

# SMC

SUSTAINABLE MEDITERRANEAN CONSTRUCTION  
LAND CULTURE, RESEARCH AND TECHNOLOGY

FOCUS ON

## BIOTIC / A-BIOTIC

N. TEN  
2019

LUCIANO EDITORE

SMC - Official Magazine of the SMC (Sustainable Mediterranean Construction) Association - Online Edition: <http://www.sustainablemediterraneanconstruction.eu> - Autorizzazione del Tribunale di Napoli n. 29 del 09/06/2014.





- 005\_ VIEW\_City, Nature and Design  
*Dora Francese*
- 021\_ BOARDS AND INFORMATION
- FOCUS ON BIOTIC / A-BIOTIC
- 023\_ Cities designed as ecosystems: the new challenge for urban architectural design  
*Georgia Cheircanteri*
- 028\_ Biomimetic of xerophilous plants in the design of water storage systems  
*Wedsley Melo, Itamar Silva, Pablo Torres*
- 033\_ Human and Mediterranean environment: biotic interactions in the rural districts of Cilento  
*Giuseppe Vaccaro*
- 040\_ Importance of green spaces in planning sustainable urban areas  
*Lea Petrović Krajnik, Vedrana Kržanić, Damir Krajnik*
- 047\_ Application and benefits of Mediterranean green streets  
*Renata Valente, Salvatore Cozzolino, Pietro Ferrara*
- 054\_ The microclimatic contribution of urban green fraction: case study: Medellin, Colombia  
*Ricardo Ramírez-Naranjo, María Alejandra Herrera-Hurtado*
- 060\_ The city is growing up: agriculture and urban regeneration  
*Alessandra Battisti*
- 069\_ Path for the river rebirth of Olona Valley  
*Daniele Fanzini, Raffaella Riva, Raul Dal Santo*
- 074\_ Sustainable recovery: water as a source of territorial valorization  
*Chiara Marchionni, Marianna Rotilio, Pierluigi De Bernardinis*
- 079\_ The role of water in the environmental design of urban space  
*Laura Daglio, Elena Mussinelli*
- 084\_ The practical aspect of teaching and research: a laboratory with natural materials in the Federal University of Pelotas  
*Sara Parlato, Ricardo Luis Sampaio Pintado*
- 088\_ The historical city of Sfax-Tunisia: Valorization of the traditional building stone  
*Ben Ali Fouad, Raida Kchaw, Ali Abdelmônem Zribi*
- 093\_ Simulation tools for energy performance evaluation on early stage of architectural design in academic context  
*Paulo Mendonça, Nzar Faiq, Jorge Fernandes, Ricardo Mateus*
- 100\_ Adaptive retrofitting strategies for social and ecological balance in urban Mediterranean area  
*Cristiana Cellucci*
- 105\_ Sustainable building materials for touristic Mediterranean infrastructures  
*Anna Maria Giovenale, Elisa Pennacchia, Fabrizio Cumo, Federico Cinquepalmi*
- 110\_ Climate change adaptation and vegetation: the case Ufa fabric  
*Federica Dell'Acqua*
- 116\_ Palermo garden of Sicily  
*Tiziana Firrone, Carmelo Bustinto*
- 125\_ The design of biotic environment for balancing urban microclimate  
*Fabrizio Tucci, Domenico D'Olimpio*
- 131\_ Sustainable materials for the design of the city: eco-compounds with recycled materials for the realization of urban flooring  
*Mercedes del Río Merino, Jaime Santa Cruz Astorqui, Veronica Vitiello, Roberto Castelluccio, Paola Villoria*
- 136\_ Feasibility Study of a Low Carbon House in Tabriz, Iran  
*Sanaz Hariri Shabestari, Hossein Mirzaii*
- 140\_ The Kessariani Monastery: a significant testimony of Byzantine architecture  
*Emanuele La Mantia*
- 146\_ The contribution of the park trees to the adaptation of a city to climate change: the case of Thessaloniki  
*D. N. Papagiannopoulou, T. K. Tsitsoni, A. B. Kontogianni*

## PHD RESULTS

- 151\_ Urban Ecclesiastical Ruins and the biotic and abiotic environment in Smaller Urban Center  
*Lorenzo Gargano*
- 152\_ Waste management and health risks in rural communities of Ghana  
*Giovanni Vinti*
- 153\_ Sustainable management of stormwater in a changing environment under Mediterranean climate conditions  
*Mirka Mobilia*
- 154\_ Trend analysis of the year-to-year rainfall variability under a Mediterranean climate in southern Italy  
*Ouafik Boulariah*
- 155\_ Learning from experimental data the hydrological behaviour of a green roof in a typical Mediterranean environment: climate, soil moisture and drainage layer properties impact  
*Roberta D'Ambrosio*
- 156\_ SuDS and mitigation of urban flooding: a new challenge  
*Roberta D'Ambrosio*
- 157\_ Field Architectures. The ecologies of rural settlement in Sardinia: an atlas of field architectures  
*Roberto Sanna*
- 158\_ Challenges of solid waste recycling system in Jordan: a focus on plastic and paper waste recovery in Irbid  
*Silvia Gibellini*



# THE ROLE OF WATER IN THE ENVIRONMENTAL PROJECT OF THE PUBLIC SPACE

## Abstract

The increasing number of extreme weather conditions prompted by climate change is already noticeable nowadays in the succession of extended periods of drought to precipitations and storms of substantial intensity, events that significantly impact anthropized systems, in particular in densely populated urban contexts. This is also due to the inadequacy of the infrastructural equipment, often underpowered and lacking in the functional, managerial and environmental aspects.

This contribution seeks to define the attributes and contents of a new project-oriented approach - methodological and technical - for urban public spaces, which stands out for the use of water as a natural element in the variety of its potentials and aesthetic, environmental and climate-related connotations.

