

# UPLanD

*Journal of Urban Planning, Landscape & Environmental Design*



Research & experimentation  
Ricerca e sperimentazione

## RECONSIDERATION OF HYDRAULIC DEVICES TOWARDS A MUTUAL ADJUSTMENT INTO THE ADAPTIVE PROCESSES FOR CONTEMPORARY CITY

Stefania D'Alterio

*Department of Architecture, University of Naples Federico II, IT*

---

### HIGHLIGHTS

- Strategy about the rewriting of contemporary urban physiology
- Re-appropriation processes about the geography of the city
- Green and blue infrastructure as reticular structure within the value-related urban regeneration
- Systemic renewal processes and discretization of actions.

---

### ABSTRACT

At this historic moment, marked by environmental, economic, social and not least ethical crisis, the contemporary city is affected by the co-existence and the interaction of a set of risk conditions, amplified by ongoing climate change even more. At the national and international level, one of the increased emerging critical issues is the urban water management, both in terms of resource scarcity and hydraulic and hydrogeological soils fragility. Then, of course, there are the need and the urgency to promote integrated actions related to resilient urban regeneration (Holling & Gunderson, 2002; Walker et al., 2004; Folke et al., 2010; Miller et al., 2010; Davoudi, 2012, 2013), starting both identity-making data and endogenous spatial characteristic. Moreover, this process will have to be tackled within the framework of a more general reinterpretation about the idea of urban metabolism (Wolman, 1965; Duvigneaud e Denayer-De Smet, 1977; Acebillo, 2013; Balducci, Fedeli, Curci, 2017), that acquires the resources and chains reconsideration as a representative priority. This contribution is intended to represent a possible line of thought about the role that green and blue infrastructures can take, or they are already taking, in some virtuous cases within the rewriting process of contemporary urban physiology. This procedure starting from the recognition of a potential structure able to reinterpret the urban materials, to enhance the new resources and to rephrase the intersection, opposition and overlapping links peculiar to the heterogeneity of urban landscapes.

### ARTICLE HISTORY

Received: December 10, 2018

Reviewed: February 19, 2019

Accepted: April 12, 2019

On line: June 25, 2019

### KEYWORDS

Green and blue infrastructures  
Systemic approach  
Integrated management  
Collaborative project

## 1. URBAN CONTEXTS AND ENVIRONMENTAL QUESTION IN THE CONTEMPORARY CITY: INTERSECTION, OPPOSITION AND OVERLAPPING

Cities continue to grow according to unstoppable dynamics and assets, human resources, information and innovations tend to gather in them. The city has been the subject of great changes that have affected its structure and its equilibrium over recent decades. In addition, the uncontrollable urbanization is fulfilled within an intense unstable context, which threatens to compromise the future scenarios. The result is a specific geography opens up to a wider use about the idea of the city, which attempts to interpret that process of territorial metropolitanization (Indovina, 2005), that has been a much-discussed issue over the past years. The progressive growth process has caused implications and repercussions for the spaces of the city, both in terms of environmental and socio-economic dimension. Therefore, the aforementioned procedure has ended up impoverishing increasingly widespread territories and it has destabilised the pre-existing equilibrium. The environmental question thereby reveals several huge criticalities, precisely because of the progressive depletion of non-reproducible resources, combined with some cross-cutting issues as the dissipative patterns of energy and the non-completion of waste cycle, causes multiple risks. In many contexts, these vulnerabilities connect to those resulting from the climate change, provoking negative impacts on human health and quality of life. The urban water management, both in terms of resource scarcity and hydraulic or hydrological soil fragility represents one of the most complex challenge to be addressed, within the framework of the critical aspects, which are now stressing the cities around the world. The main aim is the enhancement of water resources within the complex patchwork of both natural and anthropic landscapes, through an integrated and multidisciplinary approach, able to extend beyond administrative borders and to overcome the specialised and sector-based treatments. At the national and international level, qualitative and quantitative impairment of the water resource is concern of growing political attention. Consequently, the interest moves towards regulatory actions and pilot projects, which recognise the relevance of hydric resource reconsideration for the wider project of the green and blue infrastructure.

## 2. EXPLORATION OF A PARADIGMATIC CASE STUDY. THE DIALOGUE BETWEEN THE WATER RESOURCE AND THE CITY OF BRUSSELS: VIRTUOUS CO-EXISTENCE AND CONFLICT

Within the framework of both objective criticalities and international initiatives, this contribution aims to investigate the urban water management through a case study, intended as experimentation in a context of real application. Therefore, in this particular case, the test is Brussels, which symbolizes an emblematic case study due to the merging of several spatial-ecologic and social critical issues. This city has provided itself with new methodological interpretations and operational experiences that acquire the great environmental infrastructure networks as qualifying priority.

### 2.1 *Interaction: waterway and stratification*

The city of Brussels developed in an area marked by the valley of the river Senne, a humid and marshy area of land. The favourable geographical location and the presence of the water network allowed the development of small rural communities and economic activities. From the mills times to the development of breweries and tanneries, the river ran through town proceeding a quite winding course, but the geographical features of the Senne, since the 11th century, has changed in order to support the trading activities first and the industrial ones at a later date. This river has its source in Soignies, approximately 40 km from the urbanized area. The supporting frame of the river system is enriched by the contribution of its main tributaries (Rebecq, Tubize e Halle), tracking a dense and tick network, marked by a series of current spatial and ecological relations, which are largely denied. At present, the Senne, despite running through the three Belgian regions – Wallonia, Brussels Capital Region and Flanders- it shows only few lasting and visible marks of its own pathway, because it is subsurface, tracing the route of the surface roads. This river system has had a very eventful history due to the multiple configurations and to the numerous roles acquired by the hydraulic device, thereby providing a suggestive accumulation of scenarios (Fig.1) that express the complex interaction between natural conditions and human actions (Vallerani, 2013).



**Figure 1:** Historical evolution of the Senne river system in Brussels-Capital Region. *Source: image edit by author based on Plan de Gestion de l'Eau de la Region de Bruxelles-Capitale 2016-2021, Rapport Technique Eau, 2017.*

