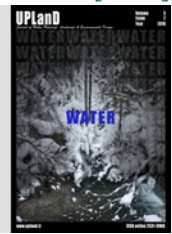


# UPLanD

*Journal of Urban Planning, Landscape & Environmental Design*



Research & experimentation  
Ricerca e sperimentazione

## ADAPTATION, ECOSYSTEM-BASED REGENERATION AND RAINWATER MANAGEMENT. THE CASE OF BERLIN

Federica Dell'Acqua

*Department of Architecture DiARC, University of Naples, IT*

---

### HIGHLIGHTS

- Adaptive regenerative policies and rainwater management strategies in Berlin
- Nature-based solutions for rainwater management
- Analysis of Physik Institut study case in Adlershof, Berlin

---

### ABSTRACT

Facing with new global and climate change scenarios many European cities are developing strategies in order to adapt to changes. At the same time they try to ensure room for growth within environmental limits. New needs stand out requiring the search for a dynamic balance between growth and adaptation of urban contexts at risk.

Middle and northern European context, especially exposed to damaging effects of flooding, show important advances in adaptation policies with experiments on local scale. These countries are setting up regenerative strategies of urban growth within environmental limits. It means a careful use of resources thanks to an adaptation via rainwater management policies. At both strategic and project levels, the use of an ecosystem-based approach stands out and uses, at different scales, nature-based solutions (NBS) for the adaptation and management of water resources. At the same time opportunities offered by adaptation are exploited to run an urban regeneration that allows urban growth.

The article investigates the adaptive and stormwater management strategies of Berlin and their application on the study case of Physics Institute of Humboldt University, part of the regeneration of Adlershof district, discussing how to import it by a methodological and process-based point of view.

---

### ARTICLE HISTORY

Received: February 8, 2019  
Reviewed: March 14, 2019  
Accepted: March 22, 2019  
On line: April 18, 2019

### KEYWORDS

Urban regeneration  
Ecosystem-based approach  
Decentralised rainwater management  
Nature-based solutions

## 1. THEMATIC FRAMEWORK

Global and climate change scenarios require a new way of thinking about design models addressed to risk management and contrast to great changes that concern living.

The topics of risk management are linked with urban system's adaptation to some changes of wider meaning such as political and social instability, uncertain working conditions, migration flows, growth and demographic diversification.

To fight against climate hazards concern a double need: one of constant adaptation and the other related to ensuring growth within the limits (Rockström & Klum, 2015) that does not exclude urban growth or densification, possibilities of development and environmental security. It opens the way to new models of adaptive regeneration of urban systems at risk.

That is true especially for some European big cities, which are now living a conflict between the need to protect themselves from extreme events and to support a transformation consistent with new social demands.

Dynamic and still affordable lifestyles, high levels of life quality and new job mobility make these cities attractive and exposed to demographic strain, that can be variable or as waves, which is important in terms of increasing people and goods exposed to risk. Therefore, cities provide themselves with some assets to accommodate the demands by including them inside planning tools.

Finding a flexible and stable design space in which to answer to new demands becomes important for administrations that look at adaptation as a positive driver for conscious transformations.

There is a change to design approach, which should answer to requests for transformation, protection from hazard and sustainable management of resources at the same time. The application of suitable technologies to deal with these topics requires the use of adequate technologies. They are devices full of ethical values; technologies of good intervention for the recovery and protection of the environment, placed into an ecocentric vision of global well-being of ecosystems (Gangemi, 2001).

The awareness - riped after economic and energy crisis - such as limited resources, consumption increase and eco-systemic unbalance, builds over time an environmental culture of the project and the idea of a technological management of the environment. This latter is a place where transformation processes exist, consume themselves and produce changes and impacts. In addition to the awareness of the limit, which is typical of environ-

mental project, there is now the management of changes typical of adaptive projects too.

Design becomes a phase of defining specific goals within a process of building the environment as a dimension capable of solving development problems and limiting their negative impacts (Dierna, 1971). Here the concept of quality as a new demand stands out, where control and checking of environmental quality become structuring factors (Dierna & Orlandi, 2006).

In search of a dynamic balance between protection, growth and respect for the environment, the topic of water has a double meaning of resource and threat. The climatic hazards arising from hydrological cycle disorders are the expression of two conditions: scarcity and uneven distribution of water reserves and being a danger because of pluvial, coastal and river flooding and runoff.

The answer comes from the development of rain-water management policies combined with strategies for adaptation to extreme events that most European capitals are developing as a reaction to crisis with an ecosystem-based approach. The latter becomes the cultural and technical key with which to address two linked problems.

The action of human adaptation to changing environmental conditions can benefit from the contribution of nature and its processes. This is one of the principles of the resilience approach (Biggs, Schlüter, Schoon, 2015), which considers society as part of the biosphere. In this regards human beings and nature are high related, and anthropic actions influence ecosystem dynamics, from local to global scale. Ecosystems degradation imply a reduction in adaptive capacity, especially in urban contexts where environmental decay occurs fast and vulnerability increase. In this frame, ecosystem-based approach takes place. It integrates functions of nature, adaptive strategies undertaken by man and opportunities of ecosystem-based actions to generate value by producing multiple benefits. Benefits are not only environmental, but social, cultural and economic too, and occur through conservation measures, restoration and a sustainable management of resources.

If adaptation includes opportunities of transformation, regenerative processes based on the ecosystem approach are feasible ways to put together adaptation and a transformation that ensures possibilities of growth within environmental limits.

Two strategies are developed, both cultural and technical, to face climate change challenges, which requires adaptation to expected critical conditions, exploiting the opportunities that change offers, in an ongoing regeneration of the environ-

ment and urban systems. The transition from expansive cycles to regenerative ones therefore become a key aspect, and a place where to find space for adequate civil, environmental and productive values (Losasso, 2015).

This theoretical framework includes German planning and design experiences. Berlin case is depicted of sustainability policies that Germany has been implementing for a while now. The capital invests in both regenerative expansion programs and water management strategies through actions of recovery and reuse, combining climate-proofing goals with improved management of water infrastructure. The outcome is a system of tactics, actions and technical-spatial solutions of a sponge-strategy, adopted as the main strategy of water management and adaptation of the city. Assuming regenerative models in adaptive terms as a critical position, the article focuses in the first part on the case of Berlin, which has behind strong rainwater management policies combined with advanced adaptation strategies in order to support the city growth. The second part analyses the case of Humboldt University Physics Institute in Adlershof district in southeast Berlin. The case is chosen as a good practice to show the application of policies on building scale first and on district's open spaces. As political and technical framework of Adlershof case is Berlin StEP Klima 2016 plan, one of the most up-to-date adaptation tools European resilience strategies. The article discusses how to import the case in other contexts and the chance to apply adaptive strategies and actions.

## 2. POLICY AGAINST CLIMATE CHANGE RISK IN BERLIN

Many European cities are integrating the ecosystem-based approach into the legislative tools of both growth and adaptation. Especially in last decade, central and northern European countries have aligned themselves by developing tools, such as Hamburger Klimaschutzkonzept 2011, Copenhagen Climate Adaptation Plan 2011, Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy 2013 and Munich climate protection measures, all with a cultural and technical approach based on the integration of economic, social and environmental forces for the adaptation.

