processi di economia circolare, semplificando il sistema eco-socio-tecnico di riferimento, con costi minori legati al trasporto ma allo stesso tempo creando nuovi posti di lavoro locali in contesti spesso caratterizzati da forte disoccupazione, offrendo dunque la possibilità di coinvolgere attivamente le comunità e di sfruttare strumenti politici e amministrativi locali. Inoltre, valutare l’impatto dei flussi di rifiuti in entrata e in uscita dal territorio ne consente la gestione sull’ambiente, migliorando la qualità del territorio e rendendo l’operazione ripetibile su scala locale e poi regionale (Loiseau et al., 2018).

Il contributo è articolato in n. 4 sezioni, esclusa l’introduzione:

1. Analisi dello stato dell’arte, in cui si sviluppano i concetti di Economia Circolare, Urban Mining e Metabolismo Urbano applicati alla rigenerazione del territorio;
2. Articolazione della metodologia di ricerca. Il paragrafo è a sua volta articolato in:
 - Descrizione del caso studio;
 - Metodologia di ricerca.
3. Risultati. Il paragrafo riporta i risultati dell’applicazione del metodo al caso studio e una discussione su limiti e criticità riscontrate.
4. Conclusioni. Il paragrafo riporta le criticità rilevate e i future steps della ricerca.

2. Analisi dello stato dell’arte

La lezione dei laboratori di *Demolition-Remolition* diretti da Lucien Kroll (1978-1998) aveva in realtà già da tempo introdotto una visione dell’ambiente costruito, segnatamente quello delle periferie urbane, come un patrimonio minerale da rigenerare attraverso interventi di agopuntura, finalizzati a restituire qualità abitativa allo stock edilizio attraverso l’attivazione di processi di progettazione sostenibile ed inclusiva (Cavallari, 2002). Con il termine *Demolition-Remolition* Lucien Kroll definiva, infatti, un’attività mirata di demolizione, limitata ad alcune parti dell’edificio, che vede nel recupero dei grandi blocchi insediativi degli anni ‘70, l’opportunità per sperimentare azioni di riqualificazione dell’esistente in grado di ripristinare i legami vitali tra l’edificio e il suo contesto e stimolarne le “difese immunitarie”, le sole in grado di produrre paesaggio abitabile.

In questa prospettiva l’attività edilizia viene interpretata in relazione ai flussi di materia, energia ed emissioni prodotte nel corso delle attività che caratterizzano l’intero ciclo di vita, a partire dall’estrazione delle risorse necessarie per la produzione dei materiali che lo compongono fino all’ultimo trattamento degli stessi

materiali dopo l'uso (Manzini & Vezzoli, 1998). Un'ulteriore estensione del concetto di ciclo di vita permette infine, di guardare lo stesso territorio urbanizzato come un sistema che interseca “risorse, usi e valori” (Rigillo, 2016) continuamente mutevoli in ragione di processi “metabolici” tipici dell'abitare (Russo, 2018; Amenta & Attademo, 2018).

In tempi più recenti, nel 2020, l'amministrazione di Montevideo, capitale dell'Uruguay (caratterizzata da un alto consumo interno di materie prime – indice di misurazione dell'impiego dei materiali per la produzione all'interno di un'economia – e un alto tasso di generazione di rifiuti), si è impegnata ad adottare strategie di economia circolare per il raggiungimento di una maggiore resilienza territoriale. La strategia proposta, individua quattro aree di intervento cross-sector per guidare la collaborazione tra diversi dipartimenti comunali: materiali; edifici; trasporti; acqua. Esperti e stakeholder hanno successivamente contribuito a garantire finanziamenti per l'implementazione di tre, delle quattro iniziative individuate, attraverso *Ciudad Vieja Circular 37*, un progetto pilota nel centro storico di Montevideo. Il progetto è volto a stressare i processi di recupero edilizio e riutilizzo dei componenti attraverso una strategia che vede nella mappatura di tutti i centri di riutilizzo e riparazione del quartiere una azione funzionale allo sviluppo di un hub digitale che metta in rete le organizzazioni legate a questi centri e i cittadini.

Contestualmente al recupero di edifici abbandonati in tutta la città, l'implementazione della strategia generale ha portato allo sviluppo di un progetto di rigenerazione urbana inclusiva ad assetto permanente (ENEL 2020).

Nello stesso anno, in Europa, l'idea di una gestione integrata dei flussi metabolici della città è un tipo di approccio che trova riscontro nella strategia proposta dal Comune di Amsterdam con il programma Amsterdam Circular Strategy (2020-2025). Si tratta di un documento strategico orientato a stabilire un diverso rapporto con i flussi materiali ed immateriali della città, spazializzando secondo schemi qualitativi i flussi relativi alle diverse attività del territorio. In particolare, lo studio olandese mette in relazione le grandi sfide contemporanee con i processi consolidati dell'ambiente urbano, combinando il potenziale economico con il cambiamento climatico, il potenziale ambientale con la filiera lavorativa. Un approfondimento importante è dato al settore delle costruzioni, dove l'obiettivo è quello di mantenere il più alto valore possibile nella catena produttiva attraverso soluzioni circolari: progettazione dei flussi CDW integrata alla re-immissione degli stessi nel ciclo industriale; separazione delle fasi di demolizione e decostruzione; implementazione di pratiche per il riuso, riciclo o biodegradazione dei materiali bio-based; integrazione tra processo di demolizione e creazione di marketplace dedicati.

