

BDC

Università degli Studi di Napoli Federico II

20

numero 1 anno 2020



BDC

Università degli Studi di Napoli Federico II

20

numero 1 anno 2020

**Growing Social
Inequalities
and Ecological Crisis**



BDC

Università degli Studi di Napoli Federico II

Via Toledo, 402
80134 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, Naples, Italy

Co-editors in chief

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

Associate editor

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

Editorial board

Antonio Acierno, Department of Architecture,
University of Naples Federico II, Naples, Italy
Luigi Biggiero, Department of Civil, Architectural
and Environmental Engineering, University of Naples
Federico II, Naples, Italy
Francesco Bruno, Department of Architecture,
University of Naples Federico II, Naples, Italy
Vito Cappiello, Department of Architecture,
University of Naples Federico II, Naples, Italy
Mario Coletta, Department of Architecture,
University of Naples Federico II, Naples, Italy
Teresa Colletta, Department of Architecture,
University of Naples Federico II, Naples, Italy
Ileana Corbi, Department of Structures for Engineering
and Architecture, University of Naples Federico II,
Naples, Italy
Livia D'Apuzzo, Department of Architecture,
University of Naples Federico II, Naples, Italy
Gianluigi de Martino, Department of Architecture,
University of Naples Federico II, Naples, Italy
Stefania De Medici, Department of Civil Engineering
and Architecture, University of Catania, Catania, Italy
Francesco Forte, Department of Architecture,
University of Naples Federico II, Naples, Italy
Rosa Anna Genovese, Department of Architecture,
University of Naples Federico II, Naples, Italy
Fabrizio Mangoni di Santo Stefano,
Department of Architecture, University of Naples
Federico II, Naples, Italy
Luca Pagano, Department of Civil, Architectural
and Environmental Engineering, University of Naples
Federico II, Naples, Italy
Stefania Palmentieri, Department of Political Sciences,
University of Naples Federico II, Naples, Italy
Luigi Picone, Department of Architecture, University
of Naples Federico II, Naples, Italy
Michelangelo Russo, Department of Architecture,
University of Naples Federico II, Naples, Italy
Salvatore Sessa, Department of Architecture,
University of Naples Federico II, Naples, Italy

Editorial staff

Mariarosaria Angrisano, **Martina Bosone**,
Antonia Gravagnuolo, **Silvia Iodice**,
Francesca Nocca, **Stefania Regalbuto**,
Interdepartmental Research Center in Urban Planning
Alberto Calza Bini, University of Naples Federico II,
Naples, Italy

Scientific committee

Roberto Banchini, Ministry of Cultural Heritage
and Activities (MiBACT), Rome, Italy
Alfonso Barbarisi, School of Medicine, Second
University of Naples (SUN), Naples, Italy
Eugenie L. Birch, School of Design, University
of Pennsylvania, Philadelphia, United States of America
Roberto Camagni, Department of Building
Environment Science and Technology (BEST),
Polytechnic of Milan, Milan, Italy
Leonardo Casini, Research Centre for Appraisal
and Land Economics (Ce.S.E.T.), Florence, Italy
Rocco Curto, Department of Architecture and Design,
Polytechnic of Turin, Turin, Italy
Sasa Dobricic, University of Nova Gorica,
Nova Gorica, Slovenia
Maja Fredotovic, Faculty of Economics,
University of Split, Split, Croatia
Adriano Giannola, Department of Economics,
Management and Institutions, University of Naples
Federico II, Naples, Italy
Christer Gustafsson, Department of Art History,
Conservation, Uppsala University, Visby, Sweden
Emiko Kakiuchi, National Graduate Institute
for Policy Studies, Tokyo, Japan
Karima Kourtit, Department of Spatial Economics,
Free University, Amsterdam, The Netherlands
Mario Losasso, Department of Architecture,
University of Naples Federico II, Naples, Italy
Jean-Louis Luxen, Catholic University of Louvain,
Belgium
Andrea Masullo, Greenaccord Onlus, Rome, Italy
Alfonso Morvillo, Institute for Service Industry
Research (IRAT) - National Research Council of Italy
(CNR), Naples, Italy
Giuseppe Munda, Department of Economics and
Economic History, Universitat Autònoma de Barcelona,
Barcelona, Spain
Peter Nijkamp, Department of Spatial Economics,
Free University, Amsterdam, The Netherlands
Christian Ost, ICHEC Brussels Management School,
Ecaussinnes, Belgium
Donovan Rypkema, Heritage Strategies International,
Washington D.C., United States of America
Ana Pereira Roders, Department of the Built
Environment, Eindhoven University of Technology,
Eindhoven, The Netherlands
Joe Ravetz, School of Environment, Education
and Development, University of Manchester,
Manchester, United Kingdom
Paolo Stampacchia, Department of Economics,
Management, Institutions, University of Naples
Federico II, Naples, Italy
David Throsby, Department of Economics, Macquarie
University, Sydney, Australia



Indice/Index

- 7 Editoriale
Luigi Fusco Girard
- 15 Time of crisis: new planning policies and their impact on inequalities and the environment in Israel
Rani Mandelbaum, Talia Margalit, Barbara Pizzo
- 25 *Civic design* per una nuova urbanità responsabile
Francesco Alberti
- 51 Beni comuni e città *climate proof*: l'approccio LUCI
Francesco Musco, Denis Maragno, Giovanni Litt, Giorgia Businaro
- 71 *Talkin' about inequalities*. Superare la crisi riducendo le disuguaglianze urbane
Piero Rovigatti, Ludovica Simionato
- 91 Rigenerazione tra sostenibilità, *citizen empowerment* e agopuntura urbana
Fabiola Fratini
- 117 Rigenerazione tattica mediante arte urbana e percorsi di valorizzazione digitale
Antonio Acierno, Alessandra Pagliano
- 139 Spazi Piattaforma: quando la cultura interseca l'innovazione sociale e lo sviluppo territoriale
Luca Tricarico, Gaia Daldanise, Zachary Mark Jones

- 167 Preservation of cultural heritage in post-seismic reconstructions: a method and a case study
Marichela Sepe
- 181 Reinventare le scuole come hub di rigenerazione socio-ecologica. Una ricognizione sulle potenzialità degli spazi aperti degli istituti superiori di Napoli
Maria Federica Palestino, Maria Pia Amore, Stefano Cuntò, Walter Molinaro
- 197 Per efficienti “infrastrutture sociali”: il recupero di siti ed edifici dismessi
Mauro Francini, Nicole Margiotta, Annunziata Palermo, Maria Francesca Viapiana

PER EFFICIENTI “INFRASTRUTTURE SOCIALI”: IL RECUPERO DI SITI ED EDIFICI DISMESSI

Mauro Francini, Nicole Margiotta, Annunziata Palermo,
Maria Francesca Viapiana

Sommario

La recente crisi COVID-19 ha sostanzialmente influenzato la discussione su come dovremmo gestire la vita urbana. In tutti i Paesi colpiti è difatti emersa l’inadeguatezza dei servizi offerti ai cittadini. La possibilità di assegnare una nuova destinazione funzionale “sociale” a siti in stato di dismissione, in parte già sperimentato dalla Protezione Civile in fase di emergenza, rappresenta un aspetto importante della *governance* urbana, da non dimenticare una volta superato il periodo critico. Il presente contributo propone e testa una metodologia GIS-based per l’identificazione e la valutazione delle aree sottoutilizzate o in disuso presenti nei territori comunali. Mediante un progressivo screening del territorio e la successiva analisi della qualità ambientale delle aree rilevate, il processo in GIS individua i siti dismessi associati ad un più alto *comfort ambientale*, al fine di definire adeguate priorità di intervento.

Parole chiave: servizi, aree dismesse, valutazione

REGENERATING DISUSED SITES TO REALIZE EFFICIENT “SOCIAL INFRASTRUCTURE”

Abstract

Recent COVID-19 crisis has substantially influenced the discussion concerning urban life management methods. Services offered to citizens proved to be inadequate in all countries affected by emergency. The possibility to assign a new “social” function to disused sites, which has already been partially tested by Civil Protection during the emergency phase, represents an important urban governance aspect that should not be forgotten after the critical period end. This paper proposes and tests a GIS-based methodology to identify and assess disused or under-used areas within municipal territories. The GIS process locates disused sites associated with higher environmental comfort through a progressive territorial screening and the subsequent analysis of the environmental quality of the detected areas, in order to define adequate intervention priorities.

Keywords: facilities, disused areas, assessment

1. Introduzione

La crisi COVID-19 ha modificato il volto di molte delle nostre città e messo in dubbio le modalità secondo cui dovremo gestire la vita urbana in seguito alla pandemia (Acuto, 2020). Tuttavia, non è la prima volta che ciò accade: da sempre, le città sono state epicentri di malattie trasmissibili, ma nessuna di queste ha eliminato il bisogno dell’umanità di vivere e lavorare nei distretti urbani (Florida e Pedigo, 2020). Di certo, la recente crisi sanitaria guiderà in modo univoco un cambiamento nel modo in cui pensiamo alle città e alla salute. I modelli di diffusione di una pandemia sono difatti influenzati da una molteplicità di fattori ambientali, economici e sociali (Bontempi *et al.*, 2020). Da un lato, diverse ricerche hanno suggerito una possibile correlazione tra la trasmissione del virus e l’inquinamento atmosferico (Paital, 2020; Coccia, 2020; Setti *et al.*, 2020), spiegando così la più elevata propagazione dell’infezione nelle aree in cui si registra una maggiore concentrazione di sostanze inquinanti (in particolare di PM). D’altro canto, la gravità dell’epidemia nei diversi Paesi è stata fortemente condizionata dalle modalità di gestione della stessa, sia in relazione all’(in)adeguatezza del sistema sanitario, sia alla necessità di garantire il *social distancing* in spazi urbani quasi sempre congestionati. L’insufficienza delle attrezzature sanitarie, e di quelle pubbliche più in generale, ha messo in luce la fragilità dell’odierno sistema urbano, sottolineando l’esigenza di fornire ai cittadini servizi sociali adeguati sia in termini quantitativi che qualitativi.

