

# Progettazione ambientale per l'adattamento al Climate Change

2. Strumenti e indirizzi per la riduzione dei rischi climatici

## *Environmental Design for Climate Change adaptation*

*2. Tools and Guidelines for Climate Risk Reduction*

a cura di / edited by  
Valeria D'Ambrosio  
Mattia Federico Leone



PON R&C 2007-2013 - Decreto Direttoriale  
n. 713/Ric. del 29 ottobre 2010 - Avviso "Distretti  
ad Alta Tecnologia" e Laboratori Pubblico-Privato  
- Titolo III.

La presente pubblicazione è stata realizzata  
nell'ambito del progetto Metropolis -  
"Metodologie e tecnologie integrate e sostenibili  
per l'adattamento e la sicurezza dei sistemi  
urbani". Codice progetto: PON03PE\_00093\_4.  
Amnesso a finanziamento con decreto di  
concessione prot. 791 del 06/03/2014 /  
*This publication was made under the Metropolis  
project - "Integrated and sustainable methods  
and technologies for resilience and safety in  
urban systems".*

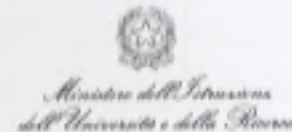
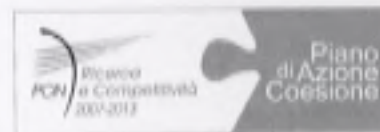
**Università di Napoli Federico II**  
**Gruppo di ricerca DIARC**  
**DIARC Research team**

Valeria D'Ambrosio (*coordinator and scientific  
director*), Lorenzo Boccia, Maria Cerreta, Rosa  
Anna Genovese, Mario Losasso, Andrea Maglio,  
Francesco Domenico Moccia, Maria Federica  
Palestino, Marina Rigillo, Salvatore Sessa,  
Alessandro Sgobbo, Federica Visconti; Francesco  
Abbamonte, Carmela Aprea, Antonia Arena,  
Eduardo Bassolino, Alessandra Capolupo,  
Barbara Cardone, Leo Conte, Antonio De Chiara,  
Ferdinando Di Martino, Cristian Filagrossi, Mattia  
Federico Leone, Roberta Mele, Giuliano Poli,  
Claudia Sansò, Cristina Visconti.

Con il contributo degli allievi del Progetto di  
Formazione Metropolis / *With the support of  
the Metropolis Training Program's students*  
Emmanuel Castagna, Mariacaterina Castagna,  
Raffaele Catanese, Florestano Laco, Nicola Nappi,  
Simona Scandurra, Francesco Ventre.

**Altri contributi / Other contributions**  
Edda Mastroianni, Vittorio Miraglia,  
Raffaella Ruocco.

**Con il supporto di / Supported by**  
Comune di Napoli, Autorità di Bacino Campania  
Centrale, Protezione Civile Regione Campania.



investiamo nel vostro futuro

# **Progettazione ambientale per l'adattamento al Climate Change**

2. Strumenti e indirizzi per la riduzione dei rischi climatici

## ***Environmental Design for Climate Change adaptation***

*2. Tools and Guidelines for Climate Risk Reduction*

a cura di / edited by  
Valeria D'Ambrosio  
Mattia Federico Leone



Copyright © 2019 CLEAN  
via Diodato Liroy 19,  
80134 Napoli  
tel. 0815524419  
www.cleanedizioni.it  
info@cleanedizioni.it  
www.ebook-clean.it

Tutti i diritti riservati  
È vietata ogni riproduzione / All right reserved.  
No part of this publication may be reproduced in  
any form or by any means without permission in  
writing from the publisher

ISBN 978-88-8497-731-1

*Editing*  
Anna Maria Cafiero Cosenza

*Graphic Design*  
Costanzo Marciano

*Editing coordination*  
Alessandra Mennella

*Copertina / Cover image*  
*Adaptive design e rigenerazione urbana*  
*resiliente a Ponticelli, Napoli.*  
*Adaptive design and resilient urban regeneration*  
*in Ponticelli, Napoli:*  
*A. Lordi, W. Haolin, I. Chatzaki, C.M. Valencia.*

*Collana / Book Series*  
**Abitare il Futuro / Inhabiting the Future / 26**  
*diretta da / directed by* Mario Losasso  
**Comitato scientifico / Scientific committee**  
Petter Naess Aalborg Universitat  
Fritz Neumeier Technische Universität Berlin  
Robin Nicholson Edward Cullinan Architects  
Heinz Tesar Accademia di Architettura di Mendrisio  
**Comitato editoriale / Editorial board**  
Agostino Bossi, Alessandro Claudi de Saint  
Mihiel, Valeria D'Ambrosio, Ludovico Maria  
Fusco, Rejana Lucci, Francesco Domenico  
Moccia, Maria Federica Palestino, Lia Maria Papa,  
Valeria Pezza, Francesco Polverino, Francesco  
Rispoli, Michelangelo Russo  
**Assistenti editoriali / Assistant editors**  
Gilda Berruti, Mariateresa Giammetti,  
Enza Tersigni

Il libro è stato oggetto di *peer review*  
*The book has been peer-reviewed*

*nella pagina accanto / in the next page*  
*Aree di studio / Metropolis project. Study areas,*  
*processed by Raffaella Ruocco.*

## Dal progetto al piano: l'approccio olistico del Water Sensitive Urban Planning

Alessandro Sgobbo

### *From design to planning: the holistic approach of Water Sensitive Urban Planning*

#### **Climate change and hydraulic risks**

*In recent years the issues of risks related to the management of surface waters have attracted the growing interest of scholars at various levels. On the regional scale we focus on extreme weather events with respect to the ability of the river basin to bear the impact without causing damage to the structures and infrastructures involved as well as victims in the population. On the urban scale, the theme mainly concerns pluvial flooding and the consequent problems that, although often less dramatic, are still relevant given their frequency and socio-economic impact. The interest of the scientific community to the problem follows the progressive exacerbation of episodes both in terms of frequency and hydraulic intensity. In fact, in numerous researches (Porporato et al., 2004; Dore, 2005; Burt et al., 2015) it has been observed that, excluding the desert areas, the quantity of rain that can be averagedly measured in a given place during the year it remained almost constant. However, in recent decades, this tends to be concentrated in a few events particularly intense and with a distinctly stormy character. This paper summarizes the review of the BMPs developed by the scientific community at the urban scale evaluated with respect to the hydraulic qualities but above all the effects in socio-economic and ecological terms. In the Metropolis project this review formed the basis for the construction of the strategies implemented in different design prototypes in order to verify the thesis according to which the Water Sensitive Urban Planning approach allows to reach the objective resilience but with a significant impact on the urban quality of the settlement.*

#### **The holistic approach of Town Planning: from end of pipe to WSUP**

*The increase in the need for rainwater drainage, traditionally provides for end of pipe infrastructural upgrading i.e. working on the drainage network. In the last twenty years scientific research has been directed towards a different approach, which finds its synthesis in the discipline of the Water Sensitive Urban Design. The WSUD considers that end of pipe interventions are intrinsically inefficient since: however great the pipe's cross sectional areas are, the drainage need will soon exceed the designed capacity; these investments are limited to the resolution of the hydraulic issue, without significant effects on urban quality. Vice versa, the WSUD approach promotes solutions*

#### **Climate change e rischio idraulico**

Negli ultimi anni le tematiche dei rischi legati alla gestione delle acque superficiali hanno attratto il crescente interesse degli studiosi a vari livelli. Alla scala territoriale ci si concentra sugli eventi meteorologici estremi rispetto alla capacità del bacino idrografico di sopportarne l'impatto senza determinare danni alle strutture e infrastrutture coinvolte nonché vittime nella popolazione. Alla scala urbana il tema riguarda principalmente il *pluvial flooding* e le problematiche conseguenti che, sebbene spesso meno drammatiche, sono comunque rilevanti vista la loro notevole frequenza e impatto socio-economico.