Il piano per la circolarità della città di Amsterdam, in linea con le indicazioni contenute nel Secondo Piano di Azione per l'Economia Circolare varato dalla Commissione Europea nel 2020 (COM (2020) 98 final), risponde alla richiesta di una strategia globale per i rifiuti da demolizione anche al fine di implementare la progettazione dei cicli tecnologici⁴ come teorizzati da Ellen McArthur (EMF, 2015). In linea con tali considerazioni la strategia per la mitigazione dell'impatto climatico proposta dalla Circle Economy nel *Circularity Gap Report 2022*, evidenzia l'impatto del settore delle costruzioni nella relazione tra produzione-rifiuti-emissioni. Sei, dei complessivi ventuno interventi individuati dalla strategia, sono rivolti al settore edilizio: all'interno dello scenario dell'housing si segnala la proposta di interventi quali “costruzione efficiente dal punto di vista delle risorse”, “riduzione del consumo di suolo”, “aumento della durabilità delle abitazioni” grazie a interventi di ristrutturazione e riuso e “utilizzo di materiali circolari da costruzione” ovvero materiali da costruzione con contenuto riciclato e differenziazione dei rifiuti da

costruzione e demolizione. Tali interventi sono spesso interconnessi. La “riduzione del consumo di suolo”, ad esempio, riduce anche i volumi di CDW che diventano disponibili per il riciclo e il riuso e la riconversione.

L’applicazione della strategia consentirebbe una riduzione del 28% dell’attuale estrazione e consumo di risorse, evidenziando la necessità di implementazione delle strategie di riutilizzo, riparazione, ricondizionamento e riciclo dei materiali e prodotti esistenti. Specificamente, incrementare le azioni di upcycling relative ai flussi da demolizione ne consentirebbe la valorizzazione, riconducendo il tema del riciclo in edilizia ad una logica di efficienza ed efficacia, stressando anche il valore economico sotteso allo sviluppo di nuove filiere produttive caratterizzate da un più elevato valore economico e tecnologico (Baiani & Altamura, 2018; Di Maria et. al., 2018).

3. Materiali e Metodi

3.1 L’area del caso studio

In Italia, a partire dal secondo dopoguerra fino ad oggi, il rapporto ecologico tra comunità e luoghi ha subito una alterazione tale da modificare la forma e le soglie del territorio. Il prodotto di questa modificazione si struttura in reti di oggetti, componenti edilizie e infrastrutture, edifici per la produzione e per la residenza che mostrano, in termini di sicurezza, affidabilità, relazioni ecologiche e di resilienza, una fase terminale del loro ciclo di vita (Russo, 2016).

Queste trasformazioni territoriali sono sottese da processi di transizione economica, sociale ed ambientale che trovano la loro più esplicita manifestazione nei territori del periurbano, luoghi frammentati e fragili, caratterizzati dalla coesistenza di componenti naturali, rurali e urbane (Wandl et al., 2014) e che sperimentano la sovrapposizione di rischi antropici e naturali (Garzilli et al., 2022).

Con queste premesse, lo studio indaga il territorio periurbano dei Comuni costieri della Città Metropolitana di Napoli, caratterizzato da una condizione di frammentazione funzionale ed ecosistemica e da paesaggi riconducibili alla categoria di *wastescapes*, i più impegnativi per la sperimentazione del processo progettuale.

Specificamente, è stato sviluppato un focus sul territorio periurbano dei Comuni di Portici, San Giorgio a Cremano e Napoli est. L’area orientale di Napoli presenta caratteri legati ad una produzione di tipo industriale. L’area dei comuni di Portici e San Giorgio a Cremano presenta invece caratteri legati ad una produzione prevalentemente agricola e poi industriale e artigianale.

In generale, in questo territorio si estende una fitta rete infrastrutturale, su gomma, su ferro e via mare che si pone allo stesso tempo come elemento di apertura e cesura, definendo l’assenza di relazione tra l’uso dello spazio e il luogo che le circonda.

3.2 Metodologia

Il contributo presenta i risultati di un desk-study, sviluppato con un approccio di tipo bottom-up (Mastrucci et al., 2017) che muove da due domande di ricerca:

- In che modo è possibile attribuire valore ai territori dello scarto?
- Come si possono riequilibrare i cicli di vita, nell’area del caso studio, per metabolismi urbani circolari?

La metodologia sviluppata integra i dati ufficiali di tipo quantitativo, forniti da enti e amministrazioni, e dati di tipo qualitativo e spaziale, prodotto di analisi e letture del territorio attraverso modelli spaziali georeferenziati (GIS) ed è volta a sviluppare

una strategia di processo per la rigenerazione circolare dei territori del peri-urbano, attribuendo un nuovo valore ai territori dello scarto e allo stock di energia e materia incorporati nel patrimonio edilizio. L'obiettivo specifico è quello di rafforzare le filiere corte dei CDW attraverso il progetto di eco-distretti: una rete di nuove attrezzature pubbliche urbane della filiera CDW, individuate contestualmente alla rigenerazione territoriale di luoghi dello scarto dal valore potenziale strategico.