## Keywords

Nature Based Solutions, Water, Environmental Design, Public Space Design, Resilience

## Water, nature, culture, city

Water and architecture are bound by a long-standing and multidimensional relation, that combines functional needs, environmental aspects, cultural values and symbolic significance. Pliny the Elder wrote "*Aquae condunt urbes*": water affects the foundation of cities, and admittedly, it constituted a key determinant in the positioning of human activities and settlements, equally because of its being a vital and economic means of support, and for its role in structuring the image and morphology of cities. The modes in which water is used or exploited, and the equipment through which mankind alters its characteristics, represent one of the essential forms of the relationship between Man and environment; and the preservation of ecological balances based on water is a prerequisite for the survival and development of societies [1].

The relationship between Man and water has thus been established, from the very beginning, in terms of a human-induced act, aimed at procurement and management, in a continuous redefinition and reshaping process of the water-land boundary, which is reflected in the transformation of the territory and in the landscape construction.

The creation of large-scale works, that involve a high degree of space artificialization and radical alterations in the environmental settings in which they are situated, represents an activity



Fig.1 - Michel Corajoud, Miroir d'eau, Bordeaux, 2006 (© Blaue Max, source: [https://it.wikipedia.org/wiki/File: Bordeaux\\_-\\_Juillet\\_2012\\_\(85\).JPG](https://it.wikipedia.org/wiki/File: Bordeaux_-_Juillet_2012_(85).JPG))

that has always characterized human activity, in the wake of the great transformations of the Industrial Revolution; an approach that reaches its highest development in nineteenth-century engineering projects of a positivist cultural matrix, based on the value of the great dimension seen as a symbol of progress in public imagination. Within this type of culture, the applications of hard technologies, with a high environmental and landscape impact, are associated with definite aesthetic and sculptural values, producing images with a strong visual power.

The downturn of these approaches is linked to the crisis of positivism and the underlying development model, with the rise of the balance issue and mutual adaptation between Man and environment and the emphasizing of the human action and its resources' limits; the "scale" distinction between timing and consequences of human action and timing of natural elements modification, maximized precisely following the expansion of human abilities to alter the environment through technology, gives rise to a new cause-and-effect ratio from the often uncontrolled and difficult to revert consequences.

Furthermore, a transformation of the cultural framework is taking place, which marks the shift from an idealistic approach of the landscape, limited only to visual and perceptive aspects, to a "structural" notion, connected to

objective determinants that include not only aesthetic, cultural, historical and memorial values, but also economic and ecosystem-oriented ones.

Within this backdrop of greater connection between the scales of interventions and their sizing more compatible with matters of environmental footprint, water is nowadays given special consideration and is object of experimentation, as a remarkable environmental element embedded into the architectural project [2]; this often occurs with specific reference to the environmental quality of public space, with numerous and fascinating application experiments of the usage and integration of the water element in architecture and in public spaces between environmental, microclimatic and scenic significance.

Moreover, the use of water is increasingly common, on the one hand, in projects for the refurbishment and redevelopment of parks, nature reserves and urban gardens, where the rationale of operating water systems and the need to preserve or restore appropriate degrees of environmental quality requires combining properly the demand for fruition and functional and economic enhancement of space with the ecosystem balance of the different contexts. On the other hand, it is also becoming frequent in the measures for the construction of hydraulic defence projects and infrastructures, which in turn develop into an

opportunity for the establishment of Green and Blue infrastructural corridors with a high natural-environmental and landscape connotation.

Within the framework of the European cities redesign approach, at the threshold of the third millennium, an increasing focus is being placed to the environmental project for the multi-scale enhancement of the water component, with a fully-fledged trend reversal, compared to a recent past that had come to deny every possible relationship between water and city.

#### **Technical solutions: Nature Based Solutions and Blu Infrastructures**

Nature Based Solutions (NBS) proceeding from the water resource, applied to individual areas or network-shaped to establish real Blue Infrastructures (BI), have taken on an increasingly relevant role in the sustainable and resilient regeneration of urban landscapes [3]. They sustain biodiversity and contribute towards reducing anthropogenic pressures in urban areas (air, soil and water pollution) and the effects of climate change (floods, droughts and urban heat island); the ecosystem services they produce also provide significant benefits in economic terms [4].

In recent years, several European cities - Copenhagen, Stockholm, Barcelona, etc. - have tested NBS and GBI integration models within plans, programmes and projects where such solutions play a crucial role in the "pursuit of environmental targets (reduction of air pollutants, reduction of urban heat island, combatting flooding, etc.), economic (cost savings in urban services, energy savings and creation of new jobs within the Green Economy, etc.), socio-cultural (e.g. improving social inclusion and cohesion through the employment of the NBS)" [5].

In a broader sense, the sustainability of rainwater cycle theme is among those at the heart of international policies for the resilience of metropolitan urban areas, scenarios in which the increasing concentration of the population exerts significant pressure on water resources (consumption and pollution) and soil waterproofing also prominently impacts the functioning of settlement (inundations and floods).

In this light, the sustainability of the water cycle relates not only to supply and sanitation issues, but also to the challenge of a more effective management of water resources in terms of resilience (mitigation of flood risks and groundwater contamination, collection and reuse of rainwater for irrigation, cooling, etc.). There are two main forms of benefits provided by the NBS compared to the integrated water service: on the one hand, the mitigation of severe rain phenomena in terms of both slowing down the water outflow due to the soil layers' retention, and the ability to collect and store water to reduce the urban flooding issue; on the other hand, the ability of NBS to reduce - even coupled with artificial technological systems - the decline in quality of seeped water and to streamline the collection and subsequent reuse of treated water.