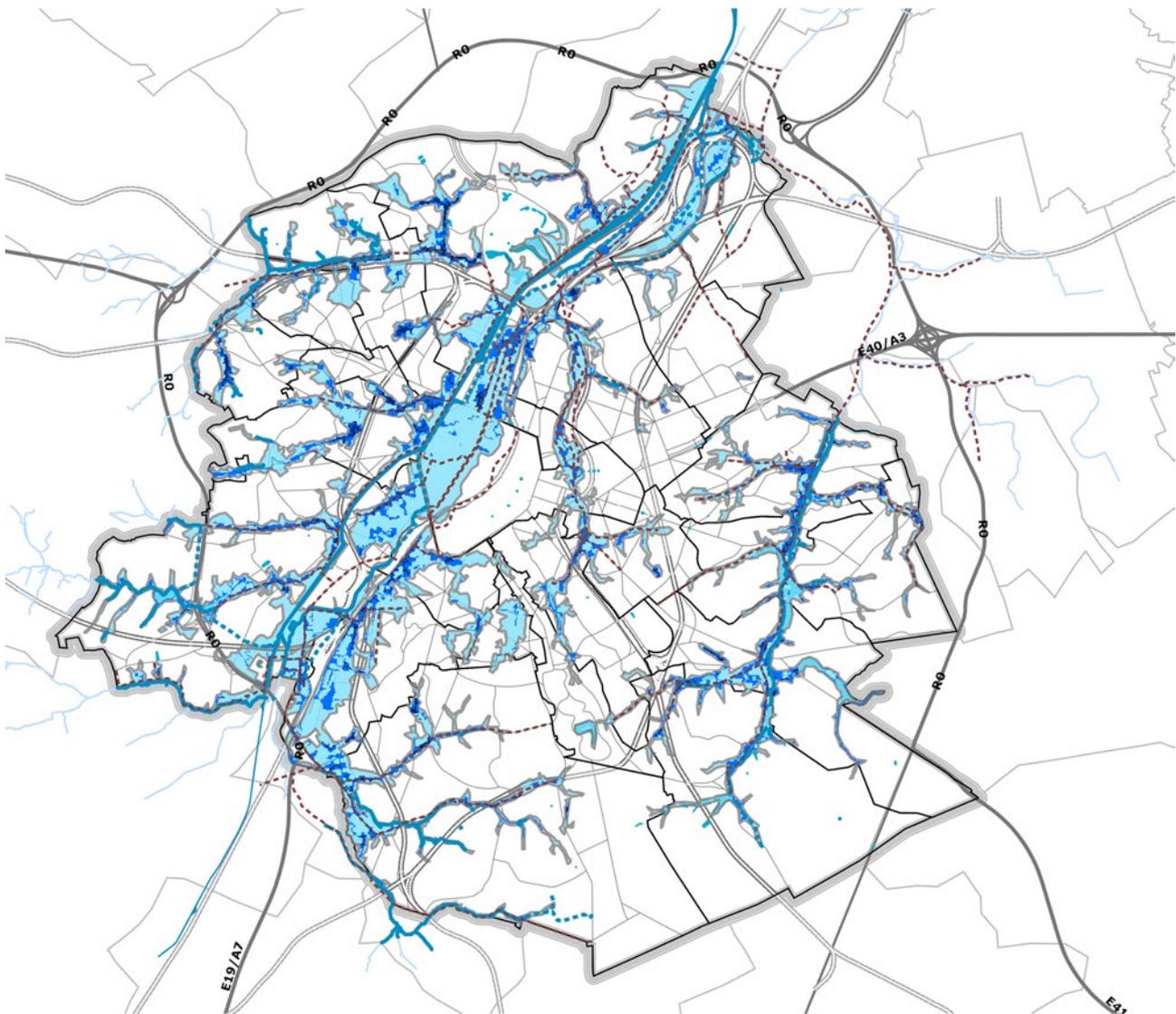


**Figure 2:** The covering of the Senne (1867). *Source: Wikimedia Commons.*

## 2.2 The beginning of metabolic bond breakdown: technical infrastructures and urban projects

During the second half of the 19th century, following an exponential population growth, Senne river was used as a collector and spill of waste water, which was introduced without any pre-treatment operations. In addition, the dumping of contaminants and chemicals from adjacent factories was added to the aforementioned improper use. Therefore, due to these misuses, the Senne waterway quickly became one of the most relevant sources of pollution and risk to public health because both the contaminated water and flooding events were

responsible for spreading epidemics. According to the outlined framework, however not comprehensive, a series of urban project is undertaken by public hygienists in order to restore the urban quality and the places healthiness. In 1867, in the light of this and in particular on the basis of the urban project promoted in Paris by Haussmann, the city government of Brussels started several large-scale projects, which provided for realising numerous *boulevards*, including the current *Boulevard Anspach* that partially vaulted the path of the river. The vaulting of the Senne was carried out in two stages: first (Fig 2) – ended in 1871 – covered part of the waterway that was isolated in two collectors, and second – starting 1877 – completed



**Figure 3:** Map of inundation risk areas in Brussels-Capital Region. Source: image edit by author based on data from [Geoportal.ibgebim.be](http://Geoportal.ibgebim.be).

the covering of the remaining part, from *Bruxelles Zuid* to *Bruxelles Nord* stations. Therefore, the covering of the Senne symbolizes the original vulnus about the metabolic bond breakdown between the river ecosystem and the city of Brussels, which was deeply affected by the modification of urban landscape and in particular of historic center. Between 1930 and 1950, the river system was being affected by further diversions and covering from *Rue des Vétérinaires* to *Quai des Usines*, while be-

tween 1935 and 1955, the city administration started additional projects, which provided for building two combined collectors aimed to storage both rainwater and waste water, running parallel to river banks.

In 1976, the urban developments, related to the large infrastructure projects that affected the Senne, suffered a further epilogue due to the realization of an underground tramline, named *pre-metro*. The pathways of the aforementioned



**Figure 4:** Map of intersection between inundation risk area and urban tissue in Brussels-Capital Region. Source: image edit by author based on data from [Geoportal.ibgebim.be](http://Geoportal.ibgebim.be).

means of transport tracked the Nord-Sud course of *Boulevard Anspach* and the technical space occupied the tunnels and the water canal system, completely denying the water space. Nowadays, some sections of the original water canal system are used to storage rainwater.

### 2.3 Transformations, negations and spatial and socio-ecological polarizations

A deep territory knowledge will become useful and significant if it takes interest in highlighting the qualities and the critical issues about the context in order to conceive place-based systemic transformation projects. The technocratic approach, which has governed the water regimentation works have generated a water management system, unable to ensure the closure of the cycle and in addition, it acts indifferently to the natu-

ralistic character of the places and in particular to the integrity of natural ecosystems. The co-presence and the interaction of a large number of critical aspects have generated visible consequences of urban spaces, including increasing floods that represent a constant source of significant risk for cities and inhabitants. (Fig. 3 and 4).

The rainwater, mainly by the capacity to recharge the underground aquifers, ensure the efficient functioning of natural water cycle that in the urban context is subject to several alterations, including the loss of significant volumes of quality water resource and the considerable depletion of natural spaces of collection.

At moment, in Brussels, the natural water cycle symbolizes a criticality because rainwater has been proceeded to artificial sewer systems and thereby it doesn't supply hydrographic network, permeable spaces and local ground water. Therefore, the water management raises the issue of



**Figure 5:** Evolution of soil sealing in Brussels. Source: image edit by author based on *Étude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale (bassin versant de la Senne)*, 2006, ULB – Région de Bruxelles –Capitale.

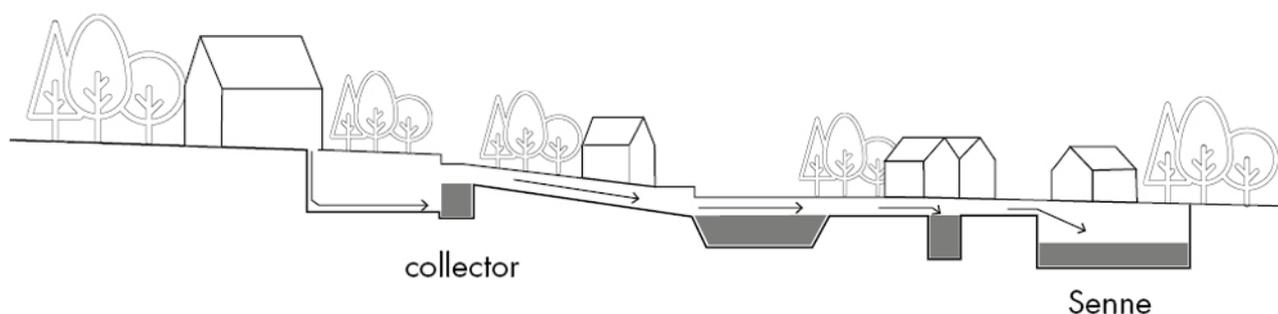
the need for the rejection of the technocratic approach, in favour of a transversal process that calls to mind not only spatial issue, but also environmental, ecological and social aspects. Further evidence in these vulnerabilities is given by the soil sealing rate (Fig. 5) that grew from 27% in 1995 to 47% in 2006 (ULB-IGEAT, 2006) and whereas that ratio is expected to increase further in the coming years, according to the trend about population growth, recorded in BRC. Therefore, the data show that around half the territory is sealed, resulting in higher annual runoff and lower evaporation, infiltration and recharge.

The storytelling of critical conditions also stresses the need to highlight the particular water management mechanism in Brussels, that adopts a unified system (Fig. 6) for collecting both white water and waste water, derived from both domestic and industrial uses. The system, in this way conceived, fails to ensure an effective functioning, causing the loss a huge amount of white water and the conduction of a part of contaminated and waste water into the Senne and its canalizations, that in case of overload and flooding harms the adjacent soils. The complete integration of the river into the sewer system creates continuous interaction and conflicts between waterways and collector, providing a system that reaches crisis point when one of the two elements results under pressure. Into the areas that surround the Senne, the rising

surface traces have been lost or damaged and the true potential of hydrographic system was stored underground.

It is precisely within the framework of above described vulnerabilities that risks linked with climate change establish crosswise, that in the city of Brussels provide during a summer period a decrease in frequency and an increase in the intensity of extreme rainfall events and in the winter an increase of duration of precipitation (Pouria et al., 2012; IRM, 2015).

The specific condition about the context, highlighted above, cause flood events that affect urban spaces with various degrees, according to morphological characteristic and level of naturality or anthropization. The denial of the river ecosystem and its deep exploitation stress the need to provide a smart and ecological-oriented water management mechanism, which become part of a widespread strategy about resilient regeneration. According to the outlined framework, this contribution underlines the need and the urgency of changing the fact-finding and interpretative gaze, exploring a new design approach for the city in order to have to deal urgent and unprecedented urban request, in line with the needs of local communities. The aim of this reflection moves towards new operations of urban regeneration, that acquire the green and blue infrastructure as occasion to understand how to combine strategies, objectives and actions,



**Figure 6:** Unified system for collecting both white water and waste water in Brussels Capital-Region.  
Source: image edit by author.

both at urban microscale and macroscale, effectively, conceiving a clear and shared strategy at territorial scale and an abacus made by punctual and diffused priority actions at microscale.