Tuttavia, realizzare concretamente nuove dotazioni pubbliche appare complesso in ambiti urbani già profondamente antropizzati, in cui l’impermeabilizzazione di nuovo suolo non solo risulterebbe difficile in termini di “reperibilità”, ma andrebbe in contrasto con gli obiettivi di contenimento del consumo della risorsa suolo promossi dall’Unione Europea (*no net land take* entro il 2050, COM(2011) 571). L’esteso patrimonio costituito dai siti e dagli edifici dismessi diventa quindi una risorsa in questo senso: il loro recupero funzionale per scopi di pubblica utilità comporterebbe benefici sociali, ambientali e anche economici. I siti dismessi, in relazione al loro precedente utilizzo, sono difatti già forniti delle opere di urbanizzazione primaria; inoltre, qualora siano presenti anche degli edifici in disuso, questi il più delle volte possono essere ripristinati, riducendo ulteriormente i costi di realizzazione. Per attivarne il processo di rigenerazione a scopo sociale è necessario *in primis* che le Amministrazioni locali abbiano un quadro chiaro inerente alla consistenza e allo stato dell’arte delle aree presenti nel territorio di propria competenza, così da poter identificare quelle maggiormente adatte a soddisfare i bisogni della comunità. A tal fine, il presente contributo propone una metodologia GIS-based utile all’individuazione e alla valutazione dei siti sottoutilizzati o in disuso, facendo uso di variabili oggettive – di tipo sia estensivo che intensivo – ricavate da una revisione sistematica della letteratura. Lo strumento ha un duplice utilizzo: in situazioni emergenziali – come quella generata dalla recente crisi sanitaria – può supportare le diverse autorità competenti (Amministrazioni comunali, Protezione Civile, etc.) nella tempestiva localizzazione delle zone più adeguate ad ospitare le necessarie strutture temporanee; in tempo di pace, aiuterebbe i *decision-makers* nella complessa problematica della distribuzione e definizione dei servizi prestazionali sul territorio.

2. Le aree dismesse per il superamento della sotto-dotazione delle infrastrutture sociali

In generale, la recente pandemia ha, da un lato, fatto emergere una oggettiva sotto-dotazione di “infrastrutture sociali”, evidentemente insufficienti sia da un punto di vista dimensionale che sostanziale, e dall’altro ha dimostrato le possibilità che il riutilizzo dei siti e dei fabbricati dismessi offre in tal senso, seppur sia necessario passare da un’ottica di *temporaneità* (dettata dalle tempistiche molto ristrette connesse all’emergenza) ad una di *permanenza*. In questa

prospettiva si ha l’opportunità di ripensare il DM 1444/68, passando da una logica di singole aree ad una di reti: pensare a un sistema integrato che unisca centro e periferia, mettendo in connessione i luoghi dedicati alla salute, i servizi alla persona, verde pubblico, percorsi pedonali e ciclabili (Vianello, 2020). L’inserimento di attrezzature di interesse pubblico nel contesto urbano attraverso la loro localizzazione negli spazi sotto (o non) utilizzati passa per l’individuazione e la valutazione di questi ultimi, al fine di definire adeguate priorità e pratiche di intervento.

La riqualificazione delle aree dismesse, dunque, che costituiscono una parte sostanziale delle città post-industriali (Martinat *et al.*, 2018) e un enorme capitale di energia grigia accumulata (Paolella, 2013), può contribuire a una rigenerazione e a una gestione più sostenibile del territorio (Bartke, 2016); tuttavia, ad oggi non esiste una definizione di *sito dismesso* universalmente condivisa dalla comunità scientifica. In linea generale, il termine indica quegli spazi o quei contenitori non più utilizzati per le attività per le quali sono stati pensati e realizzati; quasi sempre però il riferimento è esclusivo per le aree con precedente uso industriale – i cosiddetti *brownfields* – affetti da fenomeni di contaminazione reale o percepita, le cui condizioni ambientali il più delle volte scoraggiano l’avviarsi di eventuali progetti di riutilizzo. Il patrimonio dismesso è invece molto più ampio, in quanto comprende anche tutto l’insieme di vuoti urbani costituiti da aree residenziali, commerciali e del terziario attualmente in stato di abbandono, sottoutilizzate o mai completate. Queste categorie, che si vanno quindi ad aggiungere ai “prodotti” della de-industrializzazione, sono particolarmente consistenti soprattutto in Paesi come il nostro a causa dei continui cambiamenti del tessuto socio-economico, degli infiniti iter burocratici, delle irregolarità negli appalti, della mancanza di fondi. Nel 2018 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha rilevato la presenza nel territorio nazionale di 647 opere *pubbliche* incompiute, tra infrastrutture e servizi come scuole, residenze per anziani, palazzetti dello sport, aree destinate ad attività ricreative (Baratta, 2018). Nonostante ciò, gli studi che ampliano il significato di sito dismesso sono ancora pochi (CABERNET Network, 2006; Krzysztofik *et al.*, 2013; Kim *et al.*, 2017; Loures e Vaz, 2018); ne consegue una evidente difficoltà da parte degli enti competenti nello stimare la consistenza effettiva del fenomeno, in quanto i pochi inventari redatti a scala locale fanno riferimento a criteri non comparabili e spesso poco influenti sulle successive scelte di pianificazione (Filpa *et al.*, 2013).

Per le ragioni esposte, la fase iniziale della ricerca è stata incentrata sulla definizione dei parametri – oggettivi e quantificabili – utili per la determinazione dello stato di dismissione delle aree di cui si compongono i territori comunali. La scelta dei parametri e dei relativi valori soglia è frutto di un lavoro sistematico di analisi e sintesi della letteratura scientifica inerente all’argomento trattato (Tab. 1). Il territorio viene analizzato operando un graduale *screening*, ovvero esaminando progressivamente la macro-scala (livello comunale), la meso-scala (livello sub-comunale), la scala locale (livello di quartiere) ed infine la micro-scala (scala di edificio). Tale analisi viene svolta in ambiente GIS, facendo uso esclusivo di dati *open-source*. Il processo è automatizzato mediante un codice scritto in linguaggio Python (PyQGIS).

Le analisi alla macro-scala hanno lo scopo di ridurre il campo di indagine a quello di interesse per le finalità della ricerca. Per entrambe viene adottato un approccio *grid cell*.

Tab. 1 – Parametri e valori soglia per la determinazione dello stato di dismissione

Variabili	Scala di analisi	Simbolo parametri	Valori soglia	Riferimenti
Classificazione degli insediamenti secondo la definizione universale fornita dalla Commissione Europea	Macro-scala	P_d Pop	<i>Urban centre:</i> $P_d \geq 150$ ab/kmq $Pop \geq 50.000$ ab <i>Urban cluster:</i> $P_d \geq 300$ ab/kmq $Pop \geq 5.000$ ab	(Ritchie e Roser, 2019) (Dijkstra e Poelman, 2012)
Copertura del suolo (percentuale di impermeabilizzazioni del suolo)	Macro-scala	S_s	$S_s \geq 30\%$	(European Commission, 2016) (RECARE, 2016) (Maucha <i>et al.</i> , 2011)
Uso del suolo	Meso-scala	L_u	$L_u =$ A/B/C/D/E/F/G/H/I/ J/K(*)	(European Commission, 2016)
Presenza di edifici inutilizzati e/o incompiuti	Meso-scala	D_b	$D_b \geq 1$	(Loures e Vaz, 2018) (Kim <i>et al.</i> , 2017) (Bartke <i>et al.</i> , 2015) (Krzysztofik <i>et al.</i> , 2013) (CABERNET Network, 2006) (Alker <i>et al.</i> , 2000)
Superficie edificata	Scala locale	B_a	$B_a \geq \max \{200 \text{ mq}; 30\% S_a\}$	(Czech National brownfield database) (UK Brownfield Sites dataset) (European Commission, 2016) (Regione Lombardia, 2010)
Stato di conservazione degli edifici / Vita nominale (in assenza di dati puntuali)	Micro-scala	C_s / R_l	$C_s =$ scadente/degradato $R_l \geq 50$ anni	(Faqih e Zayed, 2021) (Kuijper <i>et al.</i> , 2017) (Straub, 2009) NTC2018

(*) A: tessuto urbano continuo; B: tessuto urbano denso discontinuo; C: tessuto urbano discontinuo a media densità; D: unità industriali, commerciali, pubbliche, militari e private; E: ferrovie e siti associati; F: aree portuali; G: aeroporti; H: siti di estrazione mineraria e discariche; I: siti in costruzione; J: siti senza uso corrente, K: impianti sportivi e ricreativi.

La griglia utilizzata per la classificazione degli insediamenti è la *population grid* diffusa dall'Eurostat, le cui celle quadrate hanno dimensione pari ad 1 km per lato. Al fine di limitare

le successive valutazioni alle aree urbane vengono escluse le aggregazioni di celle classificate come "rurali", adoperando le definizioni e le metodologie fornite dalla OECD-EC (Dijkstra e Poelman, 2012):

- *urban center*: griglia di celle continue di 1 kmq con densità di popolazione (P_d) pari ad almeno 1.500 abitanti per kmq e una popolazione minima (Pop) di 50.000 abitanti. La continuità delle celle non include le diagonali (celle con soli angoli tangenti), ma prevede il riempimento dei vuoti nel cluster (celle circondate da celle classificate come *urban center*);
- *urban cluster*: cluster di celle continue di 1 kmq con densità di popolazione pari ad almeno 300 abitanti per kmq e una popolazione minima di 5.000 abitanti. La continuità delle celle non include le diagonali e non prevede il riempimento dei vuoti nel cluster;
- *griglia di celle rurale*: griglia di celle non compresa né negli *urban centers* né negli *urban clusters*.