In urban contexts, the transition from grey to

blue solutions consists for example in the replacement of waterproof surfaces with draining floors, combined with vegetated bio-basins for drainage and retention of rainwater. New residential settlements are nowadays built in accordance with the hydraulic invariance principle, which entails the complete reuse of water for irrigation and domestic purposes, eliminating the load on the city sewage system. The effectiveness of these systems with regard to the sustainable water cycle is also measurable through two approaches: one refers to the ability to capture rainwater by vegetation; the other concerns the ability to reduce outflow due to rain infiltration and containment of flood waves during severe rain phenomena in the soil layers of lawn areas, bio-basins, ponds and green roofs. Dedicated software, such as I-Tree Hydro, and specific algorithms support the assessment of indicators that allow to quantitatively determine the benefits resulting from these solutions, starting from the knowledge of the rainfall data, of the specifications and of the width of the reference surfaces (absorbing surface and waterproof surface, feature areas) and the geological composition of the soil. Additionally, the allocation of blue infrastructures (large natural and artificial water stretches), alongside the green ones (forests, large parks, cultivated areas) contributes to the reduction of soil temperature and significantly assists in reducing the urban heat island and in managing outdoor comfort. In many instances, these are solutions and principles already applied in Islamic architecture, that had reinterpreted and disseminated throughout the Mediterranean the Persian garden of delight. However, contemporary techno-typological solutions enable to expand and control this phenomenon with highly effective results.

#### **The project application: approaches and models**

It is possible to recognize among contemporary architecture projects two major research and experimentation paths, which turn the microclimate and the water cycle management objectives into an opportunity to redesign the open space with a strong identity, and an enhanced fruition, where architectural and landscape engineering expertise reach a beneficial integration.

A first line, rooted in history, deals with the improvement of outdoor comfort and dates back to the initial, albeit clearly focused, attempts of the design of the paths and open spaces of the Expo 1992 site in Seville. Fountains, basins, water walls<sup>1</sup> and vaporisers integrated in green canopies had the aim of quelling the summer heat by leveraging the evaporative cooling principle [6] with more-or-less mechanised techniques. The result had a varying efficiency, also on the basis of integration with shading systems, with the effects of vegetation in terms of evapotranspiration and the utilisation of natural ventilation; natural phenomena which immediately appear to be not easily and completely manageable.



Fig. 2 Urban Ecosystem, Ecoboulevard, Madrid, 2004-07 (© Luis Garcia, source: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eco-Boulevard\\_de\\_Vallecas\\_\(Madrid\)\\_22.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Eco-Boulevard_de_Vallecas_(Madrid)_22.jpg)).

Almost 15 years after, the experimentation carried out by Ecosistema Urbano for the public spaces of the new Vallecas neighbourhood in Madrid is aimed at implementing the control of the urban microclimate, with the creation of a large Eco-boulevard featuring the installation of three circular towers with different functions, two of which spray mist in the surrounding areas. The novelty consists, on the one hand in the use of these devices to characterize a newly formed public space, on the other hand, in the advanced control of environmental variables (dry and wet bulb temperature, relative humidity, etc.) due to special sensors that adjust the flow and pressure of the water in the nozzles, avoiding condensation; effectiveness also arises in the combined effect of the created shading and the soil treatment, that prevents the dispersion of the cold air in the surroundings.



Fig. 3 - Pavement cooling through water circulation in Nice (source: <https://www.2ei.veolia.com/en/our-main-projects>).

A similar transition towards mechanised solutions is visible in the experiments deployed by the international company Veolia<sup>2</sup> for the cooling of public space through the humidification of the street pavement: the water made to flow under the pavement, evaporates on the surface thanks to the combination of porous (upper) and waterproof (lower) layers. Some experimental applications have been carried out for example in the La Part-Dieu district in Lyon and near some tram stops in Nice, cooling off approximately six hundred square meters of surface. Both are though automated solutions that demand careful monitoring and maintenance and highly artificial approach in environmental design.



In some cases the supremacy of technology has an indirect bioclimatic effect as for the Miroir d'eau designed by Michel Corajoud in 2006 in Bordeaux, opposite the Place de la Bourse, where the identity-related use of water prevails, through the enhancement of its interactive and playful feature thanks to ground nozzles that run with jets or vaporisers and that create an unconventional fountain or cloud of fog that cools the temperature, though not remarkably high, of the city. Similar solutions have distinguished the rearrangement of several squares in Lyon, with solutions connected to the implementation of the Plan Blue that has affected the entire city and the drainage area of its two rivers, the Rhone and the Saone.



Fig. 4 - Cooling system with vaporisation at the Bastia seaport, Corse (source: photo by the author)

A second research and experimentation path can be highlighted in the experiences of natural drainage of rainwater included in projects of green areas in new “eco-districts”<sup>3</sup> at the turn of the 1980s and 1990s, and in the 1998 iconic project of public space redesign in Potsdamer Platz, in the dense urban fabric of Berlin. The idea that rainwater can and should be reused on-site [7] gives rise to design solutions that incorporate the architectural scale with the urban one: the water collected from roofs, green and otherwise, of the surrounding buildings is repurposed for toilets’ discharge, the fire extinguishing system and irrigation; and the one in excess is drained in basins and canals systems of the square and the surrounding streets, filtered through the system of vegetated biotopes that skirts the footpaths, creating a natural habitat, maintaining its quality and allowing direct interaction with passers-by. Accordingly, the activity of the Ramboll Studio Dreiseitl constitutes a constant and symbolic quest for models and solutions for the open space design in which the water resource - to be preserved and managed in the naturalness of its cycle - becomes a fundamental element, characterizing operations both in renovation and in new construction projects also for entire settlements. The usage of the water resource is coupled both with the application of other principles of environmental design, such as the recycling of materials<sup>4</sup> or the management of outdoor comfort and, with the enhancement of its perceptive and multi-sensory traits, through the use of sound and light<sup>5</sup>. In addition, the variety of project extensions highlights how the water landscapes demand a multi-scale reconsideration in which the neighbourhood

space is embedded with the building system up to the city and the territorial dimension [8]. Similar approaches and experiments occur simultaneously in different geographical and cultural contexts, defining a corpus of guidelines that collects tools, principles, best practices, actions for sustainable water management, to be included in the definition of NBS. Initially addressed to urban fabrics, soon these guidelines extend also to peri-urban and rural landscapes, subject to redevelopment or transformation. The Sustainable Urban Drainage Systems and the Water-Sensitive Urban Design serve as standards nowadays employed in different countries and, facing the risk of flooding or raising of oceans and basins water levels, the former include various environmental adaptation and mitigation measures.