Lo studio, pertanto, valuta il sistema di criticità del territorio come elementi valoriali che guidano l'individuazione di interventi catalizzatore localizzati in aree di innesco alla scala locale, motore di un meccanismo di rigenerazione complesso. Tale meccanismo è inteso come sistema di relazioni tra le risorse disponibili e il loro uso razionale ed efficiente, secondo molteplici correlazioni multidisciplinari e multi-scalari (Rigillo, 2022). Ai catalizzatori è dato il ruolo di attivazione di processi virtuosi volti a riequilibrare i cicli di vita del territorio attraverso la prefigurazione di scenari sostenibili e resilienti. Queste aree, allo stato di fatto, sono infatti luoghi di tensione del territorio, identificati a partire da un'analisi del contesto spaziale e del quadro giuridico-amministrativo esistente.

Lo studio e la selezione di tali aree avvengono contestualmente alla designazione di un quadro generale dei macro-flussi materiali e immateriali che le attraversano e alla categorizzazione dei *wastescape* presenti. Successivamente, uno specifico focus di ricerca è stato sviluppato per una sola delle principali filiere del macro-flusso materico, la filiera dei CDW.

Metodologicamente, la ricerca si sviluppa in quattro fasi:

1. *Fase di conoscenza*, per la raccolta delle informazioni e lo sviluppo delle analisi territoriali atte a conoscere lo stato di fatto e le esigenze di trasformazione del territorio. Si fa riferimento al sistema ambientale, urbano, infrastrutturale nonché giuridico del territorio in oggetto, e viene effettuata una operazione di integrazione della pianificazione generale e di settore che tenga conto di una analisi quantitativa e statistica dei dati derivanti dalla gestione dei rifiuti a scala metropolitana.

Spesso i piani urbanistici e territoriali hanno sostenuto e seguito la tendenza guidata dai nuovi modelli economici e sociali, provocando un significativo cambiamento nella relazione tra città compatte e dense e territorio circostante, caratterizzato principalmente da aree agricole e naturali e consentendo eccessive espansioni urbane. Questo ha generato pressioni considerevoli, soprattutto nelle aree periferiche delle città e nelle zone a bassa densità, esercitando un impatto significativo sulle aree agricole, naturali e semi-naturali. Questo aumento dell'uso del suolo ha comportato un incremento delle superfici coperte da manufatti artificiali e delle aree impermeabili. In queste zone, gli impatti sono notevoli e portano alla riduzione o alla perdita delle funzioni del suolo, alla diminuzione delle aree disponibili per le generazioni presenti e future, all'impatto negativo sui servizi ecosistemici e sulla biodiversità, alla frammentazione del paesaggio e al possibile deterioramento della qualità della vita nelle città, all'incremento delle aree a rischio idrogeologico (ISPRA, 2016).

Con queste premesse, nella fase di conoscenza, è stato ritenuto necessario sviluppare uno specifico approfondimento sullo stato attuale dell'uso e della copertura del suolo quali analisi imprescindibili per la definizione di un progetto di rigenerazione urbana circolare e resiliente.

2. *Fase di interpretazione-lettura*, per la definizione di criteri e indicatori assunti come lente di lettura del territorio che restituisce una macro-categorizzazione delle tipologie di criticità legate all'area oggetto di studio. Tali macro-categorie sono state individuate a partire dalla classificazione delle tipologie di *wastescape*

definite dalla ricerca H2020 Repair⁵ e sono state poi adattate all'area oggetto di studio contestualmente alla loro suscettibilità a generare flussi materiali (i due macro-flussi considerati sono organico e CDW) e immateriali, ovvero economici, politici, tecnologici e sociali, in entrata, in uscita e in bilancio, che attraversano la città come sistema aperto (Wolman, 1965).

Successivamente, per la sperimentazione sono stati considerati solo i flussi materici appartenenti alla filiera CDW.

3. *Individuazione delle aree di innesco.* La sovrapposizione delle analisi e delle letture del territorio precedentemente descritte consente di individuare delle specifiche aree in potenza che risultano idonee alla realizzazione di eco-distretti del rifiuto e che vengono definite quali catalizzatori per la attivazione della rigenerazione urbana e la contestuale progettazione delle filiere locali.
4. *Fase progettuale,* per la definizione di una strategia territoriale che si propone di riequilibrare i cicli di vita per metabolismi urbani circolari, attivando una rigenerazione del territorio in chiave ecologica. I macro-obiettivi della strategia progettuale fanno riferimento alla necessità di arrestare il consumo di suolo e di implementare scenari *mixed land use* nel progetto di rigenerazione urbana e nella progettazione della nuova rete di attrezzature pubbliche urbane, volte alla realizzazione di catene del valore a ciclo chiuso nella produzione e nell'utilizzo di componenti e materiali, che favoriscano il bilancio dei cicli di vita alla scala locale.

4. Risultati

L'applicazione della metodologia al caso studio ha consentito la verifica degli assunti teorici del focus.

La fase di conoscenza ha restituito le informazioni necessarie allo sviluppo delle analisi territoriali. In particolare, la mappa della copertura del suolo dell'area oggetto di studio, ricavata da fonti ISPRA 2019 e Urban Atlas 2018 (Programma Copernicus), ha consentito di ricavare le superfici del suolo impermeabilizzato, lavorando per operazioni di sottrazione in ambiente GIS. Il dato percentuale restituito da questa operazione ha mostrato una netta predominanza di superfici impermeabilizzate, nonostante la vocazione agricola dei territori dell'area 5 della città Metropolitana di Napoli, di cui fanno parte i comuni di Portici e San Giorgio a Cremano.