Successivamente, vengono mascherate le celle con percentuale di impermeabilizzazione del suolo (S_s) inferiore al 30%. Vengono così escluse dalla valutazione le aree allo stato naturale o con una densità insediativa molto bassa (European Commission, 2016; RECAR, 2016; Maucha *et al.*, 2011). La griglia utilizzata è quella fornita dal *Copernicus Land Monitoring Service*, le cui celle quadrate hanno lato pari a 100 metri.

Terminata la prima discretizzazione nella macro-scala, si analizza l'uso del suolo (L_u) delle celle superstiti. Sebbene in Italia il riferimento in tal senso potrebbe essere rappresentato dallo strumento di pianificazione urbanistica generale comunale (PSC, PGT, etc.), al fine di rendere la metodologia applicabile anche negli altri contesti europei si è deciso di utilizzare l'*European Urban Atlas* reso disponibile anch'esso dal *Copernicus Land Monitoring Service*. L'Atlante diffonde dati aggiornati (l'ultimo, pubblicato nell'aprile 2020, si riferisce all'anno 2018), inter-comparabili e ad alta risoluzione per quanto riguarda l'uso e la copertura del suolo delle 785 *Functional Urban Areas* europee (FUA, composte dalla città e dalle unità circostanti meno densamente popolate ma strettamente connesse a quest'ultima dal punto di vista occupazionale (Dijkstra *et al.*, 2019). Il territorio viene suddiviso in tre classi principali – superfici artificiali, aree agricole ed aree naturali e semi-naturali – a loro volta ripartite in sotto-classi. La metodologia proposta prevede di mascherare le aree agricole, naturali e semi-naturali, nonché, tra le sotto-classi delle superfici artificiali, i tessuti urbani discontinui a densità bassa o molto bassa, le strutture isolate (non pertinenti allo scopo della ricerca), le strade, le aree verdi urbane (in quanto definite come *aree naturali suburbane*, che non includono edifici al loro interno). Permangono quindi i tessuti urbani continui, discontinui densi e discontinui a media densità (uso prevalentemente residenziale); le unità industriali, commerciali, pubbliche, militari e private; le ferrovie ed i siti associati; le aree portuali; gli aeroporti; i siti di estrazione mineraria e le discariche; i siti in costruzione; i siti senza uso corrente; gli impianti sportivi e ricreativi.

L'indagine nella meso-scala prosegue attraverso l'identificazione delle aree nelle quali sono ricompresi edifici inutilizzati (di proprietà pubblica e/o privata) e opere incompiute (D_b). Vengono quindi individuate:

- le celle ricadenti in sezioni censuarie nelle quali si registra la presenza di almeno un edificio non utilizzato (fonte: dati Istat). Il ricampionamento dei dati censuari sulla griglia regolare è stato effettuato mediante l'algoritmo *Zonal statistics* del software QGIS, adattando alle nostre esigenze la metodologia utilizzata dall'Istat per l'elaborazione della distribuzione della popolazione per griglia regolare (Istat, 2018). Nel caso di celle ricomprese parzialmente all'interno di una sezione censuaria, l'eventuale presenza di

- fabbricati non utilizzati viene associata alla suddetta cella solo se l'area di sovrapposizione con la sezione censuaria è ≥ 200 mq;
- le celle nelle quali ricadono immobili di proprietà dello Stato in stato di occupazione “libero” (fonte: OpenDemanio);
 - qualora vi sia disponibilità di dati, le celle nelle quali ricadono opere incompiute (la Regione Lombardia, ad esempio, nel proprio geoportale mette a disposizione degli utenti la mappatura delle opere non ultimate presenti sul territorio regionale).

Le celle contigue che rispettano le condizioni sopra elencate vengono quindi clusterizzate – escludendo dall'aggregazione le celle con soli angoli tangenti (diagonali) – e conformate, tramite l'apposito algoritmo, alla reale geometria delle aree urbane che rappresentano.

L'analisi alla meso-scala viene quindi espletata attraverso il calcolo del totale della superficie edificata (B_a) presente in ciascuna area. Tale quantità dovrà essere maggiore o uguale al valore massimo tra 200 mq (unità minima di superficie costruita ricavata dal confronto tra i soli due inventari nazionali delle aree dismesse redatti da Paesi europei – Cechia ed Inghilterra – ed il censimento effettuato dalla Regione Lombardia tra il 2008 ed il 2010) ed il 30% della superficie complessiva dell'area stessa (S_a). Quest'ultimo valore soglia (European Commission, 2016) fa sì che le aree incluse nelle successive valutazioni non siano caratterizzate da una densità del costruito eccessivamente bassa.

Infine l'analisi nella micro-scala, ovvero a scala di edificio, prevede l'identificazione delle celle nelle quali è presente almeno un edificio in stato di conservazione (C_s) scadente o degradato. Qualora non sia disponibile la cartografia comunale dalla quale ricavare il dato, lo stato di conservazione può essere stimato facendo riferimento alla vita nominale (R_l) dei manufatti, che le NTC2018 (equivalente degli Eurocodici nella legislazione italiana) stabiliscono pari a 50 anni per le *strutture ordinarie*. La vita nominale è definita come il numero di anni nei quali si prevede che le opere, purché soggette a necessaria manutenzione, mantengano specifici livelli prestazionali – in altre parole, rappresenta la durata dell'opera; superato questo limite temporale, quindi, presumibilmente i fabbricati si troveranno in condizioni di conservazione non più soddisfacenti. Il dato è facilmente deducibile da un confronto tra la cartografia odierna ed una realizzata almeno 50 anni prima della data alla quale si svolge l'analisi: un semplice algoritmo in ambiente GIS è in grado di rilevare rapidamente i manufatti realizzati antecedentemente all'epoca di redazione della cartografia “storica”, la cui vita nominale è quindi maggiore o uguale di 50 anni. Per quanto riguarda gli edifici residenziali, i dati relativi allo stato di conservazione – così come quelli inerenti al periodo di costruzione – sono forniti dall'Istat. Per le aree classificate dall'*Urban Atlas* come ad uso preminentemente residenziale, quindi, in assenza di rilievi puntuali è possibile fare riferimento alle variabili censuarie Istat, ricampionando opportunamente i dati mediante l'algoritmo *Zonal Statistics*.

Le aree rispondenti ai requisiti descritti costituiscono potenziali siti dismessi, e diventano oggetto di successive valutazioni inerenti alla *qualità urbana* del sito stesso. Lo stato di dismissione (D_s) può quindi essere interpretato come la seguente funzione parametrica (eq. 1):

$$D_s = f(D_p, Pop, S_s, L_u, D_b, B_a, C_s) \quad (\text{eq. 1})$$

In assenza di dati circa lo stato di conservazione degli edifici, l'equazione diventa (eq. 2):

$$D_s = f(D_p, Pop, S_s, L_u, D_b, B_a, R_l) \quad (\text{eq. 2})$$

Diversi studi di letteratura ritengono l'anno di dismissione una variabile influente nella determinazione della condizione di disuso di un sito (Loures e Vaz, 2018; Dansero e Spaziante, 2016; Krzysztofik *et al.*, 2013; Regione Lombardia, 2010; Grassi, 1989). Tuttavia, a meno che non siano state svolte specifiche indagini a scala locale, tale informazione è difficilmente reperibile e spesso piuttosto incerta. Per queste motivazioni, nella metodologia proposta la variabile non viene contemplata.

3. Un metodo di analisi per la componente ambientale della qualità urbana

La valutazione delle aree in disuso o sotto-utilizzate procede attraverso le analisi relative alla *qualità urbana* del sito e del suo intorno. Non esiste una definizione condivisa di qualità urbana; in questo studio è considerata come il risultato del dualismo tra la dimensione umana e ambientale. Nonostante siano stati trattati separatamente da molte ricerche e dalle tradizionali politiche decisionali, i concetti di vivibilità, qualità della vita e sostenibilità spesso si sovrappongono; tuttavia, mancano ancora studi sulla valutazione della qualità urbana complessiva (Oppio *et al.*, 2018).

La seconda fase del presente lavoro è stata quindi focalizzata sulla revisione sistematica della letteratura sulla qualità urbana, al fine di individuare i parametri che la definiscono e gli indicatori utili a misurarli. Lo studio coinvolge anche l'insieme dei sistemi di certificazione nazionali ed internazionali a carattere volontario ritenuti di maggiore rilevanza: DGNB (Germania), BREEAM (Inghilterra), LEED (Stati Uniti), CASBEE (Giapponese), ITACA e GBC (entrambi italiani).

Dall'esame dei documenti raccolti effettuato fin ora è emerso che la qualità urbana viene fatta coincidere o con la qualità ambientale o con la qualità della vita. Pochissimi studi la considerano come prodotto dell'integrazione tra questi due aspetti. La combinazione dei fattori ambientali e socioeconomici è però fondamentale per valutare globalmente la qualità di un'area urbana (Jun, 2008). Con riferimento alle finalità della ricerca, l'analisi delle due componenti permette di: (i) categorizzare le aree dismesse in base ai rischi presenti (*qualità ambientale*), identificando i siti caratterizzati da condizioni fisiche migliori e livelli di pericolosità più bassi, ed escludendo quelli il cui stato attuale non viene ritenuto sufficiente; (ii) attraverso indagini socioeconomiche nel micro-intorno (*qualità della vita*), individuare le zone urbane affette da una maggiore carenza di servizi – nonché le tipologie di servizi da incrementare – e, in base a ciò, stabilire adeguate priorità di intervento, tenendo conto anche di quanto emerso dalla valutazione della qualità ambientale.