### 3. THE STORYTELLING OF THE NEW SPATIAL-ECOLOGIC AND SOCIAL TRAJECTORIES: ONGOING PLANS, PROGRAMS AND PROJECTS

Contamination, vaulting, diversion and obliteration of the river Senne, both from the urban palimpsest (Corboz, 1985) and the collective memory of the citizens, have made the contact areas between the river ecosystem and the urban space a faded place. However, at the moment, there seems to be a growing interest and an increased awareness among public institutions, scholars and local communities for the seriousness of risk conditions in the city of Brussels. This point is particularly noticeable on the recent orientations set up in the public action towards plans, programs and projects able to conceive a gradual reduction of natural and anthropic risk exposure. This reflection considers, *inter alia*, outputs such as the *Plan Régional de Développement Durable* (PRDD), the *Maillages vert et bleu* program and the *Plan de Gestion de l'eau* 2016-2021, which provide a framework with the ability to adapt virtuously to the hydraulic and hydrogeological vulnerabilities.

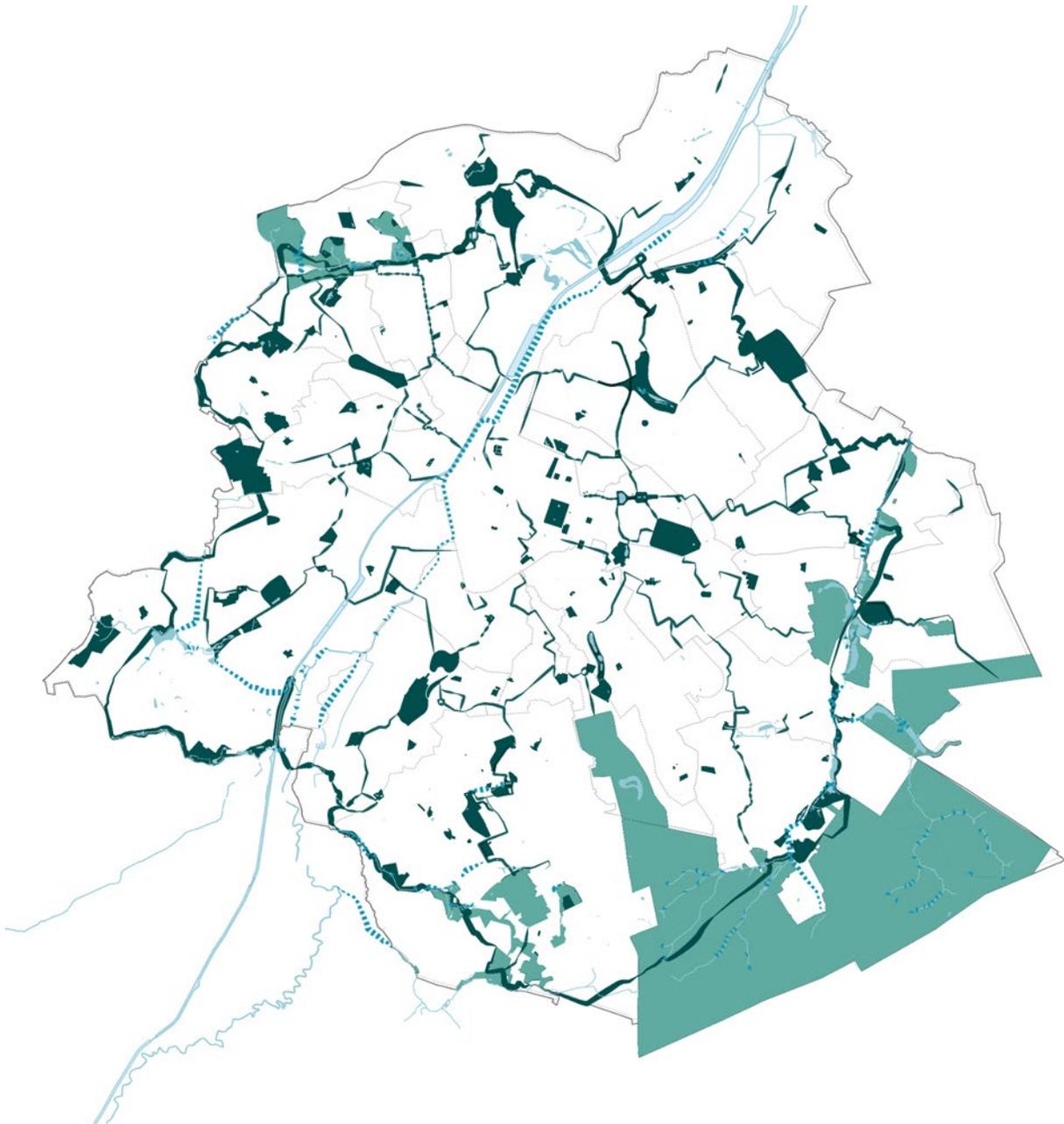
The PRDD, approved in July 2018, starts from the specific characteristic of the context and it seeks to redefine the multiscale urban organisation in order to strengthen the territorial support frame. The plan in question, starting from both the urban metabolism reading and the emphasis on a series of endogenous processes and dynamics, intends to establish a common framework to hold together shared visions and ambitions related to a strategy about sustainable development. The priority issue is enclosed within the boundaries of what is defined as ecological challenge, which means to re-establish a balance between territorial morphology and natural dynamics and urban development pathways taken to date, to manage the consequences that each aforementioned phenomenon has had on the urban space such as soil sealing, mismanagement of water treatment system, flooding events, contamination, biodiversity loss and, not least, depletion of open space network. There-

fore, according to urban water management, this plan formulates an overall approach and it aims to recreate the whole hydrographic system within the wider design of green and blue infrastructure network. The strategic features concerning a rethinking of hydraulic, ecological, landscape, social and recreational functions owned by wetlands and rivers and their own adjacent areas. In addition, to each of these strategic goals are taken into account specific and punctual actions both to the retention measures (permeable infiltration areas, buffer strips and hedges, bioswales and floodplain, etc.) and the enhancement of surface water quality (self-purification, monitoring of contaminated discharges, control of water temperature and eutrophic conditions, etc.). In this regard, under the PRDD plan, green and blue infrastructure network is being pushed forward as the quantitative and qualitative approach for integrated regeneration of natural and urban landscape.

Therefore, as part of the innovative concept of the city, too, the *Maillage vert et bleu* LIFE project focus on the relevance of the great environmental infrastructures. This aforementioned tool properly belongs to the rules of the urban procedures and it aims to ensure a long-term strategy that takes back a seemingly lost geography to reconstruct, considering the landscape as open terms and as a lens through which you can notice the territory as comprehensive entirety, corresponding to a different idea of the city that gives the priority to multiplicity, heterogeneity, contradiction and juxtaposition of different elements (Zardini, 1996). The interest moves towards the reintegration of natural ecosystem into the urban context by the management improvement of resources, fluxes and chains concerning urban metabolism. In addition, related to the urban water management, this project necessarily exceeds the limits of a single and combined water storage system, reduces the huge amount of wasted white water and includes the hydraulic device into a widespread territorial strategy in order to bring to light the spatial-ecologic and social dimensions of current compromised ecosystems. Consequently, river system, drainage system and areas affected by flooding events become an integral part of the green and blue infrastructure network, capable of both re-establishing a balance between water cycle and urban tissues and helping improve water management, adaptation to risk exposure, revitalisation of biological elements, increasing in public spaces use and, not least, promotion of citizens' living standard.

As part of the change in the direction of urban project idea towards the care of city and its inhabitants, the *Plan de Gestion de l'Eau 2016-2021* by RBC, approved in January 2017, aims to achieve the EU targets for water management (Water Framework Directive, 2000; Floods Directive, 2007). This plan is really a follow-up to the thoughts of the previous disposition (*Plan de Gestion de l'Eau 2009-2015*) and it takes into account the reduction of the impact of human activity on surface water and

groundwater, improvement of water quality, conservation of groundwater resources and measures to prevent and manage the phenomena related to flooding events. Therefore, it's not possible for the *Plan de Gestion de l'Eau 2016-2021* not to consider the deep transformations that have been made to both the entirety of water resources and to Senne river system, devoting most of the first-priority actions to the flooding mitigation, since it is considered as a distinguished phenomenon of the Brus-



**Figure 7:** *Maillage vert et bleu* of Brussels-Capital Region. Source: image edit by author based on the document *Maillage vert et bleu* by Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement (IBGE).

sels. This plan, through the use of the maps about the inundation risk (Brussels Environment, 2013), identifies the already mentioned causes of inundation, that contribute to the reduction of water collection, drainage and release capability. One of the issues to take into account is the approach adopted in the plan about the management of the systemic transformation processes, facing the issue about the phased approach and working for a discretization of the actions, using both strategic/operational objectives and priority actions to deploy. What you are finding is the necessary complementarity between the open space network and the *Maillage blue* and the role of green spaces in the urban water management by buffer strips, storage basins and floodplain. Ultimately, these multiscale and multifunctional strategic guidelines and actions perform efficiently and simultaneously in regard to the spatial, ecological and social dimensions, varying degrees.

Each one of these planning tools takes the water resource as an environmental element that deeply interacts with the existing city. The strategy underlying the rethinking of urban water management doesn't suggest any restricting approaches or defensive mechanisms, but it focus on the role that green and blue infrastructures can take, or they are already taking, in some virtuous cases as potential support frame for the regeneration project of the contemporary cities (Fig. 7).