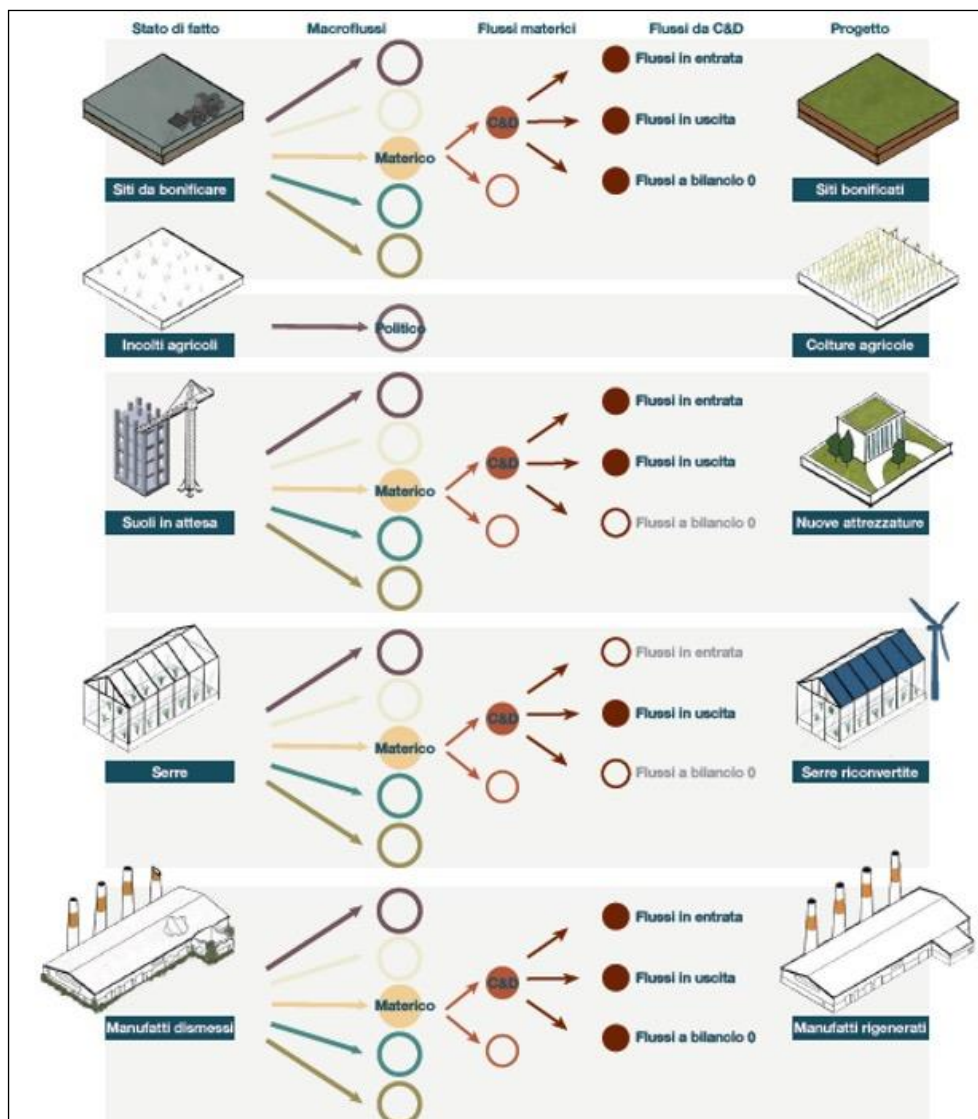
Successivamente, sono state svolte simulazioni basate su rapporti statistici atte alla valutazione, realizzata su base empirica con fonti dati della Regione Campania e dell'ARPAC, delle aree dei *wastescapes* maggiormente suscettibili alla produzione di flussi di CDW.

Facendo riferimento alla sezione censuaria, "l'unità minima di rilevazione del Comune" (ISTAT, 2012) per la quale si ha questo tipo di dato, è stato possibile, attraverso delle operazioni di tipo matematico, quantificare e dunque stimare la produzione di rifiuto tonnellate/anno per sezione censuaria. La simulazione ha restituito una rispondenza tra aree maggiormente suscettibili alla produzione di CDW e *wastescapes* con superfici impermeabilizzate.

La fase di interpretazione e lettura del territorio si è dimostrata cruciale ai fini della definizione delle macro-categorie di criticità da attribuire al territorio in relazione ai flussi di materia ed energia che lo attraversano. Per l'area del caso studio sono state identificate n. 5 tipologie di territori critici: siti da bonificare, incolti agricoli, suoli in attesa, serre e manufatti dismessi. Ad ognuna di queste tipologie sono stati assegnati dei flussi in entrata, in uscita o a bilancio 0 (Figura 1). La rigenerazione di

questi specifici siti attiverebbe l'azione di macro flussi in potenza quali: macro flusso energetico, macro flusso materico, macro flusso sociale, macro flusso economico, macro flusso politico. Nel presente contributo sono stati presi in riferimento solo i flussi CDW appartenenti al macro-flusso materico, classificati a loro volta in flussi in entrata, flussi in uscita e flussi a bilancio 0.