Berlin StEP Klima 2016 is the latest example of almost young European policies that aim to address the needs for urban growth, environmental issues and those related to risk by using the eco-

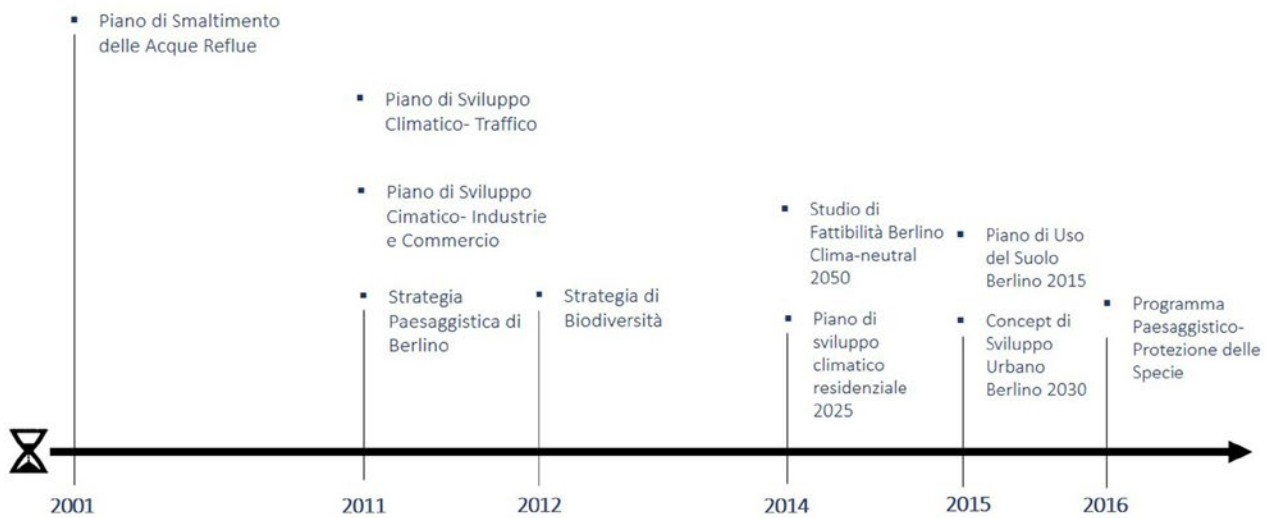
system-based approach.

According to data from the SenStadtUm-Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Senate Department for Urban Development and Environment of Berlin), from 2011 to 2014, over just 3 years, the population of Berlin has grown by 175,000 people. The volume of building permits between 2013 and 2015 gives evidence to the city growth: in 2013, 12,500 apartments were approved, the same quantity during 2014 and 19,500 just during the first half of 2015 (SenStadtUm 2016). In 2017, 15,669 accommodations were built just in part meeting the demand. Berlin is facing a strong demographic growth due to new number of births- especially in some districts suitable for young families such as Prenzlauerberg- due to massive movements of migration involving areas of central Europe, of workers flows, for training or leisure needs. Good renting conditions, dynamic lifestyles at affordable prices and an abundance of buildings and empty spaces have increased the attractiveness of the city, encouraging migration to it (Haid, 2013). High number of rented apartments, the most as WG (*Wohngemeinschaft*, shared apartments) and often with short-term contracts, calls for a fast but ongoing change, affecting the availability of long-term accommodations. These factors together with the future climate scenario in Germany, points the Senate to think about new urban development models addressed to resilience. Those models will meet on one hand the city's need to grow up and on the other hand to cope with the effects of climate change.

In 2001 began the construction of Berlin resilience policies. According to a strong tradition of studies on urban transformations based on the ecosystem approach with the LaPro- Landscape Programme in the 1990's the public administration starts to develop an environmental strategies across several sectors. In 2011, Berlin shows a "climate development" tools addressed to specific sectors: climate issues came into all fields - traffic and infrastructure, industry and trade, housing - and are addressed to adaptive themes (Figure 1).

## 3. ADAPTIVE STRATEGIES TO FLOODING IN BERLIN

Studies carried out by experts into the AFOK 2016 framework (A Concept for Adaptation to the Effects of Climate Change) developed two scenarios: a short (2031-2060) and a long one (2071-2100). According to it climate in Berlin could be in 2100



**Figure 1:** Evolution of sustainability policies in Berlin from 2001 to 2016. *Source: Dell'Acqua (2018).*

like the current climate in Toulouse. Studies show three main climate threats: temperatures increase, between 3 ÷ 10% of average annual rainfall increase in winter and spring, more heavy rain events and drought. AFOK also identifies summer in 2014 and 2015 as the most critical in terms of temperatures ever recorded since 1881.

The need to carry out densification or “to make compact” actions (SenStadtUm, 2016) of urban patterns to cope with housing shortage means heat stress risk. A weak balance emerging from the comparison of demographic and climate scenarios has sought the administration to develop adequate mitigation and adaptive measures, developed within the BEK 2030 (Berlin Energy and Climate Protection Programme), the Senate Department for Urban Development and Environment of Berlin and the Senate Department for the Environment, Transport and Climate Protection. In 2016, these strategies were merged into the StEP Klima- StadtEntwicklungsPlan Klima (Urban Climate Development Plan). The latter represents an interesting tool as it “is addressing future climate change under a deliberately space-oriented planning perspective” (Reusswig, Becker et al., 2016). Berlin Administration, according to scientific literature and technical policy definition of adaptation, looks at adaption as new development chance. “The compact city of short distances is still the paradigm of urban development. It additionally offers many advantages for the goals of climate protection” (Reusswig, Becker et al., 2016). The need for urban growth does not exclude, but rather calls for the achievement of adaptive and mitigating goals.

The StEP Klima works in four action fields: bio-climate, urban greening, water quality / heavy rainfall and climate protection, the latter, which means adaptive and mitigation measures. These pursue the main urban development strategy adopted by the Senate: to separate urban densification and harmful impacts of climate change.

Within adaptive plan, strategies against flooding are part of the water-sensitive urban development policies adopted by administration. The focus is on goals of reduction of pollution by rainfall, prevention and reduction of flooding by heavy rain, rainwater storage for cooling by evaporation and implementation of groundwater.

The StEP Klima identifies as main strategy the sponge-strategy. It means that urban surfaces are conceived as tools capable of storing excess water due to intense precipitation to return it by evaporation, with different adaptive measures according to the complex urban element (buildings, open spaces, infrastructures). A five-point strategy: to infiltrate, to store, to slow down, to distribute and to protect rainwater from dispersion.

Strategies are very important for Department of Urban Development and Environment in Berlin, considering the economic role recently undertaken by the administration in order to improve water recovery and disposal networks. The administration in agreement with Berliner Wasserbetriebe (Berlin water Service Company) wants to increase the city water storage by 2020 bumping up 130.000 to 178.000 cubic meters (SenStadtUm, 2016).

The strategies are interesting because of a dual need, climate protection and growth, giving therefore an interesting methodology.

