

urban@it

Centro nazionale di studi per le politiche urbane

Working papers. Rivista online di Urban@it - 2/2019

ISSN 2465-2059

Materiali e tecnologie per una rigenerazione urbana sostenibile

Federico Orsini

Paola Marrone

Urban@it Background Papers
Rapporto sulle città 2019
LE AGENDE PER LO SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE
PRATICHE DI SOSTENIBILITÀ'
dicembre 2019

Federico Orsini

Paola Marrone

Università degli studi di Roma Tre - Dipartimento di Architettura

federico.orsini@uniroma3.it

paola.marrone@uniroma3.it

Abstract

I gas climalteranti (Ghg) legati alle emissioni degli insediamenti urbani [Iea 2018]) sono responsabili dell'incremento delle temperature terrestri medie [United Nations 2018) e del conseguente cambiamento climatico (Cc) [Ipcc 2018]. Solo l'industria del cemento e dell'acciaio contribuisce, ad esempio, per il 10-12% di tutte le emissioni di Ghg dell'Europa [Favier *et al.* 2018]. Al fine di ridurre le emissioni di Ghg, la comunità internazionale ha adottato provvedimenti politici e accordi. Tra questi, l'Accordo di Parigi [European Commission 2015] definisce un piano d'azione per limitare il riscaldamento globale al di sotto dei +1,5 / 2°C rispetto ai livelli preindustriali, limite confermato dall'ultimo report dell'Ipcc. In questo quadro, l'industria delle costruzioni può giocare un ruolo fondamentale attraverso il radicale ripensamento dei processi produttivi, favorendo la transizione verso l'Economia circolare (Ce), sviluppando prodotti, materiali e tecnologie a ridotto impatto ambientale. A partire da alcuni casi di studio, l'articolo analizza la possibile implementazione, all'interno della progettazione degli spazi pubblici [Gehl 1971], di materiali, prodotti e tecnologie capaci di favorire una transizione urbana sostenibile e resiliente. Il lavoro, basato su esperienze internazionali e recenti ricerche, individua, classifica e commenta alcuni innovati dispositivi tecnologici di superficie per la mitigazione e l'adattamento al Cc e, pertanto, in grado di sostenere la riduzione delle emissioni di Ghg in maniera diretta ed indiretta.

The climate-altering gases (Ghgs) due to the emissions of urban settlements [Iea 2018] are responsible for the earth temperatures increase [United Nations 2018] and for the consequent Climate Change (Cc) [Ipc 2018]. For example, only the cement and steel industry contributes 10-12% of all Europe's GHG emissions [Favier et al. 2018]. In order to reduce GHG emissions, the international community has adopted political measures and agreements. Among these, the Paris Agreement (European Commission 2015) defines an action plan to limit global warming to below +1.5 / 2 ° C compared to pre-industrial levels, a limit confirmed by the last report of the IPCC. In this framework, the construction industry can play a fundamental role through the radical rethinking of production processes, favoring the transition towards the Circular Economy (Ce), developing products, materials and technologies with reduced environmental impact. Based on some case studies, the article analyzes the possible implementation, within the planning of public spaces [Gehl 1971], of materials, products and technologies capable of favoring a sustainable and resilient urban transition. The work, based on international experiences and recent research, identifies, classifies and comments on some innovative surface technological devices for mitigation and adaptation to Cc, able to support the reduction of Ghg emissions in a direct and indirect way.

