

# **PROGETTARE TERRITORI D'ACQUA**

*Per una rigenerazione resiliente  
di Heijplaat a Rotterdam.*



CANDIDATA Nur Zayat  
RELATORE Emanuela Saporito  
CORRELATORI Luca Davico  
Alessandro Mazzotta







*Politecnico di Torino*

FACOLTÀ DI ARCHITETTURA

LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA PER IL PROGETTO SOSTENIBILE

Tesi di Laurea

Sessione di febbraio 2019

Nur Zayat\_239913

RELATORE Emanuela Saporito

CORRELATORI Luca Davico, Alessandro Mazzotta



Grazie

Alla mia relatrice Emanuela per la fiducia dimostrata sin dall'inizio, attraverso i miei cambiamenti di rotta, e per i continui stimoli che mi ha offerto.

Ai miei correlatori, in particolare a Luca Davico per avermi avviato alla costruzione di questo percorso e ad Alessandro Mazzotta per avermi offerto un prezioso punto di vista sulle acque.

A tutte le persone con cui ho avuto modo di arricchire la mia esperienza a Rotterdam e, soprattutto, a chi mi ha offerto interessanti spunti su Heijplaat.

In modo speciale ai miei genitori per avermi sostenuto in ogni occasione e permesso di arrivare fin qui, *'ce l'abbiamo fatta'*.

Ai miei compagni di vita torinesi (molti fuorisede), che mi hanno aiutato durante questi anni, ognuno a modo suo, consapevolmente e non, a chi ormai conosco come le mie tasche, a chi ho meravigliosamente scoperto all'università e, non meno, a chi mi sono legata più recentemente.

Infine, al Poli per avermi fatto cambiare modo di vedere le cose, spesso guardando gli edifici anziché la strada, e per avermi offerto tutti i favolosi incontri che ho fatto all'estero, da Barcellona a Eindhoven.

Ognuno di essi, a modo proprio, mi ha aperto gli occhi e mi ha permesso di arricchire il mio bagaglio personale. Se dicono che questa sia la *'generazione Erasmus'*, ringrazio di averne fatto parte e auguro un futuro di scambio e inclusione.

# INDICE

## PREMESSA

## INTRODUZIONE

### *I – APPROCCI STRATEGICI PER LA GESTIONE DEL RISCHIO AMBIENTALE NEI TERRITORI ANTROPIZZATI*

#### **1. RESILIENZA**

- 1.1 AMBIENTE COME SISTEMA COMPLESSO 11
- 1.2 APPROCCIO RESILIENTE 13
- 1.3 ADATTAMENTO E MITIGAZIONE 15

#### **2. PROGETTARE CON LA NATURA**

- 2.1 ABITARE CON LA NATURA 19
- 2.2 LA RISORSA VERDE NEL PROGETTO 22
- 2.3 NATURE-BASED SOLUTIONS 25
- 2.4 IL RUOLO DELL'ACQUA 27

### *II – WATERSCAPES E RIGENERAZIONE URBANA*

#### **3. GESTIONE DELLE ACQUE URBANE**

- 3.1 IL CICLO IDROLOGICO NEI TERRITORI  
ANTROPIZZATI 32
- 3.2 GESTIRE LA SCARSITÀ IDRICA 37
- 3.3 GESTIRE L'ABBONDANZA IDRICA 41

#### **4. SPERIMENTAZIONI NEL MONDO**

- 4.1 COPENAGHEN 46
  - Quartiere di Østerbro 49
- 4.2 NEW ORLEANS 51
  - Quartiere di Gentilly 53
- 4.3 BOLOGNA 55

*III – IL CASO DI HEIJPLAAT  
A ROTTERDAM*

**5. ROTTERDAM**

5.1 AZIONI PER LA CITTÀ RESILIENTE *60*

5.2 IL QUARTIERE DI HEIJPLAAT *67*

**6. UN'APPLICAZIONE SU HEIJPLAAT**

6.1 CATALOGO DEGLI STRUMENTI *72*

DI GESTIONE DELLE ACQUE

Iniziative strutturali | schede e tabella di valutazione *73*

Iniziative non-strutturali *97*

6.2 PROPOSTA PROGETTUALE *100*

Elaborati *104*

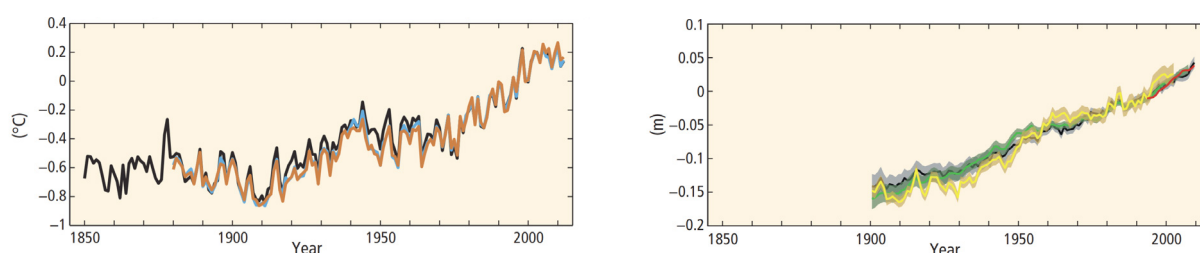
**BIBLIOGRAFIA**

## PREMESSA

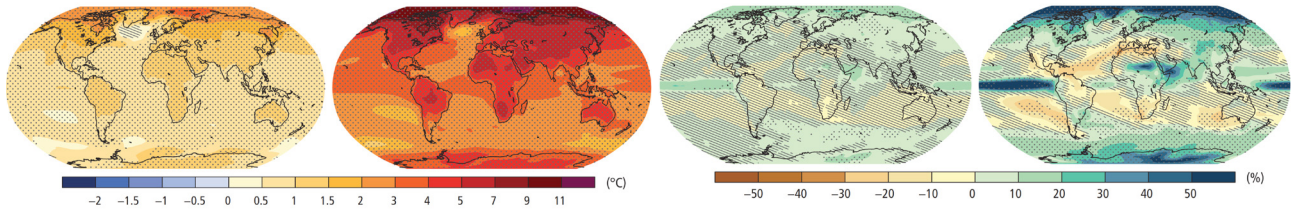
Nel campo del dibattito sulle condizioni meteorologiche attuali, è da considerare la complessità della loro rappresentazione e del loro inquadramento in un panorama globale di relazioni naturali (García, 2017), per garantire un'adeguata comunicazione e innescare processi per il riequilibrio degli ecosistemi.

A partire dal 2016, la questione riceve un significativo interesse poiché viene inserita nell'Agenda delle Nazioni Unite al 2030, per la transizione verso un modello di sviluppo globale più sostenibile, attraverso diciassette obiettivi che spaziano dal campo sociale, all'economico fino all'ecologico. Nel quadro dei Sustainable Development Goals – SGD, il tema dei cambiamenti climatici si colloca al tredicesimo punto, promuovendo una mobilitazione per l'integrazione di misure di pianificazione e per la ricerca di strategie nei Paesi in via di sviluppo, favorendo una campagna globale di sensibilizzazione rispetto alle alterazioni climatiche e, infine, sollecitando la creazione di un Fondo Verde comunitario per il clima (UN Knowledge Platform, 2016).

Inoltre, le Nazioni Unite hanno costituito l'Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC, un organismo di ricerca e trasmissione dei dati riguardanti i fenomeni di cambiamento climatico, utile agli stati membri nella pianificazione delle iniziative locali per la sostenibilità. L'ultimo suo Report completo (2014) aggiorna sulle condizioni climatiche e permette di visualizzare chiaramente le alterazioni all'ecosistema a partire dalla metà del XIX secolo, attraverso l'aumento delle temperature, seguendo il tracciato della loro variazione dal 1850 (fig. P1), e attraverso il risultante innalzamento medio del livello dei mari di 0,19 m (fig. P2), il più significativo durante i due millenni precedenti (IPCC, 2014).



P1. Anomalie delle temperature della superficie terrestre e degli oceani e valori di innalzamento globale delle acque. (IPCC, 2014)



P2. Cambiamenti previsti nella media delle precipitazioni, 1986-2005 al 2081-2100. (IPCC, 2014)

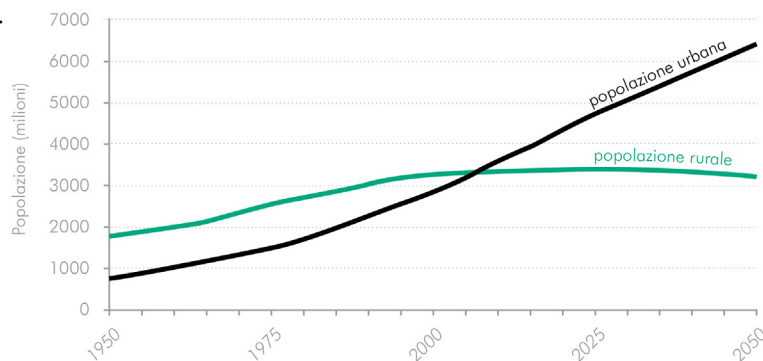
Cambiamenti previsti nella media delle temperature superficiali, 1986-2005 al 2081-2100. (IPCC, 2014)

Infine, a seconda del grado di efficienza delle iniziative di mitigazione adottate a livello mondiale, il fenomeno di riscaldamento globale, è destinato a raggiungere l'incremento di circa 1,8 °C nel 2100 (IPCC, 2014).

Appare, quindi, essenziale il riconoscimento di tali mutamenti e, non meno, delle loro conseguenze dirette, tra le quali la diminuzione delle stagioni di freddo estremo, l'aumento dei periodi di calore intenso, l'innalzamento dei livelli del mare, la frequenza di episodi di precipitazioni estreme e di fasi di siccità. Da ciò risulta evidente che gli impatti prodotti si concentrano, in particolar modo, nella perturbazione del ciclo delle acque, con conseguenze sul sistema alimentare, energetico, ambientale e urbano (García, 2017).

### Urbanizzazione

L'attuale andamento demografico mostra un fenomeno di intensa urbanizzazione e un allontanamento dell'uomo dalla natura, manifestando la relazione tra i due attraverso un'accresciuta vulnerabilità del primo nei confronti della seconda. Nello specifico, secondo le stime, le città occupano solo il 2% della superficie terrestre, ma contemporaneamente concentrano il 50% della popolazione e utilizzano il 75% delle risorse (Gelosi & Totaforti, 2012). Dunque, la tendenza della popolazione urbana mondiale è in crescita, come mostra la figura P3, e si annuncia che nel 2050 aumenterà di 2,5 milioni, ossia il 55% attuale diventerà il 68% dell'umanità residente in città (UN Population Division, 2018).



P3. Previsioni dell'andamento della popolazione urbana e rurale al 2050. (UN world urbanization aspects, 2014)

Gli stessi cambiamenti climatici nascono in un complesso quadro di relazioni di interdipendenza tra elementi quali il sole, gli oceani, l'atmosfera, la massa continentale e, non meno, l'azione umana. Infatti, sono tuttora attuali fenomeni che trovano origine nella rivoluzione industriale, tra i quali l'intenso processo di urbanizzazione, che provocano sempre più frequenti eventi di deforestazione, inquinamento, impermeabilizzazione, perdita di aree umide e invasione infrastrutturale, tali da identificare spesso la crescita urbana tra i fattori maggiormente condizionanti il funzionamento climatico e l'equilibrio ecosistemico. In particolare, il concetto di metabolismo delle città è stato introdotto per la prima volta da Wolman (1965) e descrive il ciclo completo di materiali e risorse che permettono lo svolgimento delle attività umane nelle aree antropizzate. Se tale processo è intenso, può causare notevoli quantità di emissioni, che risultano responsabili del surriscaldamento di atmosfera e oceani, dello scioglimento di masse di neve e ghiaccio nei mari, della variazione del ciclo idrologico e dei fenomeni meteorologici estremi (García, 2017).

Dunque, il rischio dell'incessante urbanizzazione e domanda di risorse, in combinazione con gli attuali cambiamenti climatici, delinea un futuro in cui occorrerà una delicata riorganizzazione dei nuclei abitativi sul territorio. In tal caso, infatti, la pianificazione dovrà ridistribuire adeguatamente la densità abitativa, affinché si eviti l'assegnazione di funzioni vitali in aree ad alta esposizione a rischi ambientali (White, 2010).

### *Rischio*

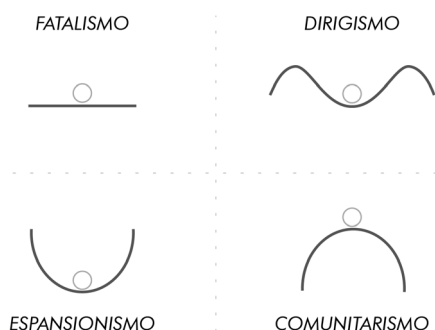
Il fenomeno di crescita spaziale incontrollata causa spesso l'assenza di piani strategici di protezione e rende i programmi di gestione delle risorse naturali incapaci di rispondere nell'eventualità di pericolo.

Trattando il tema di come identificare e quantificare la probabilità di tali minacce, si giunge alla questione della mancanza di assolutezza scientifica. Infatti, l'assenza di formulazioni univoche per il calcolo del rischio e la frequente influenza di poteri ed interessi esterni (politici ed economici) sugli organi di ricerca, conducono a sistemi di misurazione relativa. Nonostante ciò, secondo definizione il rischio –  $R$  determina i propri effetti in base alla relazione di dipendenza da due variabili: la probabilità –  $P$  (rapporto tra eventi dannosi e potenzialmente dannosi) e la magnitudo –  $M$  (gravità delle conseguenze). Oltre a questi fattori, è necessario introdurre la componente di accettazione soggettiva, ossia il fattore di utilità –  $U$ , da cui deriva la seguente formula di dipendenza:



$$R = f(P, M, U)$$

Infatti, nel quadro delle indagini sociali, il rischio non è solamente riconducibile alla dimensione scientifica, poiché appare come risultato di complesse relazioni tra termini materiali e simbolici. Il fattore di utilità si definisce tale perché non deriva da una quantificazione oggettiva, ma dallo studio delle dinamiche che determinano il comportamento sociale nelle occasioni di rischio, promuovendo la centralità della percezione collettiva, ossia ciò che la popolazione avverte come rischio (Davico, 2004). Vi è un ulteriore elemento che partecipa alla valutazione del rischio da un punto di vista soggettivo, ovvero la molteplicità di concezione della natura. Esse hanno origine da differenti contesti culturali e, perciò, costituiscono un'altrettanta ampia varietà di percezioni dell'ambiente e di risposta alle minacce. In particolare, studiosi di antropologia, tra i quali Thompson (1990), classificano le quattro tipologie di concezione culturale della natura, o *miti della natura* come rappresenta la figura P4, secondo la seguente impostazione (Mela, Belloni, & Davico, 1998):`



P4. I quattro *miti della natura* secondo Thomson. (Beyond the tipping point [www.researchgate.com](http://www.researchgate.com))

FATALISMO	ESPANSIONISMO
<i>l'imprevedibilità della natura influisce sull'impotenza degli individui nei loro tentativi di controllo</i>	<i>sistema ecologico si adatta ogni volta ad un nuovo ordine proprio, indice di reversibilità</i>
DIRIGISMO	COMUNITARISMO
<i>l'adattamento del sistema naturale trova un limite, oltre il quale non potrà più garantire l'armonia ecologica</i>	<i>le perturbazioni umane sulle attività naturali richiedono un'urgente responsabilizzazione collettiva</i>

### Esposizione e vulnerabilità

L'esposizione e la vulnerabilità contribuiscono a determinare l'eventualità di rischio. Tuttavia, la misurazione di questi concetti risulta complessa poiché essi vengono influenzati da un'ampia varietà di fattori.

Il concetto di esposizione è strettamente legato agli elementi fisici che caratterizzano l'area

interessata dal fenomeno. Si tratta, dunque, di spazi potenzialmente in pericolo per la loro conformazione geografica e morfologica. Attualmente il grado di esposizione viene aggravato dalle recenti dinamiche di urbanizzazione, che causano un consumo incontrollato del suolo, anche in aree non destinate allo sviluppo di attività vitali. Queste, tuttavia, se sono localizzate in spazi particolarmente esposti e non hanno la possibilità di essere riposizionate, possono stimolare la creazione di un piano di protezione, ossia di applicazione di strategie per l'adattamento alle eventuali manifestazioni estreme. Tuttavia, l'esposizione costituisce un fattore di notevole importanza da considerare nella sua potenziale pericolosità, nonostante essa risulti condizione necessaria ma non sufficiente a determinare la probabilità di rischio (Cardona, 2012).

Diversamente, la presenza di vulnerabilità implica strettamente anche quella di esposizione. Se si riflette sulla sua definizione, essa descrive gli elementi esposti al rischio particolarmente propensi a subire impatti. La sua valutazione è influenzata dal contesto a cui è riferita e tiene conto di una varietà di fattori, ambientali (ambiti della fisica, geografia, pianificazione), sociali (demografia, educazione, salute) ed economici (lavoro, livello di vita). Per questo motivo, la vulnerabilità si dimostra strettamente connessa alle condizioni specifiche del sistema considerato e alle sue debolezze, fragilità, predisposizioni e carenze, che accrescono gli impatti nei casi di fenomeni estremi. Se dunque la popolazione non è in grado di quantificare il proprio livello di fragilità in maniera oggettiva, ciò la rende scarsamente consapevole e difficilmente capace di proporre iniziative per attenuare il rischio. Obiettivo della pianificazione risulta dunque mitigare il livello di vulnerabilità attraverso operazioni che provvedano, ad esempio, educazione, empowerment e *mixité sociale*.

### *Comunicazione del rischio*

Il settore di ricerca sulla comunicazione del rischio ha origine negli anni '70 del Novecento e presenta di tre obiettivi fondamentali: la creazione di informazioni comprensibili alla totalità della popolazione, la comprensione e il rispetto dei valori collettivi e, infine, l'aumento di consapevolezza e di partecipazione attiva da parte della comunità (Cardona, 2012).

All'esigenza di una comunicazione del rischio uniforme e non contraddittoria, si affianca la fondamentale scelta del mezzo adeguato. Infatti, nell'era attuale caratterizzata da infinite sorgenti e modalità di informazione, il requisito fondamentale per una corretta educazione non consiste più nel reperimento delle notizie, come era necessario in passato, ma nella selezione di fonti attendibili

e mezzi adeguati. Nello specifico, i tempi e gli spazi disponibili nel formato televisivo non creano condizioni ottimali per trasmettere messaggi di sensibilizzazione alle minacce e possono provocare fenomeni pericolosi di svuotamento e distorsione dei contenuti (Davico, 2004). Mentre, recenti ricerche sull'utilizzo dei social, hanno dimostrato una loro tendenza diffusa a ridurre e banalizzare questioni che presentano un significativo carico decisionale, rivelandosi, quindi, come mezzi non idonei alla divulgazione di informazioni socialmente rilevanti e all'impegno di educazione al rischio (Ciaffi & Mela, 2006).

Per una comunicazione efficiente del rischio, è utile considerare le numerose influenze sulla percezione umana del rischio, in altre parole, come osservava Debernardi (1979) 'ad ogni civiltà corrisponde una diversa disposizione di fruizione della forma' (Mela, Belloni, & Davico, 1998). Un aspetto che condiziona in particolar modo il grado di percezione è legato alle pratiche di trasmissione delle informazioni di rischio, che consistono da un lato, in una conoscenza diretta e, dall'altro, in una comprensione attraverso la diffusione mediatica. Nel primo caso, le minacce possono risultare di difficile percezione perché 'invisibili' alla conoscenza empirica mentre nel secondo un'inadeguata condivisione del sapere da parte della comunità scientifica collabora ad una scarsa percezione del rischio (Davico, 2004). Nella prima ipotesi, l'introduzione di un programma di educazione si rivelerebbe utile per rendere più semplice l'individuazione delle 'spie d'allarme' delle minacce, mentre, nella seconda, sarebbe opportuno reinstaurare un'appropriata autorevolezza degli esperti agli occhi della comunità.

Infine, un'efficiente comunicazione del rischio favorisce l'espressione della società civile in materia di minacce ambientali, poiché si traduce di una pratica bidirezionale di informazione tra gli esperti e la popolazione (Mela, Belloni, & Davico, 1998). Infatti, il coinvolgimento di 'sensori locali' e l'intreccio con testimonianze derivanti dall'esperienza quotidiana contribuiscono alla sorveglianza e alla gestione delle minacce, grazie alla prospettiva di un secondo punto di vista oltre a quello istituzionale (Davico, 2004). Tale accorgimento risulta fondamentale nella proposta di interventi di pianificazione spaziale che mirano alla sicurezza e al benessere della popolazione.

# INTRODUZIONE

Le realtà urbane attualmente sono interessate da continue e differenti trasformazioni, tra le quali quelle determinate dai cambiamenti climatici e dalla propria crescita demografica. Appare interessante notare come questi due fenomeni richiedano dunque modelli alternativi di sviluppo delle città, che coinvolgano la comunità e gli stessi pianificatori. Le recenti trasformazioni domandano quindi di rielaborare l'approccio della progettazione urbana in una formula che integri iniziative di resilienza e di collaborazione con la natura, a cui questa tesi risponde proponendo un'integrazione dell'acqua nel paesaggio urbano.

Il lavoro si focalizza, in particolare, sul ruolo trasversale dell'acqua nella pianificazione della città, ossia sull'integrazione della risorsa negli spazi urbani. La scelta di concentrarsi sul tema ha origine dall'esperienza di progettazione in Olanda, dove le precipitazioni estreme si collocano come punto di partenza per la proposta di interventi urbani. Con l'interesse di approfondire le cause e gli scopi delle pratiche di pianificazione olandesi, si propone un'investigazione sulle possibili azioni di adattamento, mitigazione e collaborazione con la natura, in condizioni meteorologiche estreme, e sui loro benefici nel campo della rigenerazione urbana attraverso un'applicazione progettuale. Inoltre, la scelta del tema è stata rafforzata dalla partecipazione alla maratona di idee Climathon, risultata determinante per ribadire l'attualità di una potenziale transizione verso nuovi modelli di pianificazione resilienti e nature-based.

Il processo di elaborazione della tesi ha coinvolto un'investigazione teorica sui fenomeni che interessano le città contemporanee, unita ad un approfondimento sulle risposte di pianificazione per l'adattamento e la mitigazione presenti nel mondo. Successivamente, la ricerca si è concentrata sulle pratiche di gestione delle acque, identificando i principi naturali, le soluzioni tecnologiche e le declinazioni architettoniche che permettono al territorio di adeguarsi, in caso di precipitazioni estreme. Da ciò deriva una raccolta dei possibili strumenti utili alla pianificazione per integrare le acque nel ridisegno del paesaggio. Ciascuna soluzione è contenuta in una scheda che presenta

le funzionalità, l'efficienza in ambito climatico e, allo stesso tempo, mostra i benefici indiretti in ambito sociale, economico ed ecologico. Pertanto, l'impiego di strumenti per la gestione delle acque si rivela come un grande potenziale poichè può contribuire ad una parallela rigenerazione urbana, così come si propone per il caso del quartiere di Heijplaat a Rotterdam.

La struttura del lavoro si articola in tre sezioni principali con l'obiettivo di indagare sugli approcci ambientali per la gestione del rischio, fino a concretizzarli in un panorama di possibili azioni per una rigenerazione resiliente. Ad introdurle vi è una premessa che contestualizza i fenomeni di urbanizzazione e di alterazione climatica che attualmente interessano la città, in parallelo ad un approfondimento sul tema del rischio e sulla sua valutazione attraverso i fattori di vulnerabilità ed esposizione.