Over the last few years, there are growing concerns for this issue, also – and perhaps mainly – in the relevance of the great environmental infrastructure as the way to incorporate the natural dynamics into anthropic ones, into several areas in which they enter, thus allowing transformation and reconfiguration processes within a systemic approach (Geddes, 1915; Mumford, 1938; Batty, 2003, 2008). Indeed, green and blue infrastructure consist essentially in spaces, resources and practices, providing new material and innovative pathways for the contemporary urban projects and helping to formulate both a fruitful field about the rethinking of the new city and a multifaceted test field. (Gasparrini, 2017). The great environmental infrastructures symbolise an open system, marked by multifunctional relations which are becoming central and that are getting more emphasis within the design dimension, precisely because they are able to provide opportunities for complex and interdisciplinary regeneration proposal.

#### 4. CONCLUSIONS

According to the framework of both objective critical issues and an increased awareness of the relevance that the great environmental infrastructures are already taking into the project of the contemporary city, this contribution underlines the need and the urgency of providing for adaptive and dynamic solutions. Consequently, it supports an innovative spatial vision, which rejects the static dimension and therefore, it runs counter to the representative project. The aim is to illustrate and to suggest a care project of territory and its inhabitants, which doesn't give rise to the single solutions and it is appreciated not only for the value of its outputs, but also and above all for the value of its own process (Corboz, 1985; Corner, 1999).

The themes that undoubtedly enrich a performative project are symbolised by interscale space, realisation of a diffuse network into the territory, interrelation between general and specific aspects, modification from competitive to cooperative use of the space and increasing quality of life by integrated management of common goods, with a view to supporting an entire ecology (Pope Francis' encyclical *Laudato Si*, 2015). The purpose is the rewriting process of contemporary urban physiology, able to recognise the environmental infrastructure as the favourite point of view to understand and to interpret some specific cognitive processes, invariably linked to the significant dynamics about socio-natural mutation and furthermore to highlight the considerable existence of a potential "structure", *in nuce*, closely capable of combining material and immaterial elements. Therefore, a coherent and integrated project, that starts from the specificities of the context, uses an adaptive approach for the spatial, environmental, social and economic aspects, takes into account the several spatial scales and attempts to achieve consensus by the active involvement of local communities. The storytelling of green and blue infrastructure's project proves useful in highlighting its role of supporting frame and added value for a shared urban regeneration, spatially and socially accepted. If this, then, is the possible trajectory, there is also a chance of considering the great environmental infrastructures as an approach (Wang & Banzhaf, 2018) more than a tool, since they are understood as a new way of thinking for an updated urban design.

## IL RIPENSAMENTO DEI DISPOSITIVI IDRAULICI VERSO UN MUTUO AGGIUSTAMENTO DEI PROCESSI ADATTIVI PER LA CITTÀ CONTEMPORANEA

### 1. I CONTESTI URBANI E LA QUESTIONE AMBIENTALE NELLA CITTÀ CONTEMPORANEA: INTERSEZIONI, OPPOSIZIONI E SOVRAPPOSIZIONI

Le città continuano a crescere con dinamiche inarrestabili ed è in esse che si concentrano i capitali, le risorse umane, l'informazione e l'innovazione, divenendo, negli ultimi decenni, oggetto di grandi cambiamenti che ne hanno influenzato la struttura e l'equilibrio. L'urbanizzazione incontrollata che si è realizzata in un quadro di forte instabilità rischia così di compromettere gli scenari futuri. Il risultato è una geografia che si apre ad un uso più ampio del concetto di città e che tenta di interpretare quel processo di metropolizzazione del territorio (Indovina, 2005) oggetto di numerose trattazioni negli ultimi anni. Il processo di crescita continua ha prodotto implicazioni e ricadute negli spazi della città in termini ambientali, economici e sociali, finendo così per depauperare territori sempre più vasti e destabilizzando gli equilibri preesistenti. La questione ambientale presenta così aspetti di criticità enormi proprio a causa del progressivo impoverimento della disponibilità di risorse non riproducibili, che unitamente ad alcuni temi trasversali come quelli espressi da modelli dissipativi di energia e la mancata chiusura del ciclo dei rifiuti, provocano in molti contesti rischi multipli che si legano pericolosamente a quelli derivanti dai cambiamenti climatici, producendo ricadute negative per la salute umana e la qualità della vita. Nel quadro d'insieme delle criticità che stressano ad oggi le città di tutto il mondo, la gestione delle acque in ambito urbano, in termini di scarsità della risorsa e di fragilità idraulica e idrogeologica dei suoli, rappresenta una delle sfide più complesse da affrontare. L'obiettivo principale è rappresentato dunque dalla valorizzazione della risorsa idrica all'interno del complesso mosaico dei paesaggi naturali e antropici, mediante un approccio integrato e multidisciplinare, in grado di superare i confini amministrativi e le logiche specialistiche e settoriali. In relazione a ciò, è possibile osservare una crescente attenzione da parte dell'azione pub-

blica, in ambito nazionale ed internazionale, verso azioni normative ed esperienze progettuali pilota che riconoscono la centralità del ripensamento della risorsa acqua, nel più ampio disegno della rete delle infrastrutture blu e verdi.

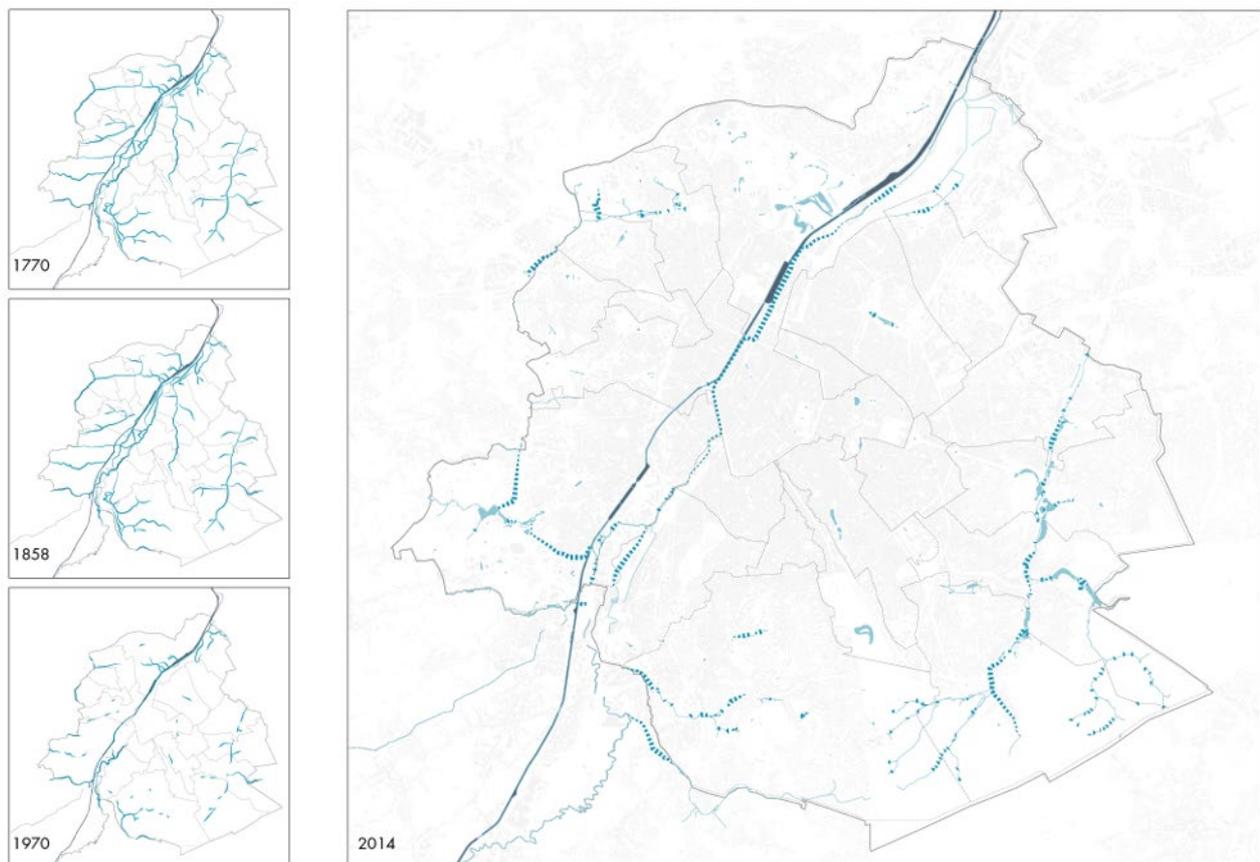
### 2. ESPLORAZIONE DI UN CASO PARADIGMATICO. IL DIALOGO TRA LA RISORSA IDRICA E LA CITTÀ DI BRUXELLES: COESISTENZA VIRTUOSA E CONFLITTO

In un quadro di oggettive criticità e di iniziative internazionali, il presente contributo indaga le modalità di gestione delle acque in ambito urbano attraverso l'illustrazione di un caso studio espressione di una sperimentazione interna ad un contesto di applicazione reale. Bruxelles è infatti una città paradigmatica per effetto della convergenza di numerose criticità ecologico-spaziali e sociali e che si è dotata di nuove interpretazioni metodologiche ed esperienze operative che hanno assunto come priorità qualificante il disegno della rete delle grandi infrastrutture ambientali.