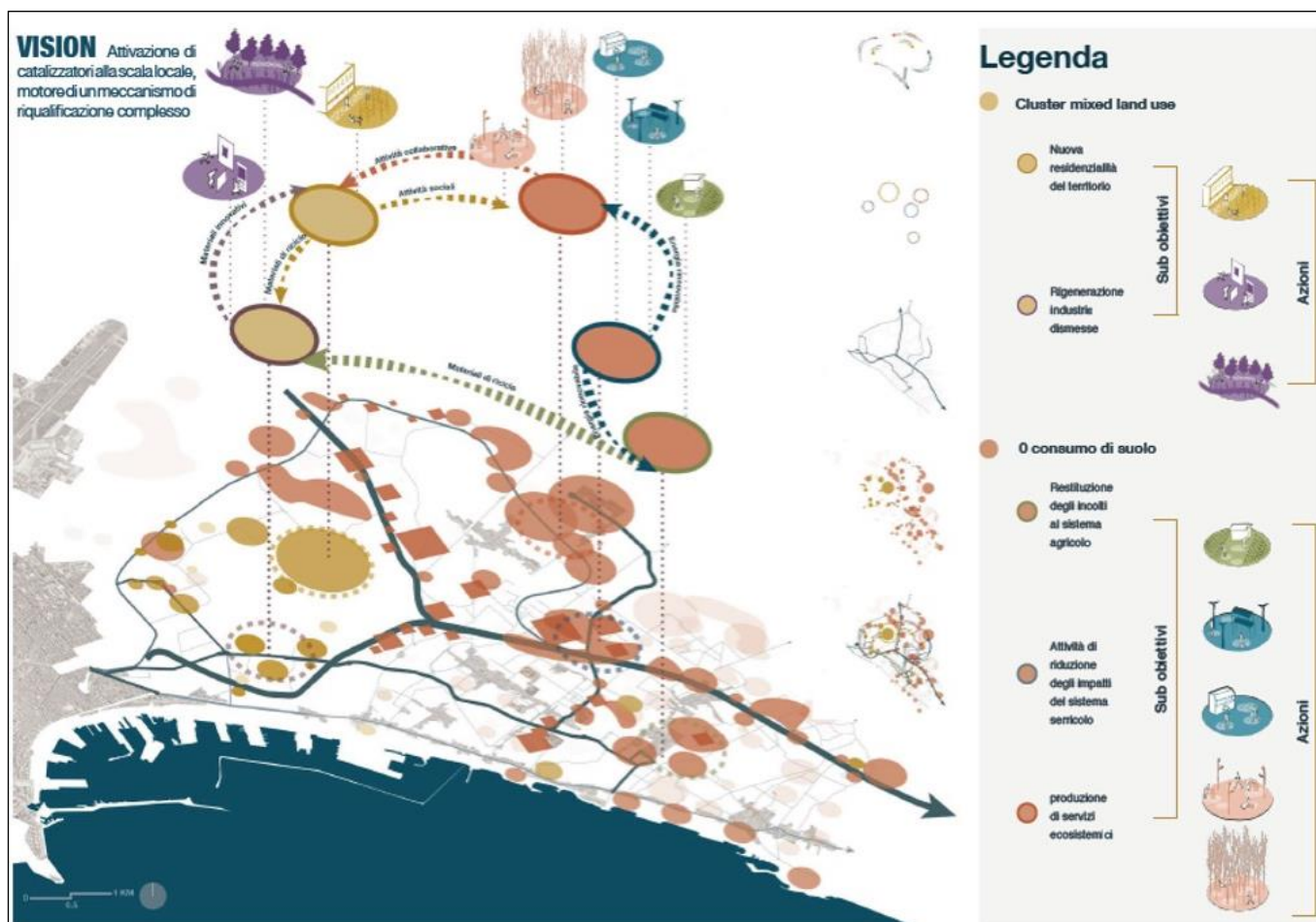
Figura 1. Rinforzare le filiere corte del rifiuto da demolizione e costruzione in un contesto spaziale rigenerato



Fonte: Elaborazione dell'autore.

La fase progettuale ha restituito una strategia volta a declinare i flussi nello spazio, individuati dalle analisi svolte nella fase di conoscenza e classificati nella fase di interpretazione, definendo delle azioni volte alla valorizzazione dei CDW, al fine di chiudere i cicli di vita dei materiali da costruzione e ridurre le emissioni e il consumo delle risorse attraverso l'individuazione e la progettazione di eco-distretti produttivi per la rigenerazione dei *wastescape* e il contestuale bilancio dei cicli di vita (Figura 2).

Figura 2. Declinare i flussi nello spazio, definiti dall'analisi del contesto spaziale e dalla cornice giuridico-amministrativa sulla gestione dei rifiuti.



Fonte: Elaborazione dell'autore.

La proposta mostra uno dei possibili scenari offerti dalla strategia sopra descritta e si pone l'obiettivo di simulare processi non deterministici, replicabili nei territori critici in transizione. L'esemplificazione prodotta si presta per la simulazione di dinamiche di Urban Metabolism nella misura in cui valorizza lo scambio dei flussi materici derivanti dalla rigenerazione dei *wastescape* precedentemente identificati. Questi ultimi corrispondono alle cinque aree-catalizzatore distribuite nell'area oggetto di studio, tra via Galileo Ferraris a Napoli, caratterizzate da un alto numero di manufatti industriali dismessi, nonché le aree di Portici e San Giorgio a Cremano, dalle fitte reti di incolti agricoli e suoli in attesa.

Perseguendo due obiettivi generali, cluster mixed land-use e 0 consumo di suolo, vengono definiti cinque sub-obiettivi volti alla progettazione di una rete di attrezzature pubbliche urbane contestuali alla rigenerazione dei *wastescape*. Queste sono pensate a integrazione delle funzioni già esistenti nel contesto urbano di riferimento, con funzioni di tipo hub del riuso, redesign e marketplace, e ancora con funzioni di tipo sociale ed educativo. L'implementazione nel tempo della rete di "interventi catalizzatore" individuati per la designazione di eco-distretti potrebbe consentire, nel lungo periodo, la generazione di un sistema locale autosufficiente, favorendo un bilancio prossimo a zero dei cicli di vita considerati, non solo alla scala locale ma successivamente a scala Metropolitana e Regionale.