La prima sezione presenta una proposta alternativa di approccio della pianificazione alle condizioni di rischio ambientale. In particolare, si presenta una lettura complessa del paesaggio, come organismo in continua mutazione, interessato attualmente dalle alterazioni climatiche, e che, perciò, richiede un adattamento spaziale alle nuove condizioni, multifunzionale e flessibile. In parallelo, si sottolinea l'essenzialità dell'acqua nella dimensione ambientale e si mostra come questa non sia unicamente fonte di benessere fisico e psicologico per l'uomo ma anche elemento di potenziale rigenerazione sociale, economica ed ecologica. Per questo motivo, ci si sofferma sulle soluzioni nature-based che costruiscono un potenziale strumento di impiego nella pianificazione urbana. La collaborazione con l'acqua in condizioni climatiche estreme passa, dunque, dal rappresentare un disturbo ad offrire un'opportunità.

Nella sezione centrale del lavoro viene presentata la possibilità di rischio ambientale nel contesto urbano e le possibili risposte, anche attraverso casi studio internazionali. Infatti, la città può essere responsabile di alterazioni al ciclo idrologico, aumentando le probabilità di rischio ambientale, attraverso, ad esempio, la continua cementificazione e la crescita delle emissioni inquinanti. Una volta distinto tra episodi di scarsità e di abbondanza d'acqua, il lavoro si sofferma su quest'ultimo caso e introduce una ricerca sulle applicazioni di strumenti di gestione idrica a Copenaghen, New Orleans e Bologna. L'esempio danese è considerato per la partecipazione attiva in una

transizione verso modelli urbani più sostenibili e, perciò, mostra interessanti trattamenti delle acque in spazio pubblico. La città americana, invece, inserisce strumenti resilienti e nature-based per affrontare il tema del rischio ambientale a cui è esposta e, allo stesso tempo, la questione dell'integrazione sociale. Infine, Bologna è stata scelta come caso emblematico per il suo ruolo di capofila italiano, poiché essa non è mossa da particolari minacce ambientali ma predica un fiducioso cambiamento di rotta verso pratiche resilienti per lo sviluppo delle città della Penisola.

La terza sezione si interessa al caso studio di maggior rilevanza per il lavoro, ossia l'indagine sulle azioni intraprese per la resilienza all'acqua a Rotterdam. La città si carica di un peso particolare nella tesi poiché si presenta come una delle realtà urbane più attive nella transizione verso nuovi modelli urbani ed anche perché viene scelta come campo di applicazione per il progetto finale. Nello specifico, quest'ultimo si localizza nel quartiere di Heijplaat, che sta testimoniando un periodo di trasformazione dalla sua originaria funzione portuale e che, per questo motivo, si presenta come area di grande potenziale rigenerativo in chiave resiliente.

Viene, inoltre, presentato un 'catalogo' degli strumenti di gestione delle acque da cui attingere in fase progettuale, con l'obiettivo di proporre azioni di ridisegno paesaggistico su Heijplaat. Il quadro comprende soluzioni strutturali e non-strutturali. Da un lato, dunque, iniziative di politica, comunicazione, partecipazione ed educazione favoriscono la transizione verso un modello più sostenibile di convivenza con l'acqua, dall'altro la declinazione delle tecniche di gestione delle acque a livello urbano collabora all'adeguamento fisico delle strutture. Ogni strumento materiale viene organizzato in una propria scheda e valutato attraverso i benefici che offre all'ambiente circostante. Da ciò deriva una rilettura critica delle potenziali soluzioni, in quanto esse si presentano come espedienti fisici alla questione idrica ma anche come potenziali mezzi di rigenerazione urbana.

Su Heijplaat si propone, infatti, l'introduzione di una rete ecologica, che affianchi gli strumenti di gestione delle acque ad un parco lineare che si diffonde nell'intera area urbana, determinando un nuovo *territorio d'acqua*. Si tende quindi a creare una maggiore opportunità di fruizione da parte dei visitatori, di rafforzamento della memoria locale e della sua identità, di coesione sociale degli abitanti e di flessibile interpretazione di nuovi scenari futuri.



Installazione dell'artista Roosegaarde sul canale IJssel in Olanda (kunsthal.nl)

I - APPROCCI STRATEGICI PER  
LA GESTIONE DEL RISCHIO  
AMBIENTALE NEI TERRITORI  
ANTROPIZZATI

# 1 . RESILIENZA

Considerando la risposta al rischio, il panorama delle possibili pratiche è composto da azioni di evasione, resistenza, resilienza e rimedio. L'insieme di tali iniziative illustra i potenziali approcci che la comunità e l'ambiente tendono a fornire in caso di minaccia. Nello specifico, ordinando le azioni in una scala che prevede una crescente collaborazione con i fenomeni estremi, la prima ad essere considerata è l'evasione, come pratica che elude le condizioni di disturbo a priori. Il grado successivo è occupato dalla resistenza. Questa, al contrario rispetto alla prima, consente il rapporto con le sollecitazioni, agendo in contrasto con le loro forze ed opponendosi ad eventuali trasformazioni. Analogamente a quest'ultima pratica, la resilienza affronta in maniera diretta i fenomeni, tuttavia, al posto di strategie di difesa e conservazione, essa promuove una collaborazione e un riequilibrio del sistema interno. Infine, le iniziative assunte dalle soluzioni di rimedio si caratterizzano principalmente per l'impiego in operazioni a posteriori rispetto agli eventi di trauma, poiché agiscono attraverso un confronto diretto con il rischio e una successiva ricostruzione delle condizioni iniziali del sistema (White, 2010).

Per valutare l'efficienza dei quattro diversi approcci alle minacce, risulta utile considerare che l'obiettivo delle loro azioni non consiste necessariamente nello scongiurare scenari disastrosi per l'umanità. Più semplicemente, le politiche che si occupano delle strategie ambientali dovrebbero focalizzarsi sull'adattamento naturale, ossia favorire risposte che rispettino l'equilibrio dell'ecosistema e collaborino con gli agenti climatici (White, 2010). Da una simile riflessione deriva l'alto rendimento della progettazione resiliente, poiché essa propone soluzioni di funzionamento parallelo ai ritmi naturali e di durata a lungo termine.

## 1.1 AMBIENTE COME SISTEMA COMPLESSO

Per comprendere a fondo i benefici di un approccio resiliente nella gestione dei rischi, si parte dall'osservazione dello stesso ambiente, secondo le sue dinamiche e forme interne. Esso risulta caratterizzato da una condizione transitoria, ossia centro costantemente di cambiamenti per



opera di sollecitazioni, di origine interna o antropica. Lo spazio si considera, dunque, come una grandezza mutabile e coinvolta in azioni continue, descritta da Angelucci come una sintesi di scambi dinamici tra spazi, attori e risorse (Angelucci, Afonso, Di Sivo, & Ladiana, 2015).

Nell'ipotesi di una differente concezione dell'ambiente, il suo carattere evolutivo, quindi non concorda con una visione statica delle sue attività ecologiche ed anche socio-economiche. Infatti, riprendendo il termine introdotto dal sociologo Bauman (2000), l'attualità testimonia la transizione verso una di società *liquida*, attributo che si lega allo stesso modo alla contemporanea concezione di spazio (Buffa, 2016). Quest'ultimo, infatti, mostra un comportamento simile ad un fluido, poiché appare come oggetto in rapida mutazione e quindi incompatibile con una politica conservativa di controllo e dominio territoriale.

La nuova visione di ambiente segue il profilo di una delle tre tipologie di problema riprese nello studio di Westley (2007), in particolare quella dei sistemi complessi. Quest'ultimo modello teorico esamina le dinamiche socio-ecologiche nelle risposte ambientali alle perturbazioni. A partire dalle tipologie di reazione, si possono ricavare i fattori che differenziano i sistemi complessi dagli altri due, semplici e complicati, in termini di gestione:

SISTEMA COMPLESSO		
<i>le formulazioni hanno un'applicazione limitata e il problema non è analizzabile in due fasi, per parti scomposte e poi coordinate, ma serve un approccio olistico unico;</i>	<i>il risultato positivo di una soluzione non garantisce il proprio successo in un evento futuro, quindi il contributo dell'esperienza è necessario ma non sufficiente;</i>	<i>l'unicità delle soluzioni suggerisce la costante considerazione delle incertezze contenute nei singoli processi e nei loro risultati.</i>

1.1.1 Caratteristiche dei sistemi complessi.  
(Wilkinson, 2011 e rielaborazione propria)

In altre parole, nel passaggio da sistemi semplici a complessi, l'approccio risolutivo assume ipotesi di incertezza e cambiamento, anziché di previsione e stabilità. I processi decisionali, anziché riferirsi esclusivamente al sapere scientifico, si basano su una combinazione di studi interdisciplinari, ampliando il panorama di settori coinvolti nell'analisi del sistema e nella pianificazione delle soluzioni. Inoltre, la condizione di incertezza non favorisce interventi da parte

di una rigida organizzazione gerarchica, ma, al contrario, rafforza iniziative autogestite e attivismo comunitario. Infine, nella considerazione dei sistemi complessi, le soluzioni finali non tracciano un orizzonte privo di alterazioni sul sistema, ma anzi sostengono un rinnovamento dell'equilibrio interno, in copresenza con i cambiamenti subiti (Wilkinson, 2011).

A partire da una lettura dell'ambiente come organismo complesso, deriva la formulazione della sua condizione di stabilità, come obiettivo di sviluppo. Diversamente da come si potrebbe immaginare, essa non si raggiunge attraverso il tentativo di rigida salvaguardia delle condizioni interne, in seguito ad un trauma. Al contrario, la stabilità si propone come risultato di una pratica aperta e flessibile, in grado di fornire adattamento alla maggioranza di scenari futuri. Secondo il professore Hillier (2012), i sistemi complessi, se sollecitati da trasformazioni, richiedono l'intervento di una pianificazione strategica, ossia programmi in grado di fornire risposte di fronte a comportamenti non prevedibili nel tempo. Se alla base della pianificazione territoriale si assume un rigido controllo, allora tale politica risulterà a tratti incompatibile con la componente di incertezza e instabilità di sistema, sia per una contraddizione teorica sia per un'inconciliabilità pratica. In relazione a ciò, nella sua visione, l'autore Sennet (2014) segnala un possibile scenario di scontro tra una ferma dottrina e un approccio flessibile, spontaneo e sistemico, come la strategia di resilienza. Per questo motivo, dal punto di vista della pianificazione, risulta significativa una riflessione sulle modalità di amministrazione territoriale, affinché essa possa evolvere in parallelo ai nuovi approcci di lotta al rischio. Infatti, l'adozione di nuove visioni, come quella della resilienza, apporta nuove pratiche alla progettazione spaziale, come, ad esempio, l'improvvisazione, per reagire davanti all'incertezza e diminuire la comune vulnerabilità, e l'immaginazione, per includere un disegno di spazio comunicativo ed educativo per la comunità (Buffa, 2016).

## 1.2 APPROCCIO RESILIENTE

La lettura sistemica dello spazio fornisce un'ampia visione delle sue componenti interne, capaci di modificarsi e adattarsi alle costanti sollecitazioni esterne, con l'obiettivo di raggiungere nuovi stati di equilibrio provvisorio. Poiché la totalità degli elementi considerati nel concetto di ambiente è coinvolta nelle azioni di risposta al rischio, è importante che la resilienza stessa sia in grado di confrontarsi con tale molteplicità. Essa trova origine in diversi campi della dimensione ambientale,

da quello sociale a quello economico. Infatti, l'approccio resiliente del settore progettuale, oltre a far riferimento alla sfera del costruito, promuove la considerazione del problema rispetto a più fattori simultaneamente. In tal modo, si favorisce un superamento della mera soluzione strutturale e ingegneristica, verso un tipo di ragionamento multidisciplinare strettamente legato a fattori culturali, abitudini collettive e valori sociali. In altre parole, l'approccio settoriale, nel campo della resilienza, si evolve in una visione olistica delle problematiche spaziali (White, 2010). Dunque, l'applicazione della resilienza spazia all'interno di un ampio panorama di discipline, che testimoniano fenomeni di perturbazioni e rigenerazioni sia fisiche, come nel caso ambientale, sia immateriali, come nelle dimensioni sociale ed economica. In conclusione, le tattiche resilienti si caratterizzano per la loro natura interdisciplinare e interscalare, ovvero occupano un campo di azione che può considerare più settori di ricerca e dimensioni di intervento (Gasparrini, 2015). Ciò si verifica in parallelo alla transizione da una rigidità progettuale ad un approccio più flessibile. Infatti, la fase analitica introduce l'elemento di dubbio, quella decisionale stimola pratiche alternative, ovvero simulazioni di più configurazioni spaziali che guidano alla realizzazione di piani adattabili e in parte 'incompiuti'.

Una gestione resiliente del rischio può, inoltre, contribuire ad un'efficiente comunicazione del rischio e una sensibilizzazione alla prevenzione. Prima di tutto, ad un'adeguata informazione corrisponde una campagna educativa ed accessibile, che illustri i significati e le potenziali applicazioni della resilienza, affinché quest'ultimo termine non sia abusato o ridotto nel suo importante contributo ambientale.

Inoltre, un approccio flessibile della pianificazione, promuove da un lato una maggior consapevolezza e dall'altro una più attiva partecipazione alla prevenzione. Infatti, con l'obiettivo di aumentare l'intensità con cui si avvertono le minacce, la resilienza offre mezzi alternativi di trasmissione dei messaggi di sensibilizzazione, come accade, ad esempio, per le piazze allagabili. Queste, grazie alla loro progettazione multifunzionale, sfruttano tale flessibilità per ospitare dinamiche quotidiane e, simultaneamente, per affrontare eventuali fenomeni estremi, mantenendo la stessa conformazione e rendendo visibile il loro adattamento.

Infine, grazie all'aumento della percezione del rischio, è possibile favorire la mobilitazione della stessa comunità, in azioni di risposta alle minacce. A supporto delle pratiche partecipative, la

natura dell'approccio resiliente invita ogni individuo a rispondere spontaneamente ai fenomeni che modificano il proprio contesto locale. Infatti, come sostiene Davoudi, la resilienza ha origine dal basso, da iniziative *bottom-up*, e non da regolamentazioni strategiche dettata dal grado più alto delle amministrazioni (Gasparrini, 2016). Le ragioni della nascita di tali pratiche da azioni di scala minore sono riscontrabili, ad esempio, nella complessità della valutazione e della previsione delle minacce causata dal carattere dinamico dell'ambiente. Tali ostacoli teorici, possono indurre la popolazione all'auto-organizzazione spontanea, attraverso rapide ed efficaci azioni di adattamento alle specifiche situazioni (Sonetti, 2015)

In conclusione, entrando nel merito dei meccanismi alla base delle soluzioni resilienti, Colucci (2012) specifica come la capacità di recupero concepita sui materiali, nel passaggio al campo socio-ecologico abbia subito una sua evoluzione (Gasparrini, 2015). Infatti, in quest'ultimo ambito, la resilienza ai fenomeni di disturbo non corrisponde ad un semplice ritorno alle condizioni iniziali, ma anzi ad uno stimolo di adattamento al nuovo scenario proposto (White, 2010). Allo stesso modo, Davoudi (2013), seguendo gli studi di Holling (1973), descrive la resilienza meccanica dei materiali come un ripristino uniforme dell'unico stato di equilibrio esistente nel sistema. Questa azione è possibile tramite un *bounce back*, diverso dal *bounce forth* che si verifica in ecologia. Infatti, la dimensione ambientale, poiché esposta a costanti perturbazioni di origine endogena o esogena, assume il passaggio tra un susseguirsi di differenti punti di equilibrio. Per questo motivo, un simile concetto di adattamento evolutivo risulta applicabile ad un sistema complesso, non lineare, incerto e discontinuo, come il territorio (Davoudi, 2013).

## 1.3 ADATTAMENTO E MITIGAZIONE

La resilienza si presenta come una proprietà ambientale non considerabile singolarmente poiché trova declinazione nei suoi attributi di adattabilità e trasformabilità, alla base del funzionamento dei sistemi complessi (Angelucci, Afonso, Di Sivo, & Ladiana, 2015). Ne consegue un ruolo significativo delle pratiche di adattabilità, accompagnate, parallelamente, da iniziative di mitigazione. Infatti, se da un lato le risposte resilienti ai fenomeni estremi adottano soluzioni di costante collaborazione con le forze agenti e riformulazione degli equilibri interni (adattamento), dall'altro, è necessario che esse agiscano contemporaneamente per la riduzione graduale degli

impatti (mitigazione).

Assumendo che le previsioni in materia di rischio presentano alcune limitazioni, esse non giungono a delineare la totalità degli scenari futuri, per cui l'uomo si può trovare nell'occasione di dover convivere con gli impatti delle perturbazioni. A tale premessa va aggiunto che le nuove condizioni imposte al sistema stimolano un'ulteriore ricerca sulle modalità di adattamento. Queste ultime si traducono in strategie di lotta alle minacce e pongono l'ambiente in una nuova condizione di equilibrio, che offre parallelamente ulteriori benefici in molteplici ambiti non strettamente legati al rischio, come illustrato nel paragrafo sulle Nature-based Solutions nel capitolo 2. Inoltre, l'adattamento si caratterizza sia perché contiene soluzioni che possono avere risultati a breve termine, sia perché coinvolge due potenziali tipologie di intervento, in base ai piani di risposta. La prima consiste in strategie di pianificazione elaborate in un ambito organizzato, come quello politico, mentre la seconda si compone di iniziative informali, spontaneamente nate dalle comunità in seguito ai fenomeni estremi. In generale, le misure di adattamento offrono azioni che coprono un limitato arco temporale, ovvero il necessario alle iniziative di mitigazione per manifestare i loro impatti.

Da ciò deriva che le pratiche di mitigazione consistono, diversamente, in proposte mirate ad attutire i fattori che determinano i rischi ambientali. Si progettano, così, strategie che agiscono sulle cause del pericolo, riducendone la probabilità di manifestarsi nel tempo. Per questo motivo, la mitigazione è caratterizzata da un impegno a lungo termine, ovvero i suoi impatti estendono la loro durata su una prospettiva temporale più ampia rispetto a quella propria dell'adattamento. In conclusione, tra le due pratiche di lotta alle minacce ambientali, vi sono un paio di aspetti differenti da considerare. Il primo esamina i campi di influenza di entrambe le strategie e ciò che ne risulta è che, se da un lato l'adattamento modifica i gradi di esposizione e vulnerabilità del sistema, dall'altro la mitigazione ha potere sul livello di pericolo che si manifesta a priori sull'ambiente. La figura 1.3.1 presenta chiaramente le relazioni tra le iniziative di prevenzione e le loro applicazioni sul rischio.



1.3.1 Relazioni tra gli elementi di rischio, esposizione e vulnerabilità e le azioni di mitigazione e adattamento. (White, 2010 pag. 110 e rielaborazione propria)

Il secondo fattore di differenza tra le due pratiche consiste nel cambio di scala tra i loro campi di applicazione. Infatti, se l'adattamento si occupa principalmente di soluzioni di pianificazione in contesti locali, la mitigazione agisce su processi che interessano l'intero equilibrio ecologico (White, 2010).

## 2. PROGETTARE CON LA NATURA

L'acqua risulta fondamentale per il benessere dell'uomo, infatti essa è una componente presente circa al 65% nel corpo di un adulto, e contribuisce al corretto funzionamento di ogni cellula, tessuto e organo. Principi di biologia organica affermano come questa risorsa sia alla base della costituzione degli esseri viventi e, quindi, fondamentale per lo sviluppo e il sostentamento dell'intero ambiente. Si fa, infatti, un uso molteplici dell'acqua, si impiega nell'alimentazione, nell'industria e nell'agricoltura, attività essenziali per la sopravvivenza della società. L'uomo, del resto, nel corso della storia ha avuto modo di realizzare l'importanza della risorsa idrica e le ha attribuito sia valori immateriali, come oggetto di venerazione religiosa, sia valori fisici, come fonte di rifornimento vitale.

Infatti, in passato, nella fase di stanziamento delle tribù nomadi, la scelta del luogo ideale per la fondazione dei nuclei abitativi era dettata principalmente da due fattori. Il primo consisteva nella relativa vicinanza a risorse naturali di funzione vitale, come l'acqua, e il secondo nella lontananza da potenziali fonti di rischio ambientale. Entrambi i fattori quindi dimostrano come, fin dal passato, l'uomo abbia considerato e gestito strategicamente la natura e il clima, per soddisfare bisogni di sostentamento e di protezione, requisiti base nella progettazione degli spazi dell'abitare (White, 2010).

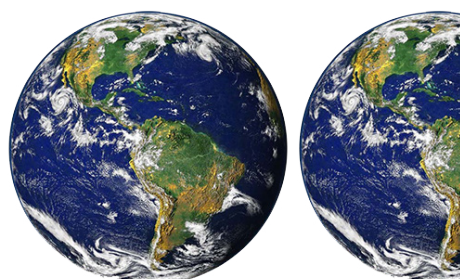
A testimonianza di ciò, le fonti d'acqua hanno attratto a sé le più grandi civiltà della storia, come è avvenuto nei casi delle popolazioni vissute lungo le rive dei fiumi Nilo, Tigri ed Eufrate, e hanno loro la possibilità di prosperare nel tempo. Una volta riconosciuto il ruolo chiave dell'acqua, le varie comunità hanno sviluppato rapidamente tecniche per la gestione della risorsa idrica, come testimoniano, ad esempio, i piani degli acquedotti costruiti in epoca romana.

Inoltre, l'acqua non era utile soltanto a garantire il benessere dell'uomo attraverso il suo prelievo, ma anche a favorire vantaggi indiretti come la difesa territoriale nei confronti di minacce climatiche e militari o come via per il trasporto delle merci (Staddon, 2010).

Al giorno d'oggi si continua a sottolineare il ruolo centrale di questa risorsa nella vita e nello sviluppo della comunità, a cui offre servizi essenziali come il sostentamento e l'igiene individuale. In questo panorama, si può affermare che la fornitura di corrette quantità e qualità d'acqua rappresenti una responsabilità base per i centri abitativi e che un modello sostenibile di economia urbana è valutato anche attraverso criteri di qualità, reperibilità e costo della risorsa (Bergkamp, Diphorn, & Trommsdorff, 2015). Alla luce di ciò, l'acqua appare come una risorsa essenziale a tutte le forme di vita presenti sul pianeta e quindi anche come elemento integrante delle attività quotidiane dell'uomo. Nonostante appaia evidente la centralità del suo ruolo, le pratiche di pianificazione degli spazi urbani non considerano l'acqua come elemento di costruzione del paesaggio. Spesso, anzi, nei progetti per le città le principali reti idriche passano in secondo piano rispetto ad altri requisiti funzionali, come la mobilità o la percezione estetica, terminando per passare inosservate nell'esperienza quotidiana della popolazione. Tale riflessione mira a stimolare un ragionamento sulle forme di impiego dell'acqua nella pianificazione e suggerisce una visione di maggiore coesistenza dell'uomo con la risorsa, da cui egli stesso trae fonte di vita.

## 2.1 ABITARE CON LA NATURA

L'impatto umano sul pianeta è visualizzabile in maniera diretta attraverso il calcolo dell'impronta ecologica, ossia la rappresentazione della quantità di Terra utile a soddisfare i bisogni e ad assorbire i rifiuti della popolazione mondiale. Essa tiene conto dei cicli di rigenerazione delle risorse e perciò rende 'visibile' la dilatazione delle tempistiche naturali, sottolineando la velocità incontrollata del metabolismo umano attuale. Il coefficiente di sfruttamento del pianeta aggiornato al 2018 si trova all'1,7 (Global Footprint Network, 2018) e mostra un sovrautilizzo che supera di una volta e mezza le possibilità di offerta globali, come è visibile in figura 2.2.1.



2.2.1 Impronta ecologica globale aggiornata al 2018. (footprintnetwork.org)



A sostegno della pratica di sfruttamento ambientale, risulta che la visione di dominio umano sulla natura deve le sue radici al pensiero razionalista, di cui Cartesio illustrava il dualismo tra *res cogitans* ed *extensa*. Queste ultime, nello specifico, rappresentavano campi di suddivisione della realtà, corrispondenti al potente detentore di conoscenza e al passivo 'serbatoio' di bisogni umani. In seguito, nel corso della storia, il rapporto dell'individuo con l'ambiente ha subito un'evoluzione che ha condotto ad un capovolgimento dei ruoli, attraverso la visione romantica di una natura attiva, creatrice (addirittura ostile), oggetto di imitazione ed educazione per la comunità. Si verifica uno sviluppo, fino ad arrivare al giorno d'oggi, in cui viene riconosciuta la mutua influenza dell'ambiente circostante e della società, rapporto che costituisce un ampio campo di analisi per varie discipline (Mela, Belloni, & Davico, 1998).