Hence, the project for the Benthemplein square in Rotterdam (2013) is emblematic on an urban scale: to avoid the frequent flooding phenomena affecting the neighbourhood three different basins which house different activities during the dry period (sports, outdoor theatre, leisure and relaxation) were built. Two of these basins collect rainwater from the immediate surroundings, while the third basin, larger in size, is designed to collect water only if there is a real risk of flooding of the neighbourhood, thus, becoming a kind of small lake and supporting the safety of the town. These integrated design of open space models are increasingly widespread on an international scale and emphasise two prevailing approaches: on the one hand an explicit and strongly identity-related use of water to characterise the project of the open space, emphasising the symbolic and perceptive values of a site-specific project; on the other hand a less “visible” implementation, but no less effective and with remarkable consequences in the urban environment. Indeed if interventions such as the Water Cathedral by GUN Architects in Santiago de Chile (2011) represent specific and unique reinterpretations of the water use in the city for temperature cooling, in general, NBS demand a technological-environmental reconsideration of the public space project, that affects dimensional aspects, of surface treatment and use of materials, their effectiveness, durability and maintainability. This represents a still limited market production in terms of manufactured systems and components, not always tested in terms of their performance. It is, therefore, a field extensively open to research, with special attention given to the study of compliant technical solutions and standardization, also in an open prefabrication rationale, that allows equally the construction cost control and easier application, also in ordinary street maintenance operations.

### Conclusion

The topic of water, which for many decades was essentially confined to a purely technological-infrastructural issue, arises nowadays as a key area in project considerations: in the new management models of the urban water cycle, in tools for the assessment of the environmental quality of plans, programs, actions and projects, in the morphological and

functional reconfiguration interventions of the waterfronts, in the reconsideration of the ecological, beneficial and formal values of tanks, swimming pools, fountains, expanses of water and waterways, in the processes of analysis and environmental certification of artefacts, components and building materials. These are recurring themes of contemporary design regarding the sustainability of urban transformations and a more balanced management of environmental resources: the reduction of land consumption and pollution, the management of indoor and outdoor microclimate, safety and protection from environmental risks; but also with regards to certain socio-economic aspects that the break-in of the “environmental issue” has highlighted as unavoidable in the governance of urban transformation processes: participation, social and functional diversity, public-private cooperation, the subsidiarity in the implementation and management models. Water is thus accorded a significant attention and planning protection not only for safeguard requirements and increase of its quality and in the context of a systematic control of its urban and territorial scale cycles; but also as an effectively active subject of the environmental project following a technological rationale (passive control of hygrothermal well-being, leveraging the evaporative direct cooling potential, the usage of thermal capacity through roof pond and heat pumps, the production of electric energy with hydroelectric micro-turbines, etc.) and a formal basis (compositional, aesthetic and decorative values, in conversation with landscape and in the construction of the landscape itself).



Fig. 5 - City of Rotterdam Engineering Bureau, Benthemplein Square, Rotterdam (@ Cathrotter, source: [https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Benthemplein\\_terrain\\_skate\\_gestion\\_eau.jpg](https://fr.m.wikipedia.org/wiki/Fichier:Benthemplein_terrain_skate_gestion_eau.jpg)).

Quoting Sergio Crotti on “Theoretical practice”, one could thus say that water is, among environmental components, the one that more structurally demands from the project “a radical ideational and applicative responsibility: granting the highest degree of ‘necessity’ to urban and environmental architectural responses expressed for all the aspects present in each intervention proposal, excluding any factor of formal, functional or technical arbitrariness” [9].

### REFERENCES

- [1] F. Schiaffonati, E. Mussinelli, *Il tema dell'acqua nella progettazione ambientale*, Santarcangelo di Romagna: Maggioli, 2008.

- [2] L. Daglio, *Abitare con l'acqua. Soluzioni e strategie per il progetto sostenibile*, Santarcangelo di Romagna: Maggioli, 2014.
- [3] C. Aprea, "Environmental design e green infrastructure per il controllo degli effetti prodotti dai cambiamenti climatici in ambiente urbano", in *Urbanistica Informazioni*, n. 236 special issue, IX Giornata di Studio INU "Infrastrutture verdi e blu, reti virtuali, culturali e sociali", sett-ott 2015.
- [4] E. Mussinelli, A. Tartaglia, G. Bisogni, S. Malcevski, "The role of Nature-Based Solutions in architectural and urban design", in *Techné*, n. 15, 2018, pp. 116-123.
- [5] D. Cerati, *Nature-Based Solutions and open spaces regeneration. Methods, tools and indicators for environmental design and assessment*, Tesi di Dottorato, Politecnico di Milano, 2019.
- [6] A. Mazzotta, *L'acqua: materia per l'immagine del paesaggio costruito*, Firenze: Alinea, 2007.
- [7] H. Dreiseitl, D. Grau, *Waterscapes innovation: planning, building and designing with water*, Hong Kong: Design Media Publishing, 2014.
- [8] R. Barker, R. Coutts, *Aquitecture*, London: RIBA Publishing, 2016.
- [9] S. Crotti, "Paradigmi progettuali", in *Per un'architettura urbana*, Bergamo: Provincia di Bergamo, 1988.