Parole chiave/ Keywords

Sostenibilità, Ecological urbanism, Materiali a basse emissioni di carbonio /
Sustainability, Ecological urbanism, Materials with reduced environmental impact

Per un urbanismo a basse emissioni di carbonio

I gas climalteranti (Ghg), dovuti alle emissioni [Iea 2018] dirette ed indirette degli insediamenti urbani, sono responsabili dell'incremento della temperatura media globale e del conseguente cambiamento climatico (Cc) [United Nations 2018]. La necessità di ridurre le emissioni di Ghg per contenere gli evidenti effetti dannosi del Cc, ha spinto la comunità internazionale ad adottare provvedimenti politici e accordi globali. Tra questi, il recente Accordo di Parigi [European Commission 2015] impone, come obiettivo generale, di limitare il riscaldamento globale al di sotto dei + 1,5 / 2°C rispetto ai livelli preindustriali, limite massimo confermato anche dall'ultimo report Ipcc [Ipc 2018]. In questo quadro, gli insediamenti urbani e l'industria delle costruzioni possono giocare un ruolo fondamentale. Ripensare i modelli di sviluppo urbano, la loro gestione,

i materiali e le tecnologie utilizzate per la loro realizzazione è una delle principali sfide contemporanee. Solo un profondo ripensamento dell'intero processo di gestione del territorio, dalla progettazione alla scelta dei materiali e delle tecnologie, può infatti aiutare a raggiungere tali obiettivi [Mostafavi and Gareth 2010], favorendo la nascita di insediamenti urbani sostenibili, a basso impatto ambientale, capaci di adattarsi alle nuove condizioni imposte dal Cc e di mitigarne gli effetti. Proprio per cercare di raggiungere gli obiettivi fissati dall'Accordo di Parigi, specifiche normative sono state adottate. Tra queste, appaiono di particolare interesse quelle che, prima a livello internazionale [European Commission 2003] e poi a livello nazionale [Mattm 2016], stanno cercando di favorire lo sviluppo di un nuovo modello economico, basato sull'Economia circolare (Ce), sulla *Green economy* (Ge), sulla *Sharing economy* (Se), sullo sviluppo e la diffusione di tecnologie innovative, sull'implementazione delle *Natural Based Solutions* (Nbs). La transizione verso questo nuovo paradigma di sviluppo economico, ritenuto oggi essenziale [McDonough and Braungart 2001], è anche sostenuta dai bandi H2020, che pongono al centro del processo di ricerca le tecnologie innovative a basse emissioni di carbonio, l'implementazione del verde urbano, lo sviluppo di materiali e soluzioni capaci di favorire misure di mitigazione ed adattamento climatico [EU 2014]. Al fine di favorire questa transizione, in Italia in particolare, l'introduzione dei Criteri ambientali minimi (Cam) potrebbe essere la leva per favorire una graduale transizione del settore dell'industria delle costruzioni verso approcci green che, basandosi sul principio del up-cycling, permetterebbero proprio di ridurre le emissioni di Ghg [Mattm 2016] e sviluppare prodotti e tecnologie innovative.

In questo contesto, lo spazio pubblico (Sp), inteso come lo spazio aperto tra gli edifici [Gehl 1971], può ricoprire oggi un ruolo fondamentale al fine del raggiungimento degli obiettivi definiti dall'Ipcc. L'utilizzo di materiali a basse emissioni di carbonio o ad emissioni negative, l'implementazione di tecnologie Nbs, l'introduzione di sistemi per la produzione dell'energia elettrica o per l'assorbimento dei Ghg sono solo alcune delle strategie che possono essere applicate nel progetto dello Sp, al fine di contribuire alla costruzione di insediamenti urbani a basse emissioni di carbonio, sostenibili e resilienti. Attraverso i risultati di ricerche scientifiche e l'analisi di casi rappresentativi, lo studio classifica e presenta alcune possibili tecnologie, evidenziando come esse possano favorire la riduzione delle emissioni dei Ghg, la mitigazione degli effetti negativi del Cc e l'adattamento ad esso. A partire da questa prima sintesi, ulteriori analisi e valutazioni sono possibili sul ruolo di materiali, prodotti e tecnologie innovativi applicabili alla progettazione degli Sp.