L'analisi sistematica della letteratura e dei sistemi di certificazione condotta fino ad oggi ha permesso di identificare i fattori che concorrono alla definizione della qualità ambientale di un sito (Tab. 2), selezionando quelli maggiormente adoperati nella pratica nazionale ed internazionale e ritenuti significativi in relazione allo scopo della ricerca. Allo stesso modo, sono stati definiti gli indicatori da utilizzare per la loro misurazione (Tab. 2) e i relativi valori soglia o di riferimento, rispetto ai quali effettuare la valutazione. Il processo di individuazione degli elementi utili alla valutazione della qualità della vita è attualmente in fase di elaborazione.

La qualità ambientale costituisce un concetto “contenitore”, e può essere intesa come l'esito dell'effetto combinato di singoli elementi, la cui diversità e numerosità motiva la ricerca di indicatori di sintesi in grado di snellirne l'analisi, senza tuttavia causare un'eccessiva perdita di informazioni (Aiello, 2015).

Tab. 2 – Fattori di valutazione della qualità ambientale

Fattore di valutazione	Simbolo	Indicatori di misurazione
Pericolosità sismica locale	LSH	MOPS
Rischio idrogeologico	H _r	Classi di rischio idrogeologico
Rischio industriale	I _r	Livello di criticità rispetto alla media comunale
Contaminazione del sito	C _l	Presenza/assenza di contaminazione reale o potenziale; Ricomprensione dell'area in un SIN
Qualità dell'aria	AQ	Valori di concentrazione degli inquinanti (SO ₂ ; NO ₂ ; NO _x ; PM ₁₀ ; PM _{2,5} ; Pb; B6H6; CO; As; Cd; Ni; C20H12)
Qualità delle acque	WQ	Stato chimico ed ecologico delle acque superficiali; Stato chimico e quantitativo delle acque sotterranee
Isola di calore urbana superficiale	SUHI	SUHII
Inquinamento acustico	N _p	Classi acustiche
Inquinamento luminoso	L _p	Valori di radianza media rispetto al valore medio comunale

L'attività antropica è certamente la causa principale delle situazioni di *discomfort* cui viene sottoposta la popolazione, ovvero del superamento di determinati valori limite di esposizione entro i quali sono garantiti adeguati livelli di sicurezza e di benessere. Tali valori limite, il più delle volte, sono fissati da direttive Comunitarie; tuttavia, talvolta il compito di stabilire adeguati valori soglia è demandato a ciascuno Stato Membro. Nel presente studio, nei casi in cui non è stato possibile rinvenire valori soglia a livello europeo, si è fatto riferimento alla legislazione nazionale. Qualora invece non siano presenti valori massimi per l'indicatore in esame, è stata operata una procedura di standardizzazione dei risultati per facilitarne la lettura ed una classificazione degli stessi in sei livelli ordinali. Il valore medio comunale dell'indicatore viene posto uguale ad 1, e con questo vengono confrontati i singoli valori rilevati, definendo sei classi di punteggio (PRIM Lombardia) per mezzo del metodo di ottimizzazione di Jenks, che minimizza le differenze (varianza) all'interno delle classi e massimizza quelle tra le classi (Slocum *et al.*, 2005). Il metodo di Jenks risulta particolarmente utile quando sono presenti cluster nei valori dei dati, in quanto mediante un processo iterativo permette di individuare le cosiddette *interruzioni naturali* tra i gruppi di dati. A ciascuna classe (cluster) di valori così ottenuta viene associato un punteggio, che varia

tra 0 – corrispondente ad una condizione insufficiente rispetto alla media comunale – a 5 – corrispondente ad una condizione eccellente rispetto alla media comunale (Tab. 3).

Per alcuni indicatori, come ad esempio lo stato chimico, ecologico e quantitativo delle acque, le classi di valutazione sono già stabilite dalla normativa di riferimento; in questi casi la metodologia proposta si limita ad assegnare i punteggi corrispondenti.

Tab. 3 – Punteggi e valutazioni relativi alle classi ottenute con il metodo di ottimizzazione di Jenks

Classe	Punteggio	Valutazione
I	5	Eccellente
II	4	Buono
III	3	Discreto
IV	2	Sufficiente
V	1	Mediocre
VI	0	Insufficiente

La pericolosità sismica locale è il frutto degli studi di microzonazione sismica (MS), attraverso i quali è possibile individuare e caratterizzare le zone stabili, quelle suscettibili ad amplificazione locale e quelle soggette ad instabilità (Dipartimento della Protezione Civile, 2008). In successione all’emanazione delle NTC2018, la microzonazione sismica ha definitivamente sostituito la zonazione sismica, segnando quindi il passaggio dell’analisi sismica dalla scala comunale a quella di dettaglio. Questo risulta particolarmente utile per orientare le scelte progettuali da effettuare nelle aree urbanizzate nonché, in fase di emergenza, per individuare le aree da destinare alla localizzazione di strutture temporanee. La microzonazione sismica prevede tre livelli di conoscenza: il livello 1, che consiste nella suddivisione del territorio in microzone con comportamento sismico equivalente omogeneo (MOPS, ovvero *Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica*); il livello 2, obbligatorio per i Comuni ricadenti nelle Zone sismiche 2 e 3 e nelle aree PSL suscettibili di amplificazioni sismiche morfologiche e litologiche, che associa alle MOPS il fattore di amplificazione F_a , fornendo la *Carta di microzonazione sismica*; il livello 3, che viene espletato in situazioni locali di particolare complessità, il cui prodotto è rappresentato dalla *Carta di microzonazione sismica con approfondimenti su tematiche o aree particolari*. In base alla microzona nella quale ricadono le aree in esame, l’assegnazione dei punteggi viene effettuata come segue (Tab. 4).

Tab. 4 – Scala di valutazione della pericolosità sismica locale

MOPS	Punteggio
Zone stabili	5
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali	1
Zone suscettibili di instabilità	0

Il rischio idrogeologico è caratterizzato da una molteplicità di sorgenti di pericolo che possono interagire sullo stesso territorio – come frane, esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio, alluvioni fluviali, esondazioni lacustri – connessi alle acque sotterranee e superficiali, siano esse in forma liquida o solida. Come noto, il rischio è il prodotto della

pericolosità (probabilità che si verifichi un evento dannoso di una data intensità entro un certo periodo di tempo), della vulnerabilità e dell’esposizione. Il rischio è quindi fortemente influenzato dall’azione antropica, che ha sia aumentato la possibilità di accadimento dei fenomeni, sia incrementato la presenza di beni e persone esposte. A livello europeo, la Direttiva 2007/60/CE, recepita in Italia attraverso il D.Lgs. 49/2010, istituisce un quadro per la valutazione e la gestione del rischio idrogeologico, limitandosi tuttavia esclusivamente al rischio di alluvioni. A differenza degli altri Paesi europei, la normativa nazionale precedente all’emanazione della Direttiva già da tempo aveva imposto, attraverso l’istituzione delle Autorità di Bacino, la valutazione del rischio determinato da fenomeni idrogeologici. Lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo riguardante il rischio idrogeologico è rappresentato dal PAI (*Piano di Assetto Idrogeologico*, integrato dalle mappe dei Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni), il quale distingue le aree perimetrate in quattro classi di rischio: R1 (rischio moderato), R2 (rischio medio), R3 (rischio elevato), R4 (rischio molto elevato). Con riferimento alla classe di rischio alla quale sono associate le aree in esame, la metodologia proposta assegna i seguenti punteggi (Tab. 5).

Tab. 5 – Scala di valutazione del rischio idrogeologico

Classe di rischio	Punteggio
Rischio assente	5
R1	3
R2	2
R3	1
R4	0

Il rischio industriale deriva dalla presenza di stabilimenti produttivi che detengono o utilizzano sostanze chimiche. La popolazione dell’ambiente circostante è esposta ai danni che un potenziale incidente industriale potrebbe provocare sulle persone – in caso di esposizione a sostanze tossiche rilasciate nell’atmosfera, sulle strutture e sull’ambiente – nonché agli effetti legati alla contaminazione del suolo, delle acque e dell’atmosfera. La Direttiva Europea 2012/18/UE, recepita nella legislazione nazionale attraverso il D.Lgs. 105/2015, fornisce indicazioni relative al controllo del rischio di incidenti rilevanti connessi a sostanze pericolose, invitando gli stati membri a “tenerne conto nelle rispettive politiche in materia di controllo dell’urbanizzazione, destinazione e utilizzazione dei suoli” (Direttiva Europea 2012/18/UE, art. 13, c.1). Per la mappatura del rischio industriale non sono previste classi di riferimento. Per la valutazione, la metodologia pone pari ad 1 il livello di criticità medio comunale, e rispetto a questo definisce l’indice di rischio dei territori. Gli indici vengono quindi classificati attraverso il metodo di ottimizzazione di Jenks in sei livelli, cui corrisponde un punteggio che va da 0 (condizione peggiore) a 5 (condizione migliore).

I siti contaminati sono aree nelle quali, in seguito ad attività umane pregresse o in corso, è stata accertata un’alterazione delle caratteristiche qualitative delle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee tale da rappresentare un rischio per la salute umana (ISPRA, 2019). Il D.Lgs. 152/2006 nella Parte Quarta, Titolo V, definisce “sito contaminato” un sito nel quale i valori delle concentrazioni soglia di rischio (CSR) risultino superati e “sito potenzialmente contaminato” un sito nel quale uno o più valori di concentrazione delle sostanze inquinanti risultino superiori ai valori soglia di contaminazione (CSC), in attesa di determinarne lo stato o meno di contaminazione sulla base delle CSR. La metodologia

prevede l'assegnazione di un punteggio pari a 0 qualora l'area ricada in un sito contaminato; pari ad 1 nel caso ricada in un sito potenzialmente contaminato, e pari a 5 nel caso di sito non contaminato. Qualora l'area in esame ricada in un Sito di Interesse Nazionale (SIN), questa viene esclusa dalle successive valutazioni, essendo i SIN interessati da procedure più complesse rispetto ai siti inquinati di "interesse locale".