#### NOTES

- Such as in the British Pavilion designed by Grimshaw Architects.
- Cf.: <https://www.planet.veolia.com/en/ilots-de-chaleur-quand-l-eau-rafraichit-la-ville>; <https://www.2ei.veolia.com/en/our-main-projects>.
- Such as: IBA Berlin Block 6 (Hans Loidl), IBA Emscher Park Gartenstadt Seseke-Aue (Joachim Eble).
- As in the cases of Zollhallen Plaza, in Friborg (2009-10).
- As was the case in Watertraces, Hannover, 2000.

#### IL RUOLO DELL'ACQUA NEL PROGETTO AMBIENTALE DELLO SPAZIO PUBBLICO

##### Abstract

L'incremento dei fenomeni meteorologici estremi indotto dal cambiamento climatico si rende già oggi evidente nell'alternarsi di prolungati periodi di siccità a precipitazioni e nubifragi di notevole intensità, eventi che determinano impatti anche molto significativi sui sistemi antropizzati, in particolare nei contesti urbani ad elevata densità. Questo anche per l'inadeguatezza delle dotazioni infrastrutturali, spesso sottodimensionate e insufficienti sotto i profili funzionali, gestionali e ambientali. Il contributo intende definire i caratteri e contenuti di un nuovo approccio progettuale - metodologico e tecnico - per lo spazio pubblico urbano, che si distingue per l'utilizzo l'acqua come elemento naturale nella pluralità delle sue potenzialità e accezioni climatico-ambientali ed estetiche.

##### Keywords

Nature Based Solutions, Acqua, Progettazione Ambientale, Progetto dello Spazio Pubblico, Resilienza

##### Acqua, natura, cultura, città

Acqua e architettura sono legate da un rapporto antico e multidimensionale, che coniuga esigenze funzionali, caratteri ambientali, valori culturali e valenze simboliche. "Aquaе condunt urbes": l'acqua condiziona la fondazione delle città, scriveva Plinio il Vecchio, e, in effetti, essa ha rappresentato un fattore determinante per la localizzazione delle attività e degli insediamenti umani, sia in ragione del suo essere strumento di

sostentamento vitale ed economico, sia per il suo valore strutturante l'immagine e la morfologia urbana. Le modalità attraverso le quali l'acqua viene impiegata o sfruttata, e gli strumenti tramite i quali l'uomo ne modifica le caratteristiche, costituiscono una delle forme essenziali del rapporto uomo-ambiente, e la conservazione degli equilibri ecologici basati sull'acqua è condizione indispensabile per la sussistenza e lo sviluppo delle società [1].

Il rapporto uomo-acqua si è così posto, sin dalle origini, nei termini di una azione antropica finalizzata all'approvvigionamento e alla regolazione, in un processo di continua ridefinizione e rimodellazione del confine acqua-terra che si traduce nella trasformazione del territorio e nella costruzione del paesaggio.

La realizzazione di opere di grande dimensione, che comportano elevati livelli di artificializzazione dello spazio e radicali modificazioni dei contesti ambientali in cui si collocano, rappresenta un'attività che da sempre caratterizza l'operare umano, sulla scia delle grandi trasformazioni della Rivoluzione Industriale; un approccio che trova il suo massimo sviluppo nei progetti dell'ingegneria ottocentesca di matrice culturale positivista, fondata sul valore della grande dimensione come simbolo del progresso nell'immaginario collettivo. Dentro questo tipo di cultura, le applicazioni delle tecnologie hard, ad alto impatto ambientale e paesistico, si associano a precise valenze estetiche e scultoree, generando immagini a forte carica visiva.

L'entrata in crisi di questi approcci è legata alla crisi del pensiero positivista e del sotteso modello di sviluppo, con l'emergere del problema dell'equilibrio e dell'adattamento reciproco tra uomo e ambiente e l'evidenziarsi dei limiti dell'azione antropica e delle stesse risorse; la differenza di "scala" tra tempi ed effetti dell'azione umana e tempi di modificazione degli elementi naturali, massimizzati proprio in seguito al dilatarsi delle capacità umane di modificare l'ambiente tramite la tecnologia, genera un nuovo rapporto di causa/effetto dalle conseguenze spesso incontrollate e difficilmente reversibili.

Va inoltre compendosi una modificazione del quadro culturale, che segna il passaggio da una concezione idealistica del paesaggio, limitata ai soli aspetti visuali e percettivi, a una nozione "strutturale", legata a fattori oggettivi che includono sì valori estetici e culturali, storici e di memoria, ma anche economici ed ecosistemici.

Entro questo scenario di maggior connessione tra le scale degli interventi e un loro dimensionamento più conforme ai problemi di impatto ambientale, emerge come l'elemento idrico sia oggi oggetto privilegiato di attenzione e sperimentazione, quale significativa componente ambientale integrata al progetto architettonico [2], spesso proprio con specifico riferimento alla qualità ambientale dello spazio pubblico. Con molteplici e interessanti sperimentazioni applicative dell'uso e dell'integrazione dell'elemento acqua nell'architettura e negli spazi pubblici tra valenze ambientali, microclimatiche e scenografiche. Sempre più ricorrente è, poi, l'impiego dell'acqua nei progetti di sistemazione e riqualificazione di parchi, riserve naturali e giardini urbani, dove le logiche di funzionamento dei sistemi idrici e l'esigenza di conservare o ripristinare adeguati livelli di qualità ambientale impongono di coniugare correttamente la domanda di fruizione e di valorizzazione funzionale ed economica dello spazio con gli equilibri ecosistemici propri dei diversi contesti; ma anche negli interventi per la realizzazione di opere e infrastrutture di difesa idraulica, che, a loro volta, divengono occasione per la formazione di corridoi infrastrutturali verdi e blu a elevata connotazione naturalistico ambientale e paesaggistica.