Innovazione tecnologica e Spazio pubblico

Esperienze virtuose europee (i.e. Barcellona, NY, Copenaghen, Parigi, Lyon, Zurigo, etc.) e recenti ricerche evidenziano come sia possibile immaginare un nuovo modello di urbanismo caratterizzato da materiali e tecnologie capaci di favorire una rigenerazione urbana sostenibile, resiliente e a basse emissioni di carbonio. Queste tecnologie innovative trovano proprio nello Sp il luogo ideale nel quale essere implementate con l'obiettivo di ridisegnare forma, funzionamento e uso dell'intero insediamento urbano [Orsini 2018]. Sulla base di tali studi, il lavoro le classifica organizzandole in base al tipo di azione che svolgono e agli effetti positivi, sia in termini di riduzione diretta ed indiretta di Ghg sia in termini di possibile mitigazione e adattamento:

- Tecnologie materiali (Tm)
 - Tecnologie innovative a ridotte emissioni di carbonio (Tm1)
 - Tecnologie ad emissioni negative (Tm2)
 - Tecnologie Nbs (Tm3)
 - Tecnologie attive per il recupero della CO2 (Tm4)
 - Tecnologie per la produzione di energia (Tm5)
- Tecnologie immateriali (Ti)
- Sharing technologies (Ti1)

Tecnologie materiali [Tm]

Tecnologie innovative a ridotte emissioni di carbonio [Tm1]

Utilizzando la metodologia Lca per valutare come ridurre le emissioni di Ghg nei processi produttivi, recenti studi hanno permesso di sviluppare nuovi prodotti per l'edilizia. Tra questi troviamo, ad esempio, strade realizzate con inerti alternativi provenienti da riciclo di materiali quali ceneri calcaree da centrale elettrica a lignite o le scorie d'acciaio residui di processi della lavorazione del ferro [Anastasiou, Liapis, Papayianni 2015], vetro riciclato [Huang, Bird, Heidrich 2009], gomma riciclata [Chiu, Hsu, Yang 2008] o manufatti a base di cemento caratterizzati da una riduzione delle emissioni di Ghg dell'80% [Favier *et al.* 2018]. Le strategie sviluppate in questi studi

hanno trovato applicazione in *Plastic Road*, una strada realizzata interamente con scarti di plastica riciclata [Koudstaal e Jorritsma 2019]. Il prototipo, in fase di sperimentazione, è caratterizzato da moduli prefabbricati (Fig. 1) con un'intercapedine interna per il passaggio di impianti, infrastrutture di servizio e per la gestione del ciclo delle acque meteoriche. L'utilizzo di materiali di scarto, la velocità del montaggio, l'assenza di manutenzione e problemi di dissesto, la durata nel tempo (3 volte superiore a quella di materiali tradizionali), il non utilizzo di materiali ad alte emissioni di Ghg sono alcuni dei possibili vantaggi ambientali previsti che contribuiscono a farne un possibile prodotto *low carbon*.



Fig. 1. L'immagine mostra il progetto della Plastic Road e di alcune sue possibili applicazioni. (tratto da: Plastic Road).

Tecnologie ad emissioni negative [Tm2]

I materiali ad emissioni negative sono quei materiali che assorbono una maggior quantità di CO₂ durante l'intero ciclo di vita rispetto a quella che è necessaria per la produzione dello specifico prodotto. Questi materiali, tendenzialmente di derivazione naturale, utilizzano come materia prima piante ad alta capacità di assorbimento di CO₂, quali ad esempio il legno [Nassen *et al.* 2012], il bamboo [Chang *et al.* 2018], la canapa [Arrigoni *et al.* 2017]. Il progetto per la rigenerazione dello Sp di Tel Aviv realizzato da Mayslits Kassif Architects e caratterizzato da una grande pavimentazione in legno (Fig. 2), è un recente esempio di tale approccio, in cui la nuova piazza in legno definisce un ambito pubblico naturale, realizzato con un materiale ad emissioni negative, capace di mitigare gli effetti negativi dell'isola di calore e costruire un nuovo paesaggio pubblico, accessibile, aperto, dinamico.