#### 2.1 *L'interazione partecipativa. La via d'acqua e le stratificazioni*

La città di Bruxelles è nata sulle rive della Senne. La posizione geografica favorevole e la presenza della rete idrografica hanno consentito poi lo sviluppo urbano dei villaggi agricoli e la crescita delle attività economiche. Dall'epoca dei mulini a quella della diffusione di birrerie e conterie, il fiume attraversava la città da un'estremità all'altra con un tracciato sinuoso. A partire dall'XI secolo, la configurazione geografica del sistema fluviale è cambiata a supporto delle attività commerciali prima, e di quelle industriali poi.

La Senne ha origine nelle campagne della Soignes, a circa 40 km di distanza dal territorio urbanizzato. L'armatura portante del sistema fluviale si ar-



**Figura 1:** Evoluzione storica del reticolo idrografico della Senne nella Regione di Bruxelles-Capitale. *Fonte: Elaborazione a cura dell'autore sulla base del Plan de Gestion de l'Eau de la Region de Bruxelles-Capitale 2016-2021, Rapport Technique Eau, 2017.*



**Figura 2:** Il tombamento della Senne (1867). *Fonte: Wikimedia Commons.*

ricchisce del contributo dei suoi principali tributari Rebecq, Tubize e Halle, disegnando una rete densa e fitta di relazioni spaziali ed ecologiche, attualmente in gran parte negate. La Senne ad oggi, pur attraversando ciascuna delle tre Regioni in cui il Belgio è suddiviso - Vallonia, Regione di Bruxelles Capitale e Fiandre - è visibile per pochi tratti del proprio tracciato, in quanto scorre nel sottosuolo, ricalcando il tracciato della strada carribile di superficie. Il fiume Senne, pur essendo caratterizzato da una portata contenuta, ha definito una macchina idraulica che nel tempo ha assunto molteplici configurazioni, offrendo un suggestivo accumularsi di scenari (Fig. 1) capaci di esprimere il complesso interagire tra condizioni naturali e interventi umani (Vallerani, 2013).

## 2.2 L'inizio della rottura del legame metabolico. Le infrastrutture tecniche e i progetti urbani

Durante la seconda metà del XIX secolo, in seguito ad una crescita esponenziale della popolazione, la Senne divenne il luogo di captazione e di sversamento delle acque reflue cittadine, non sottoposte ad alcuna operazione preventiva di trattamento. A tale uso improprio, si aggiungeva inoltre lo sversamento dei contaminanti e delle sostanze chimiche provenienti dai sistemi industriali adiacenti. A causa degli usi incongrui sopracitati, il corso d'acqua divenne ben presto una delle maggiori fonti d'inquinamento e di rischio per la salute pubblica, in quanto la contaminazione delle acque e le frequenti inondazioni divennero le principali cause



**Figura 3:** Mappa delle aree a rischio inondazione nella Regione di Bruxelles-Capitale. Fonte: Elaborazione a cura dell'autore, sulla base dei dati resi disponibili dal Geoportal.ibgebim.be.

di diffusione delle epidemie. Sullo sfondo appena tracciato, seppur non esaustivo, si collocano una serie di opere di matrice igienista atte a ripristinare la qualità urbana e la salubrità dei luoghi. A tal proposito, nel 1867, sulla scorta degli interventi promossi da Haussmann per Parigi, si diede avvio ad una serie di progetti urbani di ampia scala che prevedevano la realizzazione di numerosi *boulevard*, tra cui l'attuale *Boulevard Anspach* che ha coperto parzialmente il corso del fiume. I lavori di copertura del reticolo idrografico furono realizzati

in due fasi: la prima (Fig. 2) - terminata nel 1871 - tombò parzialmente il corso d'acqua relegandolo in due collettori, mentre la seconda - avviata nel 1877 - portò a termine le opere di impermeabilizzazione della restante parte tra le stazioni di *Bruxelles Zuid* e di *Bruxelles Nord*. Gli interventi di tombamento della Senne rappresentano il *vulnus* originario della rottura del legame metabolico tra l'ecosistema fluviale e la città di Bruxelles, che ha portato a modificare profondamente il paesaggio urbano ed in particolare il tessuto storico.



**Figura 4:** Mappa dell'intersezione tra le aree a rischio inondazione e il patrimonio costruito nella Regione di Bruxelles-Capitale. Fonte: Elaborazione a cura dell'autore, sulla base dei dati resi disponibili dal Geoportail.ibgebim.be.

Tra il 1930 e il 1950, il reticolo idrografico fu soggetto ad ulteriori deviazioni e interventi di copertura da *Rue des Vétérinaires* a *Quai des Usines*, mentre tra il 1935 e il 1955 furono avviati ulteriori lavori che prevedevano la costruzione di due collettori combinati, paralleli rispetto alle sponde del fiume, che avevano la funzione di raccogliere sia le acque piovane, che le acque reflue.

I progetti urbani relativi alle grandi opere di infrastrutturazione tecnica che hanno interessato il fiume Senne ebbero un ulteriore epilogo nel 1976 quando si diede avvio alla realizzazione della *pre-metro*, una linea tranviaria sotterranea.

Il tracciato di tale rete seguiva l'andamento Nord-Sud del *Boulevard Anspach* e gli spazi tecnici occuparono le gallerie e le canalizzazioni del fiume, negando di conseguenza gli spazi dell'acqua.

Ad oggi, alcuni tratti del sistema di canalizzazioni originari non sono utilizzati con funzione puramente trasportistica, ma come bacini di raccolta delle acque piovane.

### 2.3 Trasformazioni, negazioni e polarizzazioni spaziali e socio-ecologiche

Una profonda conoscenza del territorio diviene utile e significativa se si muove nella direzione di mettere in luce le potenzialità e le criticità dei luoghi al fine di immaginare processi di rinnovamento sistemico place-based. L'approccio tecnocratico che ha guidato le opere di regimentazione idraulica della città di Bruxelles ha generato un sistema di gestione delle acque non solo incapace di garantire la chiusura del ciclo della risorsa idrica, ma che agisce anche in maniera indifferente al carattere naturalistico dei luoghi e all'integrità degli ecosistemi naturali. La compresenza e l'interazione di una serie di condizioni critiche hanno generato effetti visibili sul territorio, tra cui frequenti eventi di inondazione, che costituiscono una fonte costante di rischio grave per la città e gli abitanti (Figg. 3 e 4).

I fenomeni alluvionali dipendono principalmente



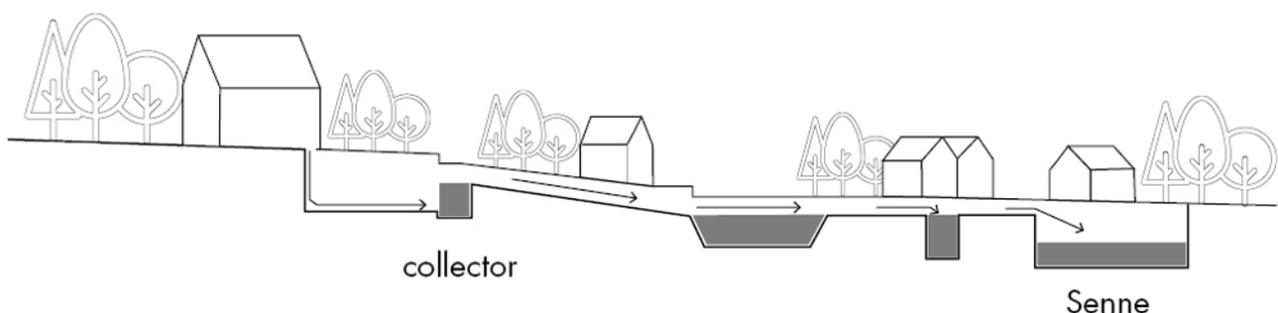
**Figura 5:** Evoluzione dell'impermeabilizzazione del suolo in Brussels. Fonte: Elaborazione a cura dell'autore sulla base del *Étude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale (bassin versant de la Senne)*, 2006, ULB - Région de Bruxelles - Capitale.

da due ordini di fattori, l'esondazione dei corpi d'acqua e gli eventi piovosi, ciascuno dei quali è influenzato sia da vulnerabilità morfologiche legate alla topografia e alla geomorfologia dei suoli, sia da vulnerabilità di carattere antropico relative agli interventi di trasformazione apportati nel tempo alla geografia dei luoghi. Gli episodi di inondazione diffusa, sempre più frequenti ed estremi, che caratterizzano Bruxelles sono dunque il risultato della combinazione dei seguenti fattori: la cattiva gestione delle acque meteoriche, l'eccessiva impermeabilizzazione del suolo e la progressiva crescita dei tessuti urbani, un sistema di smaltimento delle acque reflue inadatto, la frammentazione della rete idrografica e non ultimi i cambiamenti climatici.