Nel quadro della riprogettazione della città europea alle soglie del terzo millennio si sta così diffusamente imponendo una forte attenzione al progetto ambientale per la valorizzazione multiscale della componente idrica, con una vera e propria inversione di tendenza rispetto a un passato, anche recente, che aveva finito per negare ogni possibile rapporto tra acqua e città.

#### Le soluzioni tecniche: Nature Based Solution e Infrastrutture Blu

Le Nature Based Solution (NBS) basate sulla risorsa idrica, applicate a singoli intorno o configurate in rete a formare vere e proprie infrastrutture blu (BI), hanno assunto un ruolo sempre più rilevante nella rigenerazione sostenibile e resiliente dei territori urbani [3].

Esse supportano la biodiversità e concorrono a ridurre le pressioni antropiche in ambito urbano (inquinamento dell'aria, del suolo e dell'acqua stessa) e gli effetti del cambiamento climatico (inondazioni, siccità e isola di calore urbana); i servizi ecosistemici da esse prodotti forniscono inoltre benefici significativi anche in termini economici [4].

Negli ultimi anni diverse città europee - Copenhagen, Stoccolma, Barcellona, ecc. - hanno sperimentato modelli di integrazione delle NBS e GBI all'interno di piani, programmi e progetti dove tali soluzioni svolgono un ruolo determinante per il "perseguimento di target ambientali (riduzione degli inquinanti aerei, la riduzione dell'isola di calore urbana, il contrasto delle inondazioni, ecc.), economici (risparmio dei costi nei servizi urbani, risparmio energetico e creazione di nuovi posti di lavoro nella Green Economy, ecc.), socio-culturali (ad esempio, migliorare l'inclusione e la coesione sociale attraverso utilizzo delle NBS)" [5].

Più in generale, il tema della sostenibilità del ciclo delle acque meteoriche è tra quelli al centro delle politiche internazionali per la resilienza delle aree urbane metropolitane, contesti nei quali la crescente concentrazione della popolazione esercita pressioni rilevanti sulle risorse idriche (consumo e inquinamento) e l'impermeabilizzazione dei suoli determina effetti anche molto rilevanti sullo stesso funzionamento dei sistemi insediativi (inondazioni e allagamenti).

In questa prospettiva, la sostenibilità del ciclo delle acque si riferisce non solo a problemi di approvvigionamento e sanificazione, ma anche alla sfida di una più efficace gestione della risorsa idrica in chiave di resilienza (mitigazione dei rischi di alluvione e di contaminazione delle falde, raccolta e riutilizzo delle acque meteoriche per usi irrigui, per il raffrescamento ecc.).

Due sono le principali tipologie di benefici apportati dalle NBS rispetto al servizio idrico integrato: da un lato, la mitigazione dei fenomeni piovosi acuti in termini sia di rallentamento del deflusso delle acque per ritenzione degli strati del terreno, sia di capacità di raccolta e accumulo per ridurre il problema degli allagamenti urbani; dall'altro, la capacità delle NBS, di ridurre - anche in combinazione con sistemi tecnologici artificiali - il degrado qualitativo delle acque infiltrate e di ottimizzare la raccolta e il riutilizzo successivo delle acque depurate.

Nei contesti urbani, il passaggio dalle gray alle blue solution è rappresentato ad esempio dalla sostituzione di superfici impermeabili con pavimentazioni drenanti, cui affiancare biobacini vegetati per il drenaggio e la ritenzione delle acque meteoriche.

Nuovi insediamenti residenziali vengono oggi realizzati secondo il principio dell'invarianza idraulica, che comporta il completo reimpiego delle acque per scopi irrigui e domestici, azzerando il carico sul sistema fognario cittadino.

L'efficacia di questi sistemi rispetto al ciclo sostenibile delle acque è anche misurabile attraverso due metodologie: l'una riferita alla capacità di intercettazione delle acque meteoriche da parte della massa vegetata; l'altra relativa alla capacità di riduzione del deflusso per infiltrazione delle piogge e di contenimento delle ondate di piena durante i fenomeni piovosi acuti negli strati del terreno di aree a prato, biobacini, stagni e tetti verdi.

Software dedicati, come ad esempio I-Tree Hydro, e specifici algoritmi supportano la verifica di indicatori che consentono di definire quantitativamente i benefici derivanti da queste soluzioni, a partire dalla conoscenza dei dati pluviometrici, delle caratteristiche e dell'ampiezza delle superfici di riferimento (superficie captante e superficie impermeabile, feature areas) e della composizione geologica del terreno.



Inoltre, la dotazione di infrastrutture blu (grandi specchi d'acqua naturali e artificiali), affiancate a quelle verdi (foreste, grandi parchi, aree coltivate) concorre alla riduzione della temperatura del suolo e offre un importante contributo alla riduzione dell'isola di calore urbano e al controllo del comfort outdoor. In molti casi si tratta peraltro di soluzioni e principi già applicati nell'architettura araba, che aveva reinterpretato e diffuso in tutto il Mediterraneo il giardino di delizia persiano. Le soluzioni tecnico-tipologiche contemporanee tuttavia consentono di ampliare e controllare il fenomeno con risultati di grande efficacia.

### **L'applicazione progettuale: approcci e modelli**

E' possibile riconoscere in alcuni progetti dell'architettura contemporanea due grandi linee di ricerca e sperimentazione che coniugano gli obiettivi di controllo del microclima e del ciclo delle acque quale occasione di ridisegno dello spazio aperto con logiche di forte connotazione identitaria e valorizzazione fruitiva, laddove competenze ingegneristiche, architettoniche e paesaggistiche trovano una positiva integrazione.