Se da un lato l'umanità potrebbe sopravvivere in condizioni ambientali limite, dall'altro l'obiettivo di una naturale e prospera crescita urbana richiede che ci si impegni per la fondazione di un'armoniosa relazione di mutui benefici con l'ambiente, in particolare con acqua e clima. Ciò rende insufficiente il mero affidamento a soluzioni tecnologiche per l'adattamento ai cambiamenti climatici, per un'equa relazione con le aree ecologiche circostanti, se si aspira al successo e alla longevità dei nuclei urbani. Perciò, nella prospettiva di uno sviluppo sostenibile, in alternativa al dualismo città-campagna, è utile assumere una visione di co-dipendenza e di interconnessione tra le due sfere. La stessa radice etimologica di ecologia ha una sua origine nel termine *oikos*, che in greco antico significa casa, e supporta la visione della natura come spazio per l'abitare umano (White, 2010). L'approccio al rischio trattato finora ha messo in luce i benefici di un tipo di risposta resiliente ai fenomeni di disturbo che si manifestano sull'ambiente. Inoltre, a questa visione, la pianificazione affianca una seconda strategia di progettazione *a partire* dalla natura. In altre parole, ciò consiste in un tipo di gestione territoriale che, da un lato, promuove la coesistenza degli spazi antropizzati con quelli ecologici e, dall'altro, propone una transizione da un modello che si difende dall'ambiente ad uno che si integra con i suoi programmi interni.

La domanda di un cambiamento nei tipi di approccio e di intervento per assicurare la convivenza tra gli elementi uomo-natura, città-campagna, costruito-verde, ha origine già a partire dalla fine del XIX secolo. Infatti, nei loro studi, autori come Howard (1898) e Soria y Mata (1892), hanno

sottolineato la necessità di 'ricucire' il legame tra la sfera ecologica e le aree antropizzate. Tale desiderio di unione è accompagnato anche da una nuova visione della città e dell'ambiente, che vengono descritti come sistemi complessi di relazioni interne in rapporto tra loro. Autori come Mumford e Geddes hanno approfondito tale linea di pensiero. In particolare, quest'ultimo ha affrontato studi di biologia prima di lavorare nella pianificazione urbana e perciò, nel 1904, ossia più di un secolo fa, ha iniziato a studiare le dinamiche della città attraverso la scienza dell'evoluzione delle specie viventi, predicando una somiglianza tra la sfera ecologica e quella antropizzata. Poiché Geddes (1904) rinnegava la città come ente statico e immutabile, secondo lui questa era 'molto più di un luogo nello spazio, ma anzi uno spettacolo nel tempo'(Bally & Marshall, 2009). Tale premessa permette di inquadrare l'intervento dell'architetto Sert che, in occasione di un congresso del CIAM (1942), ha descritto la città come un organismo. In questo modo, attraverso la sua metafora, Sert ha richiamato l'attenzione sulla natura evolutiva delle città e ha esortato ad una trasformazione della disciplina di pianificazione urbana, da un modello obsoleto, tradizionale e improntato sulla staticità ad una visione rinnovata e proiettata verso la biologia urbana. Tale idea ha trasmesso alle generazioni successive una concezione evuzionista della città organica, non come elemento che segue un piano strutturato, ma come insieme di parti che si sviluppano e interconnettono tra di loro.

Tuttavia, è solo a partire dalla seconda metà del Novecento e dal contributo del paesaggista McHarg che la pianificazione viene stimolata ad adottare un progetto di cooperazione e comunione tra città e natura. L'autore, nella sua pubblicazione *Design with nature* (1969), presenta le problematiche urbane a lui contemporanee, esorta ad una visione di interdipendenza con l'ambiente e propone un nuovo modello di progettazione.

Innanzitutto, McHarg descrive lo sviluppo occidentale di cui era testimone, ossia una crescita economica, nel dopoguerra, che aveva l'obiettivo della massima produzione al minor prezzo. Per questo motivo, l'uomo è presentato come un soggetto che 'domina e distrugge' l'ambiente, anziché convivereci rispettosamente. Nella sua visione, l'autore non concepiva gli spazi città e campagna come appartenenti a due sfere differenti, ma unite in un'unica rete in continua evoluzione. La pianificazione, quindi, avrebbe dovuto tener conto delle costanti mutazioni della città e dell'ambiente, proponendo un tipo di progettazione alternativa. Quest'ultima si opponeva

alla diffusa visione postbellica che sosteneva la concezione della forma dipendente dalla funzione, poiché secondo McHarg la progettazione doveva essere in accordo con il contesto circostante, inteso come insieme delle mutazioni ambientali. Più nello specifico l'autore stimolava i pianificatori a definire delle regole, per lo sviluppo delle città e delle reti verdi al loro interno, che partissero dallo studio delle scienze ecologiche, da considerare come basi per assumere le decisioni. Infatti, queste discipline presentano un insieme di settori al loro interno, tali da fornire al progettista una visione olistica dell'ambiente e una declinazione di tutti i suoi ambiti principali. Tramite il suo lavoro, infatti, il paesaggista ha gettato le basi per lo sviluppo successivo del GIS, un sistema informatico di gestione di dati geolocalizzati, avviando una metodologia di conoscenza del paesaggio che lo scompone in più livelli di conoscenza. Tale approccio multidisciplinare garantisce che si consideri la sfera ecologica nel disegno della città e che si attivi una loro vitale cooperazione. Tuttavia, la posizione di McHarg si presentava ancora più radicale, poiché sosteneva che la progettazione urbana dovesse assecondare le attività ecologiche, tanto da permettere a queste ultime di utilizzare le proprie dinamiche per costruire il paesaggio nel tempo (McHarg, 1969).

## 2.2 LA RISORSA VERDE NEL PROGETTO

Nella pratica, se si osserva l'applicazione del concetto di convivenza dell'ambiente ecologico con quello umano, si può notare come nell'antichità la forma del paesaggio fosse dettata dal predominante spazio verde, in cui si inseriva in maniera diffusa il sistema costruito. Con l'avvento delle città, il modello si è ribaltato e, all'interno dei centri urbani, i punti di verde si presentano come elementi isolati e limitati nella loro dimensione. Nello specifico, nelle comunità occidentali, dal XVI al XIX secolo, le aree verdi hanno iniziato a ricoprire un ruolo pubblico di abbellimento e igiene nelle città. Un caso esemplare è l'introduzione dei viali alberati nei piani di regolamento urbano di Haussmann per la Parigi della metà dell'Ottocento. Tuttavia, nonostante questi luoghi svolgessero anche la funzione di socializzazione, in quanto punti di incontro per la nel verde, la concezione di utilizzo dell'ecologia nella pianificazione urbana non era ancora stata applicata. Considerando le pratiche verdi che hanno interessato la trasformazione urbana dalla metà del secolo scorso, si ritrovano soluzioni analoghe in differenti casi di applicazione, derivanti prevalentemente dalla forte impronta ingegneristica monofunzionale del dopoguerra. Tuttavia, per una vera integrazione tra città e natura e una regolazione del loro equilibrio, il mascheramento

delle infrastrutture urbane attraverso aree verdi non risulta sufficiente per ottenere soluzioni di sostenibilità, ma è fondamentale che questa venga assunta come concetto di partenza del progetto.

Infatti, come avverte Gabellini, è utile sottolineare come si sia operato un passaggio anche in capo linguistico, dalla definizione di azioni di *riqualificazione* o *recupero* ad iniziative di *rigenerazione*. Quest'ultima, infatti, presuppone già l'utilizzo e la tutela delle dinamiche naturali interne ad un sistema e si adegua alle alterazioni per favorire l'innescò di processi resilienti (Gabellini, 2013). Sotto questo aspetto, le pratiche di adattamento nel panorama della progettazione territoriale si prestano come spunti per la creazione di nuovi beni comuni, gestiti con la partecipazione pubblica e improntati all'educazione e alla coesione sociale (Gasparrini, 2015). In altre parole, con l'obiettivo di rispondere alle probabilità di rischio, la progettazione dello spazio può intraprendere nuove traiettorie e formulare soluzioni che apportano più benefici indiretti alla città, poichè la rigenerazione crea nuove opportunità a partire dal disturbo.

Nel caso specifico della gestione delle acque, il nuovo approccio di convivenza della risorsa idrica con l'ambiente umano favorisce una valorizzazione del territorio e un rispetto dei cicli che regolano l'organismo naturale. Le acque collaborano alla costruzione dell'immagine del territorio e esaltano sia la presenza della risorsa idrica sia l'intero contesto ambientale che la ospita. Per diffondere tale visione a livello globale, sono nate strategie come la Integrated Water Resources Management – IWRM (anche presente nella variante IUWM – Integrated Urban Water Management), che promuovono una gestione della risorsa idrica, sostenibile da un punto di vista economico, sociale ed ecologico (UN Water, 2008). Questo approccio ha origine negli anni '90 (tabella cap. 5) del secolo scorso e propone un cambiamento nel controllo delle acque, affinché le sue pratiche si sviluppino in parallelo alle funzioni vitali degli ecosistemi e garantiscano benefici idrici alla popolazione. Infatti, tra gli obiettivi principali, la IWRM garantisce un servizio sicuro delle acque, un minor impatto ambientale, un contributo alla vitalità sociale e un sostegno alle attività economiche.

In parallelo ad una transizione verso l'integrazione delle dimensioni uomo-ambiente, all'interno

della progettazione territoriale, si propone anche il passaggio verso una concezione di soluzioni resilienti al rischio. Come trattato precedentemente nel capitolo 3, le pratiche di adattamento consistono nell'adeguare le condizioni spaziali all'eventualità di minacce. Nella progettazione, ciò comporta un maggior utilizzo della natura e un avvicinamento al sistema ecologico degli strumenti impiegati. Per questo motivo, si può sostenere che vi sia un transito da strategie tradizionali di autoprotezione e applicazione delle innovazioni tecnologiche ad una collaborazione con la natura per una gestione delle risorse, come quella idrica, più sostenibile. Infatti, nel caso dell'acqua si tende ad abbandonare la visione passata di ricerca di sistemi ingegneristici ad alta ambizione tecnica, per favorire uno studio approfondito delle funzioni presenti in natura al fine di assecondarle (White, 2010). Sulla stessa linea, nel capitolo 3 vengono presentati i metodi di gestione delle acque nelle situazioni di scarsità e di abbondanza. Quest'ultimo caso vede, ad esempio, l'impiego di nuove pratiche di collaborazione con i cicli ecologici e propone di conseguenza un modello di coesistenza tra uomo e natura nello stesso ambiente.

Infatti, la visione *room for the river*, derivante dalla pianificazione olandese, si presenta come applicazione esemplare dei principi discussi in precedenza, ossia l'adattamento resiliente alle dinamiche ecologiche e l'integrazione della dimensione antropizzata con quella naturale. La strategia di 'creare spazio al fiume' consiste, in aree normalmente asciutte, nell'accogliere le acque, dando loro la possibilità di invadere nuovi spazi configurati per la potenziale espansione. A seguito dei tragici episodi di inondazione del 1993 e 1995 i Paesi Bassi hanno ritenuto necessario un radicale cambiamento del loro approccio progettuale e hanno avviato il passaggio da una concezione di difesa dalle acque, con l'ulteriore innalzamento delle dighe, ad una di accoglienza dei flussi, attraverso la creazione di più spazio per i fiumi. Il programma si è svolto a cavallo tra il 2006 e il 2015 e il suo progetto più importante si è occupato del caso della città di Nijmegen. Lì il fiume Waal presenta un andamento a 'collo di bottiglia' (visibile in figura 2.3.1, precedente all'intervento) che minacciava di favorire eventi di straripamento verso l'ambiente urbano ogni volta che si registrava un aumento della portata del fiume. Per ovviare a ciò, si è deciso di affiancare uno spazio aggiuntivo al letto principale del fiume, come potenziale sfogo per le correnti (figura 2.3.2, successiva all'operazione) e, in questo modo, si è dato vita contemporaneamente ad un nuovo parco fluviale a supporto delle attività ricreative ed ecologiche della città.



2.3.1 Stato di fatto precedente al progetto Room for the river, a Nijmegen. (landezine.com)



2.3.2 Stato di fatto successivo al progetto Room for the river, a Nijmegen. (landezine.com)

I vantaggi indiretti che risultano dalla realizzazione del progetto di Nijmegen fanno emergere un ulteriore fattore che viene trattato nel paragrafo seguente, a supporto delle tecniche per la resilienza al rischio e l'integrazione della dimensione ecologica e umana.

## 2.3 NATURE-BASED SOLUTIONS

Come sostengono gli esperti, la gestione dell'acqua si preannuncia come una sfida critica per il XXI secolo che ricoprirà un ruolo simile a quello svolto nel secolo precedente dalla gara ai combustibili fossili, in grado di segnalare il benessere o il declino di ogni comunità (White, 2010). Infatti, l'acqua si presenta come una risorsa di una tale importanza per tutte le forme di vita terrestri, da essere considerata invalutabile, cioè con valore inestimabile (Staddon, 2010).

Riflettendo sui benefici dell'acqua, si nota come le iniziative di pianificazione che collaborano con elementi ambientali, compresa la risorsa idrica, comportino numerosi vantaggi diretti, sull'equilibrio dell'ecosistema, ed indiretti, sulle sue dinamiche sociali ed economiche. Infatti, attraverso la nuova visione della pianificazione al rischio è possibile utilizzare la natura come vantaggio e trasformare le minacce in benefici di vario genere. Ciò risulta particolarmente visibile nelle applicazioni delle Nature-based Solutions – NbS. Secondo la definizione della International Union for Conservation of Nature – IUCN (Cohen-Shacham, Walters, Janzen, & Maginnis, 2016), queste rispondono a sfide sociali, come i cambiamenti climatici, attraverso la protezione e la ricostruzione delle dinamiche proprie degli ecosistemi, provvedendo sia al benessere della comunità sia alla salvaguardia della biodiversità. In altre parole, le NbS suggeriscono iniziative che imitano e supportano i cicli presenti in natura, producendo, come risultato, benefici in una grande

varietà di campi, ovvero nel settore ambientale, ma anche in quelli sociale ed economico. Infatti, se si esamina l'impiego delle NbS, si riconosce la loro caratteristica multifunzionale, che conferisce a queste la capacità di svolgere molteplici azioni e offrire vari benefici, in modo simultaneo. Per questo motivo, se si amplia il panorama dei settori interessati dalla loro applicazione, si valutano i loro impatti attraverso uno schema più vasto e più completo, che introduce criteri di misurazione multidisciplinare e non solamente di origine ambientale. Nello specifico, la Commissione Europea suggerisce dieci campi di stima dei risultati delle NbS, una lista di aspetti in cui è possibile riscontrare l'apporto positivo delle loro azioni (EKLIPSE, 2017):

- mitigazione e adattamento climatici;
- controllo costiero;
- gestione delle acque;
- governo delle aree verdi;
- rigenerazione urbana;
- salute e benessere pubblici;
- qualità dell'aria e dell'ambiente;
- pianificazione partecipata;
- giustizia e coesione sociali;
- nuove potenziali attività commerciali.

Per quanto discusso, si può notare come l'impiego delle NbS partecipi a strategie che agiscono su differenti scale. Un caso esemplificativo può essere quello della decisione di aumentare le aree verdi in città. Queste, infatti, svolgono differenti funzioni: ecologiche (regolano l'equilibrio naturale e salvaguardano la biodiversità), economiche (stimolando l'investimento in servizi e attività), psicologiche (rigenerano da condizioni di stress), sociali (forniscono protezione dalle minacce esterne) e paesaggistiche (generano luoghi da tutelare come beni di interesse collettivo). Tuttavia, se si considerano ambiti di applicazione su scala differente, le aree verdi urbane in contesti minori forniscono vantaggi come l'ombreggiamento e il raffreddamento degli spazi pubblici, mentre in progetti di scala maggiore possono favorire la cattura di notevoli quantità di sostanze inquinanti presenti nell'aria (EKLIPSE, 2017).

Se si considera l'impiego delle NbS nella gestione delle acque, in alternativa alle azioni tradizionali, il panorama dei vantaggi prodotti risulta notevolmente vario e viene schematizzato nella seguente tabella 2.4.1.

RIDUZIONE	AUMENTO
<i>Fenomeni di ruscellamento</i>	<i>Infiltrazioni nel terreno</i>
<i>Picchi di concentrazione dei flussi</i>	<i>Fenomeni di evapotraspirazione</i>
<i>Danni per siccità per effetto isola di calore</i>	<i>Benessere e salute della comunità</i>
<i>Carico sul sistema fognario</i>	<i>Cattura di sostanze inquinanti</i>
<i>Costi implementazione rete tradizionale</i>	<i>Tutela della biodiversità</i>
<i>Rischio di alluvioni</i>	<i>Livelli di qualità delle acque</i>

2.4.1 Tabella riassuntiva dei benefici apportati dall'impiego di NbS nella gestione idrica. (EKLIPSE, 2017 e rielaborazione propria)

Il caso della città di Copenaghen, nel campo della gestione delle acque, risulta di interesse per comprendere la portata della transizione verso una visione di insieme dei vantaggi derivanti da soluzioni basate sulla natura. Infatti, l'amministrazione urbana della capitale danese ha intrapreso un'analisi costi-benefici per valutare quale tra i due approcci, quello di infrastruttura tradizionale (cosiddetta 'grigia') e quello delle NbS, potesse affrontare la problematica del trattamento delle acque meteoriche nella maniera più efficiente. Il risultato di tale ricerca ha sottolineato la ricchezza del panorama di benefici socio-economici forniti dal secondo modello, promosso anche a livello politico come approccio ottimale per la città. La scelta delle NbS per il controllo delle acque è stata influenzata dalla possibilità di investire sulla qualità ambientale, ossia sulla riduzione delle emissioni inquinanti, ma, allo stesso tempo, di aumentare indirettamente il valore immobiliare complessivo nei quartieri della capitale (EKLIPSE, 2017).

## 2.4 IL RUOLO DELL'ACQUA

Per inquadrare la relazione che esiste tra l'uomo e l'acqua, sono stati descritti i vantaggi che le popolazioni ricavano da questa risorsa, mentre, qui di seguito, si introduce il processo che permette la rigenerazione delle forme idriche presenti in ambiente.

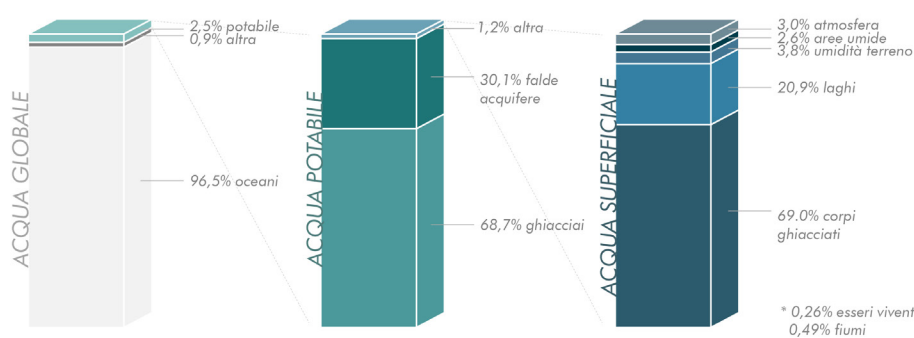
La risorsa idrica ricopre circa i tre quarti della superficie terrestre ed è, inoltre, contenuta all'interno dell'atmosfera e della crosta terrestre. Essa viene definita come risorsa rinnovabile limitata, poiché partecipa ad un ciclo continuo di distribuzione e purificazione, ma se esposta ad uno sfruttamento incontrollato, aumenta la sua scarsità globale in termini quantitativi e qualitativi. Il suo ciclo



prende il nome di *idrologico* e descrive sia il percorso sia la trasformazione della risorsa attraverso gli scenari ecologici del nostro pianeta, nei quali si manifesta sotto forma dei suoi tre stati: solido, liquido e gassoso. Il processo non ha un inizio o una fine, poiché presenta una struttura circolare, e si costituisce fondamentalmente di fenomeni di evaporazione dai depositi terrestri dell'acqua, allo stato liquido, verso l'atmosfera, in cui si conserva sotto forma di gas, e dove successivamente si riconverte in risorsa allo stato liquido per far ritorno sulla superficie terrestre, attraverso le precipitazioni. Quindi, i principali elementi coinvolti in questo ciclo sono gli oceani, che contribuiscono all'evaporazione della quantità più consistente d'acqua (il 90% del volume totale proveniente dalla superficie terrestre), il vapore acqueo, ossia le nuvole, che definisce il periodo di deposito nell'atmosfera ed, infine, le precipitazioni, nella maggioranza dei casi in forma di pioggia, che fanno ritorno sulle aree continentali (il 20% della totalità annuale delle precipitazioni globali) e oceaniche del pianeta. Il percorso di ritorno delle acque dolci verso gli oceani favorisce la creazione di fiumi, aree umide, laghi e falde acquifere e, allo stesso tempo, il possibile trasporto di materiali e detriti dell'ambiente. Nello specifico è calcolato che la porzione maggiore delle acque si riversi negli oceani attraverso canalizzazioni, mentre la restante parte costituisce i giacimenti sotterranei. Tuttavia, il terreno naturale e soprattutto la vegetazione offrono un percorso alternativo che consiste nell'assorbimento delle piogge e nel rilascio nell'atmosfera attraverso attività di traspirazione. Infine, è utile ricordare che i movimenti e quindi i percorsi delle acque possono essere modificati dall'uomo attraverso l'impiego di strumenti, rivolti a favorire gli interessi della popolazione.

Osservando la diffusione della risorsa sulla superficie terrestre, questa presenta una struttura non uniforme sia in termini spaziali sia temporali. Infatti, considerando le precipitazioni come le principali fonti di fornitura d'acqua si nota come queste provochino disuguaglianze geografiche. Infatti, esistono regioni sulla Terra che ricevono abbondanti piogge nell'arco dell'anno ed altre che si caratterizzano per il loro clima arido, affrontando periodi di scarsità idrica costante. Se si considerano le portate d'acqua dei fiumi presenti nelle due aree climatiche, un esempio per la zona umida è il Rio delle Amazzoni che trasporta il 16% del deflusso mondiale d'acqua, mentre nel secondo caso le aree aride ricoprono quasi la metà della superficie terrestre (il 40%) ma raccolgono solo il 2% dei flussi correnti. Inoltre, concentrandosi in particolare sulla distribuzione

delle acque dolci sul pianeta, illustrata nella figura 2.1.1 in basso, si valuta che gli oceani contengano circa il 97% della risorsa totale, di cui solo una modesta parte è classificata come dolce. Si stima, infatti, che quest'ultima si trovi per lo più in condizioni inaccessibili, ovvero il 68% in ghiacciai e il 30% in falde sotterranee (UN Environment, 2001).



2.1.1 Distribuzione delle acque dolci (water.usgs.gov e rielaborazione propria)

tempo, queste risultano disomogenee. I può notare che sono presenti aree nelle quali la condensazione del vapore atmosferico si concentra durante determinati periodi dell'anno, lasciando i restanti mesi in condizioni di emergenza per la fornitura d'acqua. In tali casi, il fabbisogno idrico può essere ovviato grazie alla pianificazione strategica di aree di raccolta per la conservazione dell'acqua (UN Environment, 2001).