Le acque meteoriche, principalmente attraverso la capacità di ricaricare le falde acquifere sotterranee, garantiscono un corretto funzionamento del ciclo naturale dell'acqua, che in ambito urbano è sottoposto a numerose alterazioni, tra cui la perdita di qualità delle risorse idriche e il depauperamento degli spazi naturali di captazione. Attualmente a Bruxelles, il ciclo naturale delle acque rappresenta una criticità in quanto le acque di pioggia non alimentano più la rete idrografica, i suoli permeabili e le falde acquifere sotterranee, ma vengono convogliate in un sistema di collettori completamente artificiale. La gestione delle acque meteoriche pone dunque la necessità di respingere un approccio tecnocratico a favore di un proces-

so trasversale, che intercetta non solo le questioni spaziali, ma anche le tematiche legate alle dimensioni ecologico-ambientale, paesaggistica e sociale. Un'ulteriore vulnerabilità è rappresentata poi dal tasso di impermeabilizzazione dei suoli (Fig. 5), che nel territorio di Bruxelles è passato dal 27% nel 1955 al 47% nel 2006 (ULB-IGEAT, 2006) e che dovrebbe continuare ad aumentare in relazione al trend di crescita della popolazione registrato nella Regione di Bruxelles Capitale. I dati rilevano dunque, che circa la metà del territorio dell'RBC risulta impermeabile e dunque caratterizzato da una minore evaporazione e da un minor tasso di infiltrazione e di ricarica della falda.

Il racconto delle condizioni critiche pone, inoltre, la necessità di mettere in evidenza il particolare meccanismo di gestione dei flussi idrici della città di Bruxelles, basato sulla presenza di un sistema di raccolta unico e combinato (Fig. 6), sia di acque bianche che di acque reflue provenienti da usi domestici e industriali. Il sistema, così concepito, non garantisce l'efficienza del funzionamento, in quanto genera sia un'ingente perdita di acque bianche, sia il convogliamento di quota parte delle risorse idriche reflue ed inquinate all'interno della Senne e del sistema di canalizzazioni ad esso collegato, che in caso di sovraccarico e conseguenti esondazioni causano la compromissione dei suoli circostanti. La completa integrazione del fiume e delle canalizzazioni del sistema di smaltimento crea dunque, numerose e continue interazioni e



**Figura 6:** Schema del sistema di raccolta combinato di acque bianche e reflue nella Regione di Bruxelles-Capitale. *Fonte: Elaborazione a cura dell'autore.*

conflitti tra le vie d'acqua naturali e i collettori, generando un sistema che entra in crisi non appena uno dei due elementi si trova sottopressione. Le tracce affioranti in superficie dell'ambito di paesaggio della Senne e delle sue aree di respiro sono andate quasi totalmente perse e il vero potenziale della macchina idraulica è stato trasferito nel sottosuolo.

È proprio nel quadro delle oggettive criticità descritte che si inseriscono trasversalmente i rischi legati ai cambiamenti climatici che qui generano, da un lato, una diminuzione della frequenza e un aumento dell'intensità degli eventi di pioggia nel periodo estivo e, dall'altro, un aumento della durata delle precipitazioni durante il periodo invernale (Pouria et al., 2012; IRM, 2015).

A causa delle specificità, sono comuni fenomeni di allagamento che investono a vario grado i luoghi della città, in relazione ai caratteri morfologici e al grado di naturalità e/o antropizzazione dei luoghi. La negazione degli spazi dell'acqua e il profondo sfruttamento di un ecosistema che ha perso il suo carattere naturalistico originario pone l'urgenza di prevedere un sistema di gestione e di raccolta delle acque intelligente ed ecologicamente orientato, che diviene parte di una più ampia strategia di rigenerazione resiliente. Per tali ragioni, è necessario modificare lo sguardo conoscitivo ed interpretativo, esplorando un nuovo approccio progettuale alla città che consenta di far fronte a domande di urbanità inedite, urgenti ed in linea con i bisogni dei cittadini e processi di rigenerazione urbana, complessi ed integrati, che individuano nel disegno della rete delle infrastrutture verdi e blu il dispositivo capace di fornire una strategia chiara e condivisa alla scala territoriale ma anche un insieme di azioni puntuali e diffuse per intervenire alla microscala delle questioni puntuali.

### **3. IL RACCONTO DI NUOVE TRAIETTORIE ECOLOGICO-SPAZIALI E SOCIALI. PIANI, PROGRAMMI E PROGETTI IN ATTO**

La contaminazione, il tombamento, la deviazione e la quasi totale cancellazione del fiume Senne, sia dal palinsesto (Corboz, 1985) urbano che dalla memoria collettiva dei cittadini, ha trasformato le aree di contatto tra l'ecosistema fluviale e lo spazio urbano come un luogo in dissolvenza. Tutta-

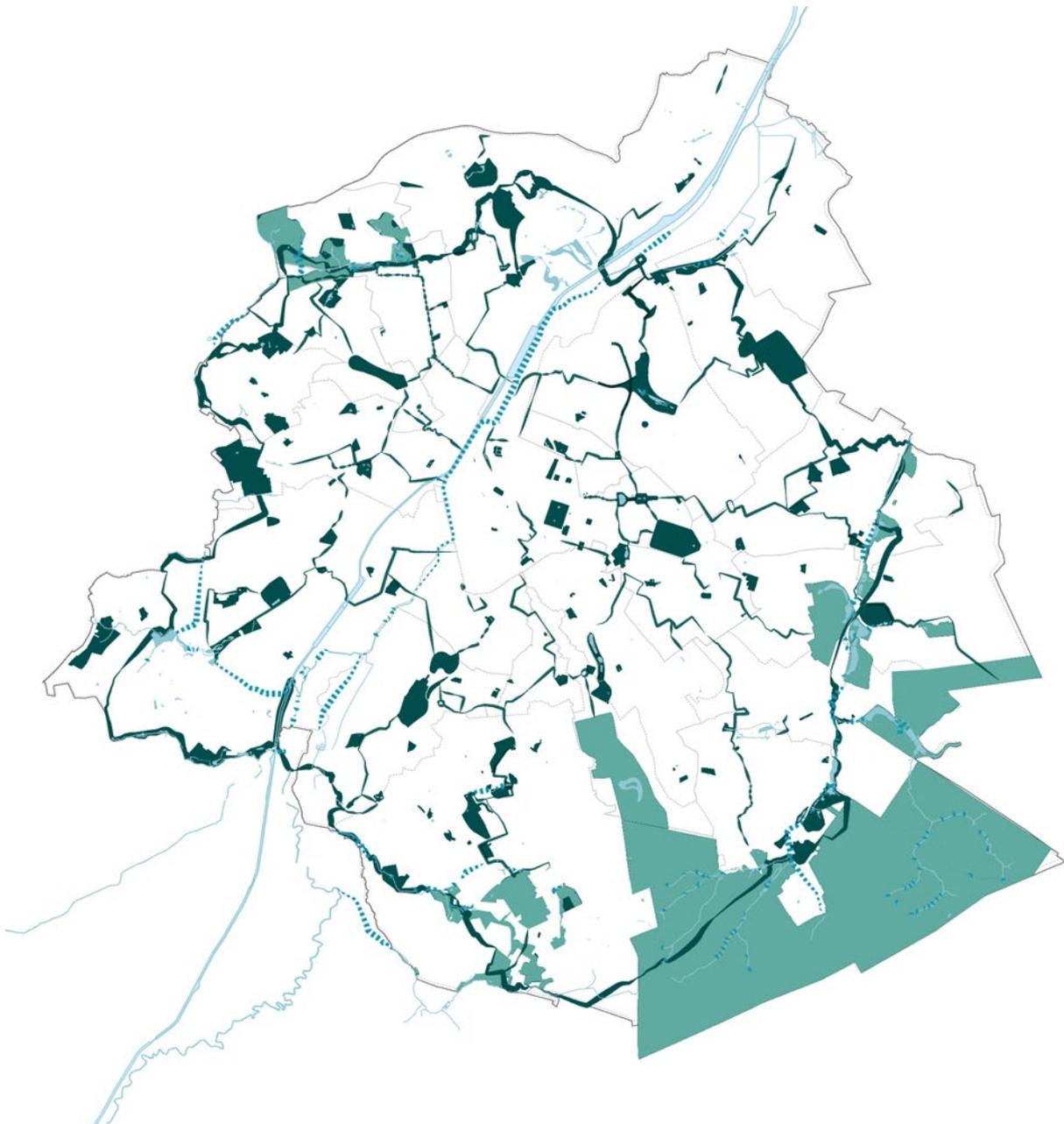
via, ad oggi, è possibile riconoscere un interesse crescente e una maggiore consapevolezza delle istituzioni pubbliche, delle comunità scientifiche e dei cittadini in merito alla gravità delle condizioni di rischio del territorio di Bruxelles. Tale aspetto è percepibile nei recenti orientamenti dell'azione pubblica verso piani, programmi e progetti in grado di immaginare una progressiva riduzione dell'esposizione alla molteplicità di rischi naturali e antropici. In particolare, il *Plan Régional de Développement Durable* (PRDD), il programma *Maillages vert et bleu* e il *Plan de Gestion de l'eau* 2016-2021 disegnano il framework capace di supportare un'operazione che si muove verso l'adattamento virtuoso alle condizioni di fragilità idraulica e idrogeologica.

