

TERRITORY OF RESEARCH ON
SETTLEMENTS AND ENVIRONMENT
INTERNATIONAL JOURNAL
OF URBAN PLANNING

26



**Nature Based
Solutions for urban
planning**



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI NAPOLI FEDERICO II
CENTRO INTERDIPARTIMENTALE L.U.P.T.

Federico II University Press



fedOA Press

Vol. 14 n. 1 (JUNE 2021)
e-ISSN 2281-4574

Table of contents / Sommario

Editorial / Editoriale

The application of Nature Based Solutions in urban planning: potential and limits of a multidisciplinary technical knowledge still on going/ *L'applicazione delle Nature Based Solutions nella pianificazione urbanistica: potenzialità e limiti di un sapere tecnico multidisciplinare ancora in formazione*

Antonio ACIERNO

7

Papers / Interventi

From NBS to a soft city: a unavoidable step / *Dalle NBS alla città morbida: un passaggio inevitabile*

Vittoria CRISOSTOMI

19

Nature-based Solution for an integrated and resilient management of the urban water system: the case study of the municipality of Salt / *Nature-based Solution per una gestione integrata e resiliente del sistema idrico urbano: caso studio nel quartiere Ajuntament de Salt*

Gianmarco DI GIUSTINO, Gianfranco POZZER, Giulia LUCERTINI

33

Sustainable planning: the urban bioregion / *Pianificare sostenibile: la bioregione urbana*

Domenico PASSARELLI

47

Identifying and Reviewing Green Building Alternatives for Navi Mumbai: A Comparative Analysis of Green Building Rating Systems in India / *Identificazione e revisione delle alternative di bio-edilizia per Navi Mumbai: un'analisi comparativa dei sistemi di valutazione degli edifici verdi in India*

Simranjot SINGH, Sanjay MISHRA

59

Understanding mass rapid transit system related urban development of existing core areas in a city: case study of Kolkata / *Comprendere lo sviluppo urbano correlato al sistema di trasporto rapido di massa delle aree centrali esistenti in una città: il caso studio di Calcutta*

Abhiroop DAS, Sanjib NAG

79

Transformation of Berhampore Municipal Surrounding Area from Concentric Zone to Multiple Nuclei Zones / *Trasformazione dell'area in prossimità di Berhampore: da zona concentrica a zone a nuclei multipli*

Subham KUMAR ROY, Subrata BISWAS

97

Sections / Rubriche

Book reviews / *Recensioni*

115

Exhibitions / *Mostre*

123

Interviews, studies / *Interviste, studi*

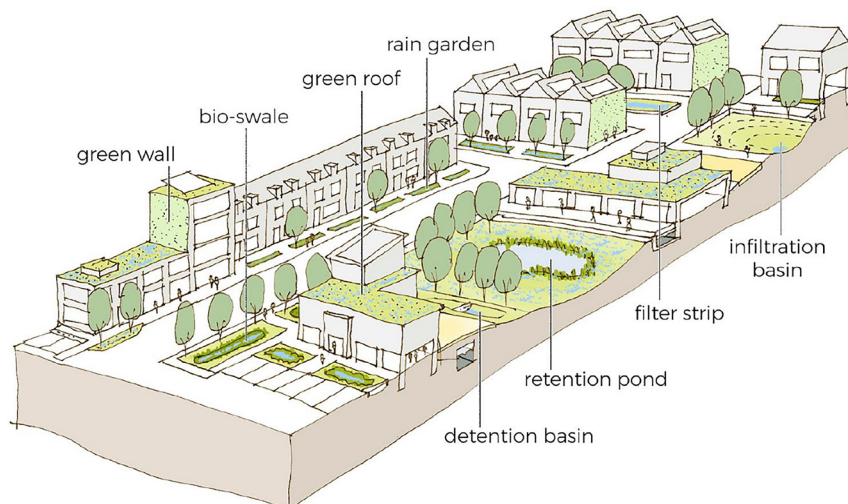
127

Nature-based Solution for an integrated and resilient management of the urban water system: the case study of the municipality of Salt

Gianmarco Di Giustino, Gianfranco Pozzer, Giulia Lucertini

Abstract

This paper shows research based on the application of an experimental investigation model, oriented to the systemic evaluation of scientific contents relating to the management of urban rainwater by Nature-based Solutions (NbS). The model recognizes, also according to the case study on which it is developed (Barri del Mass Masò, Girona), the definition of a unitary and multi-systemic vision of the domains of adaptation to climate change and prevention of urban flooding. These occur about the morpho-functional contexts of the city fabric and the areas belonging to the settlement system. In urban planning, this information is useful at different scales of representation and can be spa-



Schema del sistema degli spazi verdi pubblici. Fonte: Ri-elaborazione propria: basato su Nature water retention measures¹.

tialized according to the management and sustainable use of rainwater. The main goal is to facilitate the recognition of environmental and physical-morphological correlations between exogenous and endogenous factors, characterizing the effectiveness of NbS in the mitigation of hydraulic risk, namely: climate change, planning processes and urban governance models. The experiment supports planning systems with an analysis model capable of recognizing risks by processing UWS replicable logical models. The research also makes it possible to evaluate different hydraulic performances of the urban context and to relate them to the capacity and flows of the ecosystem services present.