L'interesse della comunità scientifica al problema segue il progressivo inasprimento degli episodi sia in termini di frequenza che di intensità idraulica. Infatti in numerose ricerche (Porporato et al., 2004; Dore, 2005; Burt et al., 2015) è stato osservato che, escludendo le zone desertiche, la quantità di pioggia mediamente misurabile in un dato luogo nell'arco dell'anno è rimasta pressoché costante. Tuttavia, negli ultimi decenni, questa tende a concentrarsi in pochi eventi particolarmente intensi e con un carattere spiccatamente temporalesco.

In questo saggio è sinteticamente riportata la rassegna delle BMP sviluppate dalla comunità scientifica alla scala urbanistica valutate rispetto alle qualità idrauliche ma soprattutto delle ricadute in termini socio-economici ed ecologici. Nel progetto Metropolis questa rassegna ha costituito la base per la costruzione delle strategie implementate in diversi prototipi progettuali al fine di verificare la tesi secondo la quale l'approccio Water Sensitive Urban Planning consente di giungere alla resilienza obbiettivo ma con un impatto significativo sulla qualità urbana dell'insediamento.

#### **L'approccio olistico del Town Planning: dall'end of pipe al WSUP**

La crescita delle esigenze di smaltimento idraulico delle acque meteoriche, prevede, tradizionalmente, interventi di adeguamento infrastrutturale di tipo *end of pipe*, agenti cioè sul *network* di drenaggio. Nell'ultimo ventennio la ricerca scientifica si è indirizzata verso un diverso approccio, che trova la sintesi nella disciplina del Water Sensitive Urban Design. Il WSUD ritiene gli interventi *end of pipe* intrinsecamente inefficienti visto che: per quanto grandiose siano le sezioni impiegate presto l'entità degli eventi comunque supererà la capacità progettata; tali investimenti, limitandosi alla risoluzione del problema idraulico, non sono accompagnati da rilevanti effetti

sulla qualità urbana. Pertanto, alle opere sulla rete contrappone uno strumentario di soluzioni finalizzate a ridurre la quota d'acqua piovana che deve essere oggetto di smaltimento oppure volti a implementare sistemi di drenaggio maggiormente eco-efficienti (SuDS: Sustainable Drainage Systems).

Appartengono al primo gruppo numerose soluzioni a scala profondamente varia: dalle coperture verdi alla rivisitazione in chiave urbana delle cunette stradali sterrate<sup>1</sup>; dai parcheggi assorbenti ai sistemi di pozzi e caditoie disperdenti. Gli obiettivi sono: incrementare la frazione di acqua piovana oggetto di infiltrazione profonda (Ellis, 2000; Holman Dodds et al., 2003; Ellis, 2013); migliorare gli effetti di evapotraspirazione (Georgi e Dimitriou, 2010; Sgobbo, 2011; 2016); allungare il tempo di corrivazione (Elliott e Trowsdale, 2007). Le azioni del secondo gruppo sono volte a distribuire nel tempo il volume idrico da smaltire (Di Baldassarre et al., 2014) ovvero integrare sistemi dispersivi compatibili con le esigenze di mitigazione degli impatti ambientali (Moccia e Sgobbo, 2012-2013). Anche in questo ambito si è assistito a profonde evoluzioni. Le tradizionali vasche di ritenzione si sono via via trasformate in water squares e parchi inondabili (Tira et al., 2017); le vasche di raccolta dell'acqua da riciclo trovano ampio impiego anche quali serbatoi temporanei di stoccaggio (Eroksuz e Rahman, 2010). Ulteriore evoluzione è rappresentata dal Water Sensitive Urban Planning (WSUP). In questo caso particolare attenzione è posta all'efficacia delle soluzioni proposte in termini di multiscalarità e multifunzionalità e l'insieme dei *tool* implementati beneficiano di mutue sinergie direttamente conseguenti all'approccio olistico alla complessità della città che è proprio del Town Planning (Mangoni e Sgobbo, 2013). Si preferisce, pertanto, ragionare in termini di competenze suddividendone la natura in azioni urbanistiche e opere alla scala edilizia. Al primo gruppo si ascrivono gli interventi puntuali o a rete, individuali o sistematici, autonomi o integrati e integranti, che coinvolgono parti della città esorbitanti il singolo edificio o complesso di edifici a gestione unitaria. Al secondo tutti quelli che possono essere efficacemente e autonomamente implementati indipendentemente, quale azione di un unico soggetto. Volendo dare una connotazione anche giuridica ai confini che caratterizzano le due classi si può ipotizzare che: nella prima rientrano le opere per le quali è necessaria una progettazione sviluppata nell'ambito della pianificazione (dimensione urbanistica); nella seconda rientrano quelle codificabili tra le categorie edilizie e che trovano la naturale ispirazione e disciplina nelle previsioni del Regolamento edilizio e nelle Norme Tecniche del Piano (dimensione edilizia).

## La dimensione urbanistica

### La Strada

L'elemento che, nell'immaginario collettivo, maggiormente rimanda ai concetti di urbanizzazione e impermeabilizzazione è certamente la strada. La manualistica



*Bioswale stradale in Greendale, Wisconsin, 2010 / Bioswale in Greendale, Wisconsin, 2010 (source: Aaron Volkening, retrieved from: <https://www.flickr.com>).*

*that are aimed at reducing the amount of rainwater runoff or at implementing more eco-efficient drainage systems (SuDS: Sustainable Drainage Systems).*

*The first group includes numerous solutions on various scales: from green roofs to urban redesign of dirty roadside gutters (side swales) traditionally adjacent to extra-urban roads<sup>1</sup>; from the permeable parking lots to dry-wells and infiltration trenches. The objectives are: increasing of rainwater subject to deep infiltration (Ellis, 2000; Holman-Dodds et al, 2003; Ellis, 2013); improving evapotranspiration (Georgi and Dimitriou, 2010; Sgobbo, 2011-2016); increasing concentration times (Elliott and Trowsdale, 2007). Actions in the second group are aimed at distributing over time the volume of water to be disposed (Di Baldassarre et al., 2014), which means integrating infiltration systems compatibly with environmental impacts' mitigation needs (Moccia and Sgobbo, 2012; 2013). Also in this area profound developments have been made. The traditional retention basins have gradually been transformed into water squares and floodable parks (Tira et al., 2017) that convey or store floodwater, sediments, and debris during exceptional rain without incurring physical damage, and recycling water collection tanks are also widely used as temporary storage tanks (Eroksuz and Rahman, 2010). A further evolution of this approach is the Water Sensitive Urban Planning (WSUP). In this case, particular attention is paid to the effectiveness of the solutions proposed in terms of multi-scale and multi-functionality, and the set of tools implemented benefits from mutual synergies directly resulting from the holistic approach to the complexity of the city that is typical of Town*

*Planning disciplines (Mangoni and Spobbo, 2013).*  
*The traditional classification of the WSUD tools, which are usually divided into interventions focused on the drainage need and on the draining infrastructure, is unsatisfactory because each solution has effects in both domains. Therefore, it is preferable to subdivide them into urban scale and building scale tools. The first group includes works, either punctual or on a network, individual or systematic, autonomous or integrated, but always involving parts of the city which do not include only single buildings or groups of buildings with unitary management. The second group consist of all the interventions that can be effectively self-implemented by a single subject. If we wish to give a juridical connotation to the boundaries that characterize the two classes, we can hypothesize that the first group includes works for which a town plan design is necessary, while the second includes those that can be coded within the building categories and which find their natural inspiration and discipline in the provisions of the Building Code and in the Technical Regulations of the Town Plan.*

#### **Working on the urban scale**

##### **The street**

*The element that, in the collective imagination, most refers to the concepts of urbanization and waterproofing is certainly the street. The manuals show that the ratio between land area and road area within the city is around 10%. It is therefore evident the importance of the role played by this infrastructure in the local hydraulic balance.*

*Not all roads are the same and this type-technological variety*

evidenza che il rapporto tra superficie territoriale e sedi viarie si attesta intorno al 10%. È pertanto evidente l'importanza del ruolo svolto da questa infrastruttura nell'equilibrio idraulico della città.