L'inquinamento atmosferico costituisce una problematica rilevante per la salute pubblica, principalmente a causa dei suoi effetti patologici sull'apparato respiratorio. La Direttiva Europea 2008/50/CE stabilisce obiettivi di qualità dell'aria, specificando le modalità per la valutazione degli stessi. Vengono inoltre stabiliti valori soglia e valori limite per ogni inquinante compreso nella direttiva: biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_x), particolato PM₁₀ e PM_{2,5}, piombo (Pb), benzene (B6H6) e monossido di carbonio (CO) (Tab. 6). La legislazione italiana ha recepito la Direttiva attraverso il D.Lgs. 155/2010, incorporando le disposizioni della Direttiva 2004/107/CE inerenti ai valori obiettivo e ai valori soglia delle concentrazioni di arsenico (As), Cadmio (Cd), Nichel (Ni) e Benzo(a)pirene (C₂₀H₁₂) (Tab. 7). L'arsenico, il Cadmio ed il Nichel sono infatti agenti cancerogeni umani genotossici per i quali "non esiste una soglia identificabile al di sotto della quale queste sostanze non comportano un rischio per salute umana" (Direttiva 2004/107/CE). Il Benzo(a)pirene viene utilizzato come marker per il rischio cancerogeno degli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente. Le varie Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA) forniscono i dati necessari alla valutazione, che avviene come segue (Tab. 8).

La qualità ambientale dei corpi idrici si riferisce alle caratteristiche chimiche, fisiche, biologiche e radiologiche dell'acqua: è una misura delle sue condizioni in relazione ai requisiti delle specie biotiche e a qualsiasi bisogno umano. Lo stato ambientale è definito come espressione complessiva dello stato chimico e di quello ecologico per i corpi idrici superficiali; dello stato chimico e di quello quantitativo per i corpi idrici sotterranei. La Direttiva Europea 2000/60/CE, recepita in Italia dal D.Lgs. 152/2006 e dalle norme tecniche derivate, stabilisce che gli Stati Membri affrontino la tutela delle acque a livello di bacino idrografico, fissando i parametri per la determinazione degli stati chimici, ecologici e quantitativi e le relative classificazioni. Per le acque sotterranee, ulteriori specifiche sono fornite dalla Direttiva 2006/118/CE, recepita dal D.Lgs. 30/2009. La metodologia prevede l'assegnazione dei punteggi in relazione alle classificazioni stabilite dalle Direttive (Tab. 9). Il punteggio relativo alla qualità delle acque complessiva per l'area esaminata (WQ) viene calcolato mediante la formula (eq. 3):

$$WQ = \left(\frac{\sum_{i=1}^n p_i}{n} \right) * f_r \quad (\text{eq. 3})$$

Dove p_i è il punteggio relativo a ciascun corpo idrico, n è il numero di corpi idrici considerati (ovvero il cui bacino idrografico, o idrogeologico nel caso di corpi idrici sotterranei, interessa l'area in esame) ed f_r è un fattore di riduzione pari a 0,5.

Tab. 6 – Valori limite e valori soglia di concentrazione ai sensi della Direttiva 2008/50/CE

Inquinante	Valore limite	Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore
SO ₂	125 µg/mc ^(**) 350 µg/mc ^(****) , da non superare più di 24 volte per anno civile	60% del valore limite sulle 24 ore (75 µg/mc da non superare più di 3 volte per anno civile)	40% del valore limite sulle 24 ore (50 µg/mc da non superare più di 3 volte per anno civile)
NO ₂	40 µg/mc ^(*)	70% del valore limite orario (140 µg/mc da non superare più di 18 volte per anno civile); 80% del valore limite annuale (32 µg/mc)	50% del valore limite orario (100 µg/mc da non superare più di 18 volte per anno civile); 50% del valore limite orario (100 µg/mc da non superare più di 18 volte per anno civile); 65% del valore limite annuale (26 µg/mc)
NO _x	30 µg/mc ^(*)	80% del livello critico annuale (24 µg/mc)	65% del livello critico annuale (19,5 µg/mc)
PM ₁₀	40 µg/mc ^(*) 50 µg/mc ^(**) , da non superare più di 35 volte per anno civile	70% del valore limite annuale (28 µg/mc)	50% del valore limite annuale (20 µg/mc)
PM _{2,5}	25 µg/mc ^(*)	70% del valore limite annuale (17 µg/mc)	50% del valore limite annuale (12 µg/mc)
Pb	0,5 µg/m ³ ^(*)	70% del valore limite annuale (0,35 µg/mc)	50% del valore limite (0,25 µg/mc)
B ₆ H ₆	5,0 µg/m ³ ^(*)	70% del valore limite annuale (3,5 µg/mc)	40% del valore limite annuale (2 µg/mc)
CO	10 mg/ m ³ ^(****)	70% del valore limite sulla media di 8 ore (7 mg/mc)	50% del valore limite sulla media di 8 ore (5 mg/mc)

(*) Media annuale, ossia 90 % dei valori di 1 ora o (se non disponibile) dei valori di 24 ore nel corso dell'anno.

(**) Valori su 24 ore, ossia 75 % delle medie orarie (ossia almeno 18 valori orari).

(***) Valore medio massimo giornaliero su 8 ore, ossia 75 % delle concentrazioni medie consecutive su 8 ore calcolate in base a dati orari (ossia 18 medie su 8 ore al giorno).

(****) Valori su 1 ora, ossia 75 % (ossia 45 minuti).

Tab. 7 – Valori obiettivo e valori soglia di concentrazione ai sensi della Direttiva 2004/107/CE

Inquinante	Valore obiettivo ^(****)	Soglia di valutazione superiore	Soglia di valutazione inferiore
As	6,0 ng/mc	60% (3,6 ng/mc)	40% (2,4 ng/mc)
Cd	5,0 ng/mc	60% (3 ng/mc)	40% (2 ng/mc)
Ni	20,0 ng/mc	70% (14 ng/mc)	60% (0,6 ng/mc)
C ₂₀ H ₁₂	1,0 ng/mc	50% (10 ng/mc)	40% (0,4 ng/mc)

(****) Riferito al tenore totale di ciascun inquinante presente nella frazione PM₁₀ del materiale particolato, calcolato come media su un anno civile.

Tab. 8 – Scala di valutazione della qualità dell’aria

Valore di concentrazione dell’inquinante (x)	Punteggio
$x <$ soglia di valutazione inferiore	5
soglia di valutazione inferiore $< x <$ soglia di valutazione superiore	3
soglia di valutazione superiore $< x <$ valore limite/valore obiettivo	1
$x >$ valore limite/valore obiettivo	0

Tab. 9 – Scala di valutazione della qualità delle acque

Corpi idrici superficiali	Punteggio
<i>Stato ecologico</i>	
Elevato	5
Buono	4
Sufficiente	2
Scarso	1
Cattivo	0
<i>Stato chimico</i>	
Buono	4
Mancato conseguimento dello stato buono	0
Corpi idrici sotterranei	
<i>Stato chimico</i>	
Buono	4
Scarso	0
<i>Stato quantitativo</i>	
Buono	4
Scarso	0

Con “isola di calore urbana” (*Urban Heat Island*, UHI) si intende la differenza positiva di temperatura esistente tra le zone urbane e le circostanti zone rurali. Nella stagione estiva, il fenomeno comporta effetti diretti e indiretti negativi: la popolazione è esposta a temperature più elevate e per un periodo più lungo, gli spazi esterni sono meno vivibili, il maggiore utilizzo di impianti di condizionamento comporta un aumento dell’inquinamento ambientale (Petralli, 2019). La letteratura sull’argomento individua tre tipologie di UHI (Oke, 1995) correlate tra loro: l’isola di calore atmosferica (*Atmospheric UHI*, AUHI); l’isola di calore di superficie (*Surface UHI*, SUHI), l’isola di calore del sottosuolo (*subsurface UHI*). In relazione agli scopi della ricerca ed alla reperibilità di dati, la metodologia proposta analizza la SUHI. L’indicatore utilizzato per quantificare l’intensità della SUHI nelle diverse zone

della città è denominato SUHII (*Surface Urban Heat Island Intensity*), ed è definito come differenza tra la temperatura della zona in esame e quella rurale. I dati necessari, ovvero la *Land Surface Temperature* (LST) delle diverse aree vengono ottenuti mediante il metodo di Ndossi e Avdan (2016), utilizzando il plugin PyQGIS sviluppato dagli stessi autori ed immagini satellitari Landsat rilevate nei mesi più caldi dell'anno, con copertura nuvolosa inferiore al 10%. I valori di SUHII vengono classificati attraverso il metodo di ottimizzazione di Jenks in sei livelli, cui corrisponde un punteggio che va da 0 a 5.

L'inquinamento acustico indica livelli di rumore tali da provocare fastidio o disturbo al riposo e alle attività umane, pericolo per la salute, interferenze con le normali funzioni degli ambienti, deterioramento degli ecosistemi, dei beni materiali, degli ambienti abitativi ed esterni. La Direttiva Europea 2002/49/CE introduce due descrittori acustici per l'elaborazione delle mappature acustiche, L_{den} (livello giorno-sera-notte, per determinare il fastidio) ed L_{night} (livello notte, per determinare i disturbi del sonno), delegando agli Stati Membri il compito di stabilirne i relativi valori limite. Nonostante l'Italia abbia recepito la Direttiva con il D.Lgs. 194/2005, nella maggior parte dei casi le normative di riferimento utilizzate sono ancora la L. 447/1995 ed i DPCM del 1° marzo 1991 e del 14 novembre 1997. La legge prevede che i Comuni provvedano alla classificazione acustica del proprio territorio sulla base dei principali usi urbanistici, siano essi già realizzati o in previsione. Per ogni classe – sei in tutto – sono stabiliti dei valori limite (di emissione, assoluti di immissione e di qualità) riferiti al descrittore acustico $L_{eq}(A)$ (descrittore acustico continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A"). La metodologia opera una valutazione sulla base della classificazione acustica comunale vigente (dunque ai livelli di rumore attuali o previsti), in relazione all'utilizzo futuro che si intende assegnare alle aree in esame – categoria ricompresa nella classe acustica I (Tab. 10).