5. Conclusioni

Il lavoro di ricerca definisce un primo approccio alla definizione di una strategia generale di progettazione dei flussi CDW nel territorio peri-urbano di Napoli, indicando nella scala del meta-design l'ambito progettuale potenzialmente più efficace a determinare una proiezione effettiva sulle ricadute e gli impatti degli interventi. Il contributo proposto apre nuovi scenari di ricerca *climate neutral* nell'ambito della progettazione dei cicli di vita, con riferimento ai flussi CDW. La trasversalità dell'approccio proposto consente di integrare tra loro le specificità delle variabili coinvolte, attraverso una progettualità eco-orientata che si fonda sulla convergenza tra sapere tecnico e cultura sociale. La condizione di trasversalità è intesa qui come condizione strategica per sistematizzare ambiti di ricerca e prassi progettuali ancora improntate ad approcci univocamente determinati. La proposta di spazializzazione dei dati dei flussi CDW è un esempio immediato dell'importanza di approcci culturalmente convergenti, che, da prassi vengono gestiti e analizzati solo rispetto al dato quantitativo (PRGRS Campania, 2022), ignorando le ricadute ambientali, spaziali nonché economiche e sociali che la gestione decontestualizzata di tali volumi comporta sul territorio.

In tal senso, favorire nelle operazioni di rigenerazione urbana, la designazione di nuove filiere circolari del rifiuto alla scala locale, consente di intervenire sulla riduzione degli impatti prodotti e sulla generazione di opportunità di sviluppo economico e di innovazione sociale, estendendo nel tempo la catena del valore dei componenti e dei materiali coinvolti nella filiera. Sono da approfondire i vincoli di tipo normativo, tecnico e logistico che ostacolano il ritorno dei flussi da demolizione nel settore delle costruzioni, al fine di standardizzare una strategia di processo che gestisca i flussi da demolizione nel mercato delle costruzioni in Italia. Specificamente si fa riferimento a tutti quegli elementi tecnici oggetto di dismissione che ancora conservano standard funzionali sufficienti per essere re-inseriti nella filiera produttiva. L'approccio prescelto può essere perfezionato con l'obiettivo di:

- a) facilitare la demolizione selettiva degli edifici e di definire ed elencare una serie di requisiti avanzati per la progettazione di piattaforme digitali a supporto dell'intero flusso di lavoro. Misure idonee a tal fine possono essere recuperate adattando al contesto italiano il protocollo di demolizione degli edifici dell'UE e le linee guida dell'UE per l'audit preliminare (2018);
- b) implementare la metodologia con una integrazione delle funzioni quantità, spazio, attraverso l'integrazione tra modelli GIS e sistemi dinamici (SD) che consentirebbe di valutare sia le relazioni spaziali che le dinamiche temporali all'interno del sistema città.

La localizzazione del dato fornita dal lavoro di spazializzazione dei flussi risulta infatti insufficiente alla gestione di un problema complesso che cambia e si evolve nel tempo.

- c) progettare un nuovo modello emergente di infrastruttura urbana, volto ad attivare pratiche di co-operazione e condivisione responsabile, funzionale all'ingaggio e al sostegno delle comunità locali, che possano contribuire alla creazione di una diversa etica dello scarto e alla designazione di eco-distretti autosufficienti.

Note

1. "Eco – Regen Circular Economies and Regeneration of Periurban Territories", ricerca di Ateneo finanziata dalla Università degli Studi di Napoli Federico II quale prosieguo della ricerca H2020 REPAiR. Coordinatore della ricerca: Michelangelo Russo.
2. La Circle Economy è una organizzazione a impatto globale formata da un team internazionale di esperti con sede ad Amsterdam, Paesi Bassi. La missione

- dell'organizzazione è quella di dare potere alle imprese, alle città e alle nazioni con soluzioni pratiche e scalabili per mettere in atto l'economia circolare. La visione è quella di un sistema economico che garantisca a tutte le persone e al pianeta di prosperare con l'obiettivo di raddoppiare la circolarità globale entro il 2050.
3. Per il *Circularity Gap Report 2023*, la Circle Economy ha sviluppato un approccio metodologico alla quantificazione e al tracciamento dei flussi di materiale e di energia nel sistema socio-economico. Questo approccio è basato sul quadro di monitoraggio dell'economia circolare, sul piano economico, sviluppato da Mayer et al. (2019), ma adattato alla valutazione del sistema socio-economico globale e il monitoraggio dei flussi di materiali per il quadro degli indicatori di circolarità della Circle Economy.
 4. Si tratta di processi tecnologici aventi ad oggetto la riconversione di un prodotto in nuove filiere produttive, sia quando riferito alla natura materica del prodotto, sia quando riferito alla quantità di prestazioni residue riconoscibili nel prodotto stesso.
 5. La ricerca H2020 REPAiR definisce 5+1 categorie di Wastescares che sono considerate una risorsa innovative da reintegrare nelle dinamiche metaboliche per migliorare la qualità delle aree peri-urbane oggetto di studio. Le 5+1 categorie sono raggruppate nelle classi dei: DROSSCAPES and OPERATIONAL INFRASTRUCTURE OF WASTE:
 1. Degraded land (W1)
 2. Degraded water and connected areas (W2)
 3. Declining fields (W3)
 4. Settlements and buildings in crisis (W4)
 5. "Dross" of facilities and infrastructures (W5)
 +
 OPERATIONAL INFRASTRUCTURE OF WASTE (W6)
- Per una trattazione più approfondita si rimanda al Deliverable 3.1 del progetto REPAIR scaricabile al seguente link: <https://h2020repair.eu/project-results/project-reports/>

Funding

The research received funding from the University of Naples Federico II.