Non tutte le strade sono uguali e questa varietà tipo-tecnologica si rispecchia anche nell'impatto sulla sostenibilità e resilienza urbana al *pluvial flooding*. Dal punto di vista della gestione delle acque meteoriche, a parità di giacitura, le principali differenze riguardano il trattamento delle superfici e le opere d'arte finalizzate allo smaltimento del *runoff*. A tal fine, con riferimento al primo aspetto, si è soliti dividere le pavimentazioni in continue e discrete. Le prime sono idraulicamente condizionate da porosità, scabrezza e idrofilia; le pavimentazioni discrete da dimensione dei conci e da larghezza e trattamento dei giunti. Occorre tuttavia subito evidenziare che parlare di permeabilità limitandosi a considerare lo strato corticale della pavimentazione è poco significativo. Infatti, dopo pochi secondi dall'inizio della precipitazione efficace, la capacità del piano viario di lasciarsi attraversare dall'acqua dipende esclusivamente dalle qualità del sottofondo e, in minima parte, del terreno di sedime. Quindi, ripercorrendo rapidamente le soluzioni<sup>2</sup> proposte, è evidente che l'interesse riguarda più gli aspetti microclimatici e di qualità estetico-tecnologica del manufatto che quelli propriamente legati allo *stormwater management*.

Ben diverso è l'esito dell'intervento quando questo riguarda le opere d'arte complementari. Qui le soluzioni proposte coinvolgono l'uso di due principali elementi variamente combinati: i canali drenanti e i pozzi perdenti (Fryd et al., 2013).

Seattle, US. International Fountain, 2007 /  
 Seattle, US. International Fountain, 2007  
 (source: Joe Mabel, retrieved from: <https://commons.wikimedia.org/wiki/>).

*nella pagina accanto / next page*

Bioswale stradale in Greendale, Wisconsin,  
 2010: Particolare del sistema di dissipazione  
 / Bioswale in Greendale, Wisconsin, 2010:  
 Detail of the dissipation system (source:  
 Aaron Volkening, retrieved from: <https://www.flickr.com/>).



I canali drenanti si dividono in *wet-swales* e *dry-swales*. I primi hanno l'obiettivo di raccogliere l'acqua piovana e favorirne l'infiltrazione profonda nel tempo, sfruttando al massimo la parte esterna della sezione del canale, dove il volume idrico sosta per lungo tempo. I *dry-swales*, costruttivamente molto simili, prevedono, altresì, la rapida asciugatura della porzione scoperta. In entrambi i casi l'opera presenta tre elementi: il canale vero e proprio con sezione a V aperta; uno strato filtro, costituito da sabbia o, più frequentemente, da terreno vegetale inerbato<sup>3</sup>; il corpo drenante<sup>4</sup>, immediatamente al di sotto del terreno vegetale, protetto, sia superiormente che inferiormente, da un telo in TNT al fine di evitarne l'intasamento nel tempo.

Nei *dry-swales*, inoltre, è generalmente previsto lo scarico dell'acqua assorbita entro una condotta a sua volta collegata alla rete di smaltimento.

Dal punto di vista dimensionale i canali devono offrire un volume di captazione<sup>5</sup> almeno pari a quello che si ricava dall'altezza di pioggia efficace in un tempo di ritorno idoneo (in genere trenta anni). Stabilita, quindi, la sezione necessaria le dimensioni del canale sono scelte in funzione delle specifiche condizioni al contorno.

In presenza di spazi rilevanti conviene utilizzare strutture particolarmente larghe in modo da aumentare la superficie di interfaccia con il substrato d'infiltrazione; ciò, inoltre, presenta evidenti benefici in termini di formazione di corridoi ecologici e di qualità del paesaggio urbano. Nei casi in cui le condizioni al contorno limitano la possibilità di ricorrere a una sezione abbastanza larga, occorre utilizzare canali profondi, tenendo conto che, per ragioni di sicurezza, tale maggiore profondità dovrà riguardare prevalentemente il corpo drenante (Ackerman e Stein, 2008).

Particolare attenzione, infine, deve essere posta affinché l'accesso dell'acqua nel canale drenante avvenga previa sufficiente dissipazione dell'energia cinetica per non danneggiare il sottile strato fertile. A tal fine le canalizzazioni di accesso prevedono percorsi articolati e ostacoli fisici al libero deflusso.

Pozzi perdenti e trincee di infiltrazione (eventualmente alberate - *tree trench*) sono sistemi in cui lo smaltimento avviene prevalentemente per infiltrazione profonda, spesso al di sotto di sovrastrutture poco o per nulla permeabili, ma non sottoposte ai carichi dinamici tipici della sede viaria. Sono impiegati in tutte quelle situazioni in cui non è possibile ricorrere a canali completamente scoperti in ragione del limitato spazio disponibile o di aspetti estetico-funzionali. In questi casi, tuttavia, viene a mancare (o è ridotta) l'azione fitodepurante delle piante e, soprattutto, la filtrazione dello strato in terreno vegetale misto a sabbia che, normalmente, avrebbe contribuito a trattenere idrocarburi e metalli pesanti (Scharenbroch et al., 2016).

Dal punto di vista del dimensionamento questi sistemi sono progettati in funzione della superficie scolante servita, della permeabilità dei suoli attraversati e dell'altezza della quota piezometrica della falda (Fujita, 1994). In generale ai pozzi si ricorre in presenza di terreni sufficientemente permeabili ovvero se è tollerabile la presenza di acqua sulla superficie scolante per il tempo necessario al processo di infiltrazione.

*is also reflected in the impact on sustainability and resilience to pluvial flooding. From the point of view of the management of rainwater the main differences concern surface treatment and elements for runoff drainage. Among the surfaces a classification that divides them into continuous and discrete is used. The first group is hydraulically conditioned by porosity, roughness and hydrophilicity, while in the discrete pavements parameters like ashlar size and width and treatment of the joints are relevant. However, it should immediately be stressed that talking about "permeability" simply considering the cortical layer of the pavement is not very significant. In fact, after a very short time from the beginning of the precipitation, the ability of the road plan to be infiltrated by the water depends strictly on the quality of the substrate and just minimally on the filled ground. Therefore, by quickly retracing the proposed solutions<sup>6</sup>, it is clear that the interest concerns more the microclimatic and aesthetic-technological quality aspects of the product than those strictly linked to stormwater management.*