#### 4. THE PHYSIK INSTITUT IN ADLERSHOF: NATURE-BASED SOLUTIONS FOR RAINWATER MANAGEMENT

Humboldt University Institute of Physics in Adlershof district is a case of an ecosystem-based approach to design and the application of the sponge strategy by using nature-based solutions at building scale. It shows adaptive design principles experimented in Adlershof district. Results of experimentation measured and monitored by the Physics Institute of Humboldt University is part of the rainwater management policies adopted by the Berlin Senate during last twenty years. Built between 1999 and 2003 by architects Georg Augustin and Ute Frank, the project focuses on decentralised rainwater management, reducing the building's energy requirements, reusing rainwater to activate evaporation processes, passive cooling of the building during the summer, shading by vertical greening systems and improving urban microclimate of the surrounding area close with integrated solutions.

According to decentralized rainwater management criteria, systems adopted in the building recover rainwater and relieve the sewer systems loadthrough reuse or dispersion in the ground by infiltration. The water is collected and stored in underground tanks to irrigate 10 plant species of the vertical greening system on the facades. It consists of about 150 tanks that house the plants and a light substructure for plants climbing. The building facade is a double skin of glass panels with opening modules and has a service balcony as thermal buffer and a steel structure to support planting tanks (Figure 2). Technological devices can collect, recover and separate rainwater flows to sewer system for infiltration into the soil or reuse for irrigation.

Shading strategies are applied by many plant spe-

cies that screen the facade during summer, thus reducing energy demands for summer conditioning. Therefore, plants are selected, among many criteria, based on leaves size. Plants have leaves loss in winter to make lighting during working time (Figure 3).

Rainwater is evaporated and infiltrated by a pond located in one of five courtyards (Figure 4). Pond's evaporation contributes to passive cooling of offices facing to courtyard, with a reduction in the building's energy requirements due to cooling by conventional systems.

Rainwater is fed back into the air conditioners during summer allowing the cooling. Therefore, the application of NBS technological innovations for rainwater recovery allows adiabatic processes aimed at passive cooling. Vertical green systems that makes facade temperature lower by evaporation.

Adaptive design strategies thus act on two levels of containing requirements and reducing energy consumption for summer cooling.

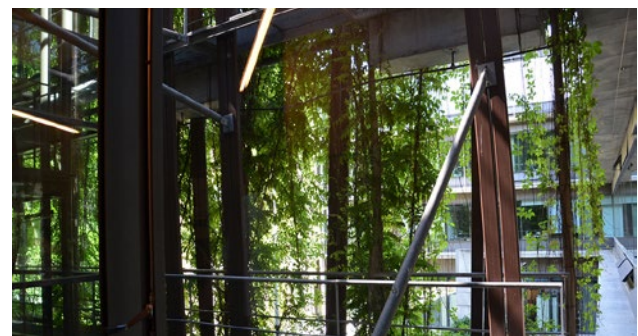
The monitoring of effectiveness, carried out with lysimeters placed at different heights and on the roof, records between July and August 2005 on the southern facade an average rate of evapotranspiration between 5.4 and 11.3 mm water per day, and an average cooling value that can corresponded to 157 kWh per day consumption (Schmidt, 2006). Monitoring controls water consumption for plant irrigation and passive cooling.

The PC monitoring shows the effectiveness of the NBS solution over time builds a database of results and follows the dynamic effectiveness of living systems such as extensive green walls and roofs.

Green walls and roofs support building isolation and urban microclimate. A green roof can transform part of solar radiation into evapotranspiration, aiding to reduce heat stress, as opposed to a non-inverted roof with low albedo index and high emissivity that can return even 90% of solar radiation.



(a)



(b)

**Figure 2:** (a) View of the building from the ground floor hall. *Source: Dell'Acqua (2018)*. (b) Access balcony to the plant tanks. *Source: Dell'Acqua (2018)*.

Water infiltration and retention strategies are applied at neighbourhood scale. They are extended by systemic approach and scaled up. Adlershof project, conceived as a multifunctional district for science, technology, training and living, includes some adaptive solutions like greenery, such as courtyards, playgrounds, private gardens and solutions for planted or green trenches for rainwater infiltration located on sidewalks and cycle paths.

Landschaftspark Johannisthal, a former airfield and opened in 2002 as a nature conservation area designed by architect Gabriele G. Kiefer, is an implementation area for local habitat and biodiversity as well as landscape conservation, and a microclimate contribution too. In terms of reducing heat stress, it helps to night cooling thanks to its lawn. At district scale green solutions plays both an adaptive and social role: houses are set around green spaces to make social meetings possible (Figure 5).

The match between NBS such as vegetated trenches with green surfaces such as the park follows

multi-goal principles: to mitigate the summer heat and to provide the district with liveable places, social aggregation and quality of life, as well as to apply integrated solutions for building- open space. Urban regeneration topics arises. Adlershof case is a former border area far from main poles of interest in the town, whose reliving today is made by ecosystem-based transformations at district scale.

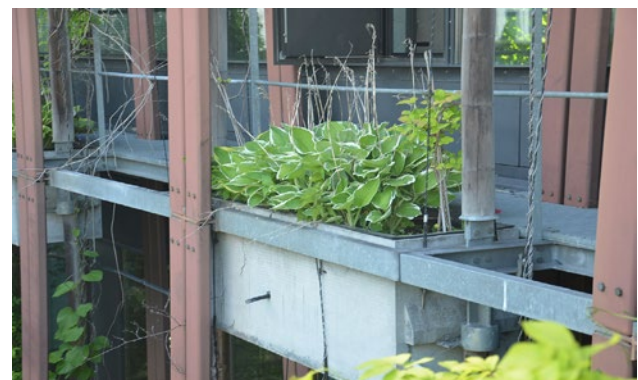
## 5. ECOSYSTEM-BASED AND ADAPTIVE DESIGN MODELS. ABOUT EXPORTING A BEST PRACTICE

Strategies adopted in the study case are based on specific needs of a city like Berlin with about four million inhabitants. Berlin experiences every day new demographic strain. Moreover, a melting pot condition calls for diversification in housing and service supply.

It is possible to assume the systemic methodolo-



(a)



(b)

**Figure 3:** (a) Courtyard and view of green wall. *Source: Dell'Acqua (2018).* (b) Plant tanks detail. *Source: Dell'Acqua (2018).*



(a)



(b)

**Figure 4:** (a) Courtyard and pond for rainwater collection and cooling. *Source: Dell'Acqua (2018).* (b) Green roof. *Source: Dell'Acqua (2018).*

gy of Berlin policies as example of linking urban growth and adaptation through resilient regeneration actions obtained by water management strategies. It is about regenerating and expanding urban patterns, assuming the logic of increasing urban space performance as set of sponge-surfaces.

Down - and upscaling methodology adopted in Adlershof shows the application of adaptive strategies and actions from the building to the open space scale and back. In the study case, nature-based technological devices (NBS) test on one hand the ecosystem-based approach in the project, on the other hand show some limits of export, which are typical of “technological green”. Vegetation as design material is a kind of dynamic living solution that more than others is site-specific due to environmental and climatic conditions of birth.

In this regards the methodology adopted in Adlershof project, especially monitoring, defines a quantitative approach that integrates incoming and outgoing material resource management such

as water with intangible data flows for monitoring solutions. It means that it is not possible to separate tangible and immaterial matters in the adaptive design.