Acknowledgments

The author would like to thank Prof. Michelangelo Russo as the coordinator of Ecoregen research, Prof. Marina Rigillo as the group leader of the sub-unit of research deputed to the study of the life cycle of CDWs; Libera Amenta, with whom this research work began and the entire research team.

Conflicts of Interest

The author declares no conflict of interest.

Originality

The author declares that this manuscript re-elaborates and supplements the contents of the following paper: Paragliola F. (2022), "La vita possibile del rifiuto da costruzione: materia prima seconda per rigenerazioni sostenibili, circolari e inclusive", in Moccia F.D., Sepe M. (a cura di), XIII Giornata Internazionale di Studi INU - 13° Inu International Study Day "Oltre il futuro: emergenze, rischi, sfide, transizioni, opportunità - Beyond the future: emergencies, risks, challenges, transitions, and opportunities" (Napoli, 16 December 2022), *Urbanistica Informazioni*, n. 306s.i., INU Edizioni, Roma, pages 372-375.

The author also declares that the manuscript is not currently being considered for publication elsewhere, in the present of any other language. The manuscript has been read and approved by all named authors and there are no other persons who satisfied the criteria for authorship but are not listed. The authors also declare to have obtained the permission to reproduce in this manuscript any text, illustrations, charts, tables, photographs, or other material from previously published sources (journals, books, websites, etc).

References

- Acceleratio, (2015). Barriers & Drivers towards a Circular Economy. <https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/e00e8643951aef8adde612123e824493.pdf> Data di accesso: 01/07/2023.
- Amenta, L., Attademo, A. (2016). Circular wastescapes. Waste as a resource for periurban landscapes planning, CRIOS, 12, 79-88.
- Amenta, L., & van Timmeren, A. (2018). Beyond Wastescapes: Towards Circular Landscapes. Addressing the Spatial Dimension of Circularity through the Regeneration of Wastescapes. Sustainability 2018, 10, 4740. <https://doi.org/10.3390/su10124740>
- Amenta, L., Russo, M., Van Timmeren, A. (2022), Regenerative Territories. Dimensions of Circularity for Healthy Metabolisms, GeoJournal Library, 128, Springer.
- Antonini, E. (2021). Residui da costruzione e demolizione: una risorsa ambientalmente sostenibile. Il Progetto VAMP ed altre esperienze di valorizzazione dei residui, Franco Angeli. Milano, Italia.
- Baiani, S., Altamura, P. (2018). Waste materials superuse and upcycling in architecture: design and experimentation. TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment, 16, 142-151, <https://doi.org/10.13128/Techne-23035>
- Brunner, P.H., (2011). Urban Mining A Contribution to Reindustrializing the City. Journal of Industrial Ecology, 15, 3, 339-341, <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00345.x>
- Cavallari, L. (2002). L'architettura del conflitto, Lucien Kroll, RAU Rassegna di Architettura e Urbanistica, 105, 38-47)
- Cerreta, M., De Rosa, F., De Toro, P., Inglese, P., Iodice, S. (2019) Da wastescape a risorsa: Approcci multimetodologici per la rigenerazione dei paesaggi di scarto. BDC Journal, 19, 1121-2918.
- Circular Amsterdam, CA, (2019). https://assets.amsterdam.nl/publish/pages/867635/amsterdam-circular-2020-2025_strategy.pdf (data di accesso: luglio 2023)
- Circularity Gap Report, CGR, (2021), <https://www.circularity-gap.world/2021> Data di accesso: 26/02/2023.
- Circularity Gap Report, CGR, (2022), <https://www.circularity-gap.world/2022> Data di accesso: 26/02/2023.
- Circularity Gap Report, CGR, (2023), <https://www.circularity-gap.world/2023> Data di accesso: 26/02/2023.
- Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - COM (2020) 662 final: A Renovation Wave for Europe – greening our buildings, creating jobs, improving lives.
- Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions - COM (2020) 98 final: A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe.
- Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social Committee and the Committee of the Regions – COM (2021) 82 final: Forging a climate-resilient Europe - the new EU Strategy on Adaptation to Climate Change.
- Cossu, R., Salier, V., Bisinella, V. (2012). Introduction: The Urban Mining Concept, in Cossu, R., Salieri, V., Bisinella, V, Urban Mining: A global cycle approach to resource recovery from solid waste, pp.13-20, CISA.Padova, Italia.
- Di Maria, A., Eyckmans, J., Van Acker, K., (2018). Downcycling versus recycling of construction and demolition waste: Combining LCA and LCC to support sustainable policy making. Waste Management, 75, 3-21. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.028>
- Ellen Macarthur Foundation, EMF (2015) Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe, report sponsored by SUN (Stiftungsfonds für Umweltökonomie und Nachhaltigkeit) in collaboration with the Ellen MacArthur Foundation and the McKinsey Center for Business and Environment. Data di accesso: 26/02/2023.
- Ellen Macarthur Foundation, EMF, (2019), “The technical cycle of the butterfly diagram”. Estratto da: <https://ellenmacarthurfoundation.org>. Data di accesso: 26/02/2023.
- ENEL. Circular Cities—Cities of Tomorrow. 3rd ed. Ottobre 2020. <https://www.enel.com/content/dam/enel-com/documenti/media/paper-circular-cities-2020.pdf> Data di accesso: 01/07/2023.
- Garzilli, F., Vingelli, F., Vittiglio, V., (2022), Shifting Risk into Productivity: Inclusive and Regenerative Approaches Within Compromised Contexts in Peri-Urban Areas in Amenta, L., Russo, M., Van Timmeren, A. (eds.) (2022), Regenerative Territories. Dimensions of Circularity for Healthy Metabolisms, GeoJournal Library, 128, Springer.
- Giammetti, M.T., Rigillo, M., (2021). Management of the C&D waste in the urban regeneration project, TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment, 22, 240-248.
- Ghosh, S.K., (2020). Urban Mining and Sustainable Waste Management, Springer. Berlin, Germany.
- Gunderson, L. H., (2000). Ecological resilience: In theory and application. Annual Review of Ecology and Systematics. Vol. 31, pp.425-439
- ISPRA, 2016. Munafò, M., Ritano, M., in Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici.
- Loiseau, E., Aissani, L., Le Féon, S., Laurent, F., Cerceau, J., Sala, S., Roux, P. (2018) Territorial Life Cycle Assessment (LCA): What exactly is it about? A proposal towards using a common terminology and a research agenda, Journal of Cleaner Production, 176, pp. 474-485.
- Losasso, M., (2015). Rigenerazione urbana: prospettive di innovazione, TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment, 10, p. 4-5. DOI: 10.13128/Techne-17492
- Lynch, K. (1992). Deperire. Rifiuti e spreco nella vita di uomini e città. Traduttore, Andriello, V. CUEN, Italia.
- Mastrucci, A., Marvuglia, A., Popovici, E., Leopold, U., Benetto, E., (2017). Geospatial characterization of building material stocks for the life cycle assessment of end-of-life scenarios at the urban scale. Resources, Conservation and Recycling, 123,
-