*The outcome of the intervention is quite different when it concerns complementary elements intended for water drainage. Here the proposed solutions concern the use of infiltration (side) swales, dry wells and infiltration trenches (Fryd et al., 2013). Side swales are divided into wet-swale and dry-swale. The former has the objective of collecting rainwater and encouraging deep infiltration over time. The main part of the canal cross-sectional area is the uncovered one, where the water stays for a long time. In the dry-swales, the surface quickly returns to the dry state. In both cases the work has three elements: the actual channel with an open V-section; a filter layer consisting of sand or, more frequently, of grassy soil<sup>7</sup>; the draining body<sup>8</sup>, immediately below the soil, protected, both above and below, by a nonwoven geotextile in order to avoid clogging over time. Furthermore, in the dry-swales, rainwater is collected by a drain that slowly lets it flow in the drainage network. From the dimensional point of view the channels must offer a collection volume<sup>9</sup> at least equal to that obtained from the effective rainfall in a suitable return period (usually thirty years). Once established, therefore, the required cross sectional area, the canal dimensions are chosen according to specific boundary conditions. In the presence of significant available spaces, it is*



advisable to use particularly wide canals in order to increase the infiltration surface. Moreover, in this way evident benefits are obtained in terms of both the formation of ecological corridors and the improvement of urban landscape qualities. In cases where the boundary conditions limit the possibility of resorting to a fairly wide section, deep channels should be used, taking into account that, for safety reasons, this greater depth should mainly concern the draining body (Ackerman and Stein, 2008). Finally, particular attention must be given so that the access of the water in the draining channel occurs after sufficient dissipation of the kinetic energy in order not to damage the thin fertile layer. To this end, the access ducts provide articulated routes or physical obstacles to the free flow. Dry-wells and infiltration trenches (possibly tree-lined trench trees) are systems in which the disposal is mainly due to deep infiltration, often below little or no permeable superstructures, but not subjected to the dynamic loads typical of the roadway. They are used in all those situations in which it is not possible to use completely uncovered channels because of the limited space available or of aesthetic-functional aspects. In these cases, however, there is no (or it is reduced) phytoremediation action of the plants and, above all, the filtration of the layer in soil mixed with sand which, normally, would have helped to retain hydrocarbons and heavy metals (Scharenbroch et al., 2016). From the sizing point of view these systems are designed according to the served surface, the permeability of the crossed soils and the height of the groundwater piezometric quota (Pujita, 1994). In general, dry-wells are used in the presence of sufficiently permeable soils or if the presence of water on the surface is tolerable for the time necessary for the infiltration process. The trenches, allowing the formation of larger drainage sections, suitable to contain the large volumes to be disposed of, are widely used in urban areas.

#### Public open space

In this Research Project, all the urban areas freely available to citizens, not occupied by public or private buildings with their annexed spaces, are considered as public open spaces. Therefore it is mainly composed of squares, gardens and public parks, large parking lots, open sport areas and spaces for free access events such as market areas and similar.

In many Building Codes aimed at managing rainwater, these spaces are simply divided into green and not green<sup>6</sup> areas. This differentiation leads to the determination of the outflow coefficient  $\Psi$ , regardless of considerations on the quality of the substrate and on the surface slope.

This approach, however, offers a degree of approximation that justifies only qualitative evaluations of the benefits in terms of virtuous management of rain water, not allowing to achieve the calculation of the actual drainage needs. We are satisfied, in short, achieving a generic reduction of the building impact, generating a "better" condition than the use of other design solutions, without however coming to determine how much, by reason of these choices, we reduce the need for traditional drainage network.

Consider, for example, a classical urban garden with a surface

Le trincee, consentendo la formazione di sezioni drenanti di maggiori dimensioni, idonee a contenere i cospicui volumi da smaltire, trovano maggiore utilizzo in ambiente urbano.

#### Lo spazio pubblico aperto

Con la definizione di spazio pubblico aperto ci si riferisce all'insieme delle aree urbane, disponibili alla libera fruizione dei cittadini, non occupate né da edifici, pubblici o privati, e relativi spazi pertinenziali né da infrastrutture superficiali. È quindi composto prevalentemente da piazze, giardini e parchi pubblici, grandi parcheggi, aree sportive aperte e spazi per manifestazioni a libero accesso quali aree mercatali e simili.

In molti regolamenti urbani finalizzati alla gestione delle acque meteoriche tali spazi sono semplicemente suddivisi in trattati a verde e non trattati a verde<sup>6</sup>.

A tale differenziazione si fa conseguire la determinazione del coefficiente di deflusso  $\Psi$ , prescindendo da considerazioni sulle qualità del sottofondo e sull'inclinazione della giacitura.

Questo tipo di approccio, tuttavia, presenta un grado di approssimazione tale da giustificare valutazioni di carattere solo qualitativo dei benefici in termini di gestione virtuosa delle acque meteoriche, non consentendo di addivenire alla definizione dell'effettivo fabbisogno di smaltimento che ne consegue. Ci si accontenta, in definitiva, di aver conseguito una generica riduzione dell'impatto edilizio, di aver generato una condizione "migliore" rispetto all'impiego di altre soluzioni progettuali, senza però giungere a determinare quanto, in ragione di tali scelte, sia possibile



ridimensionare il ricorso alla rete di smaltimento tradizionale.

Si consideri, ad esempio, una classica area a giardino di superficie  $S$  pari a un ettaro. Molte tabelle suggeriscono di adottare, ai fini dell'impatto ecologico-edilizio un valore di  $\Psi = 0,10$ . Pertanto, facendo riferimento all'intensità di pioggia con tempo di ritorno  $T_{100}$  relativa alla Città Metropolitana di Napoli, il volume complessivo di pioggia efficace da smaltire  $W_{ro}$ , risulterebbe pari a circa 143 mc. Nella realtà detto volume non può essere definito, neanche in via approssimata, senza prima valutare la permeabilità del sottofondo e il tipo di lavorazione cui è sottoposta la superficie. Inoltre, il coefficiente  $\Psi$  non è affatto costante, ma varia durante l'evento meteorico in funzione del grado di saturazione. Nell'idraulica classica questo tipo di variazione è trascurabile in quanto ci si riferisce al coefficiente medio di un vasto bacino e  $\Psi$  risulta dal rapporto medio osservato tra *runoff* e pioggia incidente. In ambito urbano ciò è inaccettabile giacché il coefficiente di deflusso istantaneo<sup>7</sup>  $\Psi(t)$  varia in modo rilevante al variare del tempo. In particolare, per un'area di giardino pubblico di giacitura sub-orizzontale sistemata a prato, in caso di un evento meteorico con intensità media  $i$  di 250 mm/h, il valore di  $\Psi(t)$  misurato sperimentalmente è risultato effettivamente pari a circa 0,10 nell'istante iniziale. Tuttavia risulta circa 0,35 dopo 4 minuti, per attestarsi su valori intorno a 0,85 dopo 8 minuti. Riferendosi al calcolo esemplificativo prima sviluppato per la Città Metropolitana di Napoli rispetto all'evento critico con  $T_{100}$  questo significa che il volume idraulico da smaltire è pari a circa 1.118 mc. Quasi 8 volte il valore prima determinato.

Le considerazioni fin qui esposte evidenziano che, per fronteggiare il *pluvial flooding* in ambito urbano, occorrono idonee strategie gestionali anche per le aree usualmente considerate permeabili. A tal fine, oltre ai sistemi di infiltrazione locale già esaminati, risultano particolarmente utili strutture volte al contenimento temporaneo dell'acqua piovana, eventualmente in grado di dar luogo anche a processi infiltrativi. Queste soluzioni, complessivamente rientranti nel genus dei bacini di ritenzione, sono state declinate in molteplici varianti. In particolare le tre BMP principali sono le water squares, i *wet basins* (anche denominati retention ponds), i *dry basins* (talvolta indicati come *dry ponds*). Le water squares, prevalentemente impiegate nelle aree centrali della città, stanno trovando largo impiego nelle tecniche di urban landscaping dei moderni progetti urbani. Dal pluricelebrato esempio di Benthemplein a Rotterdam alla piazza d'acqua di Nizza, dalle implementazioni di Seattle ai progetti di Victoria Square ad Adelaide la funzione idraulica è accompagnata dall'uso del luogo quale spazio pubblico urbano, spesso associato a *leisure park*, oppure dedicato a eventi sportivi (Dircke e Molenaar, 2015). I retention basins costituiscono la trasposizione in ambito urbano e periurbano delle tradizionali vasche di laminazione che trovano largo impiego nell'ambito delle BPM di gestione delle inondazioni a scala territoriale. La principale differenza, tuttavia, è nell'uso pubblico dei bacini urbani, anche se, vista la collocazione prevalentemente periferica, questo si riduce alle funzioni di parco eventualmente con uno specchio

area of one hectare. Many building codes suggest adopting a value of  $\Psi = 0,10$  for the ecological-building impact. Therefore, referring to the design rain with return period  $T_{100}$  in the Metropolitan City of Naples, the overall volume of effective rain to be disposed of  $W_{ro}$  (run off volume), would be equal to about 143 cubic meters.