Il PRDD, approvato nel luglio 2018, parte dalle specificità del territorio e cerca di identificare e di ridefinire la struttura spaziale multiscalarare della città, al fine di produrre un rafforzamento dell'armatura territoriale. Il piano in questione, a partire da una lettura del metabolismo urbano e dalla messa in evidenza di una serie di processi e dinamiche endemiche, intende definire un quadro comune che tenga insieme le prospettive e le ambizioni condivise, relative ad una strategia di sviluppo sostenibile. Il tema prioritario del piano è racchiuso nell'ambito di ciò che viene definita dallo strumento come 'sfida ecologica', che tiene insieme sia il tentativo di ristabilire un equilibrio tra la conformazione morfologica del territorio, le dinamiche naturali e le traiettorie di sviluppo urbano finora adottate, sia di gestire gli effetti che ciascuno elemento citato ha avuto sulla città, quali la progressiva impermeabilizzazione del suolo, l'inefficacia della gestione del sistema di trattamento delle acque, i fenomeni di inondazione, l'inquinamento, la perdita di biodiversità e non ultimo l'indebolimento della rete degli spazi aperti. Il piano, in riferimento alla gestione della risorsa idrica propone una strategia integrata, che mira a ricostruire l'intera superficie idrografica all'interno del più ampio disegno della rete delle grandi infrastrutture ambientali. I lineamenti strategici si riferiscono ad un ripensamento delle funzioni idraulica, ecologica, paesaggistica, sociale e ricreativa delle zone umide, dei fiumi e delle relative aree di respiro; obiettivi strategici ai quali corrispondono una serie di azioni puntuali relative sia alla realizzazione di misure di ritenzione idrica (aree permeabili d'infiltrazione, fasce filtro, aree di rallentamento dei flussi idrici e zone di esondazione controllata), sia al miglioramento della qualità delle acque superficiali (capacità di

autopurificazione, controllo degli scarichi inquinanti e regolazione della temperatura delle acque e dei relativi livelli di eutrofizzazione). Nell'ambito del PRDD dunque, la rete delle infrastrutture verdi e blu viene proposta come dispositivo di rigenerazione integrata, quantitativa e qualitativa, dei paesaggi naturali ed urbani.

La costruzione di una nuova idea di città assume come priorità qualificante la rete delle grandi in-

frastrutture ambientali, come previsto anche nel programma *Maillage vert et bleu*, promosso dalla RCB, nell'ambito di un progetto LIFE. Il programma si inserisce a pieno titolo nel regolamento urbano e ha l'obiettivo sia di garantire una strategia di lungo termine, capace di ricostruire i valori di una geografia apparentemente persa, sia di considerare il paesaggio come termine aperto, come lente attraverso cui osservare il territorio in quan-



**Figura 7:** *Maillage vert et bleu* della Regione di Bruxelles-Capitale. Fonte: Elaborazione dell'autore, sulla base del documento *Maillage vert et bleu* del Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement (IBGE).

to totalità organica, corrispondente a una diversa idea di città, un'idea che privilegia la molteplicità, l'eterogeneità, il contrasto, l'accostamento di elementi diversi tra loro (Zardini 1996). L'interesse si muove così verso la reintegrazione degli ecosistemi naturali nel contesto urbano attraverso il miglioramento della gestione delle risorse, dei flussi e delle filiere propri del metabolismo urbano. Il programma, in relazione alla gestione della risorsa idrica, prevede inevitabilmente di superare i limiti di un sistema di raccolta unico e combinato, di ridurre l'ingente quantità di spreco di acque bianche e di inserire la macchina idraulica in una più ampia strategia territoriale, al fine di riportare alla luce la dimensione ecologico-spaziale e sociale degli ecosistemi attualmente compromessi. Il reticolo idrografico, i sistemi di canalizzazione e le aree soggette ad inondazioni divengono parte integrante della rete delle infrastrutture verdi e blu, capaci sia di ristabilire un equilibrio tra il ciclo delle acque e i tessuti urbani, sia di contribuire al miglioramento della gestione della risorsa idrica, all'adattamento alle condizioni di rischio, alla rivitalizzazione degli elementi biologici, all'incremento di fruizione degli spazi pubblici e non ultimo al miglioramento dello stile di vita dei cittadini.

Nell'ambito del cambiamento della direzione di marcia del progetto urbano verso la cura del territorio e degli abitanti, il *Plan de Gestion de l'Eau 2016-2021* dell'RBC, approvato dal governo nel gennaio del 2017 ha lo scopo di raggiungere gli obiettivi stabiliti dall'UE in materia di acque (Direttiva quadro sulle acque, 2000 e Direttiva sulle alluvioni, 2007). Tale strumento si pone in continuità con le azioni previste nel 2012 dal precedente piano di gestione delle risorse idriche e muove l'interesse verso la riduzione dell'impatto delle attività umane sulle acque sotterranee e di superficie, il miglioramento della qualità dei corsi d'acqua, la conservazione delle risorse idriche sotterranee e la previsione di misure di prevenzione e gestione dei fenomeni legati al rischio inondazioni. In ambito urbano, il *Plan de Gestion de l'Eau 2016-2021* non può non considerare le profonde trasformazioni apportate alla totalità delle risorse idriche e in particolare al reticolo idrografico della Senne e dunque, in accordo a tale condizione di contesto, gran parte delle azioni è dedicata alla mitigazione degli eventi di inondazioni diffuse, in quanto fenomeno caratterizzante della città di Bruxelles. Lo strumento in oggetto, attraverso l'utilizzo delle carte del rischio realizzate tra il 2012 e il 2013, individua le principali cause del fenome-

no, già enunciate nel presente contributo nell'ambito del racconto del territorio, che contribuiscono a ridurre la capacità di captazione e di drenaggio e il conseguente rilascio delle acque. Il focus su cui porre l'attenzione è certamente l'impostazione della struttura del piano, che prevede un processo di rinnovamento sistemico e al contempo una discretizzazione degli interventi attraverso l'identificazione di obiettivi strategici, obiettivi operativi e relative azioni prioritarie da mettere in campo. Ciò che emerge con forza è la necessaria complementarietà che deve essere stabilita tra la rete degli spazi aperti e la *Maillage bleu* e il ruolo che gli spazi verdi possono assumere nella gestione delle acque attraverso la realizzazione di zone filtro, fasce tampone, bacini di ritenzione e zone di esondazione controllata. Ciascuno dei lineamenti strategici e delle azioni prioritarie enunciate agiscono in maniera multiscale e multifunzionale intercettando contemporaneamente, seppur in misura variabile, le dimensioni idraulica, ecologica, paesaggistica e non ultima sociale e ricreativa. Ciascuno di questi strumenti di pianificazione descritti assume la risorsa acqua come elemento di interazione tra l'ambiente e la città esistente. La strategia alla base del ripensamento della gestione delle acque in ambito urbano non propone un approccio vincolistico o difensivo, ma pone l'attenzione sul ruolo che le infrastrutture verdi e blu possono assumere, o stanno già assumendo, come struttura potenziale nel progetto di rigenerazione della città contemporanea (Fig. 7). Questo tema ha infatti intercettato negli ultimi anni un interesse sempre crescente anche e soprattutto per la possibilità, da parte delle grandi infrastrutture ambientali, di integrare le dinamiche naturali con quelle antropiche nei molteplici territori che attraversano, consentendo così operazioni di riqualificazione, riconfigurazione e trasformazione dentro un approccio sistemico (Geddes, 1915; Mumford, 1938; Batty, 2003, 2008). Le infrastrutture verdi e blu si sostanziano infatti attraverso i luoghi, le risorse e le pratiche fornendo così nuovi materiali e nuove prospettive al progetto urbanistico contemporaneo contribuendo, in questo senso, a definire un campo di lavoro fertile nel ripensamento della nuova città e un campo multiforme di sperimentazione (Gasparrini, 2017). Tali infrastrutture rappresentano infatti un sistema aperto di relazioni multifunzionali che divengono centrali ed assumono evidenza progettuale proprio perché capaci di fornire opportunità per operazioni di rigenerazione complesse e interdisciplinari.