The extension of NBS systems from local (green roofs and walls) to neighbourhood scale (planted trenches - permeable surfaces - neighbourhood park) shows that the effectiveness of greening for rainwater management is tangible only if conceived in a systemic, cross-scaling, integrated and networking way.

A tool- the adaptive plan- that acts at strategic level arranges the application of NBS for adaptation and water sustainable management upstream. The link between all strategies identified by StEP Klima - up level - and a single green solution applied to the building - local level - is the use of natural capital at different scales based on a concrete ecosystem approach. It looks at the inclusion nature processes as an effective solution for a multiple-level benefit's delivery.



**Figure 5:** (a) Green trenches for adaptive and aesthetic purposes. *Source: Dell'Acqua (2018).* (b) Landschafts Johannisthal Park. *Source: Dell'Acqua (2018).* (c) Open- trenches for adaptive purposes. *Source: Dell'Acqua (2018).*

## ADATTAMENTO, RIGENERAZIONE ECOSISTEMICA E RAINWATER MANAGEMENT. IL CASO DI BERLINO

### 1. INQUADRAMENTO TEMATICO

Gli scenari di *global e climate change* impongono un ripensamento dei modelli progettuali nella direzione della gestione del rischio e del contrasto ai grandi cambiamenti che attraversano gli ambiti del vivere.

I temi della gestione del rischio si intrecciano con quelli dell'adattamento dei sistemi urbani a cambiamenti di più ampio significato, quali instabilità politiche e sociali, condizioni lavorative incerte, flussi migratori, oscillazioni, crescite e diversificazioni demografiche.

Il contrasto agli hazard climatici passa per un duplice stato di necessità: uno di adattamento costante, l'altro relativo al garantire una crescita entro i limiti (Rockström & Klum, 2015) che non penalizzi l'espansione o la densificazione dei territori, le possibilità di sviluppo e la sicurezza ambientale. Si apre la strada a nuovi modelli di rigenerazione adattiva dei sistemi urbani a rischio.

Questo vale soprattutto per alcuni grandi città europee che oggi vivono il conflitto tra l'esigenza di proteggersi dall'evento climatico estremo e il bisogno di assecondare una trasformazione coerente con le nuove domande sociali.

Stili di vita dinamici e per alcune capitali ancora economicamente accessibili, alti livelli di qualità della vita e nuove mobilità lavorative rendono tali città attrattive e di conseguenza oggetto di una pressione demografica, variabile o a ondate, non indifferente in termini di aumento di popolazione e beni esposti al rischio. Le città si equipaggiano pertanto con mezzi adatti ad accogliere tali istanze includendole nei propri strumenti di pianificazione. Trovare uno spazio progettuale che sia flessibile, ma anche stabile, nel quale dare ascolto a tali richieste diventa importante per le amministrazioni che iniziano a guardare l'adattamento come driver positivo per programmi di trasformazione consapevoli sul piano ambientale.

Si configura un cambio di prospettiva nell'ap-

proccio al progetto, che deve rispondere contemporaneamente a istanze di trasformazione del territorio, di protezione dall'hazard e di gestione sostenibile delle risorse. L'applicazione di tecnologie adatte ad affrontare questi tre ambiti problematici richiama l'uso di tecnologie appropriate. Queste si configurano come dispositivi carichi di valori etici; tecnologie del buon intervento per il recupero e la difesa dell'ambiente, collocate in una visione ecocentrica di benessere globale degli ecosistemi (Gangemi, 2001).

La consapevolezza - maturata all'indomani delle fasi di crisi economica ed energetica - di alcune problematiche quali l'irriproducibilità delle risorse, l'aumento dei consumi e gli squilibri ecosistemici, costruisce nel tempo una cultura ambientale del progetto e l'ipotesi di una gestione tecnologica dell'ambiente, quest'ultimo inteso come luogo dove i processi di trasformazione si manifestano, si consumano e producono cambiamenti e impatti. Alla consapevolezza del limite propria del progetto ambientale si aggiunge oggi la gestione dei cambiamenti tipica del progetto adattivo.

La progettazione diventa allora una fase di definizione di obiettivi specifici all'interno di un processo di costruzione dell'ambiente come dimensione capace di risolvere i problemi dello sviluppo e di limitarne gli impatti negativi (Dierna, 1971). Qui emerge il concetto di qualità come nuova richiesta, dove controllo e verifica della qualità ambientale diventano fattori strutturanti (Dierna & Orlandi, 2006).

Nella ricerca di un equilibrio dinamico tra salvaguardia, espansione e rispetto ambientale il tema dell'acqua assume il duplice significato di risorsa e di minaccia. Gli hazard climatici che scaturiscono dall'alterazione dei cicli idrologici sono espressione di due condizioni contestuali: la scarsità e la distribuzione non omogenea delle riserve di acqua e il suo presentarsi come pericolo sotto forma di fenomeni quali *pluvial, coastal e river flooding e runoff*.

La risposta avviene attraverso lo sviluppo di po-



litiche di rainwater management abbinate a strategie di adattamento agli eventi estremi che le grandi capitali europee stanno mettendo a punto come reazione agli stati di crisi con un approccio ecosistemico. Quest'ultimo diventa la chiave culturale e tecnica con la quale affrontare due ambiti problematici chiaramente interdipendenti.

L'azione dell'adattamento umano a condizioni ambientali variabili e affette dai danni dei *climate change* può avvalersi del contributo della natura e dei processi da essa elaborati. Questo rappresenta uno dei principi alla base del *resilience approach* (Biggs, Schlüter, Schoon, 2015), che considera la nozione di società come parte della biosfera. In questa ottica, esseri umani e natura sono fortemente interdipendenti, e le azioni antropiche influenzano le dinamiche ecosistemiche, dalla scala locale a quella globale. I processi di degrado degli ecosistemi implicano infatti una riduzione della capacità adattiva in particolare dei contesti urbanizzati dove il decadimento ambientale avviene velocemente con corrispondente aumento della vulnerabilità. In tale quadro si pone l'approccio ecosistemico, che integra le funzioni della natura, le strategie adattive intraprese dall'uomo e le opportunità delle azioni *ecosystem-based* di generare valore producendo benefici multipli di tipo non solo ambientale, ma anche sociale, culturale ed economico, tramite il ricorso a una serie di misure di conservazione, ripristino e gestione sostenibile delle risorse.

Se l'adattamento include il cogliere delle opportunità, si intende di trasformazione nel caso dei sistemi urbani, i processi rigenerativi basati sui valori dell'approccio ecosistemico si presentano come possibile strada per mettere a sistema i temi dell'adattamento e di una trasformazione dei territori che assicuri margini di crescita entro i limiti ambientali.

Si sviluppano dunque due strategie, allo stesso tempo culturali e tecniche, per affrontare la sfida del climate change che impone l'adeguamento a condizioni critiche attese, sfruttando le opportunità che il cambiamento offre, evidentemente in una logica di rigenerazione continua dei sistemi ambientali e urbani in gioco. Le tematiche legate alla transizione dai cicli espansivi a quelli rigenerativi diventano dunque centrali, e luogo dove trovare spazio per appropriati valori civili, ambientali e produttivi (Losasso, 2015).