KEYWORDS:

nature based solutions, NbS, ecosystem service, urban drainage system, urban water system

Nature-based Solution per una gestione integrata e resiliente del sistema idrico urbano: caso studio nel quartiere Ajuntament de Salt

L'articolo presenta una ricerca basata sull'applicazione di un modello di indagine sperimentale, orientato alla valutazione sistemica di contenuti scientifici relativi alla gestione delle acque meteoriche urbane attraverso l'uso di soluzioni Nature based Solutions (NbS). Il modello riconosce, anche in funzione del caso studio su cui è sviluppato (Barri del Mass Masò, Girona), la definizione di una visione unitaria e multi-sistemica dei domini di adattamento ai cambiamenti climatici, e di prevenzione alle inondazioni urbane. Questi si presentano in relazione ai contesti morfo-funzionali del tessuto cittadino e delle aree appartenenti al sistema insediativo. Si tratta di informazioni urbanistiche utili a diverse scale di rappresentazione e spazializzabili secondo la gestione e l'uso sostenibile delle acque meteoriche. L'obiettivo è quello di agevolare il riconoscimento delle correlazioni ambientali e fisico-morfologiche tra fattori esogeni ed endogeni, caratterizzanti l'efficacia delle NbS nella mitigazione del rischio idraulico, ossia: cambiamenti climatici, processi di planning e modelli di governance urbana. L'esperimento supporta i sistemi di pianificazione con un modello di analisi in grado di riconoscere rischi mediante l'elaborazione di modelli logici replicabili di UWS. La ricerca consente inoltre di valutare diverse performance idrauliche del contesto urbano e di relazionarle a capacità e flussi dei servizi eco-sistemici presenti.

PAROLE CHIAVE:

nature based solutions, NbS, servizi ecosistemici, sistemi di drenaggio urbano, sistema idrico urbano

Nature-based Solution per una gestione integrata e resiliente del sistema idrico urbano: caso studio nel quartiere Ajuntament de Salt

Gianmarco Di Giustino, Gianfranco Pozzer, Giulia Lucertini

1. Introduzione²

Da Il sistema idrico urbano su cui molte città basano il proprio funzionamento e sicurezza idraulica, sempre più spesso è messo a rischio a causa dei mutamenti nei regimi pluviometrici (Wilby, Keenan 2012; Wamsler et al 2013; Abdellatif et al 2015; Pistocchi 2018; Xu et al 2020; Maragno et al 2020, 2021). I sistemi di drenaggio non sono progettati per far fronte a questo aumento, di conseguenza gli allagamenti stanno diventando più comuni nelle città (Zevenbergen et al 2021).

La rete infrastrutturale ingegneristica di raccolta dei deflussi urbani, data la propria consistenza richiede notevoli sforzi di natura economica per la realizzazione (Li et al 2017; Hughes et al 2020), ed è tra le principali opere di urbanizzazione primaria di un'area. Tra i vari impatti riconducibili ai cambiamenti climatici (CC), i più intensi fenomeni piovosi stanno mettendo ulteriormente a dura prova questi sistemi rigidi, non dimensionati per eventi di tale portata. Per queste ragioni, lavorare direttamente sui sistemi di raccolta in aree urbane consolidate, risulta difficile ed estremamente costoso. Al contrario, prende piede in letteratura la possibilità di adattare queste infrastrutture, riducendo a monte le pressioni, attraverso l'integrazione di soluzioni naturali (NbS), efficienti nell'erogare servizi ecosistemici di regolazione delle acque (Becero et al 2020). In tal senso, appare interessante quanto mostrato da vari studi scientifici condotti in ambito internazionale (Masi et al 2017; Mok et al 2021), in cui emerge la funzionale integrazione delle NbS all'interno del sistema di raccolta dei deflussi urbani in grado di rallentare l'ingresso nella rete (Jiang et al 2021). Alla base di queste assunzioni, troviamo il fatto che un mix di infrastrutture grigie e verdi³ garantisce maggiore resilienza all'intero sistema del deflusso urbano (Kapetas et al 2020; Snep et al 2020), grazie alle sinergie e ai numerosi benefici che ne possono derivare (Xu et al 2019; Mok et al 2021).

La gestione alternativa e sostenibile dei deflussi urbani può andare nella direzione di quanto ormai già consolidato, rispetto ai concetti di metabolismo urbano ed economia circolare (Ferreiro et al 2021), capaci di restituire nuova utilità alle risorse urbane e territoriali attraverso la "digestione" o la dinamica del riuso (Rodrigues et al 2021). Una corretta modellizzazione e gestione dei deflussi può convergere con le strategie di adattamento urbano, volte a limitare l'impermeabilizzazione dei suoli e le esternalità negative legate al livello di esposizione del territorio al cambiamento climatico⁴ (Pistocchi 2001; Pistocchi 2018; Ungaro et al 2014; Pozzer 2015; Bush et al 2019). Ciò favorisce soluzioni

e obiettivi di climate regulation e climate proof planning capaci di ripristinare parte dei servizi ecosistemici ora compromessi (Musco e Zanchini 2014; Magni 2019; Beceiro, Galvão, Brito 2020; Frantzeskaki 2019; URBAN GreenUP 2018).