#### 4. CONCLUSIONI

In un quadro di oggettive criticità e di accresciuta consapevolezza nei confronti del ruolo che le grandi infrastrutture ambientali stanno assumendo nel progetto della città contemporanea, si pone in evidenza la necessità e l'urgenza di fornire soluzioni adattive e dinamiche offrendo una nuova visione dello spazio che rifiuta la dimensione statica e si pone in contrasto al progetto rappresentativo. L'obiettivo è quello di raccontare e di proporre un progetto di cura del territorio e degli abitanti, che non genera soluzioni unitarie ed univoche e che viene apprezzato non solo per il suo valore di prodotto, ma soprattutto di processo (Corboz, 1985). I temi che informano e arricchiscono dunque un progetto di natura performativa sono rappresentati dallo spazio che attraversa le scale, dalla creazione di una rete diffusa nel territorio, dall'interrelazione tra generico e specifico, dalla modificazione dell'uso degli spazi da concorrenziale a cooperativo e dall'accrescimento della qualità della vita attraverso la gestione integrata dei beni comuni, nell'ottica di un'ecologia integrale (Pope Francis' encyclical *Laudato Si*, 2015).

La finalità diviene dunque il processo di riscrittura della fisiologia urbana contemporanea, capace di riconoscere nelle grandi infrastrutture ambientali

sia il punto di vista privilegiato per la comprensione e l'interpretazione di alcuni particolari processi cognitivi, ad oggi inevitabilmente correlati alle rilevanti dinamiche della mutazione ecologico-ambientale e sociale, sia la struttura potenziale, *in nuce*, capace di combinare elementi materiali e immateriali. È questa infatti la strada da perseguire per un progetto sostenibile in ragione della scarsità delle risorse, equo nel garantire un giusto diritto alla città e cooperativo in termini di interazione tra scala locale e globale e tra settori finanziari pubblici e privati. Un progetto dunque coerente ed integrato che parte dalla specificità dei contesti, utilizza un approccio adattivo per le strutture fisiche, ambientali, economiche e sociali, considera le diverse scale territoriali e temporali e cerca di raggiungere il consenso attraverso il coinvolgimento attivo della cittadinanza. Il racconto della dimensione progettuale legata alle infrastrutture verdi e blu è utile infatti a mettere in evidenza il loro ruolo di armatura portante e di valore aggiunto per una rigenerazione urbana condivisa dal punto di vista progettuale e sociale. Se questa è dunque una traiettoria possibile, le infrastrutture ambientali possono essere considerate un approccio (Wang & Banzhaf, 2018) più che uno strumento perché intese come un nuovo modo di pensare ad un'urbanistica rinnovata.

#### REFERENCES

Acebillo, J. (2013). *A new urban metabolism: Barcelona, ES/Lugano, CH*: Actar.

Assemblea Generale delle Nazioni Unite (2012). *Conferenza delle Nazioni Unite sullo Sviluppo Sostenibile (UNCSD) - Rio+20*.

Balducci, A., Fedeli, V., & Curci, F. (2017). *Metabolismo e regionalizzazione dell'urbano. Esplorazioni nella regione urbana milanese*. Milano, IT: Guerini e associati.

Batty, M. (2003). *The Emergence of Cities: Complexity and Urban Dynamics*. Working Paper 64, CASA – Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London. London, UK. Retrieved from: <http://discovery.ucl.ac.uk/231/1/paper64.pdf>

Batty, M. (2008). *Cities as Complex Systems: Scaling, Interactions, Networks, Dynamics and Urban Morphologies*, Working Paper 131, CASA – Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London. London, UK. Retrieved from: <http://discovery.ucl.ac.uk/15183/1/15183.pdf>

Bruxelles Environment. <https://environnement.brussels/>

Corboz, A. (1985). Il territorio come palinsesto. *Casabella*, 516(9), 22-27.

Davoudi, S., Brooks, E., & Mehmood, A. (2013). Evolutionary resilience and strategies for climate adaptation. *Planning Practice & Research*, 28(3), 307-322. doi: 10.1080/02697459.2013.787695

Duvigneaud, P. et S. Denaeyer-De Smet (1975). L'écosystème Urbs. L'écosystème urbain Bruxellois. In P. Duvigneaud & P. Kestemont (Eds.), *Productivité biologique en Belgique* (pp.581-597).

DIRECTIVE 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council (2000). Framework for Community action in the field of water policy. Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2000/60/oj>

Directive 2007/60/EC of the European Parliament and of the Council (2007). Assessment and management of flood risks. Retrieved from: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2007/60/oj>

Pouria, X., Dubois, G., Cauchy, A., Ceron, J.P., & Ghuisoland, J. (2012). *L'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale: Élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation*. Retrieved from: [http://document.environnement.brussels/opac\\_css/electfile/Airclimat%20Etude%20ChgtClimatiqueRBC](http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Airclimat%20Etude%20ChgtClimatiqueRBC)

Folke, C., Carpenter, S., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., & Rockstrom, J. (2010). Resilience thinking: Integrating resilience, adaptability and transformability, *Ecology and Society*, 15(4), 20-28.

Gasparrini, C. (2017). Le infrastrutture Verdi e blu nel progetto della città contemporanea. In *Urbanistica Informazioni*, 273-274, 25-27.

Geddes, P. (1949). *Cities in evolution*. London, UK: William and Norgate Limited.

Gunderson, L. H., & Holling C. S. (2002). *Panarchy: Understanding Transformations in Systems of Humans and Nature*. Washington DC: Island Press

Indovina, F., Fregolent, L., & Savino, M. (Eds.), (2005). *L'esplosione della città: Barcellona, Bologna, Donostia-Bayonne, Genova, Lisbona, Madrid, Marsiglia, Milano, Montpellier, Napoli, Porto, Valencia, Veneto centrale*. Bologna, IT: Compositori.

INSTITUT ROYAL METEOROLOGIQUE DE BELGIQUE (IRM), (2015). *Vigilance Climatique 2015*.

Pope Francis' encyclical Laudato Si (24 maggio 2015). Retrieved from: [http://w2.vatican.va/content/dam/francesco/pdf/encyclicals/documents/papa-francesco\\_20150524\\_enciclica-laudato-si\\_en.pdf](http://w2.vatican.va/content/dam/francesco/pdf/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si_en.pdf)

Mumford, L. (1938). *The Culture of Cities*. London, UK: George Routledge and Sons

UNEP - United Nations Environment Programme (2012). *Global Environment Outlook 5*. Retrieved from: <https://www.unenvironment.org/resources/global-environment-outlook-5>

Plan Régional de Développement (PRD). Retrieved from: <http://perspective.brussels/fr/plans-reglements-et-guides/plans-reglementaires-et-strategiques/plans-strategiques/plan-regional-de>

Plan Régional de Développement Durable (PRDD). Retrieved from: <http://perspective.brussels/fr/plans-reglements-et-guides/plans-reglementaires-et-strategiques/plans-strategiques/plan-regional-de>

Plan de Gestion de l'Eau 2016-2021. Retrieved from: <https://environnement.brussels/thematiques/eau/plan-de-gestion-de-leau/plan-de-gestion-de-leau-2016-2021>

Programma "Maillage verte et bleu". Retrieved from: [https://environnement.brussels/sites/default/files/content/maillage\\_vert\\_bleu\\_fr.pdf](https://environnement.brussels/sites/default/files/content/maillage_vert_bleu_fr.pdf)

The History of Sanitary Sewers. Retrieved from:

[http://www.sewerhistory.org/grfx/wh\\_region/belgium.html](http://www.sewerhistory.org/grfx/wh_region/belgium.html)

Vallerani, F. (2013). L'arte della fuga e labirinti d'acque: il Veneto dei piccoli fiumi. *VENETICA*, 2013(2), 17-34.

Vanhuyse, S., Depireux, J., & Wolff, E. (2006), *Etude de l'évolution de l'imperméabilisation du sol en Région de Bruxelles-Capitale*. Etude réalisée par l'ULB/IGEAT pour le Ministère de la Région de Bruxelles-Capitale, Administration de l'Équipement et des Déplacements/Direction de l'Eau. Retrieved from:

[http://document.environnement.brussels/opac\\_css/electfile/STUD\\_2006\\_ImpermeabiliteSolsRBC](http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/STUD_2006_ImpermeabiliteSolsRBC)

Wangan, J., & Banzhaf, E. (2018). Towards a better understanding of Green Infrastructure: A critical review. *Ecological Indicators*, 85, 758-772.

Wolman, A. (1965). The metabolism of cities. *Scientific American*, 213(3), 178-193.

World Commission on Environment and Development (1987). *Brundtland report: Our Common Future*. Retrieved from: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>

Zardini, M. (1996). *Paesaggi ibridi. Un viaggio nella città contemporanea*. Milano, IT: Skira.