- 54–66. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.07.003>
- Manzini, E., & Vezzoli, C. (1998). *Lo sviluppo dei prodotti sostenibili: I requisiti ambientali dei prodotti industriali*. Maggioli, Italia.
- McDonough, W., Braungart, M., (2002). *Cradle to Cradle - Remaking the Way We Make Things*, North Point Press. USA.
- Pomponi, F., Moncaster, A., (2017). Circular economy for the built environment: A research framework, *Journal of Cleaner Production*, 143, 710–718. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>
- Piano Regionale per la Gestione dei Rifiuti Speciali in Campania. Approvazione ai sensi dell'art. 15 della L.R. n. 14/2016. Delibera della Giunta Regionale n. 364 del 07.07.2022.
- Rigamonti, E., (1996). *Il riciclo dei materiali in edilizia*. Maggioli Editore, Rimini, Italia.
- Rigillo M. (2016). Note per un approccio cognitivo alla mappa dei drosscape in Gasparrini C., Terracciano A. (a cura di) DROSSCITY. *Metabolismo urbano, resilienza e progetto di riciclo dei drosscape*, pp. 69–81, ListLab, Barcellona-Trento.
- Rigillo, M., Formato E., Russo M. (2020). Short supply chain of waste flows: designing local networks for landscape regeneration, *Detritus*, 11, 35–44.
- Rigillo, M. (2022). Hybridizing Artifice and Nature: Designing New Soils Through the Eco-Systemic Approach. *Regenerative Territories. Dimensions of Circularity for Healthy Metabolisms*, GeoJournal Library, 128.
- Russo, M. (2016). Riciclo e metabolismo per ripensare il progetto, in Gasparrini C., Terracciano A. (a cura di) DROSSCITY. *Metabolismo urbano, resilienza e progetto di riciclo dei drosscape*, 36–41, ListLab, Barcellona-Trento.
- Russo, M. (2018). Ripensare la resilienza, progettare la città attraverso il suo metabolismo, *TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment*, 15, 39–44
- Russo, M. (2018). Potenzialità dei luoghi e relazioni metaboliche, *Urban tracks*, 28, 36–41.
- Stahel, W., Reday, G., (1976). The potential for substituting manpower for energy, Report to the Commission of the European Communities
- Stahel, W., (1982). The product life factor. In: Orr, G.S. (Ed.), *An inquiry into the nature of sustainable societies. The Role of the Private Sector*. Houston Area Research Centre, Houston, pp. 72e105
- Taranic, I., Behrens, A., Topi, C., (2016). Understanding the Circular Economy in Europe, from Resource Efficiency to Sharing Platforms: The CEPS Framework. DO - 10.13140/RG.2.2.14272.94728
- Vittoria, E. (2004). *Tecnologia e Progetto di architettura*, Torricelli, M.C., & Lauria, A., *Innovazione tecnologica per l'architettura. Un diario a più voci*, ETS, Firenze, p. 197.
- Wandl, A., Nadin, V., Zonneveld, W. A. M., & Rooij, R. M. (2014). Beyond urban–rural classifications: Characterising and mapping territories-in-between across Europe. *Landscape and Urban Planning*, 130, 50–63. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.06.010>.
- Wolman, A., (1965). The Metabolism of Cities. *Scientific American*, 213(3), 178–190.