In questo quadro teorico si inseriscono le esperienze di pianificazione e progettuali tedesche, e il caso di Berlino è rappresentativo delle politiche di sostenibilità che da tempo la Germania ha messo in atto. La capitale investe parallelamente in programmi di espansione rigenerativa e in strategie di

gestione delle acque attraverso azioni di recupero, riutilizzo e rimessa in circolo della risorsa, abbinando obiettivi di *climate-proofing* a una gestione migliorata delle infrastrutture idriche. Il risultato è un sistema di tattiche, azioni e soluzioni tecnico-spaziali che compongono la *sponge-strategy*, adottata come strategia principale sia di water management e che di adattamento della città.

Assumendo come posizione critica la necessità di declinare i modelli rigenerativi in termini adattivi, il contributo si focalizza nella prima parte sul caso di Berlino, che ha alle spalle consolidate politiche di rainwater management alle quali ha abbinato in tempi molto recenti avanzate strategie di adattamento che assecondano le necessità di espansione della città. Si prosegue nella seconda parte approfondendo il caso dell'Istituto di Fisica della Humboldt Universität nel quartiere Adlershof a sud-est della capitale tedesca, selezionato come buona pratica dimostrativa di un'applicazione efficace delle suddette politiche alla scala prima dell'edificio e poi degli spazi aperti circostanti. A fare da inquadramento politico e tecnico del caso Adlershof, è il piano di Berlino StEP Klima 2016 come strumento di regolazione dell'adattamento tra i più aggiornati nel panorama delle strategie europee di resilienza. Il contributo discute l'importabilità del caso in contesti altri da quelli di partenza e l'applicabilità delle strategie e delle azioni di adattamento.

## 2. LE POLITICHE DI CONTRASTO AL RISCHIO CLIMATICO A BERLINO

Sulla base teoriche sopra esposte molte città europee stanno integrando l'approccio ecosistemico negli strumenti normativi sia dell'espansione che dell'adattamento. In particolare nell'ultimo decennio i paesi centro e nord europei si sono allineati nella messa a punto di strumenti, quali l'Hamburger Klimaschutzkonzept 2011, il Copenhagen Climate Adaptation Plan 2011, la Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy 2013 e le misure di protezione climatica di Monaco, accumulati da un approccio culturale e tecnico basato sulla integrazione di forze economiche, sociali e ambientali finalizzate all'adattamento.

Lo StEP Klima 2016 di Berlino è l'ultimo degli strumenti, in termini cronologici, esemplificativi di una stagione di politiche europee relativamente giovani che puntano ad affrontare, avvalendosi dell'approccio ecosistemico, le necessità di espansione, le istanze ambientali e quelle legate al ri-

schio in maniera contestuale.

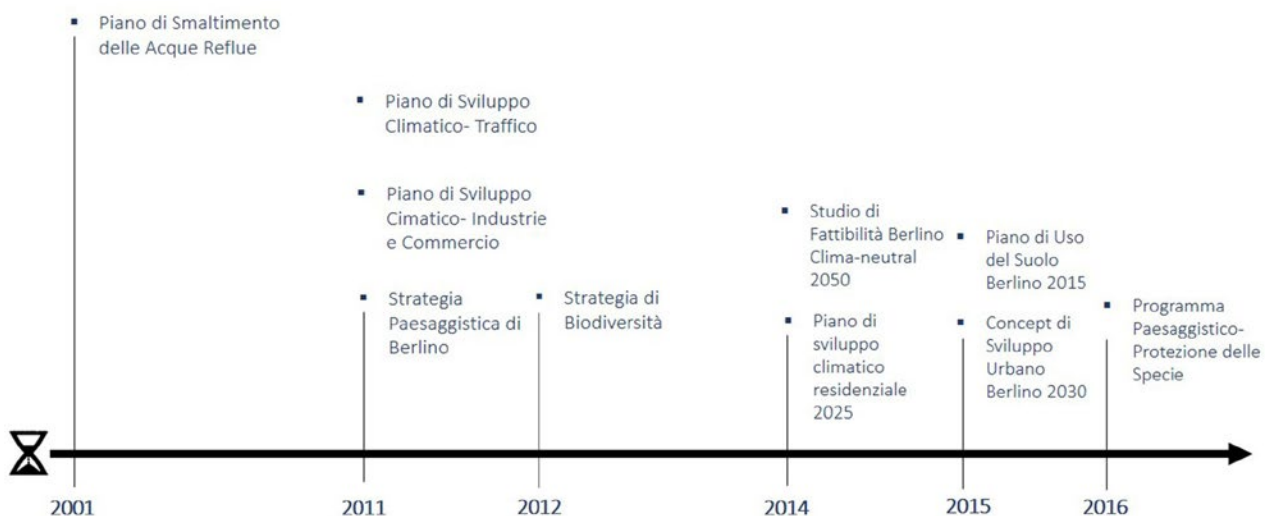
Secondo i dati del SenStadtUm- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Dipartimento del Senato per lo Sviluppo Urbano e l'Ambiente di Berlino), dal 2011 al 2014, in soli 3 anni, la popolazione di Berlino ha registrato una crescita di 175.000 individui. Il volume di permessi di costruzione rilasciati tra il 2013 e il 2015 testimonia la crescita della città: nel 2013 sono stati approvati 12.500 appartamenti, altrettanti l'anno seguente e 19.500 nella sola prima metà del 2015 (SenStadtUm 2016).

Nel 2017, 15.669 alloggi sono stati completati riuscendo a soddisfare solo in parte la domanda. Berlino sta affrontando una forte crescita demografica legata al nuovo numero di nascite- soprattutto in alcuni quartieri particolarmente adatti alle giovani famiglie come ad esempio Prenzlauerberg- agli spostamenti di massa dovuti alle migrazioni che coinvolgono le aree del centro Europa, ma anche ai flussi di minore portata legati a necessità lavorative, di formazione o di svago. Condizioni affittuarie vantaggiose, stili di vita dinamici a prezzi accessibili e un'abbondanza di edifici e spazi vuoti hanno aumentato l'attrattiva della città, incentivando i fenomeni migratori verso essa (Haid, 2013). L'alto numero di volumi residenziali in fitto, di cui buona parte sotto forma di WG- *Wohngemeinschaft* (appartamenti in condivisione) e con contratti spesso a breve termine, sollecita un veloce ma continuo ricambio, incidendo sulla disponibilità di residenze a lungo periodo. Questi fattori, insieme al preoccupante scenario climatico che interesserà la Germania in un prossimo futuro, pongono per il Senato le condizioni di un ripensamento dei modelli di

sviluppo urbano nella direzione della resilienza. Questi ultimi dovranno soddisfare da un lato la necessità della città di espandersi per rispondere alla crescente domanda di alloggi e dall'altro di fronteggiare gli effetti del cambiamento climatico. La costruzione delle politiche di resilienza berlinesi inizia nel 2001 quando la pubblica amministrazione, forte di una tradizione consolidata di studi sulle trasformazioni urbane basate sull'approccio ecosistemico messe a punto con il LaPro- Landscape Programme negli anni Novanta, inizia ad elaborare una serie di strategie ambientali che attraversano diagonalmente vari settori. Il percorso vede nel 2011 l'elaborazione di strumenti di "sviluppo climatico" dedicati a settori specifici: le questioni climatiche entrano in tutti gli ambiti di regolamentazione- traffico e infrastrutture, industrie e commercio, sviluppo residenziale-, che vengono tagliati trasversalmente sulle tematiche adattive (Figura 1).