In sintesi, la ricerca intende dimostrare il ruolo e le potenzialità che le Nature-based Solution possono svolgere se poste in stretta relazione con il sistema idrico urbano ed integrate ad infrastrutture ormai sottodimensionate, in relazione ai nuovi e più intensi fenomeni piovosi. Nello specifico le domande di ricerca a cui l'articolo cerca di rispondere, partendo da questo background teorico ed attorno al quale è organizzato, sono: (DR1) In che parte del sistema idrico urbano possono essere integrate le NbS; (DR2) Quali tipologie di flussi reflui urbani sono capaci di trattare e gestire le NbS; (DR3) Quali parametri quantitativi è possibile estrarre al fine di implementare la valutazione dei benefici di NbS rispetto agli scenari di planning.

L'articolo è così suddiviso in tre parti. Nella prima parte (Paragrafo 2), si richiama in modo sintetico la metodologia di scelta del caso studio. La seconda parte (Paragrafo 3) testa il concetto di NbS proponendo un modello di progettualità urbana per il quartiere "Barri del Mass Masò - Hospital" della città spagnola di Girona. La terza parte (Paragrafo 4) discute i risultati della ricerca. Essi restituiscono le potenzialità di una metodologia di ricerca in grado di riconoscere in quali punti del sistema idrico è opportuno intervenire e con quale NbS. La quarta ed ultima parte (Paragrafo 5), discute i risultati dell'analisi. Il modello mostra in che misura le soluzioni proposte possono contribuire a ridurre i deflussi capillarmente, alleggerendo il carico complessivo sul sistema di raccolta urbano.

2. Metodo di indagine e scelta del caso studio

La ricerca testa un modello di indagine sulle problematiche idrauliche in contesti urbani consolidati e influenzati negativamente da impatti riconducibili ai cambiamenti climatici. Il lavoro è affiancato da una indagine bibliografica per l'acquisizione di specifiche conoscenze sulle potenzialità e i benefici delle NbS⁵.

Per sperimentare i risultati degli studi scientifici⁶ e dimostrare la potenziale integrazione di alcune soluzioni naturali in contesto urbano, è stato scelto di analizzare un caso studio: l'Ajuntament de Salt, nella città di Girona – Spagna⁷. Date le particolari esigenze, l'analisi è stata suddivisa in step di approfondimento: a) ricognizione dei piani urbanistici vigenti; b) studio del sistema idrico urbano; c) analisi delle morfologie urbane. Sulla base di questi layer tematici è stato possibile formulare uno scenario progettuale, capace di illustrare possibili strategie di integrazione tra NbS e il sistema idrico urbano.

3. Uso delle NbS nel 'progetto urbano'

Il contesto urbano dell'Ajuntament de Salt è caratterizzato da un notevole patrimonio

Fig. 1 – Schema del sistema degli spazi verdi pubblici

Fonte: Elaborazione propria basata sul PGO de Salt

Fonte: <http://living.corriere.it/salone-del-mobile/fuorisalone/eventi-extra/fuorisalone-2017-stazione-centrale-ventura-centrale/>



edilizio, che raggiunge una tra le più alte densità abitativa della Catalogna con (4.574,51 hab / km²). Questo rende l'ambito di indagine un agglomerato compatto e denso dove poter ipotizzare l'inserimento di NbS funzionali, che non richiedano grandi porzioni di suolo urbano. L'Ajuntament dispone di una serie di luoghi pubblici ed aree non edificate, in cui è possibile ipotizzare l'inserimento di alcune NbS come: parchi urbani e giardini, verde delimitato dal reticolo stradale, lotti ineditati privati e pubblici (Figura 1). L'attuale sistema di spazi aperti e luoghi pubblici occupa circa 25 ettari di superficie urbana e risulta essere discretamente vissuto dalla popolazione urbana, anche se in modo disomogeneo tra i quartieri. Il contesto offre la possibilità di integrare ulteriori di 11 ettari di aree verdi all'attuale sistema degli spazi aperti e pubblici, considerando vuoti urbani o lotti ineditati, di proprietà privata o pubblica che permetterebbero di raggiungere i 35 ettari complessivi.

Nell'area di studio sono presenti due elementi del sistema idrico urbano: Household e Urban drainage systems (UDS). Nel primo, che rispecchia la sfera domestica, si integrano NbS come i green roofs e i green walls, mentre nel secondo, che riguarda il sistema di drenaggio delle acque urbane, si considerano NbS come il soil infiltration system e una combinazione di rain garden e constructed wetlands. NbS come green roofs (GR) e green walls (GW) sono in grado di agire in modo decentralizzato nell'urban water systems (UWS) e possono essere applicate nel patrimonio edilizio urbano, in modo diffuso e capillare.

Le aree a giardini e parchi pubblici, costituite da modeste superfici possiedono la capacità di assolvere a diverse funzioni rispetto all'UWS. Nel caso dell'Ajuntament de Salt è possibile integrare NbS di discrete superfici come detention basins, retention ponds e

infiltration basins, in grado di alleviare la pressione sulla rete di raccolta in caso di precipitazioni intense, stoccando l'acqua in loco e nel resto del tempo essere fruibili come aree naturali ad uso ricreativo e sociale.