Una prima, storica, linea riguarda il miglioramento del confort outdoor, che trova alcune iniziali ma ben definite sperimentazioni nel trattamento dei percorsi e degli spazi aperti del sito Expo 1992 a Siviglia. Fontane, bacini, muri d'acqua<sup>1</sup> e vaporizzatori integrati in pensiline verdi avevano l'obiettivo di mitigare il caldo estivo sfruttando il principio del raffreddamento evaporativo [6] con tecniche più o meno meccanizzate e ottenendo un risultato con diversa efficacia, anche in funzione dell'integrazione con i sistemi di ombreggiamento, con l'azione della vegetazione in termini di evapotraspirazione e con lo sfruttamento della ventilazione naturale; fenomeni naturali che si rivelano non di semplice e completa gestione.

Quasi 15 anni più tardi, il progetto sviluppato da Ecosistema Urbano per uno spazio pubblico nel nuovo quartiere di Vallecas a Madrid è finalizzato a implementare le modalità di controllo del microclima urbano, con la formazione di un grande Eco-boulevard connotato dalla installazione di tre torri a pianta circolare, con funzioni diverse, due delle quali spruzzano acqua nebulizzata negli spazi circostanti. L'innovazione è rappresentata, da un lato, dall'uso di questi dispositivi a caratterizzare uno spazio pubblico di nuova formazione, dall'altro, dal sofisticato monitoraggio delle variabili ambientali (temperatura a bulbo secco e umido, umidità relativa, ecc.) grazie ad appositi sensori che regolano il flusso e la pressione dell'acqua delle bocchette, evitando fenomeni di condensa; l'efficacia risulta inoltre nell'effetto combinato con l'ombreggiatura prodotta e il trattamento del suolo, che impedisce il disperdersi dell'aria fredda nell'intorno.

Una simile transizione verso soluzioni meccanizzate è evidente nelle sperimentazioni messe in campo dalla società internazionale Veolia<sup>2</sup> per il raffreddamento dello spazio pubblico attraverso l'umidificazione della pavimentazione stradale: l'acqua che viene fatta scorrere al di sotto del manto evapora in superficie grazie alla combinazione di strati porosi (superiori) e impermeabili (inferiori). Alcune applicazioni a carattere sperimentale sono state realizzate ad esempio nel quartiere La Part-Dieu a Lione e in prossimità di alcune fermate del tram a Nizza, rinfrescando all'incirca seicento metri quadrati di superficie. Si tratta in ogni caso di soluzioni automatizzate che richiedono attente azioni di monitoraggio e manutenzione e un elevato grado di artificializzazione nel progetto dell'ambiente. In alcuni casi l'invasività delle tecnologie ha un esito bioclimatico indiretto come per il Miroir d'eau progettato da Michel Corajoud nel 2006 a Bordeaux, di fronte a Place de la Bourse, dove l'uso fortemente identitario dell'acqua è prevalente e ne valorizza l'aspetto interattivo e ludico grazie a bocchette al suolo che funzionano con zampilli o vaporizzatori, creando una fontana non convenzionale o una nuvola di nebbia che rinfresca la temperatura, sebbene non particolarmente elevata, della città. Analoghe soluzioni hanno caratterizzato la risistemazione di molte piazze

a Lione, con realizzazioni ricordate all'attuazione del Plan Blue che ha interessato l'intera città e il bacino idrografico dei suoi due fiumi, il Rodano e la Saona. Una seconda linea di sperimentazione è identificabile a cavallo degli anni '80 e '90 in alcune prime esperienze di drenaggio naturale delle acque meteoriche inserite in progetti di sistemazione di aree verdi in nuovi "eco quartieri"<sup>3</sup> mentre è del 1998 l'iconico progetto di ridisegno degli spazi pubblici di Potsdamer Platz, nel denso tessuto urbanizzato di Berlino. L'idea che l'acqua piovana possa e debba essere riutilizzata in situ [7] dà luogo a soluzioni progettuali che integrano la scala architettonica con quella urbana: l'acqua raccolta dalle coperture, verdi e non, degli edifici circostanti viene riutilizzata per lo scarico dei wc, l'impianto antincendio e l'irrigazione, e quella in eccedenza viene fatta scorrere nel sistema di bacini e canali della piazza e delle vie circostanti, filtrata dal sistema di biotopi vegetati che fiancheggia i percorsi pedonali, generando un habitat naturale, garantendone la qualità e permettendo l'interazione diretta da parte dei passanti.

In questo senso il lavoro dello Ramboll Studio Dreiseitl rappresenta una continua ed emblematica ricerca di modelli e soluzioni per la progettazione degli spazi aperti nel quale la risorsa acqua - da conservare e gestire nella naturalità del suo ciclo - diventa elemento fondamentale e caratterizzante gli interventi sia in contesti di recupero, che di nuova realizzazione, anche per interi insediamenti. Gli impieghi della risorsa idrica sono abbinati sia all'applicazione di altri principi della progettazione ambientale, quali il riciclo dei materiali<sup>4</sup> o il controllo del confort outdoor, sia alla valorizzazione dei suoi caratteri percettivi e multisensoriali, attraverso l'uso del suono e della luce<sup>5</sup>. Inoltre, la varietà delle estensioni dei progetti sottolinea come i paesaggi d'acqua richiedano un ripensamento multiscale in cui lo spazio del quartiere si integra con il sistema degli edifici fino alla città e alla dimensione territoriale [8].