In conclusione, nell'interazione tra acqua e uomo, quest'ultimo tende a inserirsi nel naturale ciclo idrologico, in particolare attraverso attività di sfruttamento della risorsa per il proprio interesse. Le comunità, infatti, tendono ad estrarre, usare, scaricare e trattare l'acqua per il suo riuso, introducendo nuove fasi al ciclo, che nella letteratura appare nominato come *idro-sociale* (Staddon, 2010). A causa dell'intervento dell'uomo sul processo di rigenerazione dell'acqua, questo può essere alterato provocando dei disturbi all'intero sistema naturale. Ad esempio, due pratiche che coinvolgono le attività antropiche nel ciclo idrologico possono essere il crescente aumento del consumo d'acqua e le pratiche di inquinamento della rete idrica. Dunque, la tutela del programma idrico naturale e dei suoi equilibri ecologici si mostra come obiettivo fondamentale per la comunità internazionale, chiamata a rispondere con azioni di responsabilizzazione e di inversione dei comportamenti collettivi. Per approfondire, nel capitolo 3 viene trattato il rapporto tra il contesto urbano e il ciclo idrologico, le alterazioni apportate dall'ambiente antropizzato e i conseguenti possibili eventi di rischio.

Scultura della raccolta di opere *Cement Eclipses* di Isaac Cordal (julie-goulet.com)

## II – WATERSCAPES E RIGENERAZIONE URBANA





# 3. GESTIONE DELLE ACQUE URBANE

La riflessione di questo lavoro si concentra principalmente sul contesto urbano come campo di analisi delle eventualità di fenomeni ambientali estremi. Nella storia delle origini della città, il passaggio dell'uomo dalla condizione di nomadismo a quella stanziale si attribuisce alla stabilizzazione climatica, che risale a circa 10.000 anni fa, al termine di epoche di variazioni meteorologiche estreme. A partire da tali circostanze, infatti, l'uomo ha costruito la propria sistemazione fissa e ha avviato pratiche per il sostentamento, come l'agricoltura, avviando una cultura di reciproco sostegno tra natura e comunità.

Tuttavia, attualmente, la società moderna, definita da rapide innovazioni tecnologiche, promuove la percezione del panorama urbano come luogo indipendente dal contesto, caratterizzato da ordine e certezze che lo rendono immune alle alterazioni ambientali (Wilkinson, 2011). Tale visione riduce l'importanza del rapporto reciproco di collaborazione e rispetto tra la sfera della città e quella dell'ambiente e, allo stesso tempo, aumenta la condizione di vulnerabilità della popolazione urbana, raramente cosciente dei rischi ecologici ai quali è esposta. È utile, dunque, reintrodurre una visione di cooperazione tra città e ambiente, perché la prima assuma strategie di sviluppo che coinvolgano il secondo e promuovano maggior sostenibilità, qualità di vita e riduzione delle minacce (White, 2010). Su questa linea, ad esempio, gli obiettivi di chiusura del ciclo delle acque e di bilancio idrico urbano non rappresentano limitazioni, ma forniscono potenzialità creative al campo della pianificazione.

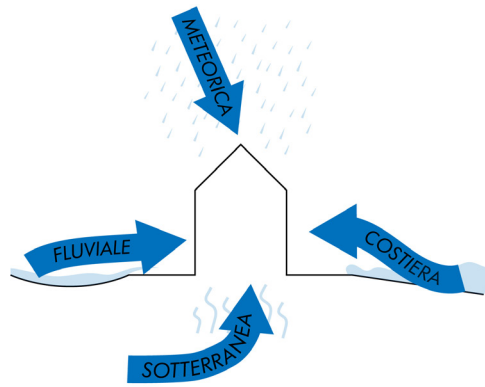
Infatti, le strategie di cooperazione si presentano come sfida, ma al contempo come opportunità nel settore dell'urbanistica, poiché quest'ultima può riflettere su nuovi modelli di convivenza della città con le risorse naturali. Risulta così una disciplina di intersezione di più ambiti e conoscenze, che considerano sia gli elementi naturali (come acqua, aria, suolo e paesaggio) sia le dinamiche sociali. Su questo modello si basa l'approccio di trattamento integrato delle acque IWRM, trattato

nel prossimo paragrafo, che mira alla soddisfazione delle esigenze umane ed ambientali per uno sviluppo urbano sostenibile, attraverso un metodo di collegamento trasversale tra varie discipline. In particolare, per quanto riguarda la risorsa acqua, quando questa si inserisce nel contesto urbano si ottiene una combinazione tra il ciclo idrologico e gli altri processi che interessano la sfera dello spazio urbano e le attività che ospita, ottenendo come risultato un programma detto 'ciclo idro-sociale'. Per tale motivo, le decisioni rispetto alla gestione delle acque risultano influenzare indirettamente anche campi esterni, come ad esempio l'economia, la politica e la sanità.

### 3.1 CICLO IDROLOGICO NEI TERRITORI ANTROPIZZATI

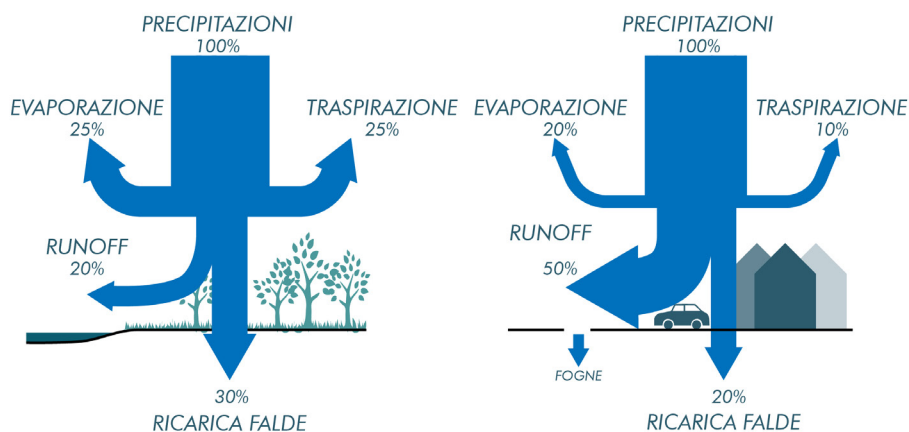
La recente crescita demografica delle città dimostra come attualmente queste rappresentino *habitat dominanti* (Bergkamp, Diphorn, & Trommsdorff, 2015) per l'essere umano e, in quanto tali, è importante che garantiscano un adeguato trattamento interno della risorsa acqua. Ciò avviene assicurando, allo stesso tempo disponibilità idrica e protezione dai pericoli idrologici alle comunità presenti nel contesto urbano. In particolare, la città è interessata da due fenomeni che contribuiscono a peggiorare il disequilibrio ecologico e ad aumentare le probabilità di catastrofi naturali. Un primo fattore consiste nella crescente urbanizzazione, di cui si è trattato nella premessa, poiché questa, da un lato, si traduce in un aumento del consumo mondiale di risorsa idrica e, dall'altro, determina spesso situazioni di urgenza abitativa, che prescinde da un'adeguata e sicura pianificazione urbana. Le occasioni di rischio sono anche favorite da un secondo fenomeno che sta interessando le città, ossia i cambiamenti climatici. Infatti, questi incidono sul regolare trattamento delle acque e provocano condizioni di alterazione e di disturbo al ciclo idrologico naturale.

Per quanto riguarda l'urbanizzazione, è utile considerare prima di tutto le condizioni nelle quali il ciclo idrologico e i suoi elementi si sovrappongono alle attività della città. Infatti, seguendo la figura 5.1.1 si nota come il contesto urbano sia interessato da quattro tipologie di acque, di provenienza costiera, fluviale, sotterranea e meteorica.



5.1.1 Tipologia di acque che interessano l'ambiente costruito. (Staddon, 2010 pag.203 e rielaborazione propria)

Inoltre, è fondamentale analizzare come la sfera urbana influenzi i programmi naturali di purificazione e rigenerazione della risorsa, specialmente se si considerano le attuali tendenze di aumento della concentrazione demografica mondiale nelle città. Qui il ciclo idrologico viene alterato dalla conformazione spaziale urbana e dalle attività umane al suo interno, provocando condizioni di disordine ecologico e un aumento delle probabilità di eventi catastrofici. La seguente figura 5.1.2 riassume gli elementi del programma idrico sottoposte a modifica quando entrano in contatto con l'ambiente urbano.



5.1.2 Due condizioni del ciclo idrologico: in presenza di un ambiente non antropizzato e uno costruito. (Barton, 2016 pag.140 e rielaborazione propria)

Il fenomeno di urbanizzazione, inoltre, ha influenza sul naturale ciclo idrologico poiché determina l'aumento della concentrazione della popolazione in uno specifico contesto e provoca una crescita parallela del consumo della risorsa, in termini sia di richiesta d'acqua da parte degli abitanti sia di creazione di rifiuti derivati dal suo utilizzo. Per mostrare tale crescita, si è stimato che la quantità d'acqua richiesta annualmente dalle città più grandi del mondo passerà da 190 miliardi di metri

cubi nel 2012 a 270 nel 2025, ossia un incremento complessivo di circa 80 miliardi di metri cubi in tredici anni (Bergkamp, Diphorn, & Trommsdorff, 2015).

Un ulteriore aspetto che favorisce episodi di rischio ambientale è l'impreparazione ad accogliere e supportare l'attuale espansione urbana, in maniera uniforme nello spazio e immediata nel tempo. In altre parole, spesso la rapida crescita demografica delle città non è affiancata ad una parallela regolarizzazione degli usi e dei servizi locali, affinché l'intera comunità possa avere un adeguato livello di vita e possa essere al sicuro da calamità naturali. Infatti, nel tessuto urbano si verifica spesso la nascita di formazioni di insediamenti illegali e spontanei, ossia di baraccopoli sprovviste di norme di sicurezza e di investimenti nella qualità del costruito. Tali situazioni interessano in particolare i Paesi in via di sviluppo, che appaiono oggi come i maggiori protagonisti nei fenomeni di urbanizzazione mondiale (in questi si stima che avverrà il 90% della crescita mondiale, che rappresenterà il 70% della popolazione complessiva nel 2050) e luoghi caratterizzati da conflitti interni che ostacolano l'equilibrio politico e gestionale (Bergkamp, Diphorn, & Trommsdorff, 2015).

Infine, le pratiche ricorrenti nelle città, come quelle che interessano la mobilità automobilistica, possono favorire la nascita di un ulteriore rischio, quello della diffusione delle sostanze inquinanti sulle superfici urbane e il loro conseguente trasporto attraverso le acque meteoriche. Infatti, la mancanza di strategie mirate all'isolamento e al trattamento separato delle acque che entrano a contatto con agenti nocivi può contribuire a provocare episodi che mettono in pericolo la salute umana e che determinano temibili contaminazioni ecologiche.

Se si considera l'ambiente urbano in relazione ai cambiamenti climatici, l'IPCC sottolinea come questo rappresenti il luogo cruciale di ricerca e lotta alle alterazioni globali. Infatti, il metabolismo urbano determina le maggiori emissioni, che disturbano i regolari cicli naturali, come quello idrologico (ASviS & Urban@it, 2017). In particolare, le analisi dell'IPCC presentano un probabile scenario europeo in cui, in futuro, la maggioranza dei Paesi sarà interessata da alterazioni nella frequenza e nella durata delle piogge, ossia da una maggiore manifestazione di eventi rapidi e intensi e da dilatati periodi di siccità. Più nello specifico i comportamenti delle precipitazioni tenderanno a polarizzarsi e risulteranno estremi, manifestandosi in eventi prolungati di scarsità oppure di concentrata intensità piovana. Per questo motivo, le azioni di risposta a tali fenomeni

dipenderanno dalle aree geografiche, per alcune consisteranno in soluzioni ai *flash flood* (alluvioni di estrema intensità e concentrazione temporale) e al sovraccarico del sistema fognario, mentre per altre si tradurranno in pratiche per ovviare la carenza di risorse idriche per il sostentamento e per l'ambiente (EKLIPSE, 2017).

Una volta riflettuto sui fenomeni che favoriscono gli eventi estremi e sulle cause del rischio in città, si possono considerare le pratiche di risposta a tali situazioni che incoraggiano l'utilizzo di un adeguata strategia di pianificazione urbana. I fattori principali che limitano l'organizzazione in una risposta condivisa ai disturbi sull'ecosistema derivano in particolare da deboli politiche di pianificazione, estese vicende burocratiche, fragili istituzioni locali e amministrazioni che non investono nella corretta ripartizione tra gestione centralizzata e decentralizzata delle risorse (Bergkamp, Diphorn, & Trommsdorff, 2015).

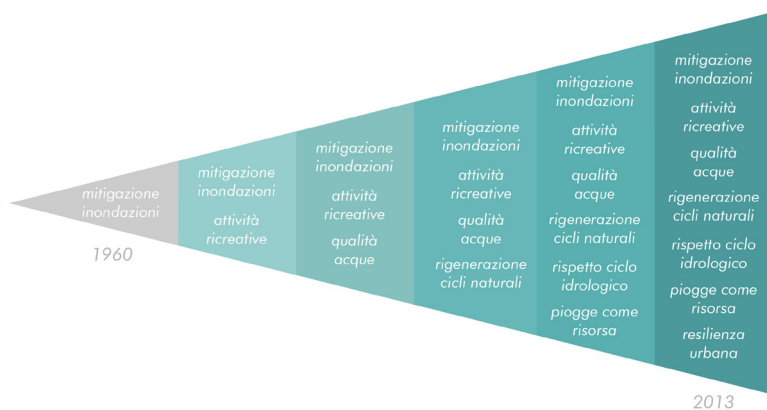
In un tale scenario si inserisce il ruolo di una pianificazione urbana, che superi le risposte al rischio come l'esclusivo controllo tecnologico sulla natura e unisca nella totalità delle sfumature della disciplina accorgimenti che influenzano non solo i luoghi ma anche, ad esempio, la filosofia dell'abitare, i materiali di costruzione. Per questo motivo, il tipo di progettazione che ne deriva risulta frutto di una mediazione tra i punti di vista degli organi politici, di quelli scientifici e della popolazione locale, per assicurare una corretta comprensione della realtà e una proposizione di azioni conformi al contesto. A ciò si unisce l'apporto del pianificatore che deve rielaborare le informazioni in uno scenario strategico di decisioni creative e multifunzionali per il futuro della città (White, 2010). Tale approccio risulta in linea con il passaggio da una progettazione tradizionale ad una di collaborazione con l'ambiente naturale e di flessibilità per l'adattamento ai potenziali fenomeni futuri. Nel settore della pianificazione, ciò si traduce in un'evoluzione verso un modello idro-sensibile di città, come illustrato nella seguente figura.

3.1.3 Evoluzione della gestione delle acque urbane fino alla città *idro-sensibile*. (Brown, R. and Farrelly, M., 2009 e rielaborazione propria).





In particolare, l'evoluzione dell'approccio nei confronti delle acque urbane ha seguito un processo storico che ha inizio negli anni '70 del secolo scorso. I campi di indagine e di applicazione delle soluzioni di gestione idrica si sono gradualmente ampliati, come si può notare nella seguente figura:

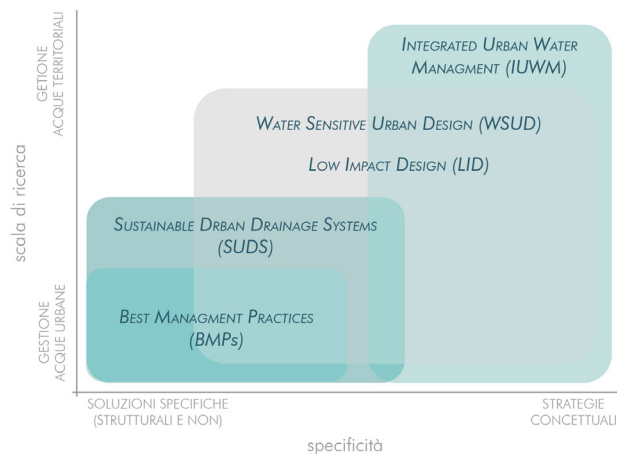


3.1.4 Evoluzione della ricerca nella gestione delle acque 1960-2013. (Fletcher, 2014 e rielaborazione propria)

La terminologia adottata dalle varie correnti di pianificazione del trattamento idrico in città differisce principalmente per l'area geografica nella quale sono diffuse e presenta approcci: LID, WSUD, IUWM e SUDS (Fletcher., 2014). Ognuno di questi ha contribuito all'evoluzione della gestione urbana delle acque verso un approccio olistico e di integrazione ambientale in modo differente, visibile nello schema che presenta le loro relazioni (fig. 5.1.5) e nella tabella riassuntiva (tab.5.1.6) inserita in seguito.

TERMINOLOGIA	ANNI DIFFUSIONE	UTILIZZO	APPROCCIO
SUDS SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS	1980-1992	Regno Unito	Gestione del runoff urbano attraverso l'impiego in città di sequenze di strumenti che favoriscono il più possibile i cicli naturali.
BMPs BEST MANAGEMENT PRACTICES	1983	Nord America	Guida di pratiche specifiche per la pianificazione delle acque in città, attraverso l'integrazione di soluzioni non-strutturali e di infrastrutture verdi.
IUWM INTEGRATED URBAN WATER MANAGMENT	1990-1992	Paesi UN	Specifica applicazione nel conteso urbano del trattamento idrico integrato, con interrelazioni tra più ambiti di ricerca nel ciclo idrologico.
WSUS WATER SENSITIVE URBAN DESIGN	1992	Australia, Nord America	Strategie per minimizzare gli impatti idrologici delle città sull'ambiente, attraverso il controllo delle inondazioni, della raccolta e della qualità delle acque.
LID LOW IMPACT DEVELOPMENT	1997	Nord America, Nuova Zelanda	Visione a più ambiti di gestione ambientale, con l'obiettivo di soluzioni a basso investimento economico e di rispetto delle condizioni ecologiche (design with nature di McHarg).

3.1.5 Tabella riassuntiva di alcuni approcci di gestione delle acque.



3.1.6 Relazioni tra alcuni approcci di gestione idrica, analizzati secondo scala di ricerca e specificità. (Fletcher, 2014 e rielaborazione propria)

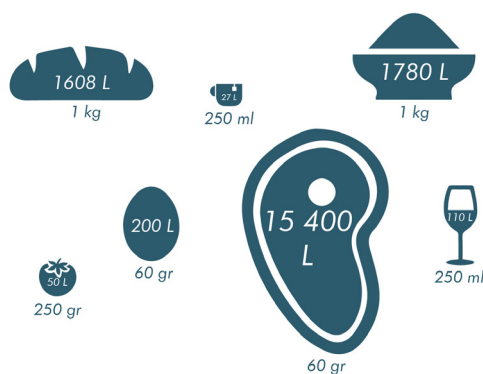
In particolare, nell'ambito italiano tali approcci internazionali si sono diffusi principalmente a partire dal contributo delle ricerche svolte durante i primi anni del XXI secolo, che hanno contribuito alla costruzione del manuale di Mazzotta, su cui si basa la schedatura tecnologica degli strumenti di gestione delle acque.

Nei paragrafi seguenti 3.2 e 3.3 viene presentato un lavoro di sintesi delle alternative di approccio della pianificazione al tema delle acque, analizzando i rischi e le risposte determinate rispettivamente dai casi di scarsità e di abbondanza idrica in città. Nella prima situazione, si descrive una visione che passa dalla costante soddisfazione della domanda ad azioni di riduzione di quest'ultima, mentre nel caso di inondazioni, si procede da pratiche di difesa ad altre di adattamento agli eventi naturali.

## 3.2 GESTIRE LA SCARSITÀ IDRICA

I fenomeni di scarsità delle risorse idriche sono particolarmente legati ai modelli di sviluppo e dunque richiedono risposte che agiscano sulle loro modalità d'uso. Inoltre, la limitatezza non è una condizione che interessa esclusivamente i Paesi in via di sviluppo, ma nel futuro coinvolgerà uniformemente gli abitanti del pianeta (White, 2010). Per citare un caso esemplificativo, la limitatezza della risorsa idrica risulta chiara dalla proporzione tra la quantità complessiva esistente di acque e il volume disponibile per uso umano, immaginabile come il rapporto tra il volume di una brocca da un gallone (3,85 litri) e quello contenuto in un cucchiaino d'acqua (UN Environment, 2001).

La limitatezza, accompagnata in parallelo dalle pressioni della crescita demografica urbana e dei cambiamenti climatici, provoca situazioni che mettono a rischio gli equilibri interni della città poiché si traducono in termini di crisi idrica ma anche sociale, economica e ecologica. Un chiaro esempio di come il trattamento delle disponibilità d'acqua condizioni un ampio spettro di ambiti esterni risiede nel concetto di quantità virtuale d'acqua. Quest'ultima rappresenta infatti il volume complessivo della risorsa necessario a soddisfare ciascun bisogno umano, sia che questo consista in un prodotto sia che riguardi la fornitura di un servizio. In particolare, la quantità *virtuale* riflette su quanto ogni genere di bene (materiale o immateriale) richiesto dipenda dall'uso di acqua e quanto questo possa risultare occulto in fase di valutazione e percezione del consumo della risorsa. Il consumo d'acqua della città si divide in 4% di acque potabili utilizzate direttamente e 96% di acque potabili utilizzate per cibo, servizi e prodotti. La quantità *virtuale* di acqua legata ad un determinato prodotto considera l'intero ciclo di creazione del bene, inserendo nella valutazione anche la parte di filiera di consumo idrico integrata ma non visibile all'utente finale (WWF, 2014). Come mostra la seguente figura, stime sulle medie globali hanno calcolato il contenuto virtuale di alcuni prodotti.



3.2.1 Contenuto virtuale di acqua in alcuni alimenti principali.  
(WWF water footprint of Italy, 2014 e rielaborazione propria)

Il concetto di *virtualità* amplia gli orizzonti considerati nel calcolo del metabolismo idrico urbano e sottolinea come il trattamento della risorsa non possa essere limitato ad un settore circoscritto, poiché la sua gestione influenza aspetti vari come l'economia globale, le dinamiche sociali e le alterazioni climatiche (White, 2010). Nei Paesi più sviluppati la disponibilità d'acqua in tempo reale può ingannare sullo stato di limitatezza delle risorse e quindi è utile che si contribuisca a un cambiamento di approccio, passando da un modello di trattamento lineare della risorsa ad uno circolare, che riduca la domanda e lo scarto in nome del riciclo. Infatti, a partire da un

processo di importazione, utilizzo ed esportazione della risorsa appare necessario adottare una chiusura del ciclo di vita delle risorse, riprogrammando il consumo urbano almeno a livello locale (AA.VV., 2012). Ciò si inserisce in un contesto di dibattito internazionale sulla transizione verso un modello circolare dell'economia e del consumo per favorire uno sviluppo futuro sostenibile. La Fondazione MacArthur, attiva nella riprogrammazione dei cicli economici, definisce il nuovo approccio come una strategia in cui i flussi tecnici sono destinati, come quelli biologici, alla rigenerazione ma senza entrare nella biosfera. In tal modo si favorisce la riduzione dei prodotti di scarto e di inquinamento, individuando nuove fonti di materie prime di seconda generazione, si promuove il costante utilizzo dei beni, limitando lo spreco e la morte prematura degli oggetti ed infine si incoraggia la rigenerazione naturale dei processi e cicli in ambiente (Ellen MacArthur Foundation, 2018). Tale tipologia di approccio non si applica esclusivamente al settore produttivo o economico, ma anche a quello della pianificazione territoriale e del design spaziale strategico.

In condizioni di scarsità il modello di sviluppo adottato attualmente promuove un determinato approccio alla risorsa. Per quanto riguarda le pratiche di approvvigionamento, un comportamento esemplificativo consiste nei programmi di sovra sfruttamento dei depositi sotterranei che minacciano l'equilibrio dell'ecosistema. Ciò ostacola maggiormente la regolazione dei livelli di idratazione delle falde acquifere che risulta fondamentale nel ciclo idrologico generale e nella soddisfazione delle attività umane nelle città e già compromessa a causa dell'urbanizzazione e dei cambiamenti climatici. Invece, in relazione alle pratiche di smaltimento in seguito all'utilizzo idrico, appare paradossale che in uno scenario di limitatezza d'acqua potabile, i servizi igienici ne trasformino enormi volumi in istantanei rifiuti (White, 2010).