Fig. 2 - Schema del sistema del Barri del Mass Masò - Hospital
Fonte: Elaborazione propria

Il presente studio formula una proposta progettuale per il quartiere “Barri del Mass Masò - Hospital”, in quanto soddisfa vari aspetti, sia per il contesto morfo-edilizio e dei luoghi pubblici favorevoli, che per la presenza di elementi dell’urban drainage system di recente realizzazione (Figura 2). Le morfologie sono esaminate mediante lo studio delle coperture edilizie, in modo da ottenere delle stime potenziali delle superfici utilizzabili utili ad ipotizzare scenari di applicazione di GR. In particolare, grazie ai parametri dello studio è possibile stimare la capacità di riduzione del run-off in caso di pioggia raggiungibile da queste NbS. Al contempo, la ponderazione della distribuzione spaziale dell’UWS e dei luoghi disponibili permette di individuare NbS capaci di integrarsi nei diversi punti del sistema tenendo a mente le diverse esigenze spaziali del contesto urbano. “Barri del Mass Masò - Hospital” è caratterizzato dalla presenza vuoti urbani ineditati pubblici e privati, che potrebbero essere luogo di soluzioni innovative e sostenibili capaci di riqualificare i contesti e generare molteplici benefici di natura sociale ed ambientale. Sulla base di questi elementi la proposta di intervento pondera due scenari distinti, che mostrano i differenti benefici erogati dall’integrazione di NbS (Figura 3).

4. Discussione dei risultati

Il primo scenario sfrutta le attuali disponibilità che il contesto urbano offre, ossia: sistema delle aree verdi pubbliche, del verde stradale e delle superfici a falda piana. Il principale elemento dello scenario è composto dal sistema delle aree verdi pubbliche, costituito da parchi, giardini pubblici e verde lineare (o stradale), con una superficie complessiva di circa 4,35 ettari. Nel caso dei parchi e giardini urbani, risulta opportuno considerare l’applicazione delle NbS che richiedono maggiori spazi come: detention basins, retention ponds, infiltration basins con valori medi di ritenzione idrica, stimata come un incremento percentuale rispetto ad una superficie impermeabile in un intervallo, del 15 - 30%.

Le aree a verde stradale o lineare, nonostante la modesta superficie di circa 1 ettaro, risultano essere, grazie alla distribuzione nel contesto, delle ottime aree in grado di accogliere sistemi di infiltrazione nel suolo naturali, come: bioswales, rain gardens, infiltration trenches, filter strip. In caso di piogge la ritenzione idrica per queste NbS è calcolata in base all’incremento percentuale, che varia tra il 24 - 90%: dove le migliori performance sono svolte dalle infiltration trenches. In ausilio al sistema delle aree verdi pubbliche si ipotizza l’integrazione nelle superfici a falda piana, di tetti verdi per un’area complessiva di circa 3,23 ettari.

Per questa tipologia la capacità di ritenzione idrica dipende molto dall’entità delle precipitazioni ed è calcolata in base all’aumento percentuale con un range che spazia tra 25 - 100%. Molto dipende dalle modalità di realizzazione ed in special modo dalla scelta della granulometria del suolo, dal numero degli strati e dalle specie della vegetazione.

In conclusione questo primo scenario permette di ottenere un aumento del 74% di aree

verdi nel quartiere, rappresentato interamente dai tetti giardino privati e pubblici. La superficie complessiva raggiunge così 8,09 ettari di estensione, con un incremento della capacità media di ritenzione idrica del +43% (Tabella 1).

Nel secondo scenario si ipotizza la capacità da parte dell'amministrazione pubblica, di disporre delle aree inedificate di natura pubblica e privata, in supplemento al presente sistema delle aree verdi pubbliche e delle superfici a falda piana, nel quale si propone

Classificazione del suolo	Tipologia di NbS	Superficie	Ritenzione idrica
Parchi e giardini pubblici	-detention basins, -retention ponds -infiltration basins	3,90 ha	15 - 30%
Verde stradale o lineare	-swales,-rain gardens, -infiltration trenches -filter strip.	0,96 ha	24 - 92%
Edifici a falda piana	-green roof	3,23 ha	25 - 100%
		tot. 8,09 ha	Val. medio 43%

Tab. 1 - Riepilogo dello scenario 1
Fonte: Propria elaborazione, Dati ottenuti dal GIS

Classificazione del suolo	Tipologia di NbS	Superficie	Ritenzione idrica
Parchi e giardini pubblici	-detention basins, -retention ponds -infiltration basins	3,90 ha	15 - 30%
Verde stradale o lineare	-swales, rain gardens, -infiltration trenches -filter strip.	0,96 ha	24 - 92%
Coperture a falda piana	-green roof	3,23 ha	25 - 100%
Lotti inedificati privati	-swales, rain gardens, -infiltration trenches -filter strip.	1,85 ha	24 - 92%
Lotti inedificati pubblici	-swales, rain gardens, -infiltration trenches -filter strip.	1,12 ha	24 - 92%
		tot. 11,05 ha	Val. medio 47%

Tab. 2 - Riepilogo dello scenario 2
Fonte: Propria elaborazione, Dati ottenuti dal GIS

l'integrazione di NbS per mitigare le vulnerabilità idriche urbane e svolgere una molteplicità di benefici di varia natura (Tabella 2).