Tab. 10 – Scala di valutazione dell'inquinamento acustico

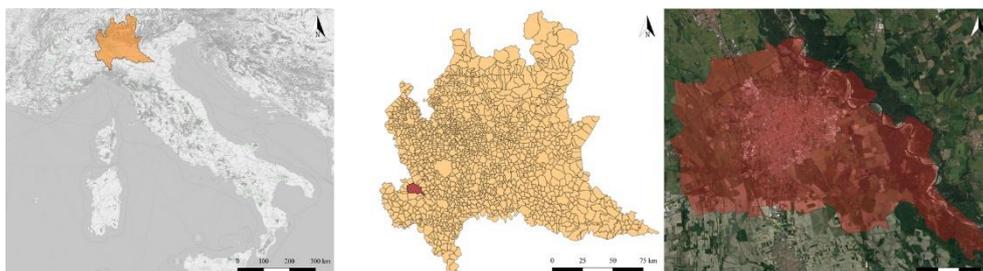
Classe	Descrizione	$L_{eq}(A)$	$L_{eq}(A)$	$L_{eq}(A)$	Punteggio
		diurno- notturno emissione [dB(A)]	diurno- notturno immissione [dB(A)]	diurno- notturno qualità [dB(A)]	
I	Aree particolarmente protette (aree ospedaliere, scolastiche, parchi pubblici, aree destinate al riposo e allo svago, etc.)	45-50	50-40	47-37	5
II	Aree ad uso prevalentemente residenziale	40-40	55-45	52-42	4
III	Aree di tipo misto	55-45	60-50	57-47	2
IV	Aree di intensa attività umana	60-50	65-55	62-52	1
V	Aree prevalentemente industriali	65-55	70-60	67-57	0
VI	Aree esclusivamente industriali	65-65	70-70	70-70	0

L'inquinamento luminoso è un problema che riguarda anche la salute umana: diversi studi hanno dimostrato la correlazione tra l'esposizione alla luce artificiale esterna notturna e l'inibizione della produzione di melatonina, che può causare disturbi del sonno e l'insorgenza di tumori (Garcia-Saenz *et al.*, 2020; Kogevinas *et al.*, 2018; Aubè *et al.*, 2013). Nonostante ciò, le Direttive e le Normative a riguardo (come, ad esempio, la Norma UNI 10819) affrontano il problema solo da un punto di vista energetico o di inquinamento della volta celeste (dispersione del flusso luminoso artificiale verso l'alto), non fissando alcun limite di esposizione per quanto concerne la salute della popolazione. La valutazione viene effettuata per mezzo delle immagini satellitari composite a radianza media VIIRS DNB (*Visible Infrared Imaging Radiometer Suite Day/Night Band*) su base annuale prodotte dall'*Earth Observation Group* (EOG). Il valore medio di radianza media del comune viene posto uguale ad 1; attraverso il metodo di ottimizzazione di Jenks i valori di radianza media, espressi in nW/cmq/sr, vengono classificati in sei livelli, cui corrisponde un punteggio che va da 0 a 5. Al termine delle valutazioni relative ai singoli parametri, i punteggi ottenuti per ciascuno di essi devono essere aggregati per ottenere un livello di qualità ambientale complessivo. Non tutti i parametri influiscono in egual modo nella determinazione della qualità ambientale di un sito. Alcuni fattori hanno un impatto maggiore rispetto ad altri, e questo deve essere considerato mediante un'opportuna ponderazione degli stessi. Ciò implica l'utilizzo del metodo WLC (*Weighted Linear Combination*, metodo analitico molto utilizzato quando si affronta un processo decisionale multi-attributo). La ponderazione dei parametri sarà oggetto del prosieguo della ricerca, a seguito della definizione dei fattori utili alla valutazione della qualità della vita.

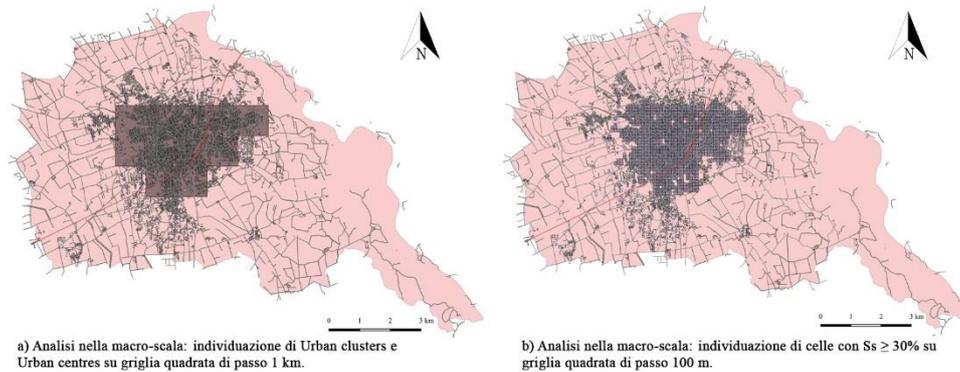
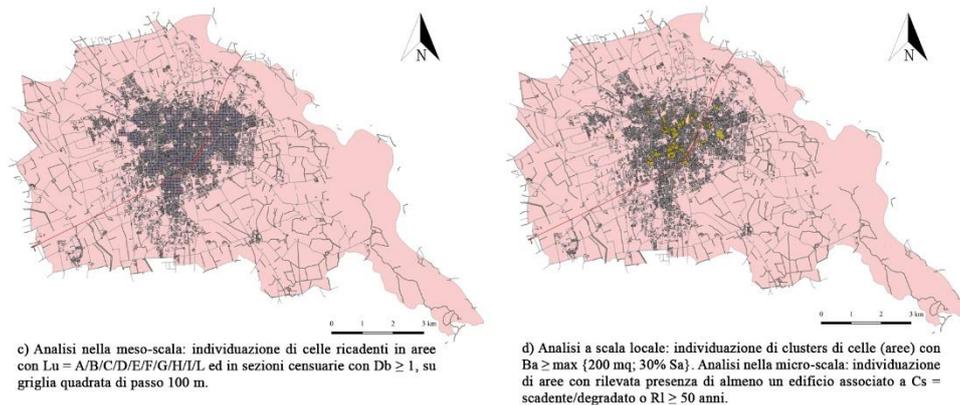
4. I primi risultati della sperimentazione

In questo studio la metodologia di valutazione proposta è stata applicata nel Comune di Vigevano (Fig. 1), comune in provincia di Pavia di circa 63.630 abitanti con un'estensione territoriale di 82,27 kmq e densità abitativa piuttosto elevata (773,47 ab/kmq). La Lombardia, regione in cui ricade l'area di studio, è stata la più colpita dall'emergenza Covid-19; la sperimentazione in una realtà lombarda è quindi di particolare interesse per i fini della ricerca.

Fig. 1 – Localizzazione del caso studio

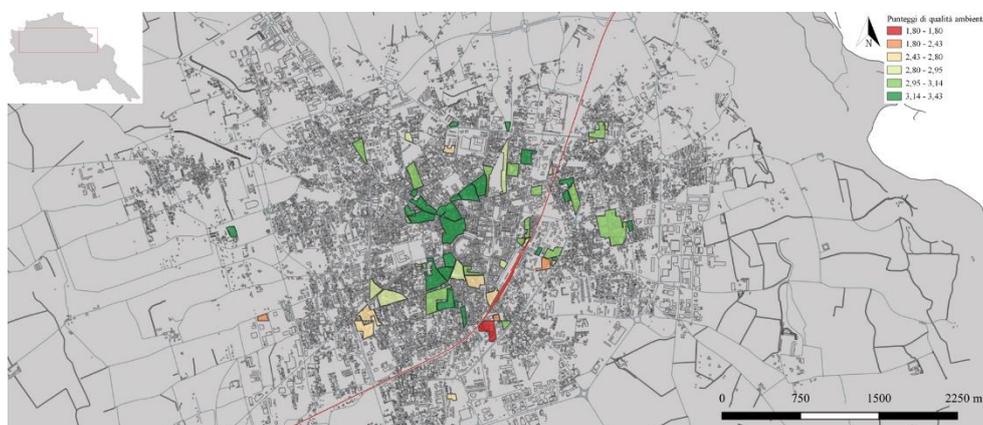


Dopo aver raccolto i dati necessari dai diversi database *open-source*, parte di essi è stata processata attraverso lo script PyQGIS, producendo una progressiva discretizzazione del territorio comunale (Fig. 2.1 e Fig. 2.2).

Fig. 2.1 – Workflow dello script PyQGIS: analisi nella macro-scala**Fig. 2.2 – Workflow dello script PyQGIS: analisi nella meso-scala e a scala locale**

Il risultato di questa prima fase è stata l'individuazione dell'insieme delle potenziali aree dismesse da sottoporre al successivo processo di valutazione. L'affidabilità del metodo di rilevazione è stata confermata dal raffronto dei risultati ottenuti con lo *shapefile* “Aree della Rigenerazione” fornito dal geoportale della Regione Lombardia, contenente dati aggiornati ed elaborati a partire dal censimento delle aree dismesse del 2008/2010. La quasi totalità delle Aree della Rigenerazione identificate nel contesto territoriale di nostro interesse sono ricomprese all'interno delle aree identificate dallo script; solo tre Aree della Rigenerazione non sono state rilevate dal processo in QGIS a causa della mancata rispondenza al valore limite dei parametri E_v e/o C_s . Ciò è imputabile allo scarto temporale esistente tra l'ultimo aggiornamento dei dati resi disponibili dalla Regione Lombardia (gennaio 2019) e quello delle variabili censuarie fornite dall'Istat (2011).