Actually, we cannot correctly calculate the runoff volume without first assessing the permeability of the substrate and the type of processing to which the surface is subjected. Moreover, the coefficient  $\Psi$  is not constant at all, but varies during the rain according to the degree of saturation of the ground. In classical hydraulics this type of variation is negligible because it refers

Vista della copertura dello shopping center Toa Payoh Lorong, Singapore, 2003 / View of the Toa Payoh Lorong shopping center cover, Singapore, 2003 (source: Jimmy Tan Follow, retrieved from: <https://www.flickr.com>).

nella pagina accanto / side page  
Benthemplein, Rotterdam, 2017 /  
Benthemplein, Rotterdam, 2017 (source:  
Google Earth).





Prototipo di piano sviluppato con i criteri del WSUP: Planimetria generale / *Plan prototype developed with the WSUP criteria: General planimetry (source: Carbone, Corrado, De Nicola and Faiella, 2017).*

to the average coefficient of a large basin and  $\Psi$  results from the average ratio observed between runoff and incident rain. In urban areas this is unacceptable as the instantaneous runoff coefficient<sup>8</sup>  $\Psi(t)$  varies significantly over time. In particular, for a sub-horizontal urban garden, in the event of a rain with an average intensity of 250 mm/h, the value of  $\Psi(t)$  measured experimentally was actually about 0.10 in the initial moment. However, it results about 0.35 after 4 minutes, 0.62 after 6 minutes, to settle on values around 0.85 from 8 minutes onwards. Referring to the example calculation developed before and considering the critical event with  $T_{100}$  for the Metropolitan City of Naples, this means that the volume of rainwater to be disposed of is about 1,118 m<sup>3</sup>, almost 8 times the first determined value. The considerations set out above show that, in order to cope with pluvial flooding in urban areas, suitable management strategies are also needed for the areas usually considered as permeable. To this end, in addition to the local infiltration systems already examined, structures aimed at the temporary containment of rainwater, possibly capable of giving rise to infiltration processes, are particularly useful. These solutions, generally included in the genus of the retention basins, have been declined in many variations. In particular, the three main

d'acqua permanente. I dry ponds si distinguono dai retention ponds essenzialmente per l'assenza d'acqua salvo nei momenti di intense precipitazioni. In questo caso la superficie è prevalentemente attrezzata a giardino o prato e utilizzata per attività sportive all'aperto. Ulteriori differenze tra le varie tipologie di bacino sono: la presenza o meno del collegamento alla rete di smaltimento urbano; la posizione di tale collegamento se presente; le qualità permeabili di fondo e sponde (Mangangka et al., 2015).

Il collegamento al network di drenaggio, realizzato nella maggior parte dei casi, è dimensionato in modo da consentire il deflusso delle acque raccolte nei momenti di piena con velocità compatibile con la capacità di esercizio<sup>8</sup> della rete. Nel caso di wet-basin l'imbocco è posto in posizione tale da garantire la permanenza del volume d'acqua desiderato (in generale non superiore a un terzo della capacità del bacino) e il fondo è trattato in modo da limitare l'infiltrazione alla parte spondale al di sopra del livello dello specchio d'acqua permanente. Questa tipologia di bacini trova impiego prevalentemente laddove esista un corso d'acqua in prossimità in grado di garantire un efficace e continuo ricambio (Strecker et al., 2001). Nei dry ponds, invece, l'imbocco alla rete di smaltimento è posto in prossimità del fondo dove, al di sotto del layer di terreno vegetale misto a sabbia, normalmente, viene realizzato uno strato altamente permeabile (perlopiù materiale lapideo sciolto), protetto su entrambe le interfacce con un geotessuto idoneo a impedirne l'intasamento. Qualunque sia la tecnologia impiegata i bacini di ritenzione urbani sono dimensionati in funzione del carico idraulico prevedibile rispetto al tempo di ritorno scelto e della capacità di esercizio della rete. Con riferimento al primo elemento, il volume è determinato in funzione: del tempo  $t_e$  di durata efficace del fenomeno statisticamente rilevato sul tempo di ritorno scelto; dell'area  $S_i$  della  $i$ -esima superficie scolante ricadente nella zona di influenza del bacino; del coefficiente di deflusso  $\Psi_i(t)$  della superficie  $i$ -esima, variabile durante l'intervallo  $t_e$ . Con riferimento alla capacità di esercizio della rete, espressa in mc/s, le dimensioni del bacino si ottengono riducendo il carico idraulico prima calcolato della quantità d'acqua che sarà smaltita nel tempo  $t_e$  di durata efficace del fenomeno. Anche le caratteristiche di permeabilità del suolo e del substrato influenzano le dimensioni ottimali dell'invaso. Tuttavia sia la determinazione analitica che le esperienze empiriche in diverse condizioni dimostrano che, in presenza di eventi particolarmente intensi, la velocità di infiltrazione è troppo ridotta per poter effettivamente condizionare l'entità del fabbisogno.

## Conclusioni

L'individuazione e classificazione delle BMP che trovano, a buon diritto, esplicita applicazione nella dimensione urbanistica del Water Sensitive Urban Planning costituisce un momento di rilevante importanza nel processo di costruzione di



Prototipo di piano sviluppato con i criteri del WSUP. Particolare del sistema di raccolta delle acque meteoriche / *Plan prototype developed with the WSUP criteria. Detail of the rainwater collection system (source: Carbone, Corrado, De Nicola and Faiella, 2017).*

una strategia sostenibile di gestione delle acque meteoriche in ambito urbano. Consente, infatti, di evidenziare gli aspetti collettivi e di impatto sociale delle diverse soluzioni nonché la maggiore efficacia di un utilizzo combinato e sinergico delle stesse rispetto a interventi spot a scala edilizia. Nell'ambito della ricerca questi temi sono stati verificati mediante diversi test finalizzati a misurare, con un opportuno set di indicatori, e le qualità idrauliche e i benefici socio-economici ed ecologici della loro implementazione con quello approccio olistico che è proprio del *Town planning*. In particolare sono stati costruiti prototipi di progetti urbanistici in cui l'aspetto della gestione idraulica è il tratto che accomuna le azioni volte a soddisfare i molteplici fabbisogni con cui si confronta il pianificatore.

La compatibilità dei diversi interventi è stata misurata sulla corte di esperti e decisori cui è affidata la responsabilità istituzionale di stimarne la fattibilità. Al risultato si è pervenuti con una mediazione scientifica di supporto sviluppata mediante il confronto di strategie alternative di trasformazione applicando il metodo di valutazione multicriterio e multigruppo ANP (Saaty e Vargas, 2006). L'apprezzamento da parte dei cittadini è stato valutato con ripetuti esami del campione dei fruitori non professionali mediante interviste in profondità, con l'approccio CATWOE (Rosenhead e Mingers, 2001; Sgobbo e Moccia, 2016). Gli effetti sociali sono stati misurati secondo la teoria dell'approccio delle capacità come rielaborata da Nussbaum (2001): non in termini di indicatori sintetici di benessere ma di numerosità, qualità ed estensività delle opportunità effettivamente disponibili ai cittadini per l'integrazione, l'inclusione e lo sviluppo delle libertà individuali.