Da ciò si comprende che nella prospettiva di un trattamento più responsabile e sostenibile, è utile introdurre la chiusura dei circuiti idrici, almeno su scala urbana, riducendo così sia l'importazione esterna per l'approvvigionamento e sia l'impronta sull'ambiente circostante per lo smaltimento dei rifiuti. Gli interventi richiesti consistono dunque su una raccolta differenziata dei volumi di acque reflue per un trattamento mirato sulle acque grigie o nere, sul riciclo dei flussi di scarto e sul recupero delle sostanze nutritive e delle energie contenute (AA.VV., 2015). In altre parole, la questione della gestione idrica urbana può ispirarsi ai cicli presenti in natura e proporre azioni attraverso cinque principi R: Ridurre la quantità d'acqua utilizzata, Riusare l'acqua, Riciclare i

materiali e i nutrienti presenti nelle acque, *Recuperare energia, Rifornire l'ambiente circostante* (Bergkamp, Diphorn, & Trommsdorff, 2015).

Nella ridefinizione dell'utilizzo delle acque in città, sono due le principali pratiche introdotte, da un lato la considerazione e quindi riuso della risorsa in una visione circolare e dall'altro la consapevolezza della sua limitatezza e quindi la riduzione degli sprechi. In entrambi i casi, le iniziative proposte possono spaziare su diverse grandezze di scala, dall'edificio al sistema urbano complessivo.

I dati italiani sulle dispersioni idriche a livello urbano mostrano una media della differenza tra le acque immesse nelle reti di distribuzione e quella erogata in ambiente domestico pari al 38,3%, con diciassette capoluoghi di provincia che disperdono oltre il 50% della risorsa potabile (ISPRA, 2016). Un fattore ancora così alto allerta la pianificazione ad intervenire innanzitutto sull'adeguamento del sistema idrico per fronteggiare i fenomeni di scarsità d'acqua. In secondo luogo, alla scala dell'edificio, un programma di sostenibilità ambientale può introdurre una regolazione dei volumi idrici utilizzati ad esempio per lo scarico dei servizi igienici (ridotto a 4 litri per volta) e per le lavatrici (i sistemi di carico frontale consumano meno di quelli dall'alto) (Novotny, Ahern, & Brown, 2010).

Invece, per quanto riguarda la chiusura dei cicli idrici urbani, questa è applicata nelle condizioni in cui vi è uno scarto idrico: i servizi igienici (nera), la cucina oppure la doccia (grigia) e infine le precipitazioni (meteorica). In generale i trattamenti richiesti per un loro secondo utilizzo dipendono dalla qualità sanitaria che esso richiede. Tuttavia, nei casi delle acque grigie e meteoriche le attività di purificazione indicate sono limitate oppure sono addirittura assenti se si pianifica il riuso ad esempio nell'irrigazione o nello scarico dei servizi. Al contrario, le acque nere richiedono processi di pulizia più approfonditi, ma parallelamente forniscono potenziali materiali come il fosforo o elementi organici per la produzione di biogas. In generale, i programmi di riutilizzo della risorsa possono essere applicati a scala di edificio individuale oppure di isolato. In quest'ultimo caso, la riunione in eco-blocchi produce vantaggi indiretti come la promozione di spazi e attività comuni, come ad esempio settori lavanderia condominiali, e la raccolta di una maggior quantità d'acqua che viene ripartita in maniera omogenea tra i residenti (Novotny, Ahern, & Brown, 2010).

### 3.3 GESTIRE L'ABBONDANZA IDRICA

In parallelo alla riflessione sulle proposte d'uso per mitigare la scarsità idrica, le condizioni di abbondanza d'acqua suggeriscono azioni sull'organizzazione spaziale della città. In particolare, la pianificazione propone iniziative di collaborazione con le forze naturali nei casi di disastri ecologici e sollecita anche riflessioni in ambito socio-economico.

La città spesso presenta condizioni che ostacolano un'adeguata gestione spaziale delle acque, in caso di inondazioni poiché le sue infrastrutture di trattamento e depurazione risultano obsolete e inadeguate, i suoi sistemi si basano su azioni centralizzate e quindi più sensibili al collasso e le sue amministrazioni non promuovono politiche anticipatorie di limitazione del rischio. Tali fattori si combinano alle azioni risultanti dai cambiamenti climatici, come ad esempio la comparsa di precipitazioni di estrema durata ed intensità, e ai fenomeni derivanti dall'urbanizzazione, come i casi dell'aumento delle superfici impermeabili o della gestione incontrollata degli usi del suolo. L'insieme di queste condizioni critiche promuovono la città a luogo di maggiore interesse e impegno nella lotta alle inondazioni che provocano danni all'equilibrio ecologico sociale ed economico. Per questo motivo, di seguito sono trattati alcuni dei potenziali danni determinati dall'abbondanza delle acque nei contesti urbani, in parallelo a soluzioni spaziali per l'adattamento ai fenomeni di rischio di inondazione.

Un primo evento di rischio idrologico consiste nel *flash flood*. Come anticipato in precedenza, si tratta di un fenomeno di ruscellamento difficile da controllare in termini di volume di pioggia e velocità di scorrimento. Ciò è provocato sia dalle alterazioni climatiche, ossia dalla concentrazione delle precipitazioni in eventi di durata limitata ma di notevole intensità, sia dall'urbanizzazione, che ha favorito l'aumento di superfici impermeabili di scarsa infiltrazione idrica nel suolo. Infatti, la crescente pavimentazione ostacola la naturale penetrazione delle acque meteoriche nel terreno, riducendo le possibilità di ricarica delle falde acquifere, aumentando la massa di pioggia sul suolo urbano e sovraccaricando le strutture di raccolta e depurazione urbane. Un tale scenario minaccia il collasso delle attività umane e ecologiche in città e trova soluzione principalmente nell'investimento in ulteriori aree permeabili verdi. Si è stimato, inoltre, che l'aggiunta di piante promuova in media il 30-50% di *runoff* (termine adottato nella letteratura anglosassone per indicare il ruscellamento) in meno rispetto ad uno spazio di sola vegetazione a prato (Sipes,

2010). Infine, spesso le città altamente densificate si trovano in una situazione conflittuale che oppone da un lato gli interessi per tutelare l'offerta di spazi costruiti per lo svolgimento delle attività umane, e dell'altro le iniziative di destinazione del suolo ad uso verde e permeabile. Tale contrasto può essere mediato da soluzioni di 'contaminazione verde' del costruito, ossia tramite operazioni di installazione di coperture oppure facciate verdi che contribuiscano sia all'adattamento a inondazioni, sia alla mitigazione dei cambiamenti climatici, per opera di raffreddamento atmosferico e cattura di gas serra.

Inoltre, gli eventi di crisi per inondazioni provocano un'ulteriore danno alla città che consiste nel sovraccarico dei sistemi tradizionali di smaltimento e depurazione delle acque. Infatti, i particolari picchi di precipitazioni e le diffuse superfici impermeabili provocano l'accumulo delle piogge negli impianti di trattamento sotterranei. Questi, spesso, risultano il prodotto realizzato in tempi passati di un dimensionamento e una progettazione per trattare un complessivo volume di piogge uniformemente distribuito nell'arco stagionale. Dunque, la rete fognaria difficilmente può affrontare le attuali condizioni meteorologiche di picchi sporadici di carico estremo. Una soluzione consiste nella separazione delle acque grigie da quelle piovane, dotando così le città, da un lato, di un possibile riciclo delle acque di scarico attraverso le apposite tecniche di purificazione e, dall'altro, una capacità di raccolta dedicata esclusivamente agli eventi meteorici. In tale maniera, le piogge avrebbero uno spazio di detenzione e trattamento più flessibile, potrebbero essere coinvolte nel diretto riuso (nei casi di bassi livelli di contaminazione) o nel leggero trattamento ed infine non provocherebbero esondazioni di acque inquinate e tossiche dalla rete fognaria (White, 2010). Tuttavia, in alcune regioni come quella italiana risulta utile intervenire in principio sugli stessi servizi di depurazione degli scarichi fognari, poiché questi non sono ancora garantiti in maniera uniforme. Infatti, dati del 2017 presentano solamente un terzo dei capoluoghi di provincia con una rete di depurazione che copre oltre il 95% delle acque reflue domestiche, mentre sottolinea la condizione di quattro comuni ancora al di sotto del 50% delle pratiche di trattamento adeguate (Lagambiente, 2017).

Le alluvioni risultano i fenomeni più frequenti in condizioni di abbondanza d'acqua ma accrescono i danni socio-economici alla comunità, in particolare nel contesto urbano. Infatti, l'aumento demografico in città spesso favorisce lo sviluppo di aree costruite che non si basano su una pianificazione spaziale strategica, ma crescono spontanee prive di accorgimenti e regolazioni per

la prevenzione delle minacce. In tali casi, la comunità risulterà maggiormente esposta, poiché a contatto con una situazione spaziale di potenziale accumulo delle acque meteoriche. Le iniziative da proporre consistono dunque in una riorganizzazione degli spazi e in una valutazione del grado di vulnerabilità delle funzioni destinate al costruito.

Infine, situazioni di abbondanza di precipitazioni possono provocare la diffusione di sostanze inquinanti per esondazione della rete fognaria oppure per semplice scorrimento e dilavamento di aree contaminate. Nel primo caso la pianificazione urbana può proporre una soluzione di separazione dei circuiti delle acque piovane da quelle nere nella rete fognaria. Grazie a ciò, in caso di saturazione del sistema sotterraneo, solo le piogge provocherebbero una fuoriuscita e un allagamento degli spazi urbani. Invece, per quanto riguarda il ruscellamento attraverso aree inquinate, la progettazione degli spazi è utile che tenga conto del trattamento separato delle acque che entrano a contatto con superfici stradali o industriali, rispetto alle generali precipitazioni sul suolo cittadino. La purificazione delle prime può, inoltre, avvenire tramite una fase di pretrattamento in aree verdi, che utilizzano la vegetazione per filtrare i flussi e trattenere le particelle di grana maggiore. In generale, si può concludere che le soluzioni proposte alla gestione dell'abbondanza di acque meteoriche in città si collocano in alternativa al trattamento tradizionale e centralizzato, si basano in ogni modo sui principi naturali di infiltrazione, filtrazione e depurazione e vengono trattate in approfondimento nel capitolo 5.

Infine, una dichiarazione dell'IPCC presenta il metabolismo della città come particolarmente responsabile delle consistenti emissioni, che causano alterazioni all'ecosistema e si traducono in eventi naturali di minor durata e maggior intensità. Sotto questo punto di vista, la pianificazione territoriale è in grado sia di proporre interventi di adattamento alle nuove condizioni, ma anche di introdurre pratiche di mitigazione per influenzare le probabilità di rischio future. In quest'ottica se finora si è trattato di soluzioni spaziali per l'adeguamento ai fenomeni di inondazioni, risulta opportuno dedicare una riflessione alle potenzialità della progettazione al fine di limitare i fenomeni a priori. Infatti, in maniera indiretta le azioni di programmazione urbanistica possono influenzare ambiti come la mobilità, l'alimentazione, l'energia, il tempo libero ed altre pratiche quotidiane che contribuiscono al riequilibrio ambientale. Ad esempio, una modifica del comportamento collettivo di promozione delle fonti di energia pulita ha un riscontro diretto nella riduzione delle



emissioni e nell'investimento in fonti rinnovabili e, allo stesso tempo, combatte socialmente i fenomeni di dipendenza da combustibili fossili e le disuguaglianze nel diritto alla salute, mentre a livello economico, si verifica un aumento dei posti di lavoro nel settore della produzione di energie alternative (Barton, 2016).

## 4 . SPERIMENTAZIONI NEL MONDO

Le risposte urbane alle nuove condizioni idrologiche, prodotte dai cambiamenti climatici e dalla forte urbanizzazione, sono individuabili attraverso una comprensione delle visioni di resilienza e di collaborazione con la natura, trattate nei primi due capitoli, una conoscenza delle declinazioni spaziali delle tecniche idrauliche, analizzate nel capitolo 3, e, infine, una consapevolezza delle azioni pilota presenti nel mondo. Si intende, quindi, fornire un quadro complessivo della diffusione delle pratiche pianificatorie di risposta, spaziando, in base alle località, tra differenti tipologie di minacce e altrettante priorità progettuali. Ciò che si evince da un panorama di molteplici applicazioni locali si avvicina alla visione di Gabellini, che testimonia l'esistenza di conoscenze e di esperienze a livello internazionale, ribadendo il ruolo decisivo dell'impegno politico e della cultura diffusa (Gabellini, 2013). Queste ultime, si presentano infatti come fattori chiave per tradurre in pratica urbanistica la transizione alla resilienza.

In questo capitolo vengono considerati tre contesti urbani impegnati in azioni di adattamento e mitigazione differenti tra loro e, per due di questi, vengono anche presentate iniziative pratiche su quartieri campione. La scelta di illustrare il caso di Copenaghen risiede nel suo attivo coinvolgimento sulle tematiche della sostenibilità, visibili sotto molteplici punti di vista come l'incentivo alla *soft mobility*, ma anche nella sua differente conformazione urbana rispetto a Rotterdam, in cui verrà sviluppato il progetto di tesi, nonostante entrambe presentino tradizioni strategiche simili e manifestazioni meteorologiche tipiche del nord Europa. In particolare, il caso danese presenta un patrimonio di residenza edilizia che definisce uno spazio pubblico comune all'interno dei blocchi e uno esterno di maggiore ampiezza, rispetto al tessuto presente a Rotterdam. Quest'ultima è trattata come attuale città modello in Europa in ricerca e sperimentazione spaziale per la resilienza urbana e come contesto di applicazione per il progetto nel capitolo 6.

Per offrire un punto di vista completamente differente, è riportata la risposta di una città oltreoceano, New Orleans. Questa, oltre a presentare una morfologia architettonica alternativa a quella

europea, riporta anche un passato interessante nel campo dei fenomeni estremi. Infatti, i numerosi episodi di uragani che hanno investito la città hanno sviluppato una particolare sensibilità ai temi della prevenzione e dell'adattamento. Inoltre, la città si trova oggi a dover rispondere a dinamiche sociali interne, che fanno risultare la Louisiana in ultima posizione negli Stati Uniti, rispetto al grado di soddisfazione espresso dalla comunità nei servizi pubblici (sondaggio annuale della nota rivista statunitense *US News & Report*, 2018). Ciò presuppone una risposta di rigenerazione urbana, che si traduce in parte nella pianificazione resiliente alle acque.

Infine, nel quadro internazionale si intende valutare anche come si inseriscono i nuclei italiani, attraverso il caso di Bologna. Questa, infatti, testimonia il suo impegno nella rete dei centri che combattono gli effetti climatici sull'ambiente e si posiziona come capofila per un potenziale coinvolgimento di altre città della Penisola.

## 4.1 COPENAGHEN

Un evento significativo per la città di Copenaghen si è verificato nel 2011, quando la capitale è stata inondata da più di 15cm di pioggia in meno di tre ore. L'infrastruttura di smaltimento non era preparata e i danni agli spazi urbani sono stati notevoli. Nonostante l'evento fosse stato classificato come raro, un fenomeno di simile intensità si è ripetuto solamente tre anni dopo. Alla luce di ciò, stime dell'Istituto Meteorologico Danese hanno previsto entro il 2025 un incremento degli eventi estremi di vento e pioggia pari al 6%, ossia la possibilità di sette giorni l'anno di precipitazioni superiori ai 10mm. Inoltre, la città ha mostrato di dipendere da una rete di trattamento delle acque con porzioni infrastrutturali che risalgono alla metà del XIX secolo e che necessitano di un aumento della resistenza e della capacità. Quest'ultima, secondo le stime per il 2100, presenterà una domanda maggiore del 30% rispetto alla condizione attuale e, perciò, richiede un incremento delle dimensioni del sistema o in alternativa una riduzione del volume d'acqua trattato.

Tale quadro ha mostrato l'urgenza di realizzare azioni per arginare i possibili fenomeni estremi futuri e perciò l'Amministrazione, a meno di un anno dalla prima inondazione, ha redatto il Copenaghen Climate Adaptation Plan. Questo prevede iniziative di adattamento che interessano principalmente quattro elementi urbani: le aree private (tetti verdi, bacini, circuiti di riciclo), gli spazi di pertinenza degli edifici (pavimentazione permeabile, bacini di detenzione, aree inondabili),

i sistemi di canalizzazione (canali verdi, fossati, canaline pavimentate) e i collettori finali (bacini estesi, aree umide, fiumi).

In generale, ad esempio, la rete verde della città viene implementata, raggiungendo i 100km di estensione, su un totale di ventidue collegamenti arricchiti da vegetazione. Questa viene quindi inserita su elementi di diversa scala spaziale, dalle proprietà private alle aree regionali, come mostra la tabella in basso (City of Copenhagen, 2011).

SCALA URBANA	I LIVELLO RIDURRE LA PROBABILITÀ	II LIVELLO RIDURRE LA SCALA	III LIVELLO RIDURRE LA VULNERABILITÀ
REGIONE	Corridoi verdi con collegamento a nodi ecologici	Pianificazione	Pianificazione
CITTÀ	Rete continua preservata e implementata	Pianificazione	Pianificazione
DISTRETTO	Rete verde caratterizzata da spazi di ritenzione o detenzione idrica	Pianificazione e iniziative bottom-up	Pianificazione e iniziative bottom-up
ISOLATO	Alberatura, verde verticale e spazi di ritenzione o detenzione idrica come raingardens	Pianificazione e iniziative bottom-up	Pianificazione e iniziative bottom-up
EDIFICIO	Verde verticale e pensile, alberatura	Pianificazione e iniziative bottom-up	Pianificazione e iniziative bottom-up

4.1.1 Tabella dei potenziali interventi di riduzione del rischio attraverso il potenziamento della rete verde. (Copenhagen Climate Adaptation plan, 2011 e rielaborazione propria)

Inoltre, le operazioni lungo il connettivo prevedono che la conformazione convessa di alcune strade indirizzi i flussi piovani verso aree di ritenzione limitrofe, come letti di infiltrazione o pavimentazione drenante, oppure verso reti di trasporto alternative al tradizionale sistema fognario, come avviene in Ny Kongensgade, nella figura in basso.



4.1.2 Dettaglio di una canalina pavimentata in Ny Kongensgade. (Klimatilpasning.dk)

Inoltre, un miglioramento della rete fognaria ha previsto un aumento degli spazi di detenzione delle acque, affinché queste, durante i fenomeni di intensità estrema, non confluiscano indistintamente al porto, ma vengano tratteneute temporaneamente. Gli spazi adibiti a questo scopo risultano dodici e si presentano come serbatoi sotterranei urbani. Tale iniziativa ha inoltre permesso, già nel 2002, di incrementare la qualità delle acque portuali e di aprire il primo stabilimento balneare, come zona sicura di ricreazione in città.

Anche lo spazio pubblico è stato oggetto di interesse del Copenhagen Climate Adaptation Plan, attraverso interventi di adattamento ma anche di rigenerazione dell'ambiente condiviso. Ad esempio, molte aree adibite a parco hanno sviluppato una duplice funzione di ricreazione sociale e adeguamento climatico, come nei casi dello skate park Musicon (fig. 4.1.3), di raccolta delle acque meteoriche dagli spazi circostanti, e del lago Sankt Jørgens (fig. 4.1.4), a cui è stato abbassato il fondale per aumentare la sua capacità di detenzione temporanea.



4.1.3 Parco da skateboarding Musicon, a Copenaghen. (visitdenmark.com)

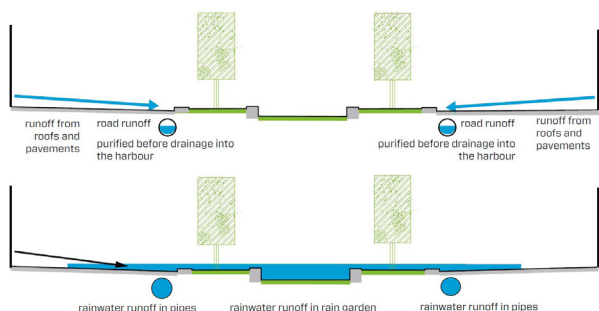


4.1.4 Lago Sankt Jørgen, a Copenaghen. (Rambøll.com)

Mentre, addentrandosi nel tessuto urbano più denso si individuano spazi nei quali risulta complicata la gestione dei picchi di precipitazioni, come avviene nella piazza Annae. Il suo progetto di adattamento è visibile nella figura 4.1.5 e prevede il disegno di un'area centrale verde e concava, utile a accogliere una significativa quantità d'acqua che viene poi diretta al porto tramite un *raingarden* lineare, supportato da un sistema di tubazioni sotterranee che intervengono in caso di eventi di maggiore intensità.

Infine, le iniziative di adattamento intervengono anche su superfici private, inserendo funzioni pubbliche e fornendo alla città nuovi servizi, come avviene ad esempio per il tetto degli Archivi Nazionali (fig.4.1.6). Questi, in seguito al progetto, presentano una copertura verde che trattiene e raccoglie il 70% delle precipitazioni annuali che insistono su di essa, alleggerendo così in carico

sulla rete fognaria. Il caso non appare isolato ma risulta parte della proposta per una futura passerella elevata che si snoderà per quasi un chilometro sui tetti della capitale danese.



4.1.5 Sezione della piazza Annae, a Copenaghen. (realdania issuu.com)



4.1.6 Tetto verde degli archivi nazionali, a Copenaghen. (plh.dk)

## Quartiere di Østerbro

Il progetto per un intero quartiere resiliente a Copenaghen nasce con l'obiettivo di ridurre del 30% le precipitazioni quotidiane convogliate nella rete fognaria. Per ottenere ciò si è partiti dall'implementazione degli spazi verdi permeabili lungo il connettivo, sfruttando l'ampiezza stradale e ritagliandone il 20%, senza però ridurre il numero di parcheggi disponibili. Un esempio è il progetto per la Bryggervangen, la cui carreggiata sarà ridotta per inserire aree di ritenzione dove viene raccolta e detenuta l'acqua piovana in caso di forti piogge e sarà limitata la sezione stradale così come la velocità di percorrenza, a favore degli abitanti. All'incrocio con la Landskronagade e, in generale, in tutte le intersezioni la natura ha la possibilità di 'espandersi' e creare aree di aggregazione per il quartiere. Un esempio, si ritrova in Skt. Kjelds Plads (fig.4.1.7), che in passato era interamente adibito al traffico carrabile con una rotonda centrale di circa 8.000m<sup>2</sup>. Il progetto mantiene attiva la circolazione in porzione limitata e trasforma l'incrocio in un elemento verde resiliente che crea occasione di utilizzo e svago da parte degli abitanti, unito ad una percezione più salubre del quartiere.



4.1.7 Progetto per l'intersezione stradale di Skt. Kjeld, a Copenaghen. (sla.dk)



Vicino alla stessa piazza vi è un cortile sul quale si è sperimentato un progetto di riutilizzo delle corti interne, da trasformare in aree verdi di ritenzione delle acque e di mitigazione climatica, come è visibile in figura 4.1.8. In particolare, si è calcolato che nel quartiere i cortili occupano un terzo della superficie totale e offrono quindi un grande potenziale. L'acqua raccolta sui tetti dovrebbe, così, essere convogliata verso le aree verdi, dove fornisce alimentazione per la vegetazione e favorisce la biodiversità e la coesione sociale, per poi essere smaltita e riutilizzata nello stesso ciclo interno al complesso edilizio senza dover caricare il sistema fognario.

Analogamente, il caso di Tåsinge Plads (fig.4.1.9) contribuisce alla creazione di un'oasi verde pubblica, occasione di ritrovo per la comunità e di visibilità per le attività commerciali circostanti. In precedenza, si trattava di uno spazio asfaltato di circa 1.000m<sup>2</sup>, convertiti nel 2014 in aree verdi e pavimentazioni ciottolate. Per contribuire all'adattamento e mitigazione del clima sono stati inseriti cinquanta alberi ed elementi di arredo ad ombrellone capovolto, di raccolta delle piogge e convoglio a serbatoi interrati.