### 3. LE STRATEGIE DI ADATTAMENTO AL FLOODING A BERLINO

Sul piano climatico gli studi condotti dagli esperti nell'ambito dell'AFOK 2016 (*A Concept for Adaptation to the Effects of Climate Change*) hanno sviluppato due scenari, a breve (2031-2060) e a lungo termine (2071-2100), secondo i quali nel 2100 il clima della capitale tedesca potrebbe corrispondere a quello attualmente caratterizzante la città di Tolosa. Dagli studi emergono tre principali mi-



**Figura 1:** Evoluzione delle politiche di sostenibilità adottate a Berlino dal 2001 al 2016. Fonte: Dell'Acqua (2018).

nacce climatiche, ovvero l'incremento delle temperature, un aumento del 3 ÷ 10% della media annuale di precipitazioni in inverno e primavera, un aumento dell'intensità e del numero di eventi di *heavy rain*, abbinati a periodi di siccità. L'AFOK individua inoltre le estati del 2014 e 2015 come le più critiche, sul piano delle temperature, mai registrate dal 1881.

La necessità di procedere a operazioni di densificazione o "ricompattazione" (SenStadtUm, 2016) del tessuto edilizio per fronteggiare la scarsità di alloggi espone al rischio di un peggioramento delle condizioni di *heat stress* nel contesto urbano. Il delicato bilancio che emerge dal confronto degli scenari demografico e climatico ha richiesto per l'amministrazione la messa a punto di strategie e misure mitigative e adattive adeguate, sviluppate nell'ambito del BEK 2030 (Berlin Energy and Climate Protection Programme), dal Senatverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Dipartimento del Senato per lo Sviluppo Urbano e l'Ambiente di Berlino) e dal Senate Department for the Environment, Transport and Climate Protection. Nel 2016 tali strategie e misure sono confluite nello StEP Klima- StadtEntwicklungsPlan Klima (Piano di Sviluppo Urbano Climatico). Quest'ultimo rappresenta uno strumento interessante in quanto «is addressing future climate change under a deliberately space-oriented planning perspective» (Reusswig, Becker et al., 2016). La Pubblica Amministrazione di Berlino, in maniera allineata alle definizioni di adattamento presenti nella letteratura scientifica di settore e nei documenti di politica tecnica vede nell'urgenza di adattarsi agli effetti del cambiamento climatico nuove opportunità di sviluppo. «The compact city of short distances is still the paradigm of urban development. It additionally offers many advantages for the goals of climate protection» (Reusswig, Becker et al., 2016). Allo stesso modo la necessità di espansione urbana non esclude bensì sollecita il raggiungimento di obiettivi adattivi e mitigativi. Lo StEP Klima agisce in quattro campi d'azione: bio-clima, greening urbano, qualità dell'acqua / precipitazioni intense e infine protezione climatica, termine corrispondente alle misure mitigativo-adattive. Queste sono tese a perseguire la strategia di sviluppo urbano principale adottata dal Senato: disaccoppiare la densificazione urbana dagli impatti dannosi dei fenomeni di cambiamento climatico.

Per il flooding le strategie del piano rientrano nelle politiche di *water sensitive urban development* da tempo adottate dalla municipalità, incentrate su obiettivi di riduzione dell'inquinamento delle acque superficiali a seguito di eventi di precipita-

zione intensa, prevenzione e riduzione dei danni da flooding in seguito a eventi di *heavy rain*, stoccaggio delle acque piovane finalizzato al raffrescamento per evaporazione e implementazione delle riserve di falda.

Lo StEP Klima individua come strategia principale la *sponge-strategy*, nella quale le superfici urbane vengono concepite come strumenti capaci di immagazzinare l'acqua in eccedenza dopo un'intensa precipitazione per restituirla per evaporazione/evapotraspirazione, con misure adattive differenziate a seconda dell'elemento urbano complesso preso in esame (edifici, spazi aperti, infrastrutture). Cinque i punti della strategia: infiltrare, immagazzinare, rallentare, distribuire e infine proteggere le acque meteoriche dalla dispersione.

Tali strategie risultano per il SenStadtUm - Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Dipartimento epr lo Sviluppo Urbano e l'Ambiente) di grande importanza anche alla luce del forte impegno economico che la municipalità ha di recente assunto nell'implementare le reti idriche di recupero e smaltimento. L'amministrazione, di concerto con la Berliner Wasserbetriebe (azienda dei servizi idrici di Berlino) prevede infatti di aumentare il volume di stoccaggio delle acque cittadine entro il 2020, portandolo da 130.000 mc a 178.000 mc (SenStadtUm, 2016).

Le strategie risultano di particolare interesse per la peculiarità della doppia necessità che la città sta vivendo, di protezione climatica e di espansione allo stesso tempo, offrendo contributi metodologici di rilievo.

#### 4. IL PHYSIK INSTITUT AD ADLERSHOF: SOLUZIONI NATURE-BASED DI RAINWATER MANAGEMENT

L'Istituto di Fisica della Humboldt Universität nel quartiere Adlershof a sud-est di Berlino rappresenta un caso significativo di approccio progettuale ecosistemico e di applicazione della *sponge strategy* tramite soluzioni di tipo *nature-based* alla scala di edificio-pilota, rappresentativo delle logiche progettuali adattive che ad Adlershof trovano una sperimentazione estesa al quartiere. Tale sperimentazione, i cui risultati sono misurati e monitorati dall'Istituto di Fisica della Humboldt Universität, si colloca all'interno delle politiche di Rainwater Management adottate dal Senato di Berlino negli ultimi venti anni. Costruito tra il 1999 e il 2003 su progetto degli architetti Georg Augustin e Ute Frank mette a sistema i topics di *decentralised*

*rainwater management*, riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio, riuso delle acque meteoriche per attivare processi evapotraspirativi, raffreddamento passivo dell'edificio durante il periodo estivo, ombreggiamento attraverso l'uso di sistemi di greening verticale e miglioramento del microclima urbano in prossimità dell'edificio-pilota con soluzioni tecniche concepite per funzionare in maniera integrata e sinergica.

Secondo i criteri della gestione decentralizzata delle acque piovane, gli accorgimenti adottati nell'edificio mirano a recuperare le acque meteoriche e ad alleggerire il carico dei sistemi fognari attraverso il riutilizzo o la dispersione nel suolo per infiltrazione. Le acque vengono raccolte e immagazzinate in cisterne sotterranee per irrigare le 10 specie di piante del sistema di greening verticale sulle facciate. Questo si articola in circa 150 vasche che ospitano le piante e di una sottostruttura leggera per consentirne la salita. L'involucro dell'edificio, una doppia pelle in pannelli di vetro con moduli apribili, presenta un ballatoio di servizio per la manutenzione con ruolo di buffer termico e una struttura in acciaio deputata a sostenere le vasche per la piantumazione delle piante (Figura 2).