I test hanno dimostrato che le soluzioni di rigenerazione proposte, sviluppate

*BMPs are water squares, bio-retention basins (also called retention ponds), dry basins (sometimes referred to as dry ponds). The water squares, mainly used in urban central areas, are widely used landscaping techniques for modern urban projects. From the multi-celebrated example of Benthemplein in Rotterdam to the waterpark of Nice, from the implementations of Seattle to the Victoria Square projects in Adelaide, the hydraulic function goes hand in hand with the use of the place as a public space intended for social relations and leisure or dedicated to sporting events (Dircke and Molenaar, 2016).*

*The bio-retention basins are the transposition in urban and peri-urban areas of traditional solutions that are widely used in flood management on a regional scale. The main difference, however, is in the public use of urban basins, even if, given the predominantly peripheral location, this is limited to the functions of park possibly with a permanent body of water. The dry ponds are distinguished from retention ponds essentially due to the absence of permanent water, except in times of intense rain. In this case the surface is mainly equipped with a garden or lawn and used for outdoor sports. Further differences between the various types of basin are: the presence or absence of connection to the urban drainage network; the position of this connection if present; the permeable qualities of bottom and sides (Mangangka et al., 2015).*

*The connection to the drainage network, realized in most cases, is designed to allow that the flowing out of the water collected during the flood is compatible with the operating capacity<sup>8</sup> of the network. In the case of wet-basin, the entrance is positioned in such a position as to guarantee the permanence of the desired volume of water (generally not more than one third of the basin capacity) and the bottom is treated in such a way as to limit the infiltration to the part of the bank above the level of the permanent body of water. This type of basin is mainly used where there is a nearby waterway able to guarantee an effective and continuous replacement (Strecker et al., 2001).*

In the dry ponds, however, the entrance to the disposal network is placed near the bottom where, under the layer of soil mixed with sand, a highly permeable layer is created using mostly clean aggregate. This layer is protected on both interfaces with a nonwoven geotextile, suitable to prevent its clogging. Whatever the technology used, the urban retention basins are sized according to the expected water volume with respect to the chosen return period and the network's operating capacity. With reference to the first element, the volume is determined according to: the effective duration of the phenomenon statistically detected on the chosen return period; the  $S_i$  area of the  $i$ -th descending surface falling into the zone of influence of the basin; the outflow coefficient  $\Psi_i(t)$  of the  $i$ -th surface, variable during the rain.

With reference to the capacity of the network, expressed in  $m^3/s$ , the dimensions of the basin are obtained by reducing the calculated water volume of the amount of water that will be disposed of over time.

The permeability characteristics of the soil and the substrate also influence the optimal dimensions of the reservoir. However, both the analytical determination and the empirical experiences under different conditions show that, in the presence of particularly intense rain, the infiltration speed is too low to actually modify the volume required.

### Conclusions

The identification and classification of the BMPs that are rightly explicitly applied in the urban dimension of the Water Sensitive Urban Planning is an important moment in the process of building a sustainable rainwater management strategy in urban areas. It allows, in fact, to highlight the collective and social impact aspects of the various solutions as well as the greater effectiveness of combined and synergistic use of the same with respect to spot interventions on a building scale. As part of the research, these issues have been verified through various tests aimed at measuring, with an appropriate set of indicators, the hydraulic qualities and socio-economic and ecological benefits of their implementation with the holistic approach that is typical of Town planning. In particular, prototypes of urban projects have been developed, in which the rain water management is a common feature of the various actions that the planners have to implement to satisfy the complex needs of an urban community. The compatibility of the various interventions was measured by involving experts and decision-makers entrusted with institutional responsibility to estimate their feasibility. Thanks to a supporting scientific mediation, the result is achieved by comparing alternative transformation strategies using the multi-criteria and multi-group ANP (Saaty and Vargas, 2006) evaluation method. The appreciation by the citizens was evaluated with repeated examinations of the sample of non-professional users mediated in-depth interviews, with the CATWOE approach (Rosenhead and Mingers, 2001; Sgobbo and Moccia, 2016). The social effects were measured according to the capacity approach theory as re-elaborated by Nussbaum (2001), not in terms of synthetic indicators of well-being but of the number, quality and extensiveness of the opportunities actually available to citizens.

con l'approccio Water Sensitive Urban Planning, raggiungono l'effetto sperato dal punto di vista dello smaltimento sostenibile delle acque meteoriche. Ma il risultato più importante è che tali investimenti riescono a essere motori di sviluppo della comunità urbana e, superando la semplice risposta tecnica all'emergenza, generano beni comuni, inclusivi, con effetti diffusi di efficienza e qualità ambientale.

1. Tradizionalmente presenti in adiacenza alla viabilità extraurbana.
2. Tra le pavimentazioni continue: tappetini bituminosi drenanti, calcestruzzi drenanti e terre stabilizzate; tra quelle discontinue i vari tipi di superfici a conci (basoli, sanpietrini, masselli, lastre, etc.) a giunti più o meno aperti ed eventualmente sigillati.
3. Spesso piantumato con essenze non necessitanti di particolare manutenzione e possibilmente in grado di assorbire parte degli inquinanti presenti nell'acqua di deflusso stradale.
4. È qui che si raccoglie l'acqua da smaltire finché il soffondo non ne completa l'assorbimento. Somma del volume idraulico raccolto a pelo libero fino all'imbocco di overflow e di quello contenuto nel corpo drenante.
5. Somma del volume idraulico raccolto a pelo libero fino all'imbocco di overflow e di quello contenuto nel corpo drenante.
6. Questa, ad esempio, la definizione scelta dal Regolamento Urbanistico Edilizio di Bologna.
7. Cioè il valore  $\Psi(t)=W_{ro}/W_{tot}$  misurato in un intervallo di tempo unitario a partire dall'istante  $t$ .
8. La capacità di esercizio esprime in  $mc/s$  la portata che la rete è in grado di smaltire ridotta di un opportuno coefficiente di sicurezza dipendente dallo speco e dalla normativa locale.

### References

- Ackerman D., Stein E. D. (2008), "Evaluating the effectiveness of best management practices using dynamic modeling", in *Journal of Environmental Engineering*, 134(8), 628-639.
- Bernhofer C., Franke J., Goldberg V., Seegert J., Kuchler W. (2006), "Regional Climate Change. To be included in Future Flood Risk Analysis?", in Schanze J, Zeman E, Marsalek J. (Eds.), *Flood Risk Management: Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures*, Dordrecht: Springer, pp. 93-96.
- Burt T., Boardman, J., Foster I., Howden N. (2015), "More rain, less soil: long term changes in rainfall intensity with climate change", in *Earth Surface Processes and Landforms*, 41(4), 563-566.
- Coutts A.M., Tapper N. J., Beringer J., Loughnan M., Demuzere M. (2013), "Watering our cities: the capacity for water sensitive urban design to support urban cooling and improve human thermal comfort in the Australian context", in *Progress in Physical Geography*, 37(1), 2-28.
- de Graaf R., van der Brugge R. (2010), "Transforming water infrastructure by linking water management and urban renewal in Rotterdam", in *Technological Forecasting and Social Change*, 77(8), 1282-1291.
- De Vleeschauwer K., Weustenraad, J., Nolf C., Wolfs V., De Meulder B., Shannon K., Willems P. (2014), "Green-blue water in the city: quantification of impact of source control versus end-of-pipe solutions on sewer and river floods", in *Water Science and Technology*, 70(11), 1825-1837.
- Di Baldassarre G., Kemerink J.S., Kooy M., Brandimarte L. (2014), "Floods and societies: the spatial distribution of water related disaster risk and its dynamics", *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 1(2), 133-139.
- Dircke P., Molenaar A. (2015), "Climate change adaptation: innovative tools and strategies in Delta City Rotterdam", in *Water Practice and Technology*, 10(4), 674-680.
- Dore M.H. (2005), "Climate change and changes in global precipitation patterns: what do we know?", in *Environment International*, 31(8), pp.1167-1181.
- Ellis J.B. (2000), "Infiltration Systems: A Sustainable Source Control Option for Urban Stormwater Quality Management?", in *Water and Environment Journal*, 14(1), 27-34.
- Ellis J.B. (2013), "Sustainable surface water management and green infrastructure in UK urban catchment planning", in *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(1), 24-41.
- Eroksuz E., Rahman A. (2010), "Rainwater tanks in multi-unit buildings: A case study for three Australian cities", in *Resources, Conservation and Recycling*, 54(12), 1449-1452.
- Fletcher T.D., Shuster W., Hunt W.F., Ashley R., Butler D., Arthur S., ... Mikkelsen P.S. (2015), "SUDS, LID, BMPs, WSUD and more - The evolution and application of terminology surrounding urban drainage", in *Urban*