La valutazione inerente alla qualità ambientale delle aree individuate è stata anch'essa svolta in ambiente GIS.

Fig. 3 – Risultati della valutazione della qualità ambientale

Secondo la legenda cromatica utilizzata (Fig. 3), alle aree in verde scuro sono associate le migliori condizioni di qualità ambientale. Il confronto tra i punteggi ottenuti dai diversi siti può quindi essere utile durante il processo decisionale per identificare le zone che offrono un più alto *comfort* ambientale, soprattutto nel momento in cui devono essere effettuate scelte localizzative che interessano aree adiacenti o prossime. Inoltre, l'analisi delle condizioni ambientali permette di escludere dalle successive valutazioni le aree che non raggiungono adeguati livelli di sicurezza e protezione della salute umana.

5. Conclusioni e futuri sviluppi della ricerca

La recente crisi sanitaria ha messo in luce l'inadeguatezza quantitativa e funzionale dei servizi urbani. Strutture sanitarie, scuole, verde pubblico e spazi per il tempo libero necessitano di essere incrementati e migliorati per garantire il soddisfacimento dei bisogni concreti e fondamentali dei cittadini. Tuttavia, la disponibilità di terreni liberi ed edificabili all'interno delle aree urbane è praticamente nulla (Perovic e Kurtović Folić, 2012), e allo stesso tempo la necessità di ridurre l'*urban sprawl* e di rispettare il concetto di *compattezza urbana* (Abdullahi e Pradhan, 2015) esclude la possibilità di localizzare tali servizi in aree decentrate. Il recupero a scopo sociale dei siti in disuso o sottoutilizzati presenti nelle città rappresenta l'opportunità di soddisfare i bisogni emersi mantenendo fede ai principi di sostenibilità.

La ricerca propone una metodologia GIS-based per l'individuazione e la valutazione della qualità urbana delle aree dismesse presenti nei territori comunali, con il fine di assegnare loro una nuova destinazione d'uso di pubblica utilità. Il caso studio implementato nel Comune di Vigevano ha dimostrato l'affidabilità del processo di *screening* del territorio ed ha permesso una prima classificazione delle aree rilevate sulla base della loro *qualità ambientale*. Attraverso il processo in ambiente GIS è stato possibile identificare i siti urbani caratterizzati da condizioni di disuso o sottoutilizzo, ed effettuare la valutazione degli stessi in relazione alle condizioni di rischio e di *comfort* che li caratterizzano. Questo ha portato ad una prima classificazione delle aree rilevate, permettendo di escludere quelle associate ad un'esposizione al rischio elevata e ad insufficienti condizioni di benessere, e quindi non adatte da un punto di vista fisico all'installazione di nuove dotazioni territoriali.

Per completare l'analisi della qualità urbana, nel prosieguo della ricerca saranno definiti gli indicatori socioeconomici utili alla valutazione della *qualità della vita* delle aree e del relativo micro-intorno, ovvero in grado di definire le zone maggiormente carenti dal punto di vista dei servizi. La ponderazione dei punteggi permetterà di aggregare gli stessi calibrandone l'importanza.

In situazioni emergenziali come quella appena avvenuta, uno strumento in grado di identificare rapidamente i siti maggiormente adatti ad ospitare strutture temporanee e di prima accoglienza può rivelarsi molto utile agli enti di Protezione Civile. Si tratta di costruire in maniera collaborativa forme nuove di vivere urbano, che incorporino regole e soluzioni emerse dall'attuale stato emergenziale e le rendano elementi di base di nuovi stili di vita (d'Antonio, 2020).

Riferimenti bibliografici

- Abdullahi S., Pradhan, B. (2015), "Sustainable Brownfields Land Use Change Modeling Using GIS-based Weights-of-Evidence Approach". *Applied Spatial Analysis and Policy*, vol. 9, pp. 21-38. Doi: 10.1007/s12061-015-9139-1.
- Acuto M. (2020), "COVID-19: Lessons for an Urban(izing) World". *One Earth*, vol. 2, n. 4, pp. 317-319. Doi: 10.1016/j.oneear.2020.04.004.
- Aiello F. (2015), *La qualità dell'ambiente in Calabria*, <http://www.opencalabria.com/la-qualita-dellambiente-in-calabria> (ultimo accesso: 17 luglio 2020).
- Alker S., Joy, V., Roberts, P., Smith, N. (2000) "The definition of Brownfield". *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 43, n. 1, pp. 49-69.
- Aubè M., Roby, J., Kocifaj, M. (2013), "Evaluating Potential Spectral Impacts of Various Artificial Lights on Melatonin Suppression, Photosynthesis, and Star Visibility". *PLoS ONE*, vol. 8, n. 7. Doi: 10.1371/journal.pone.0067798.
- Baratta L. (2018), "Non solo Tav: in Italia ci sono 647 opere incompiute da oltre trent'anni". *Linkiesta*, <https://www.linkiesta.it/2018/08/non-solo-tav-in-italia-ci-sono-647-opere-incompiute-da-oltre-trentanni/> (ultimo accesso: 14 settembre 2020).
- Bartke S., Martinat, S., Klusáček, P., Pizzol, L., Alexandrescu, F., Frantal, B., Critto, A., Zabeo, A. (2016), "Targeted selection of brownfields from portfolios for sustainable regeneration: User experiences from five cases testing the Timbre Brownfield Prioritization Tool". *Journal of Environmental Management*, vol. 184, pp. 94-107.
- Bartke S., Shwarze, R. (2015), "No perfect tools: Trade-offs of sustainability principles and user requirements in designing support tools for land-use decisions between greenfields and brownfields". *Journal of Environmental Management*, vol. 153, pp. 11-24.
- Bontempi E., Vergalli, S., Squazzoni, F. (2020), "Understanding COVID-19 diffusion requires an interdisciplinary, multi-dimensional approach". *Environmental Research*, vol. 188. Doi: 10.1016/j.envres.2020.109814.
- BRE Global Limited (2016), *BREEAM Communities Technical Manual: version SD202 – 1.1*.
- Coccia M. (2020), "Factors determining the diffusion of COVID-19 and suggested strategy to prevent future accelerated viral infectivity similar to COVID". *Science of The Total Environment*, vol. 729. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138474.
- Commissione Europea (2011), COM(2011) 571: *Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale Europeo e al Comitato delle Regioni. Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego delle risorse*, Bruxelles.

- CzechInvest, National brownfield database (*Národní databáze brownfieldů*), <https://brownfielddy.czechinvest.org/aplikace/bf-public-x.nsf/bfs.xsp?AreaTotalTo=150> (ultimo accesso: 22 dicembre 2019).
- d'Antonio S. (2020), "5 proposte per costruire le città dopo il Coronavirus". *cheFare*, <https://www.che-fare.com/cittaa-covid-proposte-ripartire/> (ultimo accesso: 14 settembre 2020).
- Dansero E., Spaziantè, A. (2016), "Scoprire i vuoti industriali: analisi e riflessioni a partire da censimenti e mappature di aree industriali dismesse a Torino", in (a cura di) Armano E., Dondona, C.A., Ferlaino F., *Postfordismo e trasformazione urbana. Casi di recupero di vuoti industriale e indicazioni per le politiche nel territorio torinese*. Ires Piemonte, Torino, Italy.
- DGNB GmbH (2016), *DGNB System Basics. Urban Districts/Office and Business Districts, Version 2016*.
- Dijkstra L., Poelman, H., Veneri, P. (2019), "The EU-OECD Definition of a Functional Urban Area". *OECD Regional Development Working Papers*, n. 2019/11.
- Dijkstra L., Poelman, H. (2012), *Cities in Europe. The new OECD-EC Definition*, https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/focus/2012_01_city.pdf (ultimo accesso: 19 dicembre 2019).
- Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome (2008), *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica*. Dipartimento della Protezione Civile, Roma.
- Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2000/60/CE del 23 ottobre che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
- Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2002/49/CE del 25 giugno relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale.
- Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2004/107/CE del 15 dicembre concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nickel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente.
- Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2006/118/CE del 12 dicembre sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2007/60/CE del 23 ottobre relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni.
- Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2008/50/CE del 21 maggio relativa all'aria ambiente per un'aria più pulita in Europa.
- Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio 2012/18/UE del 4 luglio sul controllo del pericolo di incidenti rilevanti connessi con sostanze pericolose.
- Dlgs. 19 agosto 2005, n.194.
- Dlgs. 3 aprile 2006, n.153.
- Dlgs. 16 marzo 2009, n.30.
- Dlgs. 23 febbraio 2010, n.49.
- Dlgs. 13 agosto 2010, n.155.
- Dlgs. 26 giugno 2015, n.105.
- D.P.C.M. 1 marzo 1991.
- D.P.C.M. 14 novembre 1997.
- European Commission (2016), *Mapping Guide for a European Urban Atlas*,