Fig. 2. L'immagine mostra la grande pavimentazione in legno. (tratto da: Mayslits Kassif Architects)

Tecnologie Nbs [Tm3]

I sistemi *Nature Based Solution* (Nbs) [European Commission 2015b] sono dispositivi tecnologici complessi che implementano sistemi naturali sfruttando anche i principi biologici della fotosintesi per l'assorbimento dei Ghg [Kabisch *et al.* 2016]. Questi sistemi (rain garden, tetti verdi, trincee inerbite, alberature, ecc.) permettono un generale processo di rinaturalizzazione della città con ricadute positive su molteplici cicli ambientali (ciclo dell'acqua, ciclo dell'energia, ciclo dell'aria, ecc.) [Raymond *et al.* 2017]. MFO Park e Oerliker Park, a Zurigo, sono esempi virtuosi dell'applicazioni di tali tecnologie. L'MFO Park è caratterizzato da una struttura in acciaio che integra l'arredo e l'illuminazione pubblica in un grande giardino. La densità verde trasforma questo luogo in una foresta artificiale urbana, aumentando fortemente il livello di biodiversità del distretto e assorbendo grandi quantità di Ghg. L'Oerliker Park, con una superficie di circa 17.500 m², è pensato come una grande area multifunzionale caratterizzata da una griglia molto fitta di nuovi alberi (4X4 m). Questa struttura definisce un vivaio urbano, che contribuisce a ridurre l'effetto dell'isola di calore urbana e a favorire una corretta gestione delle acque meteoriche, offrendo all'amministrazione alberi da usare su tutto il territorio urbano.



Fig. 3. L'immagine mostra a sinistra la struttura del MFO Par e a destra la densità alberata del Oerliker Park (elaborazione dell'autore).

Tecnologie attive per l'assorbimento di CO₂ [Tm4]

I sistemi Ccs (*Carbon capture and storage*) e Ccu (*Carbon Capture and Utilization*) sono tecnologie che intervengono a seguito della produzione effettiva di Ghg ed impediscono che i gas vengano immessi in atmosfera, o se immessi, li sottraggono all'atmosfera stessa [Cuéllar-Franca, Azapagic 2015]. A grande scala, recenti impianti sono stati sviluppati dalla società Climeworks o dal Center for Negative Carbon Emission. Il primo si propone di assorbire 1 t di CO₂ al costo di 600 dollari, per assorbire in un anno di attività quasi 1000 t [Gebald Wurzbacher 2017], il secondo ha un sistema capace di assorbire 1 t/g di CO₂. Mutando il funzionamento di tali impianti a piccola scala, Philippe Rahm, in collaborazione con Mosbach paysagistes e Ricky Liu & Associates, propone per il Jade Eco Park innovativi dispositivi tecnologici applicabili allo spazio pubblico per la purificazione dell'aria. I *depolluting devices* sono declinati da una parte a livello naturale, ovvero introducendo alberi ad alta capacità di assorbimento di polveri inquinanti e CO₂, dall'altra a livello artificiali, introducendo *ozoneclipsi*, ovvero dispositivi che immettono aria "pulita", sottraendo CO₂ dall'atmosfera.

Tecnologie per la produzione di energia [Tm5]

Lo Sp può anche essere il luogo nel quale integrare sistemi di produzione di energia green, come evidenzia l'Ecoboulevard progettato dallo studio spagnolo Ecosistema Urbano e realizzato nel 2007 a Madrid (Fig. 4). Il progetto risolve attraverso l'introduzione di diversi dispositivi tecnologici la struttura pubblica urbana. Alcuni di questi sistemi integrano in copertura sistemi fotovoltaici che garantiscono il fabbisogno energetico dello spazio pubblico e migliorano al contempo la qualità termica dello spazio

pubblico attraverso sistemi di ombreggiamento e nebulizzatori, mitigando gli effetti dell'isola di calore.