- Water Journal*, 12(7), 525-542. doi: 10.1080/1573062X.2014.916314
- Fryd O., Backhaus A., Birch H., Fratini C.F., Ingvertsen S.T., Jeppesen J., ... Jensen M.B. (2013), "Water sensitive urban design retrofits in Copenhagen-40% to the sewer, 60% to the city", in *Water Science and Technology*, 67(9), 1945-1952. doi: 10.2166/wst.2013.073
- Fujita S. (1997), "Measures to promote stormwater infiltration", in *Water Science and Technology*, 36(8-9), 289-293. doi: 10.1016/S0273-1223(97)00584-2
- Georgi J.N., Dimitriou D. (2010), "The contribution of urban green spaces to the improvement of environment in cities: Case study of Chania, Greece", in *Building and Environment*, 45(6), 1401-1414.
- Holman Dodds J.K., Bradley A.A., Potter, K.W. (2003), "Evaluation of hydrologic benefits of infiltration based urban storm water management", in *Journal of the American Water Resources Association*, 39(1), 2015-2015.
- Mangangka I.R., Liu A., Egodawatta P., Goonetilleke A. (2015), "Performance characterisation of a stormwater treatment bioretention basin", in *Journal of environmental management*, 150, 173-178. doi: 10.1016/j.jenvman.2014.11.007
- Mangoni F., Sgobbo A. (2013), *Pianificare per lo sviluppo. Un nuovo insediamento ai margini della metropoli*, IT: Edizioni Scientifiche Italiane, Napoli.
- Moccia F.D., Sgobbo A. (2013), "Flood hazard: planning approach to risk mitigation", in *WIT Transactions on the Built Environment*, 134, 89-99. doi:10.2495/SAFE130091
- Moccia F.D., Sgobbo A. (2013), *La polarizzazione metropolitana. L'evoluzione della rete della grande distribuzione verso un sistema policentrico sostenibile*, IT: Liguori, Napoli.
- Moccia F.D., Sgobbo A. (2012), "Partnership pubblico-privato, infrastrutture ed ecologia", in *Planum. The Journal of Urbanism*, 25, 1-7.
- Nussbaum M.C. (2001), *Women and human development: The capabilities approach*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Porporato A., Daly E., Rodriguez-Iturbe I. (2004), "Soil water balance and ecosystem response to climate change", in *The American Naturalist*, 164(5), 625-632.
- Rosenhead J., Mingers J. (2001), *Rational analysis for a problematic world revisited: Problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict*, John Wiley and Sons, Chichester, UK.
- Saaty T.L. and Vargas, L.G. (2006), *Decision making with the Analytic Network Process*, Springer Science, New York, NY, US.
- Scharenbroch B.C., Morgenroth J., Maule B. (2016), "Tree species suitability to bioswales and impact on the urban water budget", in *Journal of environmental quality*, 45(1), 199-206.
- Sgobbo A. (2011), "Analisi economica e finanza di progetto per la gestione dei parchi urbani", in Claudi de Saint Mihiel A. (Ed.), *La valorizzazione dei Parchi Urbani* (pp.183-193), IT: CLEAN, Napoli.
- Sgobbo A. (2016), "Recycling, waste management and urban vegetable gardens", in *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, 202, 61-72. doi:10.2495/WM160071
- Sgobbo A. (2016), "Mixed Results in the Early Experience of a Place-based European Union Former Program Implemented in Campania", in *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 223, 225-230. doi: 10.1016/j.sbspro.2016.05.354
- Sgobbo A., Moccia F.D. (2016), "Synergetic Temporary Use for the Enhancement of Historic Centers: The Pilot Project for the Naples Waterfront", in *TECHNE Journal of Technology for Architecture and Environment*, 12, 253-260. doi:10.13128/Techne-19360
- Spekkers, M.H., Ten Veldhuis J.A.E., Kok M., Clemens F.H.L.R. (2011, September), "Analysis of pluvial flood damage based on data from insurance companies in the Netherlands", in Zenz G., Hornich R. (Eds.), *Proceedings International Symposium Urban Flood Risk Management*, UFRIM, 2011, Graz, Austria.
- Strecker E.W., Quigley M.M., Urbonas B.R., Jones, J. E., Clary J.K. (2001), "Determining urban storm water BMP effectiveness", in *Journal of Water Resources Planning and Management*, 127(3), 144-149.
- Tra M., Giannouli I., Sgobbo A., Brescia C., Cervigni C., Carollo L., Tourkoulas C. (2017), "INTENSSS PA: a systematic approach for INspiring Training ENergy-Spatial Socioeconomic Sustainability to Public Authorities", in *UPLanD-Journal of Urban Planning, Landscape & environmental Design*, 2(2), 65-84.
- Travis O.B., Mays, L.W. (2008), "Optimizing retention basin networks", in *Journal of Water Resources Planning and Management*, 134(5), 432-439.

for integration, the inclusion and development of individual freedoms.

Tests have shown that the proposed regeneration solutions, developed with the Water Sensitive Urban Planning approach, achieve the desired effect from the point of view of the sustainable drainage of rainwater. But the most important result is that these investments are able to be drivers of development of the urban community and, overcoming the simple technical response to the emergency, generate common, inclusive goods, with widespread effects of efficiency and environmental quality.

1. Traditionally present adjacent to extra-urban roads.
2. Among the continuous flooring: draining bituminous mats, draining concretes and stabilized lands; among those discontinuous the various types of surfaces with segments (basoli, cobblestones, blocks, slabs, etc.) to joints more or less open and eventually sealed.
3. Often planted with essences not requiring particular maintenance and possibly able to absorb some of the pollutants present in road runoff water.
4. It is here that you collect the water to be disposed of until the shower is completely absorbed.
5. Sum of the hydraulic volume collected on free surface up to the overflow entrance and the one contained in the draining body.
6. This, for example, is the definition chosen by the Bologna Urban Building Regulations.
7. That is, the value  $\Psi(t) = W_{in} / W_{out}$  measured in a unit time interval starting from the instant  $t$ .
8. The capacity to exercise expresses in mc / s the capacity that the network is able to dispose of an appropriate safety coefficient depending on the specific and local legislation.