- European Data Portal, UK Brownfield Sites dataset,
<https://www.europeandataportal.eu/data/datasets/brownfield-sites3?locale=en> (ultimo accesso: 22 dicembre 2019).
- Faqih F., Zayed, T. (2021), "A comparative review of building component rating systems". *Journal of Building Engineering*, vol. 33. Doi: 10.1016/j.job.2020.101588.
- Ferber U., Grimski, D., Millar, K., Nathanail, P. (2006), *Sustainable Brownfield Regeneration: CABERNET Network Report*. University of Nottingham, University Park, Nottingham, UK.
- Filpa A., Lenzi, S., La Magna, G. (2013), "La geografia dell'Italia da riutilizzare", in Filpa A., Lenzi, S. (ed.) *WWF Report: Riutilizziamo l'Italia, dal censimento del dismesso scaturisce un patrimonio di idee per il futuro del Belpaese*. WWF Italia, Italia, pp. 13-28. ISBN 9788890662935.
- Florida R., Pedigo, S. (2020), "How our cities can reopen after the COVID-19 pandemic. A ten-point preparedness plan for our communities". *Brookings*, <https://www.brookings.edu/blog/the-avenue/2020/03/24/how-our-cities-can-reopen-after-the-covid-19-pandemic/> (ultimo accesso: 8 settembre 2020).
- Garcia-Saenz A., Sanchez de Miguel, A., Espinosa, A., [...], Jogevinas, M. (2020), "Association between outdoor light-at-night exposure and colorectal cancer in Spain (MCC-Spain study)". *Epidemiology* (in stampa).
- Grassi A. (1989), "Un caso di politica e gestione territoriale: les grandes friches industrielles in Francia", in Arup Associates, *La città Europea. Nuove città e vecchi luoghi di lavoro*. Ente Autonomo Fiere di Bologna, Bologna, Italy.
- Green Building Council Italia (2015), *Sistema di verifica GBC Quartieri*.
- ISPRA – Istituto Superiore per Protezione e la Ricerca Ambientale (2019), *Siti contaminati*, <https://www.isprambiente.gov.it/it/attivita/suolo-e-territorio/siti-contaminati> (ultimo accesso: 9 settembre 2020).
- Istat – Istituto Nazionale di Statistica (2018), *Nota tecnica per l'elaborazione della distribuzione della popolazione censuaria per griglia regolare*, https://www.istat.it/it/files/2015/04/Nota_Tecnica.pdf (ultimo accesso: 14 settembre 2020).
- ITACA – Istituto per l'Innovazione e Trasparenza degli Appalti e la Compatibilità Ambientale (2016), *Protocollo ITACA a Scala Urbana*.
- JSBC – Japan Sustainable Building Consortium (2012), *CASBEE for Cities. Technical Manual (2012 Edition)*.
- Jun B.W. (2008), "A spatial multicriteria analysis approach to urban quality of life assessment". *Journal of Korea Association of Geographic Information Studies*, vol. 11, n. 4, pp. 122-138.
- Kim G., Miller, P.A., Nowak, D.J. (2018), "Urban vacant land typology: A tool for managing urban vacant land". *Sustainable Cities and Society*, vol. 36, pp. 144-156.
- Kogevinas M., Garcia-Saenz, A., Sanchez de Miguel, A., [...], Castano-Vinyals, G. (2018), "Exposure to Artificial Light-At-Night and Obesity in a Population-Based Case-Control Study in Spain (MCC-Spain)", Proceedings of International Society for Environmental Epidemiology (ISEE) Annual Conferences, *Addressing Complex Local and Global Issues in Environmental Exposure and Health*. Ottawa, Canada, August 26-30, 2018.

- Krzysztofik R., Kantor-Pietraga, I., Spórna, T. (2013), "A dynamic approach to the typology of functional derelict areas (Sosnowiec, Poland)". *Moravian Geographical Reports*, vol. 21, n. 2.
- Kuijper R., Bezemer, D. (2017), "Standardization of Condition Assessment Methodologies for Structure", [https://www.donbureau.nl/files/22/Standardization of condition assessment methodologie for structures.pdf](https://www.donbureau.nl/files/22/Standardization_of_condition_assessment_methodologie_for_structures.pdf) (ultimo accesso 7 luglio 2020).
- L. 26 ottobre 1995, n. 447.
- Loures L., Vaz, E. (2018), "Exploring expert perception towards brownfield redevelopment benefits according to their typology". *Habitat International* 2018, vol. 72, pp. 66-76.
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (2018), *Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»*. S.O. alla GURI n. 42, 20 febbraio 2018.
- Martinat S., Navratil, J., Hollander J.B., Trojan, J., Klapka, P., Klusacek, P., Kalok, D. (2018) "Re-reuse of regenerated brownfields: Lessons from an Eastern European post-industrial city". *Journal of Cleaner Production*, vol. 188, pp. 536-545.
- Maucha G., Büttner G., Kosztra, B. (2011), "European Validation of GMES FTS Soil Sealing Enhancement Data". 31st European Association of Remote Sensing Laboratories Symposium, *Remote Sensing and Geoinformation not only for Scientific Cooperation*. Prague, Czech Republic, May 30-June 2, 2011.
- Ndossi M. I., Avdan, U. (2016), "Application of Open Source Coding Technologies in the Production of Land Surface Temperature (LST) Maps from Landsat: A PyQGIS Plugin". *Remote Sensing*, vol. 8, n. 413. Doi: 10.3390/rs8050413.
- Norma UNI 10819:1999.
- Oke T. R. (1995), "The heat island characteristics of the urban boundary layer: Characteristics, causes and effects". *Wind Climate in Cities*, pp. 81-107.
- OpenDemanio – Geolocalizzazione degli immobili dello Stato, <https://dati.agenziademanio.it/#/geolocalizzazione> (ultimo accesso: 17 settembre 2020).
- Oppio A., Bottero, M., Arcidiacono, A. (2018), "Assessing urban quality: a proposal for a MCDA evaluation framework". *Annals of Operations Research*. Doi: 10.1007/s10479-017-2738-2.
- Paital B. (2020), "Nurture to nature via COVID-19, a self-regenerating environmental strategy of environment in global context". *Science of The Total Environment*, vol. 729. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139088.
- Paolella A. (2013), "Riutilizziamo l'Italia: un grande progetto culturale e di partecipazione attiva", in Filpa A., Lenzi, S. (ed.), WWF Report: Riutilizziamo l'Italia, dal censimento del dismesso scaturisce un patrimonio di idee per il futuro del Belpaese. WWF Italia, Italia, pp. 7-12. ISBN 9788890662935.
- Perovic S., Kurtović Folić, N. (2012), "Brownfield regeneration – Imperative for sustainable urban development". *Gradevinar*, vol. 64, n. 5, pp. 373-383. Doi: 10.14256/JCE.656.2012.
- Petralli M. (2019), *Isola di calore urbana: gli effetti sulla salute nel periodo estivo e invernale*, <https://www.toscanamedica.org/2016-07-20-10-47-07/redazione/109-toscana-medica/clima-e-salute/849-isola-di-calore-urbana-gli-effetti-sulla-salute-nel-periodo-estivo-e-invernale> (ultimo accesso: 3 settembre 2020).
- PRIM Lombardia – Programma Regionale Integrato di Mitigazione dei Rischi, <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioServizio/servizi-e-informazioni/Enti-e-Operatori/Protezione-civile/Prevenzione-integrata-dei->

- rischi/programma-regionale-integrato-mitigazione-rischi (ultimo accesso: 13 settembre 2020).
- RECARE (2016), *Fact sheet - Soil Sealing*, http://www.recare-hub.eu/images/articles/Soil_Threats/Soil_Sealing/FactSheet_Soil_SealingFinal.pdf (ultimo accesso: 14 dicembre 2019).
- Regione Lombardia (2010), *Aree dismesse*, <https://www.dati.lombardia.it/Territorio/Aree-Dismesse/tcmm-ht84> (ultimo accesso: 22 dicembre 2019).
- Ritchie H., Roser, M. (2019), *Urbanization*, [https://ourworldindata.org/urbanization#:~:text=Urban%20centre%3A%20must%20have%20a,square%20kilometre%20\(km2\)](https://ourworldindata.org/urbanization#:~:text=Urban%20centre%3A%20must%20have%20a,square%20kilometre%20(km2)) (ultimo accesso: 16 dicembre 2019).
- Setti L., Passarini F., De Gennaro. G., Barbieri, P., Perrone, M.G., Borelli, M., Palmisani, J., Di Gilio, A., Piscitelli, P., Miani, A. (2020), "Airborne transmission route of covid-19: why 2 meters/6 feet of inter-personal distance could not be enough". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 8. Doi: 10.3390/ijerph17082932.
- Slocum T.A., McMaster, R.B., Kessler, F.C., Howard, H.H. (2005), *Thematic Cartography and Geographic Visualization*. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, USA.
- Straub A. (2009), "Dutch standard for condition assessment of buildings". *Structural Survey*, vol. 27, n. 1, pp. 23-35.
- U.S. Green Building Council (2018), *LEED v4 for Neighborhood Development*.
- Vianello D. (2020), "[Tempi di Covid-19] L'urbanistica ai tempi della pandemia. Appunti per una riflessione: Interventi a breve e prospettive a medio e lungo termine". *Audis*, <http://audis.it/dall-associazione/-tempi-di-covid-19-l-urbanistica-ai-tempi-della-pandemia/> (ultimo accesso: 11 settembre 2020).

Mauro Francini

Dipartimento di Ingegneria Civile, Università della Calabria
Ponte Pietro Bucci, Arcavacata di Rende, CS (Italy)
email: mauro.francini@unical.it

Nicole Margiotta

Dipartimento di Ingegneria Civile, Università della Calabria
Ponte Pietro Bucci, Arcavacata di Rende, CS (Italy)
email: nicole.margiotta@unical.it

Annunziata Palermo

Dipartimento di Ingegneria Civile, Università della Calabria
Ponte Pietro Bucci, Arcavacata di Rende, CS (Italy)
email: annunziata.palermo@unical.it

Maria Francesca Viapiana

Dipartimento di Ingegneria Civile, Università della Calabria
Ponte Pietro Bucci, Arcavacata di Rende, CS (Italy)
email: mf.viapiana@unical.it