9

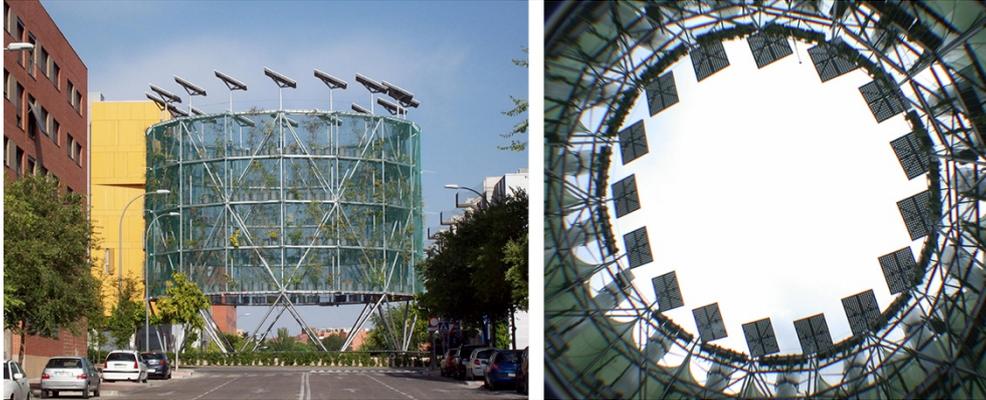


Fig. 4. L'immagine mostra il progetto della torre energetica (tratto da: Ecosistema Urbano).

Tecnologie immateriali [Ti]

Sharing technologies [Ti1]

Le nuove tecnologie digitali e immateriali (i.e., IOT, i Big Data, smart technologies, sharing technologies) hanno importanti risvolti in termini di lotta al Cc, grazie alla loro capacità di favorire lo sviluppo di insediamenti urbani sempre più sostenibili [Bibri 2018; Risteska Stojkoska, Trivodaliev 2017], e alla loro importanza in termini di rafforzamento delle relazioni sociali [Manca, Salaris, Sau 2018]. Un'interessante esperienza è data dall'applicazione delle smart technologies e dei principi della Se alla mobilità urbana. La combinazione di questi due approcci ha portato all'invenzione di una nuova forma di mobilità sostenibile, basata sull'utilizzo di mezzi condivisi e gestiti semplicemente attraverso App, declinata sia a livello ciclabile (i.e. Mobike, O Bike, Jump etc.) sia a livello di autovetture (Car2go, Enjoy, etc.). I vantaggi in termini di riduzione delle emissioni sono molteplici. La condivisione dei mezzi permette di ridurre il numero totale di auto/pro capite, riducendo le emissioni legate all'industria manifatturiera. Inoltre, la riduzione del potenziale parco auto permette di liberare spazio pubblico, che da parcheggio può essere convertito a spazio a verde [Glotz-Richter 2012].

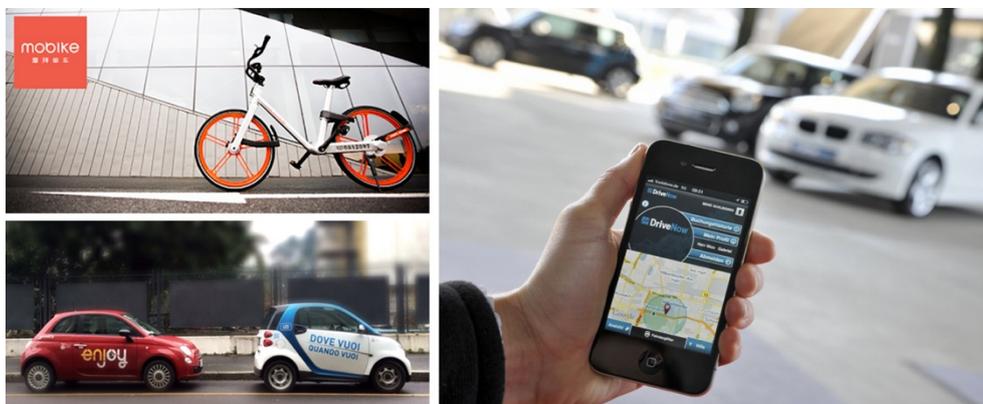


Fig. 5. L'immagine mostra il progetto della Plastic Road e di alcune sue possibili applicazioni (elaborazione dell'autore)