Questo scenario ricalca la prima proposta, integrando nelle aree inedificate di natura pubblica e privata, ulteriori NbS. Le aree classificate come lotti inedificati pubblici e privati risultano avere una superficie complessiva di circa 3 ettari e rappresentano valide superfici per sostenere sistemi di infiltrazione nel suolo naturali, come swales, rain gardens, infiltration trenches, filter strip. In caso di piogge la ritenzione idrica per queste NbS è stimata rispetto ad una tradizionale superficie, con un incremento che spazia dal 24 - 90%.

In conclusione questo secondo scenario permette di ottenere un incremento del +142% di aree verdi presenti nel quartiere rispetto alla situazione attuale. La superficie complessiva supera così gli 11,05 ettari di superfici naturali, che comportano un incremento medio della capacità di ritenzione idrica del +47%, (Tabelle 2). Quanto sopra descritto, dimostra l'importanza del ruolo delle NbS in ausilio al sistema idrico urbano e in particolare rispetto alla gestione dei deflussi urbani. Questo sottolinea la rilevanza di rivedere l'attuale gestione del sistema idrico urbano in una logica di maggiore sostenibilità, ecosystem service e climate proof locale, partendo da una comprensione generale e sistemica della problematica. Inoltre, vista la forte complessità dei centri urbani, occorre integrare nel sistema di pianificazione una visione meno frammentata e capace di

cogliere le diverse sinergie.

Lo studio permette dunque di rispondere ai quesiti di ricerca posti inizialmente, ma il numero ridotto di esperienze ben documentate suggerisce di integrare la ricerca ad ulteriori approfondimenti, che meglio definiscano i parametri medi utilizzabili nella pianificazione e nella realizzazione dei quadri conoscitivi⁸.

La letteratura offre interessanti esperienze, volte a testare la fattibilità in diverse aree geografiche, data la sensibilità degli organismi vegetali che compongono le NbS, oltre che indagare le performance. Rispetto all'integrazione nel sistema idrico urbano, queste possono inserirsi nei punti di: Wastewater treatment plant; Urban drainage system; combined sewer overflow; household, come mostrato in Tabella, trattando diversi flussi urbani, come le acque verdi, grigie e nere (Tabella 3). Infine, tra i parametri tecnici utili a queste soluzioni sono state riportate, temperature, estensione superficiale necessaria, riduzione del peak run-off e il range di abitanti equivalenti che la NbS potrebbe servire (Tabella 4).

L'applicazione delle NbS innova, rende strategici e tattici gli interventi, oltre che sostenibile e sistemico il processo di gestione dei deflussi urbani, in particolare rispetto all'adattamento ai CC in ambito urbano. Le NbS non consumano suolo ed erogano numerosi benefici in termini ambientali e sociali. L'uso di queste soluzioni naturali forniscono diverse performance idrauliche al contesto urbano, relazionandole a capacità e flussi dei servizi eco-sistemici presenti. L'applicazione delle NbS non risulta particolarmente complessa nel sistema vigente, in quanto esse rientrano nelle misure volte a supportare l'attuale deficit infrastrutturale dei sistemi di urbanizzazione primaria del planning operativo. Planning locale e governance urbana devono quindi

Tab. 3 - Matrice della urban water system elements; Type of Inlet
Fonte: Propria elaborazione.

Nature-based Solutions	Urban water system elements			Type of Inlet			
	Wastewater Treatment Plant	Urban Drainage System	Combined Sewer Overflow	Household	Grey water	Green water	Waste water effluent
Green Roof	-	-	-	x	x	x	-
Green Wall	-	-	-	x	x	x	-
Soil Infiltration System	-	x	x	-	x	x	x
Constructed Wetland	x	x	x	-	x	x	x
Natural Wetland	x	x	x	-	x	x	x
Ponds / Lagoons	x	x	x	-	x	x	x

Tab. 4 - Dati medi indicativi
Fonte: Propria elaborazione.

Nature-based Solutions	Range temperatura (C°)	Range Superficie (kmq)	Riduzione del Peak runoff	Range Abitanti equivalenti
Green roofs	7° - 26°	0 - 0,1	25 - 100%	-
Green walls	11° - 38°	0 - 0,1	5 - 95%	50-85
Soil infiltration systems	2° - 20°	0 - 1,0	24 - 92%	5-160K
Constructed wetlands	2° - 26°	0 - 100		400-1500
Natural wetlands	1° - 25°	0 - 100	30 - 42%	180-1000K
Ponds/Lagoons	8° - 31°	0 - 10	15 - 30%	1000-250K

intraprendere sinergicamente iniziative che vadano in questa direzione, condividendo processi capaci di intraprendere azioni consapevoli di adattamento locale ai CC.