Simili approcci e sperimentazioni si sviluppano parallelamente in diversi contesti geografici e culturali, giungendo a definire un corpus di linee guida che raccoglie strumenti, principi, soluzioni conformi, misure per la gestione sostenibile delle acque e che rientrano nell'insieme delle NBS: originariamente indirizzate ai tessuti urbanizzati, ben presto queste linee guida si estendono anche ai paesaggi periurbani e rurali oggetto di riqualificazione o di trasformazione. Il SUDS-Sustainable Urban Drainage Systems e il WSUD-Water-sensitive urban design rappresentano standard d'indirizzo ormai impiegati in diversi Paesi e, a fronte della coerenza specifica del rischio di inondazioni o innalzamento dei livelli delle acque degli oceani e bacini, si declinano a includere diverse misure di adattamento e mitigazione ambientale.

In questo senso risulta emblematico a scala urbana il progetto per la piazza Benthemplein a Rotterdam, inaugurata nel 2013: per evitare i frequenti fenomeni di allagamento del quartiere sono stati realizzati tre diversi bacini che durante il periodo asciutto ospitano differenti attività (sport, teatro all'aperto, loisir e relax). Due di questi bacini raccolgono l'acqua piovana proveniente dagli immediati dintorni, mentre il terzo bacino, di dimensioni maggiori, è progettato per accogliere l'acqua solamente nel caso in cui si corrano reali rischi di allagamento per il quartiere, trasformandosi così in una sorta di piccolo lago e contribuendo alla sicurezza dell'abitato.

Questi modelli di progettazione integrata dello spazio aperto trovano una sempre maggiore diffusione a scala internazionale ed evidenziano due approcci prevalenti: da un lato un uso esplicito e fortemente identitario della componente acqua per connotare il disegno dello spazio aperto, accentuando le valenze simboliche e percettive di un progetto site specific; dall'altro una applicazione meno "visibile", ma non per questo meno efficace e con significative conseguenze nel contesto urbano. Infatti, se interventi come la Cattedrale d'acqua di GUN Architects a Santiago del Cile (2011) rappresentano specifiche e originali reinterpretazioni dell'utilizzo dell'acqua nella città per la mitigazione della temperatura, in genere le NBS richiedono un ripensamento in chiave tecnologico-ambientale del

progetto dello spazio pubblico, che investe aspetti dimensionali, di trattamento delle superfici e di uso dei materiali, della loro efficacia, durabilità e manutenibilità. A questo corrisponde una produzione di mercato ancora limitata in termini di sistemi e componenti, non sempre verificati sotto il profilo delle loro prestazioni. Si tratta quindi di un campo largamente aperto alla ricerca, con un'attenzione rivolta, in particolare, allo studio di soluzioni tecniche conformi e per la standardizzazione, anche in una logica di prefabbricazione aperta, che consentano sia il contenimento dei costi di realizzazione, sia una più facile applicazione anche negli ordinari interventi di manutenzione stradale.

### **Conclusioni**

Il tema dell'acqua, per molti decenni sostanzialmente relegato a questione puramente tecnologico-infrastrutturale, emerge oggi come ambito centrale della riflessione progettuale: nei nuovi modelli gestionali del ciclo urbano delle acque, negli strumenti di valutazione della qualità ambientale di piani, programmi, opere e progetti, negli interventi di riconfigurazione morfologica e funzionale dei waterfront, nella riconsiderazione delle valenze ecologiche, fruitive e formali di vasche, piscine, fontane, specchi e corsi d'acqua, nei processi di analisi e certificazione ambientale di manufatti, componenti e materiali edilizi.

Temi ricorrenti del progetto contemporaneo in ordine alla sostenibilità delle trasformazioni urbane e a una più equilibrata gestione delle risorse ambientali sono: la riduzione del consumo di suolo, la diminuzione degli inquinamenti, il controllo del microclima interno e esterno, la sicurezza e la protezione dai rischi ambientali; ma anche, in relazione ad alcuni aspetti di carattere socio-economico che l'irruzione della "questione ambientale" ha fatto emergere come ineludibili nel governo dei processi di trasformazione urbana: la partecipazione, la mixité sociale e funzionale, la cooperazione pubblico-privato, la sussidiarietà nei modelli attuativi e gestionali. L'acqua si rappresenta, così, tanto quale oggetto di attenzione e tutela progettuale, per le esigenze di protezione e incremento della sua qualità e nella prospettiva di un sistematico controllo dei suoi cicli a scala urbana e territoriale, quanto quale soggetto efficacemente attivo del progetto ambientale in chiave tecnologica (controllo passivo del benessere igrotermico, sfruttamento del potenziale di raffreddamento evaporativo diretto, sfruttamento dell'inerzia termica attraverso roof pond e pompe di calore, produzione di energia elettrica con microturbine idroelettriche, ecc.) e formale (valenze compositive, estetiche e decorative, nel dialogo con il paesaggio e nella costruzione del paesaggio stesso). Parafrasando una nota di Sergio Crotti sul tema de "La pratica teorica", potremmo così dire che l'acqua è, tra le componenti ambientali, quella che più strutturalmente chiama il progetto "a una drastica responsabilità ideativa e applicativa: conferire il massimo grado di 'necessità' alle risposte architettoniche urbane e ambientali formulate per tutti gli aspetti presenti in ogni proposta d'intervento, escludendo qualsiasi fattore di arbitrarietà formale, funzionale o tecnica" [9].

### **NOTE**

1. Si veda il British Pavilion progettato dallo Studio Grimshaw.
2. <https://www.planet.veolia.com/en/ilots-de-chaleur-quand-l-eau-rafraichit-la-ville>;  
<https://www.2ei.veolia.com/en/our-main-projects>
3. IBA Berlin Block 6 (Hans Loidl), IBA Emscher Park Gartenstadt Seseke-Aue (Joachim Eble).
4. Come nel caso di Zollhallen Plaza, a Friburgo (2009-10).
5. Cfr. il progetto Watertraces, Hannover, 2000.