Conclusione

Il cambiamento climatico indotto dall'incremento dei Ghg prodotti dall'attività antropica sta alterando l'equilibrio tra sistema naturale e insediamenti urbani, i quali, sempre di più, appaiono essere sistemi fragili e incapaci di far fronte a fenomeni estremi

quali ondate di calore, piogge torrenziali e siccità. La riduzione dei Ghg è oggi una priorità globale, come evidenziato dai recenti accordi di Parigi o dall'ultimo report Ippc. Ridurre le emissioni di Ghg significa ripensare forma, funzionamento e gestione, materiali e tecnologie con i quali sono realizzati proprio gli insediamenti urbani, oggi responsabili dell'80% delle emissioni di Ghg di natura antropica.

All'intero delle possibili azioni mirate a contrastare gli effetti del Cc, il contributo si è concentrato sul ruolo che materiali e tecnologie possono avere nella lotta per la riduzione dei Ghg. Sulla base di recenti ricerche e buone pratiche internazionali, lo studio propone una prima classificazione di alcune tecnologie innovative che possono aiutare a ridurre le emissioni dirette ed indirette di Ghg, favorendo azioni di mitigazione ed adattamento. In particolare, lo studio ha individuato tecnologie materiali (Tm) ed immateriali (Ti), riferendosi a casi di studio esemplificativi. In particolare, tra le Tm troviamo innovativi prodotti e sistemi che riducono le emissioni indirettamente, grazie a processi produttivi innovativi o grazie a sistemi di energia green, e direttamente, assorbendo dall'ambiente Ghg come fanno le tecnologie naturali (Nbs) o i sistemi artificiali che ne mutuano i principi base. Tra le Ti troviamo quelle tecnologie che permettono di rivedere le modalità di uso degli spazi urbani, favorendo dinamiche di condivisione e di riduzione delle emissioni di Ghg. Lo studio è solo un iniziale e sintetico contributo alla definizione di un sistema di classificazione di soluzioni tecnologiche innovative per lo Sp, tale da consentire analisi e valutazioni in termini di prestazioni rispetto alle esigenze di adattamento e mitigazione ai Cc.

BIBLIOGRAFIA

Anastasiou, E.; K., Liapis, A.; Papayianni, I.
2015 *Comparative life cycle assessment of concrete road pavements using industrial by-products as alternative materials*, in «Resources, Conservation and Recycling», 101, p. 1-8. [online] [doi: 10.1016/j.resconrec.2015.05.009](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.05.009).

Arrigoni, A. *et al.*
2017 *Life cycle assessment of natural building materials: the role of carbonation, mixture components and transport in the environmental impacts of hempcrete blocks*, in «Journal of Cleaner Production», 149, p. 1051–1061. [online] [doi: 10.1016/j.jclepro.2017.02.161](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.161).

Bibri, S. E.
2018 *The IoT for smart sustainable cities of the future: An analytical framework for sensor-based big data applications for environmental sustainability*, in «Sustainable Cities and Society», 38, p. 230–253. [online] [doi: 10.1016/j.scs.2017.12.034](https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.12.034).

Chang, F.C. *et al.*

2018 *Environmental benefit of utilizing bamboo material based on life cycle assessment*, in «Journal of Cleaner Production», 204, p. 60–69. [online]
[doi: 10.1016/j.jclepro.2018.08.248](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.248).