5. Conclusioni

Il I risultati della ricerca confermano la capacità delle NbS di essere funzionali al sistema idrico urbano, ed in particolar modo al sistema di raccolta delle acque. Tra le tematiche trattate dall'articolo, le informazioni presenti in letteratura hanno permesso di rispondere in modo adeguato sia rispetto al posizionamento delle NbS all'interno del UWS, che sui diversi flussi capaci di trattare. In merito ai parametri tecnici, questi risultano frammentati e tematici, in larga parte frutto di studi volti a specifiche micro dinamiche. Qui si rimanda ad ulteriori approfondimenti volti a colmare la mancanza di parametri medi e consolidati, capaci di valutare le diverse potenzialità che le NbS possono raggiungere in termini di servizi ecosistemici erogati nei diversi contesti e morfologie urbane.

Questo studio apre a nuove tematiche e futuri spunti di ricerca volti principalmente ad aspetti di gestione integrata e pianificazione urbana. La realizzazione di NbS in relazione alla pianificazione locale, potrebbe fornire una certa sistematicità nell'operato di regolamenti, piani e programmi andando oltre al concetto degli standards urbanistici. La multifunzionalità di queste soluzioni richiede una gestione integrata, che superi la settorialità predominante, riconoscendo al contrario l'importanza di una gestione multisettoriale capace di ponderare i vari impatti e benefici ambientali, sociali ed economici.

In futuro questo studio potrebbe convergere con le analisi tematiche relative ai deflussi delle acque urbane oltre che sulla modellistica, in modo da ponderare sulla base delle diverse performance, quale tipologia di NbS è più opportuno inserire in uno specifico contesto. Inoltre, questo approccio può implementare la costruzione degli scenari di vulnerabilità e rischio urbano, in particolar modo nella fase di scelta delle misure di adattamento e in termini di urban-design.

ENDNOTES

1 <http://nwrn.eu/>

2 Il lavoro si sviluppa in un filone di ricerca iniziato, presso il Catalan Institute for Water Research all'interno del progetto "Sanitation for and by Nature" del gruppo di ricerca internazionale SNAPP1, in seguito implementato con studi di ricerca accademica mirati e declinati in funzione del lavoro e concluso con la tesi di laurea magistrale "Verso un modello di gestione resiliente del sistema idrico urbano. L'opportunità delle Nature-based Solutions: Il caso studio del Ajuntament de Salt, in Spagna. 2018". Il presente articolo restituisce un primo step di elaborazione di quanto emerso da questi studi, tentando di fornire una lettura quantitativa di alcuni benefici delle NbS.

3 Buona parte di queste soluzioni e innovazioni tecnologiche permettono di affrontare la questione dell'adattamento climatico in modo multifunzionale, erogando al contempo ulteriori benefici alle comunità (Alves et al 2020; Venkataramanan et al 2019).

4 Su cambiamento climatico e processi di adattamento si veda: IPCC 2007; IPCC 2012; IPCC 2013; IPCC 2014; Musco 2016; Solecki et al 2015; Füssel 2010.

5 L'indagine è avviata in modo automatico sulla base delle seguenti parole chiave inserite dall'utente: Water sources; Element of the urban wastewater system; Design and operational settings. Questo approccio pondera e seleziona le soluzioni migliori per la gestione delle acque urbane, grazie ad una revisione che sfrutta un approccio sistematico predefinito, che risponde a domande di ricerca basate su studi scientifici, raccolti utilizzando un protocollo adattato dal Centre for Evidence-Based Conservation (CEBC) "Guidelines for Systematic Review in Conservation and Environmental Management" (Pautasso, 2013; Pullin and Stewart, 2006).

6 La revisione sistematica, pur seguendo stringenti criteri di selezione, ha identificato un consistente numero di articoli scientifici. La matrice delle pubblicazioni emerse dalle ricerche tramite WoS, ha identificato 4674 pubblicazioni ritenute idonee dal protocollo di revisione sistematico. Di questi studi, 34 articoli sono stati inclusi nell'analisi, grazie ai (45) casi studio in essi contenuti, utili alla ricerca in quanto alcuni confrontano più di un caso studio.

7 La scelta è stata supportata dalla collaborazione del Catalan institute for water research.

8 L'analisi della letteratura persegue un duplice obiettivo. Da un lato, comprendere appieno concetti, definizioni e potenzialità delle NbS, dall'altro analizza le possibili applicazioni in ambito urbano. Una successiva review è stata inoltre rivolta alle "Nature-based Solutions & urban water" per comprendere i potenziali servizi ecosistemici in campo idrico.