4.1.8 Progetto modello per i cortili di Østerbro, a Copenaghen. (klimatkvarter.dk)



4.1.9 Piazza Tåsinge di Østerbro, a Copenaghen. (klimatkvarter.dk)

Østerbro sta aumentando la sua visibilità per gli spazi che la caratterizzano come la piazza Tåsinge Plads oppure come la fattoria urbana di ØsterGRO (fig.4.1.10). Qui dal 2014, l'associazione gestisce la coltivazione di 600m<sup>2</sup> di vegetazione intensiva, un allevamento di galline e uno di api. Si tratta del riutilizzo di una vecchia casa d'aste di automobili in Æbeløgade e ora conta sul coinvolgimento di membri associati e volontari, che a loro volta possono anche sfruttare il servizio di cucina con prodotti propri.

Infine, la Città di Copenaghen nel 2011 ha avviato anche un progetto di finanziamento delle iniziative locali di adattamento e mitigazione ai cambi climatici proposte dai residenti del quartiere. Ciò ha attivato la creatività e lo spirito di collaborazione all'interno della comunità e

ha prodotto come risultato numerosi progetti, come il giardino urbano di 5Bryggervangen 12-16 (fig.4.1.11), dove venti diverse specie di vegetazione assorbono, per la propria irrigazione, le piogge provenienti dal tetto vicino di 90m<sup>2</sup> (City of Copenhagen, 2016).



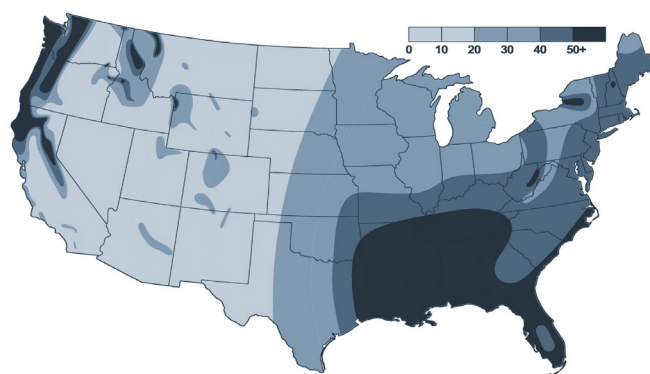
4.1.10 Fattoria urbana ØsterGRO su un tetto di Copenhagen. (ecourbanhub.com)



4.1.11 Giardino urbano di Bryggervangen 12-16 creato dai residenti del quartiere. (klimatkvarter.dk)

## 4.2 NEW ORLEANS

La città di New Orleans occupa una posizione geografica al delta del fiume Mississippi che la rende una delle più esposte all'innalzamento delle acque e all'aumento delle temperature. Si stima, infatti, che entro il 2100 il livello del mare si alzerà di 1,3m e in ottanta giorni l'anno ci saranno temperature superiori a 35°C. La capitale della Louisiana presenta già quantità notevoli di precipitazioni rispetto alla media nazionale, nello specifico più di 1,5m annuali di pioggia, come mostrato nella seguente mappa.



4.2.1 Mappa delle precipitazioni medie annuali negli USA (misurate in pollici). (livingwithwater.com)

In aggiunta, a partire dall'inizio del XXI secolo, la città ha già sperimentato tre eventi di uragano, il Katrina nel 2005, il Ike&Gustav nel 2009 e l'Isaac nel 2012, e, negli ultimi tempi, notevoli fenomeni di erosione della costa e inondazioni, che hanno provocato danni notevoli alla



popolazione e all'ambiente (City of New Orleans, 2015).

La strategia adottata consiste nella transizione da metodi di difesa idrica verso altri di adattamento al clima e di educazione della popolazione, tradotti nel 2010 nel New Orleans 2030, nel cui piano risulta un capitolo dedicato alla resilienza e alla visione *living with water*. Questo tende a sottolineare come la risorsa idrica non sia concepita semplicemente nei termini di vantaggi funzionali, come sicurezza e valore economico, ma che essa sia integrata al paesaggio urbano come elemento identitario della nuova città in armonia con la natura (Oliva, 2015). Infatti, nonostante New Orleans sia sviluppata su un delta fluviale, la presenza dell'acqua non è facilmente percepibile, poiché tende ad essere poco accessibile, nascosta sottoterra e unicamente presente nelle infrastrutture di smaltimento urbano. Nella comparazione con altre città localizzate sulle foci di fiumi (fig.4.2.2), si nota come a Shaoxing (Cina) e a Rotterdam (Olanda) i corpi idrici risultino una presenza penetrata nel contesto urbano e collaborino alla qualità spaziale e alle soluzioni di smaltimento delle piogge (City of New Orleans, 2013).



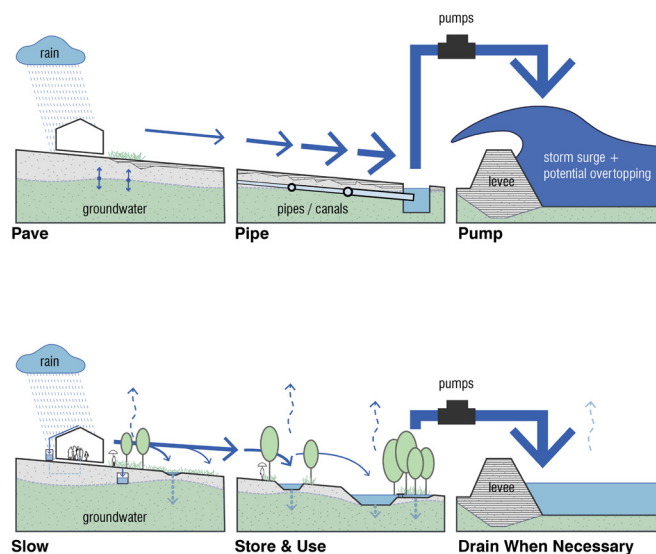
Nel 2013, un evento significativo per la gestione delle acque coincide con la stesura del Greater New Orleans Urban Water Plan, che individua tre punti di progetto: gestione delle inondazioni da piogge estreme, saturazione della rete fognaria in casi di intense precipitazioni e smaltimento delle acque reflue. Inoltre, il piano mantiene la visione di inclusione delle acque, attraverso le proposte di rallentamento e collezione, affinché la risorsa sia visibile e possa partecipare alla vita quotidiana dei cittadini. Le autorità municipali quindi hanno investito su progetti pilota dimostrativi per la comunità, in particolare il Dipartimento alla rigenerazione si è occupato della realizzazione di giardini della pioggia nei lotti abbandonati, trasformandoli in occasioni di attrazione per la

comunità e di multifunzionalità per il ruscellamento in città, mentre il Settore di gestione delle acque urbane ha applicato soluzioni di adattamento come tetti e canali verdi di infiltrazione, e pavimenti drenanti.

Successivamente, nel 2015, New Orleans ha anche introdotto nel regolamento di sviluppo urbano per nuove costruzioni, il New Stormwater Regulations in Comprehensive Zoning Ordinance, norme riguardanti la presenza di soluzioni per il rallentamento del flusso piovano e, attualmente, sta elaborando un programma di incentivi statali, il Property-Assessed Clean Energy, per i privati che operano miglioramenti alle loro proprietà. Infatti, occupandosi anche della mitigazione climatica, l'Amministrazione ha posto come obiettivo la riduzione del 50% delle emissioni annuali di gas serra per il 2030, implementando l'utilizzo di elettricità derivante da processi *low-carbon* (City of New Orleans, 2015).

## Quartiere di Gentilly

Nel 2018, la città di New Orleans ha proposto un progetto sul quartiere di Gentilly, che favorisca allo stesso tempo la riduzione del rischio di inondazione e la riattivazione e rigenerazione dell'area. Quest'area risulta quindi un campo di sperimentazione per una pianificazione resiliente che interesserà altri spazi nella città e ha come principi base il rallentamento e la detenzione delle acque perché queste vengano il più possibile riassorbite naturalmente, alleggerendo il sistema di pompaggio nel fiume (fig. 4.2.3). Complessivamente il progetto comprende più punti di intervento come il parco inondabile Mirabeau, i corridoi blu e verdi e l'area umida di Dillard.



4.2.3 Condizione di gestione delle acque in New Orleans tramite pompaggio e tramite affiancamento di NbS. (scenarijournal.com)

Si stima che il parco venga terminato per la fine del 2021 e che il lotto di terreno sottoutilizzato di Mirabeau (fig.4.2.4) venga trasformato nel cardine del progetto per Gentilly. Infatti, si tratta di più di 100.000m<sup>2</sup> di area verde che potranno raccogliere e trattenere temporaneamente oltre 37milioni di litri di acque piovane provenienti dalle aree e dalle strade circostanti. Le funzionalità del progetto prevedono anche l'aumento della capacità di infiltrazione grazie alla presenza di uno strato di sabbia che collabora per la penetrazione nel terreno, la purificazione delle acque per la presenza di aree umide costruite che aumentano la qualità delle acque ed, infine, l'educazione della comunità attraverso la presentazione dei processi idrologici e l'avvicinamento ai programmi ecologici. I visitatori saranno coinvolti in attività pubbliche di educazione e potranno intervenire in modo interattivo nella conoscenza dei sistemi di gestione delle acque. Sono previsti spazi di dimostrazione su come avviene il pompaggio, canaline a cielo aperto che coinvolgono gli utenti, aree di deposito temporaneo delle acque e canali verdi perimetrali al parco di raccolta e infiltrazione delle piogge.



4.2.4 Tre scenari di progetto per la detenzione idrica del parco di Mirabeau, a New Orleans. (nola.gov)

Inoltre, in generale il quartiere vede la trasformazione di aree sottoutilizzate a punti di raccolta e ritardo del flusso di piogge, come nei casi di strade, lotti e parchi abbandonati convertiti aree verdi a canale di infiltrazione oppure a bacini di ritenzione (fig. 4.2.5). Infine, il progetto su Gentilly propone anche la costruzione di una nuova area umida, localizzata nell'attuale bosco pubblico di Dillard di 110.000m<sup>2</sup>, che svolgerà simultaneamente funzioni di educazione e ricreazione per i visitatori. (City of New Orleans, 2018)



2.2.5 Confronto tra le condizioni precedenti e posteriori agli interventi di inserimento di infrastruttura verde per la gestione delle acque nell'area di Gentilly. (nola.gov)

## 4.4 BOLOGNA

Per quanto riguarda le strategie di pianificazione urbana in risposta alle alterazioni climatiche e nello specifico alla gestione delle acque, i Comuni attivi in Italia sono in netta minoranza e si avviano verso l'adozione di nuove visioni progettuali resilienti.

Il ruolo esemplare è ricoperto dall'amministrazione di Bologna, che, negli ultimi anni, ha valutato la manifestazione delle nuove condizioni climatiche ed è stata spinta a soluzioni di tutela delle risorse naturali e di adattamento dello spazio vissuto. Gabellini descrive il caso del capoluogo emiliano come un investimento 'ordinario' nella resilienza pubblica, poiché non consiste nella redazione di tempestivi piani regolatori per prevenire catastrofi ambientali, come nel caso di altre città europee maggiormente minacciate. Infatti, Bologna risponde con una politica anticipatoria agli effetti diffusi dei cambiamenti climatici, che alterano le normali condizioni di sviluppo urbano e benessere cittadino (Gabellini, 2016).

La città è stata la prima d'Italia (2014) ad aderire al *Mayors Adapt*, ossia l'associazione internazionale di Comuni attivi nella ricerca e realizzazione di adattamento e mitigazione alle minacce ecologiche, attraverso la condivisione di saperi e pratiche tra gli organi politici, ma altrettanto tra questi e le proprie comunità.

Inoltre, il progetto Bologna local urban environment Adaptation Plan for a resilient city – BlueAP, attivo tra il 2012 e il 2015, ha rappresentato il percorso decisivo per la stesura del Piano di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. Anche in questo caso, il Comune ha avuto il ruolo di pioniere a livello nazionale, in parallelo a quello di Padova. Se quest'ultimo, però, si concentra sulla *carbon neutrality* entro il 2050, Bologna ha individuato tre temi principali su cui si impegna per uno sviluppo urbano di adattamento agli attuali cambiamenti climatici. Non a caso, tra le figure che hanno reso possibile il Piano si ritrova l'intervento di Gabellini, allora assessore all'urbanistica e autrice italiana di rilevanza nell'attuale dibattito sulla transizione verso città resilienti.

Nello specifico, il Piano comunale si occupa di segnalare le iniziative utili e la procedura per innescarle, ovvero tratta delle strategie finali, delinea la fase operativa in concrete azioni pilota e definisce sia gli enti responsabili alla gestione sia la dimensione territoriale di pertinenza di ciascun progetto. Inoltre, la Città di Bologna possiede una tradizione di forte partecipazione

nei percorsi decisionali cittadini, che si ritrova anche nelle strategie per l'adattamento, poiché permettono la collaborazione tra i differenti *stakeholders* pubblici e privati nell'individuazione e nella realizzazione delle azioni di progetto.

Il Piano di Adattamento consiste nella proposta di azioni pilota nel campo sociale e ecologico, volte alla lotta dei fenomeni di siccità, ondate di calore e inondazioni. Le condizioni climatiche assunte sono il prodotto di analisi condotte sul territorio regionale, che stimano scenari futuri, compresi tra il 2021 e il 2050, con un incremento delle temperature di 2°C (rispetto al 1961-1990) e una diminuzione della frequenza delle precipitazioni del 30% nella stagione estiva in parallelo ad un'intensificazione di tali eventi.

Per quanto riguarda la sezione del documento dedicata alla lotta agli eventi di pioggia estrema e di rischio idrogeologico, Bologna si impegna a definire alcuni principi chiave entro il 2025, ossia limitare le superfici impermeabili (obiettivo massimo di crescita di 200ha) ed attrezzarne una parte con soluzioni che riducano il *runoff* superficiale (su un minimo di 11,5ha pavimentati), diminuire la circolazione di acque inquinanti (quantità dimezzata) ed infine aumentare la resilienza delle infrastrutture e del patrimonio culturale.

Queste linee si traducono in interventi suddivisibili in quattro strategie principali: migliorare la risposta idrogeologica della città, rendere il territorio resistente alle intense precipitazioni, ridurre il carico inquinante delle piogge e aumentare la resilienza della comunità e dei beni a rischio.

Al primo punto, ad esempio, corrisponde la proposta di adeguare il progetto del nuovo complesso commerciale in via Larga (fig. 4.4.1) agli orientamenti del Piano di Adattamento. Ciò si traduce nell'utilizzo di una pavimentazione drenante negli spazi adibiti a parcheggio, circondati da aree verdi che presentano trincee di infiltrazione, in breve una copertura superficiale che ostacola il ruscellamento libero delle acque. In aggiunta, la normativa suggerisce la costruzione della copertura del centro con uno strato verde oppure di ghiaia per la raccolta e rallentamento del flusso idrico verso le fognature.



4.4.1 Pavimentazione collaborante alla gestione idrica nei pressi di via Larga, a Bologna. (opeproject.it)

Per affrontare l'intensificarsi dei fenomeni di precipitazione, un intervento proposto consiste inoltre nell'adeguare le vie d'acqua ad eventuali eventi di piena. Ciò si ottiene attraverso operazioni di laminazione della rete idrografica, ossia la creazione di aree predisposte ad accogliere le correnti in eccesso e a trattenerle temporaneamente fino a che non si ristabiliscano le condizioni di normalità. Questo approccio si presenta come alternativa sostenibile ai progetti ingegneristici di innalzamento degli argini o di allargamento dell'alveo, che nel corso della storia hanno provocato un aumento della velocità di flusso e della pericolosità delle acque. In alternativa, il Piano suggerisce la creazione di aree umide e multifunzionali che, all'evenienza (tempi di ritorno indicati 10/20 anni), gestiscano l'abbondanza idrica e, inoltre, favoriscano il rafforzamento della biodiversità, la purificazione delle acque fognarie attraverso fitodepurazione e le attività di ricreazione ed educazione della comunità.

Per ridurre il carico inquinante sulle piogge incanalate nel sistema di smaltimento, il Comune prevede l'aggiunta di una seconda vasca 'di prima pioggia' alla rete fognaria. Questa consiste in uno spazio di detenzione temporanea delle acque che scorrono per prime sul suolo e che trasportano con sé anche sostanze inquinanti e richiedono un trattamento di depurazione prima di poter essere liberate in corpi idrici. La vasca in progetto presenta una capacità di 930m<sup>3</sup> e permette di abbattere i flussi inquinanti del 25%, ponendosi in tal modo a metà strada dal raggiungimento dell'obiettivo del 2025.

Infine, per l'incremento della resilienza della popolazione e del patrimonio architettonico, il Piano propone azioni tra le quali un'implementazione nell'utilizzo dei social per quanto riguarda le notizie di allerta meteorologica e la segnalazione di esigenze da parte del corpo di sicurezza ambientale. L'evoluzione delle campagne di comunicazione su questi media permette un'informazione più efficace e una diretta garanzia di allerta territoriale, come hanno testimoniato le operazioni di pulizia durante la nevicata intensa del 2012 (Città di Bologna, 2015).



Spazi dell'ex cantiere navale RDM ad Heijplaat (Nur Zayati)

### III – IL CASO DI HEIJPLAAT A ROTTERDAM



## 5. ROTTERDAM

Il quadro internazionale di azioni per la transizione verso una pianificazione resiliente e nature-based collabora a individuare in infiltrazione, filtrazione, detenzione, drenaggio e purificazione i principi naturali alla base della gestione delle acque. Infatti, le declinazioni architettoniche derivanti sfruttano tali presupposti e, attraverso il lavoro del pianificatore, assumono una forma creativa e concorde allo spazio circostante. In questo campo, dunque, appare necessario trattare un ultimo caso progettuale ritenuto esemplare per l'impegno nelle iniziative di resilienza urbana. Rotterdam, infatti, si presenta come realtà emblematica, a partire dalla sua posizione geografica sulla foce di due importanti corsi d'acqua. Oltre alla sua conformazione urbana, si può sostenere che, generalmente, la nazione intera si è costantemente confrontata con il tema del rischio ambientale nel corso della storia, stimolando da sempre un'antica e attenta politica di protezione dalle acque.

La scelta di trattare il caso olandese e localizzare lì la stessa proposta progettuale deriva proprio dalla ricchezza di visioni resilienti che caratterizza attualmente le fasi strategiche ed operative di sviluppo delle maggiori città dei Paesi Bassi. Infatti, lì i tradizionali sistemi di protezione alle acque sono stati mantenuti ma considerati pericolosamente vulnerabili, poiché potrebbero risultare inefficienti di fronte all'imprevedibilità delle alterazioni climatiche. Ultimamente, dunque, tali soluzioni tendono ad essere affiancate a strategie alternative per l'adeguamento alle flessibili condizioni ambientali, tramite, ad esempio, la collaborazione con le acque di inondazione.

In parallelo al tema dell'incognita futura e ad una derivante pianificazione 'aperta' a vari scenari futuri, il progetto per Heijplaat si presenta come campo di applicazione ottimale di strumenti di gestione idrica resiliente e ospita perciò una proposta di rigenerazione per il suo periodo transizione. Infatti, Heijplaat si caratterizza per la sua funzione storica di porto, che dovrà abbandonare in seguito alla rilocalizzazione della logistica da parte delle autorità. Poiché la Città non ha ancora espresso le funzioni definitive che saranno ospitate nell'area, la visione di

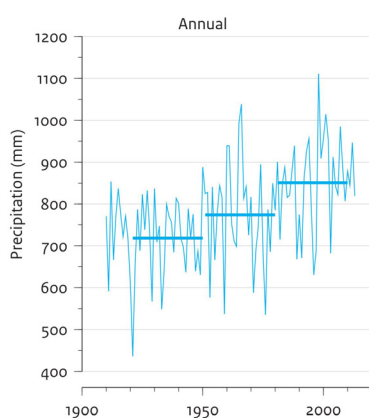


rintegrazione di Heijplaat nel tessuto urbano apre una grande varietà di scenari e lo definisce come potenziale luogo di sperimentazione resiliente. Attorno a quest'ultima e alla memoria del passato industriale di cantiere navale, è possibile proporre anche un rafforzamento dell'identità locale, oltre che un diffuso potenziamento della qualità ambientale.

## 5.1 AZIONI PER LA CITTÀ RESILIENTE

Rotterdam si colloca in un'area particolarmente vulnerabile poiché occupa uno spazio sul delta del Reno e della Mosa nel Mare del Nord. In generale, l'intero Paese ha dovuto confrontarsi storicamente con la propria condizione geografica particolare che posiziona il 60% della superficie nazionale al di sotto del livello del mare, ragione per la quale a partire dal XIV secolo gli abitanti hanno iniziato a smaltire l'acqua in eccesso attraverso la costruzione di mulini a vento.

Nell'attuale classifica del World Risk Report, l'Olanda appare al tredicesimo posto tra i quindici Paesi più esposti del pianeta, la sua posizione però si compensa con una bassa vulnerabilità dovuta alla potenziale capacità nazionale di investire contro il rischio in piani di adattamento e mitigazione (Bündnis Entwicklung Hilft, 2018). Nello specifico, le alluvioni più recenti che hanno causato i danni maggiori sono state quella del 1993 e la successiva del 1995, provocando migliaia di sfollati in tutta la nazione. Tra i maggiori rischi a cui i Paesi Bassi sono esposti, risulta l'aumento delle precipitazioni, del 26% tra il 1910 e il 2013 (fig.4.3.1) e stimato ad un ulteriore 5% entro il 2030 (periodo di riferimento 1981-2010) e l'innalzamento delle temperature e del livello dei mari, rispettivamente previsti di 1°C entro il 2030 e di 40cm nel 2050 (KNMI, 2015).



4.3.1 Grafico delle precipitazioni medie annuali in Rotterdam, nel periodo 1910-2013. (KNMI '14)

Per questo motivo, nel corso del tempo sono state condivise politiche di interesse e strategia nei

confronti della gestione spaziale delle acque. A livello nazionale, negli anni '20 del Novecento si è intensificato l'utilizzo dei *polders*, ossia pianure drenate per ottenere terreni abitabili, e nel secondo dopoguerra si è adottata una strategia di pianificazione spaziale che integrasse la questione idrica. A partire dal 1953, a seguito di una disastrosa inondazione che ha causato più di duemila vittime e alluvionato più di 100.000ha di terra, è entrato in vigore il Delta Plan che, accanto al National Adaptation Strategy, rappresenta l'attuale documento di pianificazione decisivo per l'adattamento alle alterazioni climatiche. I due atti delineano i punti di sviluppo nazionale e concedono un margine di autonomia decisionale alle amministrazioni locali, città e autorità regionali delle acque, affinché possano proporre strategie mirate, tradotte in regolamenti locali, licenze d'uso, incentivi e processi partecipativi.

Le singole iniziative testimoniano la diffusa transizione da un approccio ingegneristico ad uno di collaborazione con i programmi naturali, ad esempio attraverso la rinuncia all'ampliamento del sistema fognario e l'utilizzo di strumenti che seguano la visione di *infiltrazione-cattura-riuso* delle acque. L'obiettivo che si delinea consiste nel creare città *rainproof* (lett. a prova di pioggia) e aumentare la resilienza urbana, che si traduce nella pratica in azioni di adattamento e in investimenti nella sperimentazione progettuale.

Rotterdam, in particolare, negli ultimi cinquant'anni, ha sperimentato un aumento di sette volte tanto il suo rischio ad inondazioni, dovuto dall'espansione verso aree esposte e ai fenomeni di urbanizzazione (C40 Cities, 2018). La domanda di un piano preventivo ha guidato la Città a sviluppare il documento Rotterdam Climate Initiative, che contiene le linee guida per la mitigazione delle alterazioni climatiche con una riduzione del 50% delle emissioni di diossido di carbonio dal 1990 al 2025, e il Rotterdam Climate Proof (2008) per la transizione verso una pianificazione resiliente. L'ultimo documento si è concretizzato, successivamente, attraverso il Rotterdam Climate Change Adaptation Strategy (2013), che garantisce che questioni come le acque sicure e l'isola di calore siano considerate dal principio nelle decisioni spaziali urbane. Rotterdam assume così una posizione di capofila nella ricerca e nella pratica per la resilienza urbana, con progetti pilota e valutazioni in itinere.