Tali dispositivi tecnologici rendono possibile la captazione e il recupero delle acque meteoriche, e lo scollegamento dei flussi delle acque piovane dal sistema fognario da destinare all'infiltrazione nel suolo o al riutilizzo per l'irrigazione.

Le strategie di ombreggiamento vengono applicate tramite una varietà di specie vegetali che schermano le facciate in vetro durante l'estate riducendo così i fabbisogni energetici legati al condizionamento estivo, e pertanto sono state selezionate, tra i criteri, anche in base alla dimensione del fogliame. Le piante prevedono la perdita del fogliame durante l'inverno per consentire il passaggio della luce necessaria durante le ore lavorative (Figura 3).

Evaporazione e infiltrazione delle acque piovane avvengono tramite uno stagno, presente all'inter-

no di una delle cinque corti (Figura 4). L'evaporazione dallo stagno contribuisce al raffreddamento passivo degli ambienti di lavoro che si affacciano sulla corte interna con conseguente riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio dovuto al raffreddamento con i sistemi convenzionali.

La climatizzazione passiva avviene attraverso il recupero dell'acqua piovana che viene reimpressa nei condizionatori durante il periodo estivo. Pertanto l'applicazione di innovazioni tecnologiche NBS per il recupero delle acque meteoriche permette l'attivarsi di processi adiabatici finalizzati al raffreddamento passivo. Il processo evapotraspirativo viene implementato dal verde verticale che provoca un abbassamento delle temperature superficiali delle facciate su cui è distribuito.

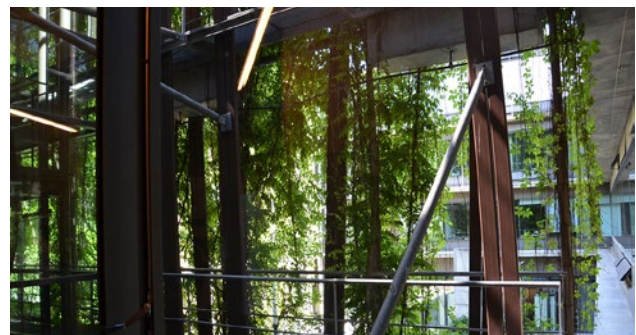
Le strategie progettuali adattive agiscono così su due fronti, del contenimento dei fabbisogni e della riduzione dei consumi energetici per il condizionamento estivo. Il monitoraggio dell'efficacia, eseguito con lisometri posti sui prospetti a varie altezze e in copertura registra tra luglio e agosto 2005 sulla facciata sud un tasso medio di evapotraspirazione compreso tra 5,4 e 11,3 mm di acqua al giorno, con un valore medio di raffreddamento che può essere corrisposto a un consumo di 157 kWh al giorno (Schmidt, 2006).

Il monitoraggio controlla i consumi di acqua per l'irrigazione delle piante e per il raffreddamento passivo.

Il monitoraggio operato da un PC centrale consente la dimostrazione dell'efficacia della soluzione NBS nel tempo, la costruzione di una banca dati dei risultati e l'osservazione dell'efficacia dinamica di *living systems* quali pareti e tetti verdi estensivi. La presenza di questi ultimi contribuisce, all'isolamento dell'edificio e al miglioramento del microclima urbano nelle immediate prossimità. Un tetto verde è in grado convertire una parte della radiazione solare incidente in evapotraspirazione, concorrendo a ridurre gli effetti dei fenomeni di heat



(a)



(b)

**Figura 2:** (a) Vista dell'edificio dalla hall piano terra. Fonte: Dell'Acqua (2018), (b) Ballatoio di accesso alle vasche per le piante. Fonte: Dell'Acqua (2018).



**Figura 3:** (a) Corte con vista della parete verde. *Fonte: Dell'Acqua (2018)*, (b) Dettaglio delle vasche per le piante. *Fonte: Dell'Acqua (2018)*.



**Figura 4:** (a) Corte con lo stagno per la raccolta delle acque meteoriche e il raffrescamento. *Fonte: Dell'Acqua (2018)*, (b) Tetto verde estensivo. *Fonte: Dell'Acqua (2018)*.

stress, al contrario di una copertura non inverdita con trattamenti superficiali a basso indice di albedo e alta emissività che possono restituire anche il 90% della radiazione solare.

Le strategie di infiltrazione e ritenzione dell'acqua adottate nel progetto dell'edificio vengono riprese e applicate al quartiere, estendendole all'intorno con un approccio sistemico e di replicabilità ad altre scale. Qui infatti il progetto Berlin- Adlershof, concepito come un distretto multifunzionale per la scienza, la tecnologia, la formazione e l'abitare, contempla negli spazi aperti una serie di soluzioni adattive che includono verde pertinenziale e di quartiere, quale corti, playground, giardini privati e soluzioni di trincee vegetate o semplicemente inverdite ai margini dei marciapiedi e delle piste ciclabili per l'infiltrazione delle acque meteoriche. Il vicino Landschaftspark Johannisthal/ Adlershof, ex campo di volo e aperto nel 2002 come area naturale protetta su progetto dell'architetto Gabriele G. Kiefer, è un'area di implementazione dell'habitat locale e della biodiversità oltre che di conser-

vazione paesaggistica, che costituisce un ulteriore apporto microclimatico. In termini di riduzione dell'*heat stress* esso contribuisce grazie al prato centrale al raffrescamento notturno. Alla scala del quartiere il verde inserito svolge il duplice ruolo adattivo e aggregativo sul piano sociale: gli edifici residenziali si articolano intorno agli spazi verdi favorendo l'incontro dei residenti (Figura 5).

In questo l'abbinamento delle soluzioni NBS quali le trincee vegetate a superfici verdi come il parco seguono logiche multiobiettivo: mitigare la calura estiva e dotare il quartiere di luoghi vivibili, aggregativi sul piano sociale e di qualità abitativa, oltre che una logica di applicazione integrata edificio-spazio aperto. Emergono i temi della rigenerazione urbana, in questo caso di un ex- area di margine quale il quartiere Adlershof decentrato rispetto ai maggiori poli di interesse della città, il cui rilancio passa oggi per trasformazioni ecosystem-based alla scala distrettuale.

## 5. MODELLI PROGETTUALI ECOSISTEMICI E ADATTIVI. ESPORTABILITÀ DI UNA BUONA PRATICA

Le strategie adottate nel caso in esame sono calate sulle esigenze specifiche di una capitale di circa quattro milioni di abitanti, che ogni giorno vive le criticità di nuove pressioni demografiche. A questo si aggiunge una condizione multietnica che sollecita ulteriormente la diversificazione nell'offerta di alloggi e servizi.

La metodologia sistematica delle strategie adattive berlinesi è da prendere a esempio nel mettere in relazione espansione e adattamento attraverso operazioni di rigenerazione resiliente che passano per le strategie di *water management*. Si tratta di rigenerare ed espandere i tessuti urbani assumendo logiche di incremento delle prestazioni dello spazio urbano, concepito come un insieme di superfici-spugna.