REFERENCES

- Abdellatif, M., Atherton, W., Alkhaddar, R., Osman Y. (2015), Flood risk assessment for urban water system in a changing climate using artificial neural network. *Nat Hazards* 79, 1059–1077. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1892-6>
- Alves A, Vojinovic Z, Kapelan Z, Sanchez A, Gersonius B. (2020), Exploring trade-offs among the multiple benefits of green-blue-grey infrastructure for urban flood mitigation. *Sci Total Environ.* 2020 Feb 10, 703:134980. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019, 134980.
- Bogachan Bayulken, Donald Huisinigh, Peter M.J. Fisher, (2021), How are nature based solutions helping in the greening of cities in the context of crises such as climate change and pandemics? A comprehensive review, *Journal of Cleaner Production*, Volume 288, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125569>
- Beceiro, P.; Galvão, A.; Brito, R.S., (2020), Resilience Assessment Framework for Nature Based Solutions in Stormwater Management and Control: Application to Cities with Different Resilience Maturity. *Sustainability* 2020, 12, 10040. <https://doi.org/10.3390/su122310040>
- Beceiro P, Brito RS, Galvão A. (2020), The Contribution of NBS to Urban Resilience in Stormwater Management and Control: A Framework with Stakeholder Validation. *Sustainability*; 12(6):2537. <https://doi.org/10.3390/su12062537>
- Bush J., Doyon A., (2019), Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute?, *Cities*, Volume 95, , 102483, ISSN 0264-2751, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.102483>
- URBAN GreenUP, D1.1-NbS Catalogue, May 2018 (M12), Authors: CAR, SGR, ACC, CFT, UOL, DEM, EGE, IZT, LEI, PMI and SPI, SCC-02-2016-2017, Innovation Action. It is a HORIZON2020 Project supported by the European Commission under contract No. 730426. For more information on the project, its partners and contributors, please see the URBAN GreenUP website www.urbangreenup.eu
- Frantzeskaki, N. (2019). Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. *Environmental Science & Policy*, 93, 101–111. doi:10.1016/j.envsci.2018.12.033
- Ferreira, C.; Villota, N.; de Luis, A.; Lombraña, J.I.; Etxebarria, N.; Lomas, J.M., (2021), Water, Reuse Study from Urban WWTPs via c-Ultrafiltration and Ozonation Technologies: Basis for Resilient Cities and Agriculture. *Agronomy* 2021, 11, 322. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020322>
- Füssel H. M. (2010), Development and climate change: review and quantitative analysis of indices of climate change exposure, adaptive capacity, sensitivity, and impacts, Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Germany.
- Hughes J., Cowper-Heays K., Olesson E., Bell R., Stroombergen A. (2020), Impacts and implications of climate change on wastewater systems: A New Zealand perspective, *Climate Risk Management*, doi: <https://doi.org/10.1016/j.crm.2020.100262>
- IPCC (2007), *Climate Change Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (2012), *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special report of Working Group I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (2013), *Special Report on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (2014), *Climate Change: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Jiang, A.Z.; McBean, E.A. *Sponge City: Using the “One Water” Concept to Improve Understanding of Flood Management Effectiveness.* *Water* 2021, 13, 583. <https://doi.org/10.3390/w13050583>
- Kapetas L, Fenner R. (2020), Integrating blue-green and grey infrastructure through an adaptation pathways approach to surface water flooding. *Phil. Trans. R. Soc. A* 378: 20190204. <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2019.0204>
- Magni F. (2019), *Climate proof planning: L’adattamento in Italia tra sperimentazioni e innovazioni*, FrancoAngeli, Milano.
- Maragno D., dall’Omo Carlo Federico, Pozzer G., Bassan N., Musco F. (2020), “Land–Sea Interaction: Integrating Climate Adaptation Planning and Maritime Spatial Planning in the North Adriatic Basin”, in *Sustainability*, 12(13), 5319.
- Maragno D., dall’Omo C. F., Pozzer G., Musco F. (2021), “Multi-Risk Climate Mapping for