La città si trova in prevalenza sotto il livello del mare e presenta una sua porzione esterna alle dighe di protezione costruite dall'uomo. La strategia di adattamento dei piani prevede un forte

appoggio sulle infrastrutture storiche di difesa dalle acque, come il Maeslantkering (barriere di uso flessibile durante le tempeste), le dune di sabbia lungo la costa e le dighe che arginano i canali.



4.3.2 Struttura Maeslantkering, di contenimento delle acque per la protezione di Rotterdam. (oceans.mit.edu)

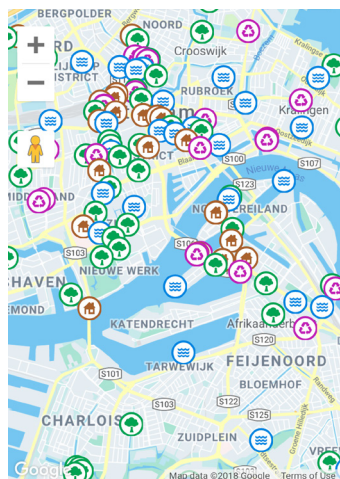
A tali soluzioni si aggiungono degli interventi sullo spazio pubblico perché limitino il carico sugli strumenti tradizionali e ne affianchino altri di collaborazione con la natura, per la realizzazione di una città-spugna. Queste possono consistere, ad esempio, nella depavimentazione, nella piantagione di alberi, nella costruzione di piazze inondabili e di tetti verdi. In aggiunta, i piani municipali sottolineano il ruolo fondamentale delle fasi di monitoraggio e di manutenzione degli strumenti, oltre alla partecipazione dei cittadini, impegnati ad aumentare la resilienza degli spazi pubblici e dei propri beni privati (Gementee Rotterdam, 2013).

Infine, Rotterdam fa parte dei membri fondatori dell'organizzazione Connecting Delta Cities, una rete di città collocate su delta fluviali e attive nella ricerca e nella pratica per l'adattamento ai cambi climatici, con l'obiettivo di condividere a livello internazionale iniziative utili alla prevenzione dei rischi.

Tra le proposte progettuali finora sperimentate in campo urbano, la città presenta un aumento delle superfici verdi, una progettazione di spazi di raccolta delle acque e l'avanzamento dell'esperienza di comunità galleggianti.

Con l'obiettivo di aumentare le superfici permeabili, l'Amministrazione ha offerto contributi agli operatori privati che convertono il proprio tetto in verde, così, solo nel 2014, si è verificato un incremento di 185.000m<sup>2</sup> in città (C40 Cities, 2018). Inoltre, nell'estate del 2018 l'associazione di ricerca Data Science for Social Good ha intrapreso una mappatura delle potenziali coperture verdi, attraverso dati e immagini satellitari, che hanno fornito un totale di 14km<sup>2</sup> di possibili tetti

coinvolgibili in strategie di sviluppo resiliente della città, ad esempio aumentando la diffusione di pannelli solari o di agricoltura urbana (Gementee Rotterdam, 2018). Un'altra tipologia di mappatura è quella dei punti urbani interessati da progetti sostenibili e presentati all'utente attraverso l'applicazione Duurzaam, come mostra la figura 4.3.3, accessibile a tutti ed educativa per la comunità.



4.3.3 Interfaccia mobile dell'applicazione Duurzaam Rotterdam. (duurzaam e rielaborazione propria)

Per quanto riguarda la realizzazione di spazi di detenzione idrica, il progetto emblematico per la città consiste nella sua piazza inondabile Benthemplein (fig.4.3.4), modello per altre realizzate successivamente in città. Si tratta di un elemento urbano progettato per offrire multifunzionalità e collaborazione allo smaltimento alternativo delle acque meteoriche. La piazza si caratterizza per la presenza di tre bacini pavimentati collegati da canaline a cielo aperto, due di questi, una volta pieni, iniziano a destinare le acque al terzo. Per la precisione, i primi 5mm, ossia le 'acque di prima pioggia' possono coinvolgere detriti e materiali inquinanti e per questo motivo vengono diretti alle fognature, mentre il flusso successivo viene assorbito dalle superfici drenanti dei bacini e scaricato nel vicino canale d'acqua. La particolarità della piazza risiede proprio nella sua flessibilità agli usi, poiché quando è in condizioni asciutte, questa ospita attività come basket e skateboarding, oltre ad essere un nuovo punto di incontro per il quartiere, per gli uffici vicini e per le scuole. Un altro intervento di raccolta dell'acqua consiste nella costruzione di un parcheggio sotterraneo all'area dei musei che ospiterà fino a 10.000m<sup>3</sup> di pioggia.



4.3.4 Piazza di Bentemplein con dettaglio sul campo da basket inondato. (larchitecturedujourd'hui.fr)

Per quanto riguarda l'innovazione nella realizzazione di strutture galleggianti, già nel 2002 ad Amsterdam è iniziata la sperimentazione della comunità di IJburg di case galleggianti. Finora Rotterdam ha promosso la realizzazione di un'installazione di vegetazione galleggiante nel Rijnhaven (fig.4.3.5), come modello di piante che collaborano alla mitigazione dei cambiamenti climatici poiché aumentando la presenza di verde urbano. Inoltre, lo stesso architetto che ha realizzato prototipi di strutture fruibili sull'acqua, i Floating Pavilion (fig.4.3.6), ha progettato un insieme di diciotto abitazioni galleggianti che occuperanno presto il molo di Nassauhaven. Dunque, la ricerca architettonica è in continuo sviluppo e getta le basi per nuove forme dell'abitare sulle acque, includendo scenari di produzione galleggiante, come nel caso del progetto per la prima fattoria sul fiume Mosa.



4.3.5 Installazione di alberi galleggianti nel IJnhaven, a Rotterdam. (rotterdammakeithappen.nl)



4.3.6 Padiglioni galleggianti sulle acque del Rijnhaven, a Rotterdam. (rdcroterdam.com)

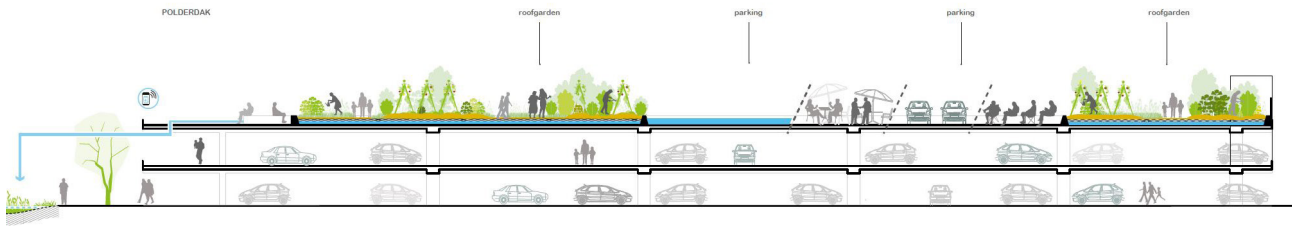
Un particolare caso di riattivazione urbana è rappresentato dal quartiere di Zomerhof, nell'area di Rotterdam retrostante la stazione centrale. A seguito dei bombardamenti, nel secondo dopoguerra il distretto ha testimoniato una lenta ricostruzione principalmente attraverso un social

housing essenziale, che tuttavia non ha stimolato grandi investimenti e interesse della comunità, provocando un progressivo abbandono di gran parte degli stabili e una conseguente percezione di insicurezza per le strade. A partire dal 2012, le iniziative di ripresa *top-down* non mostravano sufficienti risultati quindi l'Amministrazione si è affidata ad azioni di *slow urbanism*, come l'uso temporaneo del costruito e azioni creative di coesione sociale. Con la nascita delle prime nuove attività, come bar, ostelli, atelier artistici, la comunità e la cittadinanza si sono unite e hanno ribattezzato l'area come Zoho. Da quel momento, iniziative a lungo e breve termine si sono moltiplicate, dando vita ad un quartiere pulsante, sicuro e sperimentale (ReKreators, 2018).

È a quel punto che si inserisce l'intervento degli architetti di De Urbanisten che propongono, in collaborazione con la comunità, di aggiungere alla rigenerazione una pianificazione per rendere resilienti gli spazi. Il quartiere diventa un esemplare campo di applicazione di soluzioni innovative per la lotta ai cambiamenti climatici. Professionisti e abitanti collaborano alla proposta di progetti per aumentare la resilienza alle inondazioni, alla siccità e all'isola di calore, come ad esempio i sistemi di detenzione temporanea della piazza Benthemplein, del tetto del Katshoek e del sistema Rainbarel, accanto alle strategie di infiltrazione dell'ex sopraelevata ferroviaria Hofbogen e del Zoho raingarden. In generale, tali azioni hanno valorizzato lo spazio pubblico, poiché lo hanno reso multifunzionale, e hanno permesso alla comunità di usufruirne maggiormente, sottraendo importanza al protagonismo delle automobili e ricavando dalle strade una notevole estensione di aree verdi.

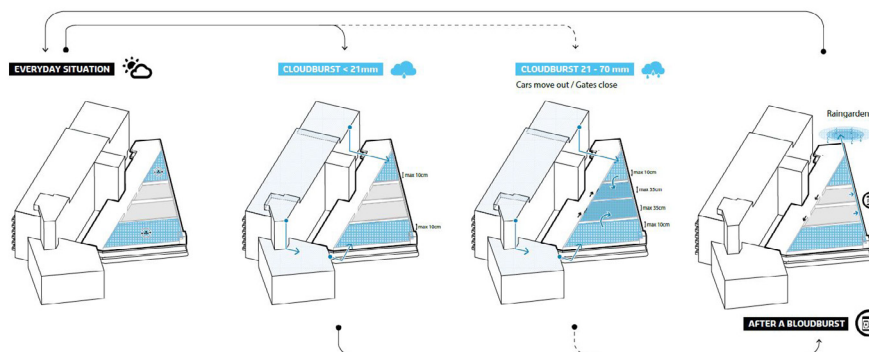
Nel caso dell'edificio Katshoek, la copertura del parcheggio multipiano è progettata per essere riutilizzata come sistema di deflusso delle piogge attraverso la combinazione di uno strato di infiltrazione verde e di uno di stoccaggio in una struttura a cassettoni (fig.4.3.7). In caso di previsioni di piogge estreme, un sistema di telecontrollo permette lo scarico delle acque e lo svuotamento del tetto per ospitare un nuovo carico. In tale maniera il tetto può assumere più funzioni, promuovendo iniziative di agricoltura urbana, funzionando da serbatoio per la pioggia e ospitando eventi di aggregazione della comunità.





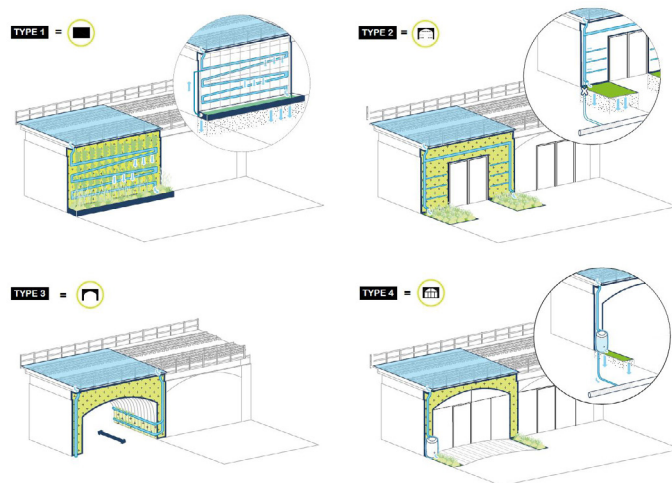
4.3.7 Copertura polderroof in progetto sull'edificio Katshoek, in Zoho. (De Urbanisten, 2014)

Il sistema Rainbarrel di raccolta e riuso delle acque meteoriche consiste in un insieme di taniche di detenzione delle acque posizionate sugli spazi di copertura o di pertinenza degli edifici (fig. 4.3.8). Le loro funzioni sono di raccolta delle piogge e indirettamente anche di educazione della comunità e delle scuole ai temi della resilienza alle inondazioni. Le taniche si trovano in successione e sono collegate tra di loro attraverso tubi e la loro capacità totale viene monitorata grazie ad un sistema elettronico che riceve le previsioni metereologiche e, se necessario, permette lo svuotamento dei serbatoi in modo da poter ospitare un nuovo carico.



4.3.8 Progetto di taniche per la raccolta d'acqua Rainbarrel, a Zoho. (De Urbanisten, 2014)

In attesa dei piani della municipalità sull'ex sopraelevata ferroviaria Hofbogen, che attraversa il quartiere, le proposte di riutilizzo temporaneo hanno favorito azioni creative di valorizzazione architettonica e ecologica dello spazio. Sulla struttura è proposto un sistema di drenaggio delle acque attraverso tubature, che conduce a taniche di raccolta o ad aree verdi di infiltrazione. Tale soluzione è stata declinata in più tipologie (fig. 4.3.9), a seconda della sezione di sopraelevata ferroviaria interessata, e aumenta la qualità dello spazio pubblico attraverso l'inserimento di raingardens, facciate verdi e pratiche educative di gestione delle acque.

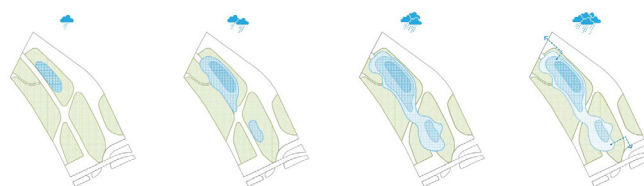


4.3.9 Vari scenari di utilizzo del verde per la gestione delle acque sull'ex sopraelevata Hofbogen. (De Urbanisten, 2014)

Infine, il Zoho raingarden (fig. 4.3.10 e 4.4.11), collocato nell'area del quartiere più vicina al centro, rappresenta la prima fase della costruzione di un giardino urbano di infiltrazione delle acque raccolte dallo spazio pubblico e dagli edifici circostanti. Le aree verdi sono state ricavate da una porzione del marciapiede e dei parcheggi e arricchite da piante in grado di sopravvivere a condizioni estreme di scarsità o di abbondanza d'acqua. La particolarità dell'intervento consiste nel suo basso impatto sia in termini economici sia temporali, poiché la realizzazione si è basata sul riutilizzo dei materiali risultanti dalla depavimentazione e l'intervento è durato due giorni (DeUrbanisten, 2014).



4.3.10 Raingarden di Zoho in condizioni di pioggia estrema. (De Urbanisten, 2014)



4.3.11 Mappe di rimpimento delle aree di ritenzione del raingarden di Zoho. (De Urbaniste, 2014)

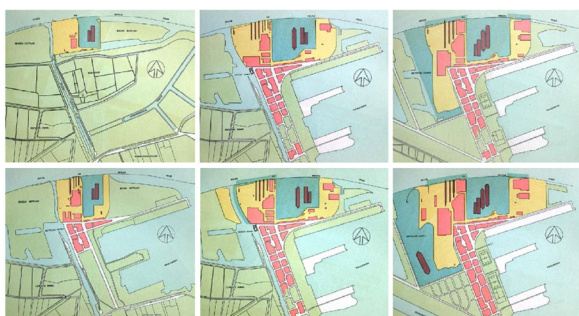
## 5.2 IL QUARTIERE DI HEIJPLAAT

La fioritura del porto di Rotterdam è dovuta principalmente alla sua conformazione naturale a foce con insenature, adatte alle attività di trasporto marino, e favorita a partire dal 1872 attraverso le operazioni di apertura ai traffici navali nella Nieuwe Waterweg.



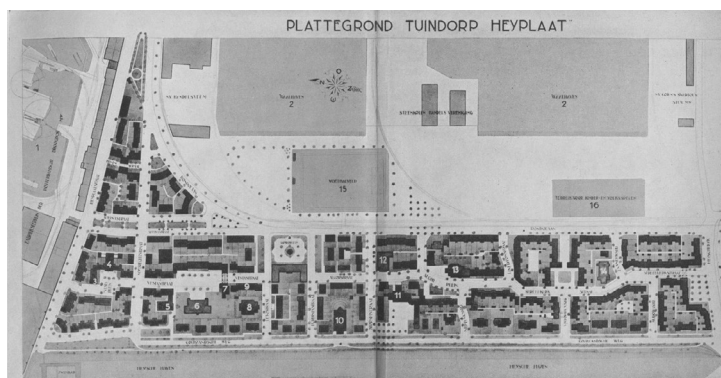
La penisola di Heijplaat ha origine nello sviluppo delle attività portuali di Rotterdam e presenta tre interessanti realtà architettoniche: i cantieri e il bacino dell'ex cantiere navale RDM nato nel 1902, la città giardino dei suoi operai risalente al 1913 e, infine, l'antico impianto municipale di quarantena realizzato a cavallo tra il 1930 e il 1933. In particolare, le prime due aree sono interessate dal progetto di rigenerazione di Heijplaat e perciò considerate più a fondo nel loro sviluppo spaziale.

L'attuale conformazione della penisola risale a cantieri di rimodellazione della sponda meridionale della Mosa, come mostra la sequenza di mappe in figura 5.2.1, con l'obiettivo di realizzare l'insenatura artificiale di Waalhaven (1906-1931) e, in un secondo momento, quella di Eemhaven (Seconda Guerra Mondiale) su una porzione di territorio acquitrinoso, ospitante il villaggio di De Heij (da cui deriva l'attuale Heijplaat) e il canale di Courzand (che dona il nome all'asse principale del distretto residenziale).



5.2.1 Sequenza di mappe che rappresentano lo sviluppo dell'attuale area di Heijplaat. (crimsonweb.org)

La frequentazione dell'area di Heijplaat ha subito un decisivo aumento a partire dal 1902, all'apertura della compagnia Rotterdamsche Droogdok Maatschappij – RDM, che si occupava di costruzioni di navi mercantili e, in seguito, cisterna e passeggeri. Da poche centinaia di dipendenti, la RDM ha assunto un ruolo fondamentale per l'economia di Rotterdam, coinvolgendo sempre più lavoratori provenienti dalla città. Tuttavia, il cantiere navale non risultava connesso adeguatamente e ciò ha provocato la progettazione ex novo di un villaggio residenziale nei pressi dell'industria, per ospitare le famiglie di lavoratori. Il piano urbanistico (fig.5.2.2) originario è stato curato dall'architetto Baanders e la sua realizzazione ha inizio nel 1913.



5.2.2 Piano urbanistico per Heijplaat.  
(rotterdamwoont.nl)

La particolarità del villaggio è la sua derivazione concettuale dalla città giardino, modello urbano fondato da Howard nel 1898 e consistente in spazi di vita a misura d'uomo e immersi nella natura, per conciliare allo stesso tempo residenza, agricoltura e industria. Il progetto di Heijplaat, inoltre, prevedeva una grande differenziazione e varietà formale, attraverso varie tipologie abitative, basate principalmente su case unifamiliari di cinque stanze e giardino retrostante, ed anche vivacità nell'andamento stradale (non perfettamente rettilineo) e nella moltitudine di aree comuni ricreative. Infatti, ai tempi di massimo sviluppo industriale, Heijplaat ospitava anche funzioni pubbliche, negozi, palestre, piscine, punti di aggregazione sociale e due scuole (Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2018).

Tuttavia, a seguito di un periodo di intensa attività di costruzione e riparazione navale, il mercato della concorrenza si è ampliato, coinvolgendo Paesi come il Giappone e la Corea a partire dagli anni '60, e ha condotto la compagnia olandese al fallimento definitivo nel 1983. Da quel momento in poi, l'intreccio tra la città giardino e il complesso industriale ha perso il suo legame originario, rimanendo semplicemente una prossimità spaziale. Per questo motivo, l'impianto fordista, che faceva gravitare le attività di Heijplaat attorno all'industria e ai servizi che essa offriva agli operai, è svanito e la penisola ha testimoniato un periodo di crisi identitaria, lavorativa e abitativa. A seguito della bancarotta di RDM, alcune residenze risalenti agli anni '50 sono state demolite e opere di risanamento sono state effettuate in alcune fabbriche del villaggio.

La prospettiva di rigenerazione di Heijplaat si è concretizzata a partire dal 2002, con l'acquisto da parte della città del sito di RDM (fig.5.2.3) e con l'apertura, nel 2009, di un campus di innovazione e istruzione nei suoi spazi industriali. A partire da quel momento, l'ex compagnia RDM ha fornito il suo acronimo per il nuovo polo di Research, Design & Manufacturing e ha iniziato ad ospitare

società di ricerca, divenendo un interessante centro di sperimentazione ai confini della città.



5.2.3 Confronto della vista sull'insenatura del dock principale di Heijplaat tra il 1911 e il 2005. (crimsonweb.org)

La funzione di Heijplaat subisce un cambiamento decisivo a partire dal maggio del 2013, con la realizzazione del Maasvlakte II, un'isola artificiale a ridosso del Mare del Nord che estende la superficie portuale del 20% verso la foce della Mosa. L'iniziativa comporta il trasferimento di gran parte delle attività commerciali in acque più distanti dal centro urbano ed allo stesso tempo l'opportunità di riprogettare i vecchi spazi della logistica secondo nuove funzioni. Per questo motivo, già a partire dal 2011, le aree che un tempo costituivano i nodi principali del porto, tra cui Heijplaat, e che, in un futuro, saranno meno coinvolte in tali attività, sono state inserite in un piano strategico nato dalla collaborazione della Città e dell'Autorità portuale. La sua redazione comporta una maggiore inclusione delle ex aree portuali nel tessuto urbano e un rafforzamento del legame tra Rotterdam e le acque fluviali. Nello specifico, il piano strutturale rappresenta le visioni di sviluppo provinciale e nazionale, che procedono nella loro declinazione dettagliata sotto forma di mappe di destinazione d'uso (Bestemmingsplan) preparate dalle amministrazioni locali, così da decentralizzare parte della pianificazione e permettere un maggior dialogo tra il pubblico e il privato a livello locale. Il programma della Structuurvisie, visibile nella figura xx per i Stadshavens (lett. porti urbani) risulta un'occasione di sperimentazione di nuove tecnologie e nuovi modelli di sviluppo, attraverso tre scenari temporali di corto (2015), medio (2025) e lungo termine (2040). In particolare, elementi di innovazione possono essere ritrovati sia nella proposta di azioni di protezione nei confronti di possibili inondazioni, tenendo conto della posizione dei Stadshavens al di fuori delle dighe, sia nell'impegno nel rafforzamento della mobilità sostenibile, tutte in generale investimenti per la valorizzazione dei sistemi verde e blu della città. In aggiunta, un aspetto caratterizzante le future destinazioni d'uso delle aree portuali cittadine si concretizza nella nascita di spazi dedicati specificatamente alla sperimentazione, come aree disponibili alla crescita

di 'pionieri urbani' e di ricerca per la transizione verso una città più sostenibile. In linea con tale prospettiva nelle aree di Merwe-Vierhavens, Rijn-Maashaven, Waal-Eemhaven, RDM-Heijplaat la Structuurvisie ha già mostrato risultati di rigenerazione urbana. In particolare, nell'ultima zona ex-portuale, interessata dal progetto di tesi, la Città ha finora finanziato la demolizione e la ricostruzione di alcuni edifici residenziali in stato di degrado, migliorato la qualità degli spazi pubblici interni ad Heijplaat e all'area di ex-quarantena, aumentato i collegamenti del trasporto pubblico con il centro di Rotterdam ed, infine, assecondato la riconversione degli spazi dell'antica RDM (Gemeente Rotterdam, 2011).

## 6. UN'APPLICAZIONE SU HEIJPLAAT

A partire dal caso olandese e, più specificamente, da quello di Rotterdam, questo lavoro propone un'applicazione progettuale sul territorio di Heijplaat per la gestione delle acque urbane. Si affianca, dunque, al tradizionale sistema olandese di protezione dalle acque, un piano alternativo di resilienza e collaborazione con la natura e si propone, da un lato, un rafforzamento della convivenza quotidiana con le acque e, dall'altro, si ipotizzano nuovi scenari per il quartiere di Heijplaat dopo il suo utilizzo come base portuale. Infatti, nella prospettiva di un'inclusione di Heijplaat nelle Stadhavens, questa assume un ruolo potenziale nella sperimentazione progettuale di tecniche resilienti e, allo stesso tempo, la stessa Rotterdam trova opportunità di soddisfare la sua domanda di suolo, in forte crescita negli ultimi anni.