Le sfide legate all'adattamento ai cambiamenti climatici delle aree urbane investono a vari livelli la comunità scientifica, i decisori pubblici, i progettisti e i pianificatori, chiamati a operare uno sforzo coordinato per l'individuazione e l'attuazione di misure di rigenerazione e di retrofit dell'ambiente costruito orientate a principi di sostenibilità e resilienza. Il volume presenta gli esiti della seconda fase del progetto di ricerca "Metropolis - Metodologie e tecnologie integrate e sostenibili per l'adattamento e la sicurezza di sistemi urbani" (PONREC 2007/2013), che definisce un quadro di strumenti e indirizzi per la riduzione dei rischi climatici, utili a sviluppare gli opportuni processi metodologici e operativi necessari al controllo prestazionale degli interventi alle diverse scale, a partire dalla modellazione delle caratteristiche di vulnerabilità del sistema urbano e dalla simulazione di scenari di impatto climatico attesi.

*The challenges of climate change adaptation in urban areas involve at various levels the scientific community, public decision makers, designers and planners, called to make a coordinated effort to identify and implement regeneration and retrofitting measures for the built environment oriented towards sustainability and resilience principles. The book presents the final outcomes of the research project "Metropolis - Integrated and sustainable methodologies and technologies for the adaptation and safety of urban systems" (PONREC 2007/2013), defining a framework of tools and guidelines for climate risks reduction, useful to implement the appropriate methodological and operational processes needed for the performance control of the interventions at different scales, starting from the modelling of the vulnerability characteristics of the urban system and the simulation of expected climate impact scenarios.*

**Valeria D'Ambrosio**, professore associato in Tecnologia dell'Architettura presso il Dipartimento di Architettura dell'Università di Napoli Federico II, svolge studi sulla progettazione ambientale e sul retrofit tecnologico alla scala edilizia e urbana. Le principali linee di ricerca riguardano i processi di riqualificazione del costruito e degli spazi aperti con l'approfondimento delle strategie ambientali e delle soluzioni progettuali per l'adattamento e la mitigazione degli impatti climatici in ambito urbano.

**Mattia Federico Leone**, architetto, PhD in Tecnologia dell'Architettura, svolge attività di ricerca presso il Dipartimento di Architettura e il Centro Studi Plinius-Lupt dell'Università di Napoli Federico II sui temi della progettazione sostenibile, del retrofit energetico e tecnologico di edifici e spazi aperti, con particolare riferimento alle tecnologie per la riduzione dei rischi naturali e l'adattamento ai cambiamenti climatici.

*Valeria D'Ambrosio, associate professor in Architectural Technology at the Department of Architecture of the University of Naples Federico II, carries out studies on environmental design and technological retrofit at the building and urban scale. The main research topics concern the redevelopment processes of buildings and open spaces with a focus on environmental strategies and design solutions for the adaptation and mitigation of climate impacts in urban areas.*

*Mattia Federico Leone, architect, PhD in Architectural Technology, carries out research activities at the Department of Architecture and Plinius-Lupt Study Centre of University of Naples Federico II in the field of sustainable design, energy and technological retrofitting of buildings and public spaces, with particular reference to the building technologies for disaster risk reduction and climate change adaptation.*

euro 20,00



ISBN: 9788884977311 - Tutte le parole

1 Risultati

**2: Strumenti e indirizzi per la riduzione dei rischi climatici / a cura di = edited by Valeria D'Ambrosio, Mattia Federico Leone**

<b>LIVELLO BIBLIOGRAFICO</b>	Monografia
<b>TIPO DOCUMENTO</b>	Testo
<b>TITOLO</b>	2: Strumenti e indirizzi per la riduzione dei rischi climatici / a cura di = edited by Valeria D'Ambrosio, Mattia Federico Leone
<b>PUBBLICAZIONE</b>	Napoli : CLEAN, 2019
<b>DESCRIZIONE FISICA</b>	275 p. : ill. ; 21 x 23 cm
<b>COLLEZIONE</b>	<a href="#">Abitare il futuro = Inhabiting the future ; 18</a>
<b>TITOLO DI OPERA</b>	<a href="#">Strumenti e indirizzi per la riduzione dei rischi climatici \$esc.html(\$!label)</a> <a href="#">Scheda di autorità</a>
<b>NUMERI</b>	[ISBN] 978-88-8497-731-1  [BNI] 2019-9870
<b>FA PARTE DI</b>	<a href="#">Progettazione ambientale per l'adattamento al climate change , 2</a>
<b>TITOLO PARALLELO</b>	Tools and guidelines for climate risk reduction
<b>NOMI</b>	[Curatore] <a href="#">D'Ambrosio, Valeria</a> <a href="#">Scheda di autorità</a> [Curatore] <a href="#">Leone, Mattia Federico</a>
<b>SOGGETTI</b>	<a href="#">Progettazione architettonica - Effetti [delle] Variazioni [del] Clima Nuovo soggetto</a>
<b>LINGUA DI PUBBLICAZIONE</b>	ITALIANO - INGLESE
<b>LINGUA DELL'OPERA ORIGINALE</b>	ITALIANO
<b>PAESE DI PUBBLICAZIONE</b>	ITALIA
<b>CODICE IDENTIFICATIVO</b>	IT\ICCU\CFI\1006143

Dove trovarlo

BIBLIOTECHE



LINK ALL'ANAGRAFE  
DELLE BIBLIOTECHE

VAI AL CATALOGO  
LOCALE

Mediateca - San Lazzaro di Savena  
(BO) - +39 0516228060 -

[mediateca@comune.sanlazzaro.bo.it](mailto:mediateca@comune.sanlazzaro.bo.it)

[BO0256](#)

[UBOLA](#)

Biblioteca del Distretto  
tecnologico - Sezione architettura  
- Università degli studi di Cagliari -  
Cagliari (CA) - +39 0706755348 -  
[biblioarch@unica.it](mailto:biblioarch@unica.it)

[CA0077](#)

[CAGAR](#)

Biblioteca di Foggia La Magna  
Capitana - Foggia (FG) - +39  
0881706413 -  
[info@lamagnacapitana.it](mailto:info@lamagnacapitana.it)

[FG0046](#)

[PUGFG](#)

Biblioteca nazionale centrale -  
Firenze (FI) - +39 055249191 - [bnc-  
fi@cultura.gov.it](mailto:bnc-fi@cultura.gov.it)

[FI0098](#)

[CFICF](#)

Biblioteca di scienze tecnologiche  
- Architettura - Università degli  
studi di Firenze - Firenze (FI) - +39  
0552756400 - [bibarc@sba.unifi.it](mailto:bibarc@sba.unifi.it)

[FI0231](#)

[SBTAR](#)

Biblioteca della Scuola politecnica.  
Sede di Architettura. Università  
degli studi di Genova - Genova  
(GE) - +39 0102095909 -  
[bibliotecapolitecnica@unige.it](mailto:bibliotecapolitecnica@unige.it)

[GE0237](#)

Biblioteca della Sede di Gorizia  
dell'Università degli studi di Trieste  
- Gorizia (GO) - +39 0481599263 -  
[bibliogo@units.it](mailto:bibliogo@units.it)

[GO0106](#)

[TSACA](#)

Biblioteca nazionale Vittorio  
Emanuele III - Napoli (NA) - +39  
0817819211 - [bn-na@cultura.gov.it](mailto:bn-na@cultura.gov.it)

[NA0079](#)

[NAPBN](#)

Biblioteca nazionale centrale -  
Roma (RM) - +39 0649891 - [bnc-  
rm@cultura.gov.it](mailto:bnc-rm@cultura.gov.it)

[RM0267](#)

[BVECR](#)

Biblioteca IUAV - Venezia (VE) -  
+39 0412571104 -  
[infobiblioteca@iuav.it](mailto:infobiblioteca@iuav.it)

VE0195

VEAAC

---