La metodologia in *down-* e *upscaling* adottata ad Adlershof vede l'applicazione di strategie e azioni adattive dalla scala dell'edificio verso lo spazio aperto e viceversa. Nel caso in esame, la soluzione è affidata a dispositivi tecnologici nature-based (NBS) che da un lato testano l'approccio ecosistemico nel progetto, dall'altro presentano i limiti di trasferibilità tipici del "verde tecnologico". La vegetazione come "materiale di progetto" infatti si configura come una *living solution* dinamica che

più delle altre risente delle specificità, ambientali e climatiche, in cui nasce.

In questo la metodologia adottata nel progetto Adlershof e in particolare l'aspetto del monitoraggio definiscono un approccio processuale quantitativo che integra la gestione dei flussi di risorse materiali in entrata e in uscita come l'acqua con flussi immateriali di dati che seguono nel tempo il funzionamento delle tecnologie applicate, a riprova della inscindibilità nel progetto adattivo degli aspetti intangibili dai tangibili.

L'estensione dei sistemi di soluzioni NBS dalla scala locale (tetto-parete verde) alla scala di quartiere (trincee vegetate- superfici permeabili-parco di quartiere) dimostrano che l'efficacia del verde come soluzione per le acque meteoriche è apprezzabile solo se concepita in una logica sistemica, transcalare, integrata e di messa in rete delle soluzioni.

L'applicazione delle NBS finalizzate all'adattamento e alla gestione sostenibile delle acque viene disposta a monte da uno strumento che agisce sul piano strategico. L'elemento che lega le strategie individuate dallo StEP Klima- livello macro- alla singola soluzione vegetata applicata sull'edificio dimostratore - livello locale- è un uso del capitale naturale alle varie scale basato su un approccio ecosistemico concreto, che vede nell'inclusione dei processi della natura una soluzione fattiva per la distribuzione multilivello dei benefici.



**Figura 5:** (a) Uso di trincee vegetate ai fini adattivi ed estetici. Fonte: Dell'Acqua (2018). (b) Landschafts Johannisthal Park. Fonte: Dell'Acqua (2018). (c) Uso di trincee a cielo aperto ai fini adattivi. Fonte: Dell'Acqua (2018).

## REFERENCES

- Biggs, R., Schlüter, M., & Schoon, M. L. (eds.) (2015). *Principles for Building Resilience. Sustaining Ecosystem Services in Social-Ecological Systems*, Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- D'Ambrosio, V., & Leone, M. F. (eds.) (2016). *Progettazione ambientale per l'adattamento al Climate Change. Modelli innovativi per la produzione di conoscenza. Environmental Design for Climate Change adaptation. Innovative models for the production of knowledge*. Napoli, IT: CLEAN.
- D'Ambrosio, V., & Leone, M. F. (2015). Climate change risks and environmental design for resilient urban regeneration. Napoli Est pilot case. *TECHNE-Journal of Technology for Architecture and Environment*, 10, 130-140.
- Dierna, S. *Architettura e ambiente. Ipotesi per la costruzione di un metodo e una didattica della progettazione*, Istituto di progettazione della Facoltà di Architettura dell'Università di Roma. Corso di Composizione architettonica IV. A.A. 1971-1972/1973-1974.
- Dierna, S., & Orlandi, F. (2006). *Buone Pratiche per il Quartiere ecologico*. Firenze, IT: Alinea Editrice.
- Gangemi, V. (ed.) (2001). *Emergenza ambiente. Teorie e sperimentazioni della progettazione ambientale*, Napoli, IT: Clean.
- Haid, C. (2013). Contentious Informalities - The Narratives of Picnicking at Berlin's Thai Park. *Dérive. Zeitschrift für Stadtforschung*, 51, 43-48.
- Klum, M. & Rockström, J. (2015). *Grande mondo, piccolo pianeta. La prosperità entro i confini planetari*. Milano, IT: Edizioni Ambiente.
- Losasso, M. (2015). Rigenerazione urbana: prospettive di innovazione. *TECHNE- Journal of Technology for Architecture and Environment*, 10, 4-5. doi: 10.13128/Techne-17492
- Losasso, M. (2016). Climate risk, Environmental planning, Urban design. *UPLand-Journal of Urban Planning, Landscape & Environmental Design*, 1(1), 219-232. doi: 10.6092/2531-9906/5039
- Moccia, F.D., & Sgobbo, A. (2016). Resilienza urbana e pluvial flooding: lo studio predittivo del comportamento idraulico urbano / Urban Resilience and pluvial flooding: the predictive study of the urban hydraulic behavior. In V. D'Ambrosio, & M.F. Leone (Eds.), *Progettazione ambientale per l'adattamento al Climate Change. Modelli innovativi per la produzione di conoscenza / Environmental Design for Climate Change adaptation. Innovative models for the production of knowledge* (pp. 136-145). Napoli: CLEAN.
- Reusswig, F., Becker, C., Lass, W., Haag, L., Hirschfeld, J., Knorr, A., ... & Walther, C. (2016). *Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Berlin (AFOK). Klimaschutz Teilkonzept Zusammenfassung*. Potsdam, Berlin, DE. Available at [http://www.berlin.de/senuvk/klimaschutz/klimawandel/download/afok\\_zusammenfassung.pdf](http://www.berlin.de/senuvk/klimaschutz/klimawandel/download/afok_zusammenfassung.pdf)
- Schmidt, M. (2006). The evapotranspiration of greened roofs and façades. In Proceedings of the Fourth Annual Greening Rooftops for Sustainable Communities, Awards and Trade Show, Boston, US May 11-12, 2006.
- Schmidt, M., Reichmann, B., Steffan, C. (2007). Rainwater harvesting and evaporation for stormwater management and energy conservation. In H. Kenneweg, & U. Tröge (eds.), *International Congress on Environmental Planning and Management - Visions, Implementations, Results*. 5.-10.8.07, TU Berlin. Landschaftsentwicklung und Umweltforschung S20, 221-224.
- Schmidt, M. (2009). Rainwater Harvesting for Mitigating Local and Global Warming. Fifth Urban Research Symposium 2009 Cities and Climate Change: Responding to an Urgent Agenda. Marseille, France June 28-30, 2009

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (2016). *StadtEntwicklungsPlan Klima- KONKRET. Klimaanpassung in der Wachsenden Stadt*. Berlin: DE. Available at <https://www.stadtentwicklung.berlin.de/plnen/stadtentwicklungsplanung/de/klima/konkret.shtml>

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin (2014). *StadtEntwicklungsPlan Klima. Urbane Lebensqualität in Klimawandel sichern*. Berlin: DE. Available at [https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planenstadtentwicklungsplanung/download/klima/step\\_klima\\_broschuere.pdf](https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planenstadtentwicklungsplanung/download/klima/step_klima_broschuere.pdf)

Sgobbo, A. (2016). La città che si sgretola: nelle politiche urbane ed economiche le risorse per un'efficace manutenzione. *BDC. Bollettino Del Centro Calza Bini*, 16(1), 155-175. doi: 10.6092/2284-4732/4121

Sgobbo, A. (2018). *Water Sensitive Urban Planning. Approach and opportunities in Mediterranean metropolitan areas*. Rome, IT: INU Edizioni.

UN-HABITAT (ed.) (2011), *Cities and Climate Change: Global Report on Human Settlements*, retrieved from <https://unhabitat.org/books/cities-and-climate-change-global-report-on-human-settlements-2011/>