- the Adaptation of the Venice Metropolitan Area”, in *Sustainability* 13, no. 3: 1334.
- Masi F., Rizzo A., Regelsberger M. (2018). The role of constructed wetlands in a new circular economy, resource oriented, and ecosystem services paradigm, *Journal of Environmental Management*, Volume 216, Pages 275-284, ISSN 0301-4797, <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.11.086>
 - Mok, S.; Mačiulytė, E.; Bult, P.H.; Hawxwell, T. (2021), “Valuing the Invaluable(?)—A Framework to Facilitate Stakeholder Engagement in the Planning of Nature-Based Solutions”, *Sustainability*, 13, 2657. <https://doi.org/10.3390/su13052657>
 - Musco F., Zanchini E. (a cura di) (2014), *Il clima cambia le città: Strategie di adattamento e mitigazione nella pianificazione urbanistica*, FrancoAngeli, Milano.
 - Musco F. (a cura di) (2016), *Counteracting Urban Heat Island Effects in a Global Climate Change Scenario*, Springer, AG Switzerland.
 - Pautasso M (2013) “Ten Simple Rules for Writing a Literature Review”. *PLoS Comput Biol* 9(7): <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003149>
 - Pistocchi A. (2001), “La valutazione idrologica dei piani urbanistici: un metodo semplificato per l’invarianza idraulica dei piani regolativi generali”, in *Ingegneria Ambientale*, vol. XXX, n. 7/8, pp. 407- 413.
 - Pistocchi Alberto (2018), “Hydrological impacts of soil sealing and urban land take”, in *Urban Expansion, Land Cover and Soil Ecosystem Services*, 157-168.
 - Pozzer G. (2015), “Consumo di suolo e gestione del rischio idraulico: test per l’invarianza idraulica nella pianificazione territoriale”, in: *Recuper. Terreno Anal. e Prospett. per La Gest. Sostenibile Della Risorsa Suolo*, Franco Angeli: pp. 165–177.
 - Pullin, A. S., Stewart, G. B. (2006), “Guidelines for Systematic Review in Conservation and Environmental Management. *Conservation Biology*”, <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2006.00485.x>
 - Rodrigues, M.; Antunes, C., (2021), Best Management Practices for the Transition to a Water-Sensitive City in the South of Portugal. *Sustainability* 2021, 13, 2983. <https://doi.org/10.3390/su13052983>
 - Snep, R. P., Voeten, J. G., Mol, G., & Hattum, T. V. (2020). Nature Based Solutions for Urban Resilience: A Distinction Between No-Tech, Low-Tech and High-tech Solutions. *Frontiers in Environmental Science*, 8. doi:10.3389/fenvs.2020.599060
 - Solecki W., Seto K. C., Balk D., Bigio A., Boone C. G., Creutzig F., Fragkias M., Lwasa S., Marcotullio P.,
 - Romero Lankao P., Zwickel, T. (2015), “A conceptual framework for an urban areas typology to integrate climate change mitigation and adaptation”, in *Urban Climate*, no.14, pp.116-137.
 - Ungaro F., Calzolari C., Pistocchi A., Malucelli F. (2014), “Modelling the impact of increasing soil sealing on runoff coefficients at regional scale: a hydrogeological approach”, in *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 62(1), 33-42.
 - Venkataramanan, V., Packman, A. I., Peters, D. R., Lopez, D., McCuskey, D. J., McDonald, R. I., Young, S. L. (2019). A systematic review of the human health and social well-being outcomes of green infrastructure for stormwater and flood management. *Journal of Environmental Management*, 246, 868–880. doi:10.1016/j.jenvman.2019.05.028
 - Wamsler C., Brink E., Rivera C. (2013), “Planning for climate change in urban areas: from theory to practice”, in *Journal of Cleaner Production*, no.50, pp.68-81.
 - Wilby R.L., Keenan R. (2012), “Adapting to flood risk under climate change”, in *Progress in Physical Geography*, 36, pp. 349-379.
 - Xu, C., Tang, T., Jia, H., Xu, M., Xu, T., Liu, Z., Zhang, R. (2019). Benefits of coupled green and grey infrastructure systems: Evidence based on analytic hierarchy process and life cycle costing. *Resources, Conservation and Recycling*, 151, 104478. doi:10.1016/j.resconrec.2019.104478
 - Xu H., Ma C., Xu K., Lian J., Long Y. (2020), “Staged optimization of urban drainage systems considering climate change and hydrological model uncertainty, *Journal of Hydrology*, Volume 587, 124959, ISSN 0022-1694, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124959>.
 - Li Y., Ye Q., Liu A., Meng F., Zhang W., Xiong W., Wang P., Wang C., (2017) “Seeking urbanization security and sustainability: Multi-objective optimization of rainwater harvesting systems in China”, *Journal of Hydrology*, Volume 550, Pages 42-53, ISSN 0022-

1694, <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.04.042>.

- Zevenbergen, C.; Busker, T.; Yu, M., (2021), Assessing Sponge Cities Performance at City Scale Using Remotely Sensed LULC Changes: Case Study Nanjing. *Remote Sens.* 2021, 13, 580. <https://doi.org/10.3390/rs13040580>

Gianmarco Di Giustino

Planning and Climate Change Lab, Departments of Architecture and Arts, Università Iuav di Venezia, S. Croce 1957, 30135 Venice, Italy
gdigiustino@iuav.it

Urban and spatial planner. Research fellow at the Iuav University of Venice. From 2019, he began his research within the Iuav University at the Department of Design and Planning in complex environments, on issues such as circular economy and urban metabolism linked to land use planning; circular recovery of agri-food flows; sustainable development and territories; socio-economic impacts attributable to climate change in urban and rural areas.

Gianfranco Pozzer

Planning and Climate Change Lab, Departments of Architecture and Arts, Università Iuav di Venezia, S. Croce 1957, 30135 Venice, Italy
gpozzer@iuav.it

Urban planner and Ph.D. in architecture, city and design - curriculum: new technologies and information for the region and environment. From 2019 post-doc research fellow at the Iuav University of Venice, he deals mainly with development of analytical models for the study of the spatial relationships between economic activities and innovative dynamics (physical and virtual processes); use of statistical models to assess the hydraulic invariance within land-use planning practices; analysis of the land-use changes; remote sensing analysis.

Giulia Lucertini

Planning and Climate Change Lab, Departments of Architecture and Arts, Università Iuav di Venezia, S. Croce 1957, 30135 Venice, Italy; EPIC – Feem@Iuav
glucertini@iuav.it

Planner and architect, PhD in valuation and local economics. From 2013 post-doc research fellow at the Iuav University of Venice, she deals mainly with resilient spatial planning, evaluation and analysis of projects and public policies aimed at climate change adaptation; circular economy and urban metabolism linked to land use planning for a more sustainable exploitation and consumption of natural resources, with attention to local food policies and local agriculture.