Chiu, C.; Hsu, T.; Yang, W.

2008 *Life cycle assessment on using recycled materials for rehabilitating asphalt pavements*, in «Resources, Conservation and Recycling», 52, p. 545–556. [online]
[doi: 10.1016/j.resconrec.2007.07.001](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2007.07.001).

Cuéllar-Franca, R.M. e Azapagic, A.

2015 *Carbon capture, storage and utilisation technologies: A critical analysis and comparison of their life cycle environmental impacts*, in «Journal of CO2 Utilization», 9, pp. 82–102. [online] [doi: 10.1016/j.jcou.2014.12.001](https://doi.org/10.1016/j.jcou.2014.12.001).

European Commission

2003 *COMM UE 302 16/6/2003*.

2015 *Accordo di Parigi*. [online]

https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_it

Favier, A. *et al.*

2018 *A sustainable future for the european cement and concrete industry. Technology assessment for full decarbonisation of the industry by 2050*. [online]
<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000301843>

Gehl, J.

1971 *Life Between buildings*. Copenhagen, Danish Architectural Press.

Glutz-Richter, M.

2012 *Car-Sharing – “Car-on-call” for reclaiming street space*, in «Procedia - Social and Behavioral Sciences», 48, p. 1454–1463. [online] [doi: 10.1016/j.sbspro.2012.06.1121](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.1121).

Huang, Y.; Bird, R.; Heidrich, O.

2009 *Development of a life cycle assessment tool for construction and maintenance of asphalt pavements*, in «Journal of Cleaner Production», 17, 2, p. 283–296. [online]
[doi: 10.1016/j.jclepro.2008.06.005](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.06.005).

Iea

2018 *Energy and CO2 emissions in the OECD*, Paris.

Ippc

2018 *Ippc REPORT 2018*.

Kabisch, N. *et al.*

2016 *Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, opportunities and barriers for action*, in «Ecology and Society», 21, 2, p. 39. [online] [doi: 10.5751/ES-08373-210239](https://doi.org/10.5751/ES-08373-210239).

Manca, A.; Salaris, C.; Sau, F.

2018 *Spazio Pubblico e partecipazione digitale per uno sviluppo sociale sostenibile. Nuovi luoghi per nuove pratiche*, in ADI (a cura di), *Ricerca in vetrina 2018. Ricerca è democrazia. Il ruolo dell'attività scientifica nella costruzione di un futuro equo e sostenibile*. Milano, FrancoAngeli

Mattm

2016 D.lgs. 50/2016 - Criteri di sostenibilità energetica e ambientale'.

McDonough, W. e Braungart, M.

2001 'The next industrial revolution', in Charter, M. e Tischner, U. (a cura di), *Sustainable Solutions: Developing Products and Services for the Future*. Sheffield, Publishing.

Mostafavi, M. e Gareth, D.

2010 *Ecological Urbanism*. Harvard, Lars Mülle.

Nassen, J. *et al.*

2012 *Concrete vs. wood in buildings— an energy system approach*, in «Building and Environment», 51, p. 361–9.

Orsini, F.

2018 *Tecnologie di superficie*. Firenze, Altralinea.

Raymond, C.M. *et al.*

2017 *An Impact Evaluation Framework to Support Planning and Evaluation of Nature-based Solutions Projects, Horizon 2020*. Edited by Seacourt Limited. Oxford: Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford, United Kingdom. [online] [doi: 10.13140/RG.2.2.18682.08643](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.18682.08643).

Risteska Stojkoska, B.L. e Trivodaliev, K.V.

2017 *A review of Internet of Things for smart home: Challenges and solutions*, in «Journal of Cleaner Production», 140, p. 1454–1464. [online] [doi: 10.1016/j.jclepro.2016.10.006](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.006).

United Nations

2018 *UNSD Environmental Indicators*. [online] <https://unstats.un.org/unsd/envstats/qindicators.cshtml>.