La fase di progetto si costituisce, così, di una prima indagine a proposito dei possibili strumenti impiegabili nella gestione delle acque urbane e di un successivo disegno paesaggistico sull'area di Heijplaat.

### 6.1 CATALOGO DEGLI STRUMENTI DI GESTIONE DELLE ACQUE

L'origine del progetto resiliente all'acqua si colloca nel riconoscimento dei principi chiave di gestione delle risorse idriche in natura. Infatti, sostenendo una metodologia di imitazione del ciclo idrologico, come espresso nella manualistica per il LID - Low Impact Development, in un primo momento, il ruolo del pianificatore consiste, in un avvicinamento ai fondamenti ambientali e in uno studio delle tecniche codificate dalla letteratura scientifica. Successivamente, egli sarà in grado, grazie alla sua formazione, di declinare le soluzioni tecnologiche in espressioni spaziali di progetto, attribuendone un carattere morfologico, in sintonia con il contesto di applicazione. Dunque, il terzo livello di specificazione delle soluzioni alle precipitazioni estreme si descrive in termini architettonico-figurativi e origina un indice di strumenti, di potenziale utilizzo nella

gestione urbanistica delle acque meteoriche. La raccolta in un unico inventario ha come obiettivo di fornire una visione, qualitativa e il più ampia possibile, delle possibilità progettuali, prodotto di un'attività di ricerca, classificazione, descrizione e comparazione.

A seguire si presenta, perciò, la raccolta completa degli strumenti della pianificazione urbana, a partire dalla loro origine nei principi di gestione per terminare nella loro singola schedatura. Inoltre, nell'illustrazione delle possibili soluzioni alla gestione delle acque, una seconda parte è dedicata alle azioni così dette non-strutturali. Esse vengono inserite accanto all'inventario, a sottolineare la loro presenza decisiva per conseguire una transizione verso un futuro resiliente. È infatti compito del pianificatore accostare interventi spaziali ad una strategia di intervento nei campi della politica, comunicazione, partecipazione ed educazione, affinché si coinvolga la popolazione nel progetto urbano fornendo conoscenza e responsabilità.

### *Iniziativa strutturali*

I fenomeni di precipitazioni in natura consistono in principi fondamentali quali drenaggio, infiltrazione, filtrazione, detenzione e depurazione delle acque. A partire da essi, le tecniche illustrate nella manualistica traggono i funzionamenti ambientali chiave da applicare agli strumenti di gestione idrica come, ad esempio, tra i più frequenti: le canaline, i bacini di infiltrazione, i sistemi di bioritenzione, i *wet* e *dry ponds* e le *wetlands*. Come mostrato nel diagramma sottostante le soluzioni architettoniche risultanti traggono contemporaneamente origine da più principi di gestione, unendo in sé anche la rielaborazione spaziale e fusione di più tecniche di trattamento delle acque meteoriche.



5.1.1 Diagramma delle relazioni tra principi base della gestione delle acque e strumenti urbanistici da inventario.

Infine, considerando la metodologia alla base dell'analisi e della catalogazione delle soluzioni, è necessario sottolineare il carattere interscalare e interdisciplinare di tale ricerca. Infatti, se, da un lato, il lavoro si concentra sulle pratiche urbane di resilienza alle acque, dall'altro, i risultati ottenuti coprono uno spettro di indicazioni ampio, con il tentativo di considerare il ciclo idrico nella sua completezza. Quest'ultimo, in aggiunta, presenta una complessità tematica tale da rendere necessario il dialogo comune a differenti ambiti scientifici, in un progetto congiunto tra botanici, chimici, ingegneri idraulici e fisici di pianificazione territoriale. Per lo stesso motivo, l'impiego esclusivo di soluzioni tecnico-ingegneristiche non considerano la complessità dei territori, la dinamicità dei sistemi ambientali, l'incertezza del cambiamento climatico e le rapide trasformazioni antropiche nel territorio, e dimostrano l'inefficienza di approcci basati su ambiti settoriali ristretti e un futuro statico della città (AA.VV., 2015).

Per una loro più rapida comprensione, la trattazione degli strumenti è descritta tramite due tipologie, infrastrutture blu e verdi, nonostante questa non rappresenti una divisione categorica. A supporto di ciò, è necessario considerare il valore aggiunto nei casi di integrazione tra più

funzioni e applicazioni tecnologiche, in un confine indefinito tra infrastruttura urbana blu e verde, che sottolinea il carattere flessibile delle soluzioni resilienti.

Un concetto alla base dell'applicazione degli strumenti di gestione urbana delle risorse idriche presenta la relativa inefficienza di ciascuno di essi in condizioni di isolamento, poiché, in particolare, ogni soluzione determina un significativo impatto sulla città, se messo a sistema con gli altri. Per tale ragione, nella pianificazione è fondamentale l'unione e la collaborazione tra azioni differenti, per la creazione di una rete di soluzioni di adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici. Inoltre, i mezzi raccolti in inventario aspirano all'obiettivo comune di miglioramento della gestione delle precipitazioni sia dal punto di vista quantitativo, sia da quello qualitativo, attraverso operazioni quali: la chiusura locale del ciclo idrico, la limitazione del ruscellamento e inquinamento per deflusso, la riduzione del consumo di acqua potabile e l'alleggerimento del carico sul sistema fognario. In particolare, quest'ultimo, non sostiene interventi di disconnessione delle acque di raccolta delle piogge da quelle nere di scarico dagli edifici, poiché si pone come alternativa all'azione di integrazione infrastrutturale sotterranea. Da tali linee strategiche si comprende l'urgenza di un'inversione di tendenza dalla pianificazione, dalla gestione idraulico-funzionalista del progetto alla salvaguardia delle risorse, tramite il riconoscimento delle potenzialità territoriali (AA.VV., Sessione speciale 04. Paesaggi dell'acqua come progetto del territorio sicuro., 2015).

In linea con tale approccio, l'insieme degli strumenti inseriti in guida tendono ad includere il minor impatto possibile, in termini di costi ambientali (scavi, squilibri degli habitat, ecc.) ma anche economici e sociali. Una volta verificata la fattibilità del rimpiego di fabbricati preesistenti, appare, infatti, fondamentale l'applicazione degli strumenti di resilienza sugli stessi, contribuendo in tal caso alla valorizzazione ed evoluzione funzionale di tali spazi. Allo stesso modo, l'approccio di collaborazione con la natura favorisce l'utilizzo di strategie contrarie alla difesa e sottrazione dalle acque, permettendo, anzi, alle stesse di invadere il costruito in alcuni dei suoi punti. Tale pratica è facilmente individuabile tra gli elementi dell'inventario, in grado di intensità maggiore (il caso degli spazi 'inondabili') o minore (l'esempio degli strumenti permeabili).

In aggiunta, oltre allo sfruttamento delle preesistenze del patrimonio costruito, tale ricerca presenta risultati che si accomunano per la loro tendenza alle NbS – Nature-based Solutions,



che favoriscono la tutela e gestione degli ecosistemi, in collaborazione con le attività presenti in natura e la geomorfologia che essa implica. La chiave di lettura, utile al pianificatore, dunque, di entrambi i contesti costruito e naturale, si basa sul riconoscimento delle loro opportunità offerte e sulle azioni di minor scompensamento degli equilibri esistenti.

Il lavoro si struttura nella raccolta e nell'organizzazione degli strumenti, ognuno nella propria scheda di inquadramento. Ciascuna di esse presenta una prima sezione di conoscenza teorica, una successiva descrivente gli aspetti principali di applicazione e un'ultima di valutazione dei benefici di impiego. Tali vantaggi spaziano all'interno di un ampio spettro di ambiti differenti, riconducibili alle tre declinazioni alla base del progetto sostenibile: ecologia, società ed economia (Davico, Mela, & Staricco, 2009). Infine, per ogni scheda, viene inserito un insieme di riferimenti di progetti provenienti da tutto il mondo impieganti la soluzione in analisi, come *best practice* da cui trarre insegnamento.

Al fine di offrire un quadro conclusivo dell'inventario realizzato, al fondo è inserita una tabella di comparazione e valutazione delle soluzioni, per comprenderne allo stesso tempo la loro fattibilità, le condizioni di applicazione e i vantaggi ottenuti. Nello specifico, in essa vengono illustrate le caratteristiche che influenzano lo spazio di applicazione (lineare o aerea), l'attività di manutenzione e il principio di lotta ai cambiamenti climatici (adattamento e/o mitigazione). Successivamente, è considerata la triade di azioni dirette sulle precipitazioni, assunte come regole base per un'efficiente pianificazione, le quali suggeriscono in ordine di importanza: prima di tutto la conservazione delle piogge nel luogo in cui si verificano, dopodiché la possibile infiltrazione locale e, infine, se necessario, il rilascio graduale verso un secondo punto di smaltimento. Per quanto riguarda gli effetti indiretti, a beneficio della società sono considerati il contributo alle attività ricreative, di educazione, di mobilitazione e di purificazione dell'aria, oltre che l'aumento della percezione di sicurezza, della consapevolezza al rischio e della disponibilità delle risorse idriche. Dal punto di vista economico, sono valutate le riduzioni dei trattamenti necessari alle acque grigie e delle loro infrastrutture; mentre a livello ecologico sono inseriti i contributi alla ricarica delle falde acquifere, alla riduzione dell'isola di calore, alla riduzione delle emissioni di gas serra, al rafforzamento della biodiversità e alla decontaminazione delle piogge.

# SCHEDE STRUMENTI

## INFRASTRUTTURE BLU E VERDE

LEGENDA:

GRADO **ALTO** / **BASSO**



DETENZIONE



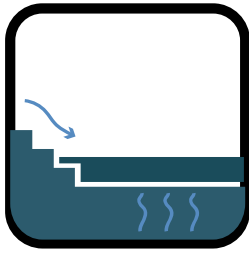
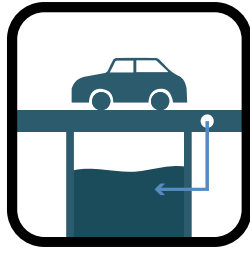
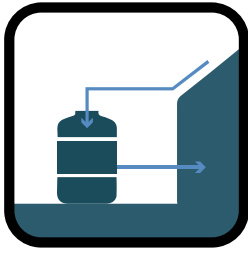
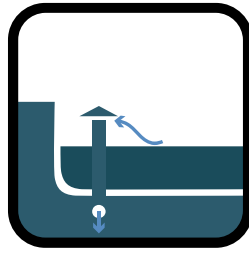
INFILTRAZIONE



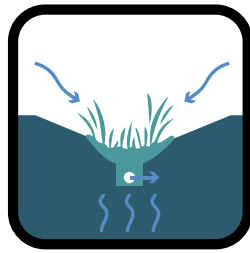
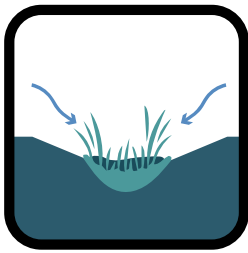
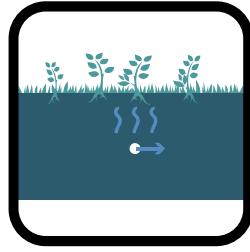
RILASCIO GRADUALE

**A**DATTAMENTO / **M**ITIGAZIONE

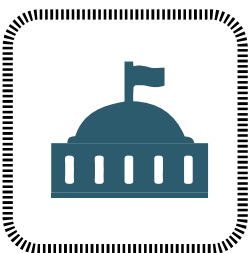
**STRUTTURALI  
INFRA BLU**



**STRUTTURALI  
INFRA VERDE**



**NON  
STRUTTURALI**

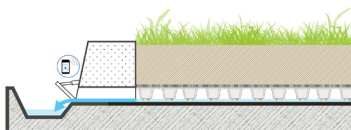
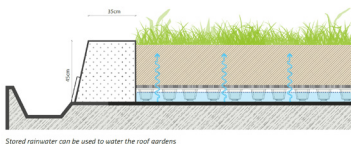




A/M



PROGETTO PER IL TETTO DI  
KATSHOEK a Rotterdam (De  
Urbanisten)



POLDER ROOF NEL  
QUARTIERE ZUIDAS di  
Amsterdam (De Dakdokters)



Il sistema *polder roof* consiste nell'evoluzione del tetto verde, in direzione di una maggior capacità di detenzione idrica. In particolare, il nome riprende il concetto di polder di origine olandese, che indicava le aree al di sotto del livello del mare, un tempo coltivate e soggette a inondazioni. Esse, nel corso della storia sono state terreno di azioni di prosciugamento (inizialmente ad opera di mulini), mantenendo comunque l'identità di transizione tra gli stati solio e liquido, nell'immaginario comune. Allo stesso modo, lo strumento analizzato presenta una combinazione ravvicinata tra bacino umido e area coltivata.

APPLICAZIONE.

Il corretto funzionamento del *polder roof* prevede l'immagazzinamento e graduale rilascio delle acque meteoriche, stivate al di sotto dello strato coltivato. Secondo tale struttura, un sistema di vespai o gabbie di detenzione (gli stessi impiegati al di sotto dei campi sportivi) trattengono l'acqua per ritardarne il rilascio nell'ambiente, tramite un apparecchio di controllo a diga. L'apertura di quest'ultimo è regolata attraverso un meccanismo che può coinvolgere sensori o telecontrollo.

Un aspetto fondamentale da considerare nella realizzazione di un tetto polder è, in particolare nei casi di applicazione su fabbricati esistenti, la verifica delle condizioni strutturali dell'edificio, per garantirne la resistenza all'ipotesi di stato di raggiungimento della capacità di stoccaggio acque massimo (DeUrbanisten, 2014).

BENEFICI.

Nella comparazione con uno strumento tradizionale di tetto verde, il *polder roof* presenta una avanzata capacità di detenzione, dipendente per lo più dalle dimensioni dello strato di vespai. Ciò influenza anche il ritardamento dei flussi di precipitazione, aumentando la possibilità di regolazione sul rilascio graduale per evitare il sovraccarico del sistema idrico. Quest'ultimo, infatti consiste nella fase successiva allo stoccaggio e può declinarsi in diverse soluzioni, delle quali il convoglio alla rete fognaria centralizzata. In alternativa di ciò, il *polder roof* presenta il vantaggio di poter riutilizzare le piogge detenute, attraverso il collegamento con un apparecchio di stoccaggio finale o filtraggio.

Lo strumento del tetto blu consiste in una copertura piana con l'obiettivo di catturare e rilasciare gradualmente le acque meteoriche verso l'infrastruttura fognaria, o, in alternativa, verso un sistema di riciclo idrico. L'applicazione dei tetti blu è frequente nelle condizioni urbane densamente edificate, nelle quali, a livello strada, la pavimentazione presenta una maggioranza di materiale impermeabile, favorente il runoff rapido con gravi impatti di saturazione del sistema fognario combinato (acque grigie e nere insieme).

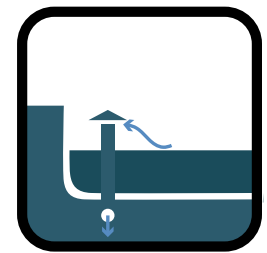
**APPLICAZIONE.**

Le strutture idonee ad ospitare questo strumento possono essere costruite appositamente oppure adattabili. Tuttavia, gli aspetti discriminanti da considerare sono: l'adeguata tenuta al carico aggiuntivo dell'acqua; l'assenza di elementi sul tetto che possano ostruire il drenaggio e la pendenza non maggiore al 2% (se superata, è necessario applicare un sistema di dighe di controllo). Inoltre, per garantire l'assenza di infiltrazioni verso gli spazi sottostanti, è fondamentale l'inserimento di uno strato impermeabilizzato a contatto con la struttura dell'edificio, purché la guaina presenti punti di giunzione sigillati. Tale accorgimento rende il tetto blu uno spazio prevalentemente non agibile, per prevenire l'usura della membrana.

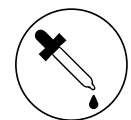
Lo strato superiore a quest'ultima può essere costituito da un livello sottile di ghiaia (1-5 cm) che favorisce lo scolo e filtra le precipitazioni dai materiali di grana più grossa (Philadelphia WD, 2018).

**BENEFICI.**

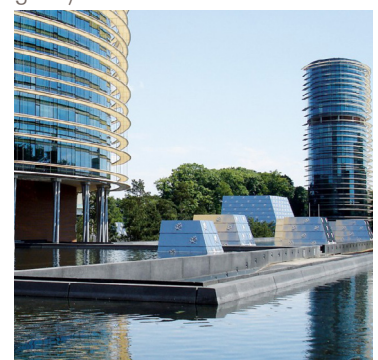
Il principale vantaggio dei tetti blu è l'applicazione, non necessitando né di un'espansione del sistema fognario né di scavi, lo strumento analizzato è una valida integrazione alla quantità di suolo impermeabilizzato urbano. Inoltre, il volume di stoccaggio si dimostra potenzialmente utile all'edificio ospitante in maniera duplice. In primo luogo, esso può essere impiegato nel riutilizzo interno al fabbricato, attraverso il loro filtraggio, oppure semplicemente per l'irrigazione e i servizi igienici. Mentre il secondo vantaggio è la capacità di raffreddamento degli spazi sottostanti, oltre che in una riduzione dell'isola di calore urbana circostante. Infine, se il tetto blu è posizionato in un punto che ne consenta la sua visibilità, esso può rivelarsi uno strumento di sensibilizzazione ed educazione, oltre che un rafforzamento del sentimento di sicurezza nei confronti dei fenomeni climatici estremi.



**A/M**



WATER ROOF ad Apeldoorn, Paesi Bassi (Urban green-blue grids)





A/M



BOTANIC GARDEN VISITOR CENTER a New York (Architizer)



RAINGARDEN a Edinburgh, Australia (Landezine)



I giardini della pioggia, dall'inglese *raingardens*, consistono in un'area di avvallamento dalle dimensioni contenute (ridotte rispetto ai bacini di infiltrazione) e sono caratterizzati dalla presenza di vegetazione al loro interno. Quest'ultima si costituisce di elementi quali fiori, piante grasse, specie perenni e arbusti, particolarmente in grado di svilupparsi in condizioni climatiche che alternano episodi di siccità ad altri di abbondanza di acqua. Infatti, la conformazione incavata del terreno permette al giardino di catturare le acque di ruscellamento dalle zone circostanti, verso il centro dell'area verde, per poi detenerle ed infiltrarle gradualmente (da 2 a 48 ore) nel terreno sottostante. Durante tale fase, la di radici vegetali è responsabile del filtraggio di una parte degli agenti inquinanti dall'acqua assorbita. Tuttavia, il processo non interessa acque fortemente contaminate, provenienti, ad esempio, da percorsi carrabili principali, poiché non dispone di sufficienti elementi di depurazione e metterebbe a rischio contaminazione le falde acquifere sottostanti (Mazzotta, 2007).

### APPLICAZIONE.

La composizione del terriccio di riempimento del giardino presenta una metà di sabbia, responsabile della rapida infiltrazione e, in cima, uno strato di ghiaia che previene fenomeni di erosione. È inoltre importante la fase di pre-trattamento delle acque di deflusso verso il giardino, svolta grazie alla pendenza del terreno verso il centro dell'area verde. In questo modo, i prodotti delle piogge e delle zone pavimentate circostanti sono sottoposti ad un primo filtraggio lungo lo scorrimento nel manto erboso (Mazzotta, 2007).

Generalmente la disposizione di tali strumenti avviene in punti strategici dove sia necessaria la raccolta di acqua da superfici impermeabilizzate, di pertinenza di residenze o limitrofe a circolazione non particolarmente inquinante.

### BENEFICI.

Il vantaggio principale dei giardini consiste nell'alleggerire il carico di runoff, attraverso la naturale infiltrazione e abbassando, quindi, i costi di intervento per l'infrastruttura fognaria e promuovendo la sensibilizzazione della popolazione contro il rischio. Il giardino si rivela dunque occasione di stimolazione di operatori di quartiere, con l'obiettivo di aumentare la resilienza domestica. In aggiunta, sul piano ecologico, si verificano i fenomeni di miglioramento di aria e acqua, con l'apporto di risorse alle falde acquifere sotterranee e la mitigazione dell'isola di calore.

Lo sviluppo di una varietà di strumentazioni deriva da altrettanti prodotti di riciclo idrico. Infatti, il riutilizzo delle acque piovane dovrebbe essere destinato solo ad usi che non richiedano un'alta qualità per motivi di salute, in alternativa esso dev'essere affiancato ad un sistema di filtraggio e eliminazione delle sostanze inquinanti. In aggiunta, in caso le precipitazioni eccedano dalla capacità dimensionata per la tanica si verifica lo straripamento e, se il suolo ha alta capacità di assorbimento, vi è infiltrazione, mentre, in caso contrario, è fondamentale la realizzazione di uno stagno o un'alternativa struttura di tamponamento (De Vlaamse Milieumaatschappij, 2014).

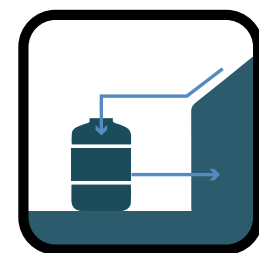
**APPLICAZIONE.**

Il sistema di taniche di raccolta si basa sulla presenza di un serbatoio collegato alla copertura dell'edificio attraverso la struttura di drenaggio. La collocazione della tanica è fondamentale per determinare gli elementi aggiuntivi, in caso di riutilizzo delle acque. Infatti, se la tanica si trova sottoterra o nel vespaio, va affiancata ad essa una pompa ed inoltre, allo scopo di raggiungere una buona qualità idrica, sono impiegate differenti tipologie di filtraggio.

Considerando i materiali, i serbatoi in calcestruzzo, per la superficie ruvida delle loro pareti, permettono il deposito di microrganismi, responsabili di un trattamento superficiale delle piogge, mentre l'impiego di taniche di plastica (singole o associate) ne favorisce lo spostamento (De Vlaamse Milieumaatschappij, 2014). Con l'obiettivo di aumentare la capacità di raccolta sono stati introdotti complessi edilizi che sfruttano taniche condivise per il riciclo delle acque impiegate in aree comuni, in servizi di lavanderia, ad esempio (Novotny, Ahern, & Brown, 2010). Nel caso di fabbricati con uso pubblico e maggiore fruizione, i serbatoi possono arrivare a ricoprire un'alta percentuale di domanda idrica finalizzata ai servizi igienici, costituendo una valida alternativa all'infrastruttura tradizionale di approvvigionamento (De Vlaamse Milieumaatschappij, 2014).

**BENEFICI.**

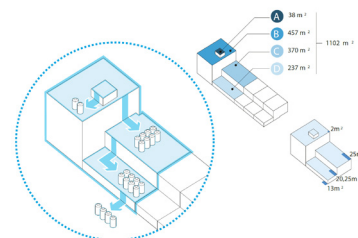
Il principale vantaggio delle taniche di raccolta consiste nell'aumento della disponibilità idrica, riducendo i costi di rifornimento e gli impatti di realizzazione strutturale della rete di distribuzione. Oltre a tale incentivo, la realizzazione di un sistema alternativo di riserva d'acqua permette una maggior partecipazione nell'obiettivo di lotta a cambiamenti climatici, da parte di ogni fascia della popolazione, educando i più giovani a partire dal loro nucleo domestico.



**A**



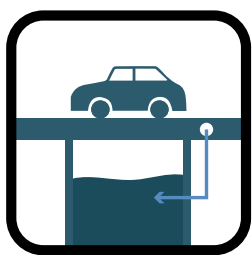
ZOHO-RAINBARREL DI DE URABANISTEN a Rotterdam (De Urbanisten)



PROTOTIPO DI TINY HOUSE DI HEIJPLAAT a Rotterdam (Tiny House Rotterdam)







A



PROGETTO DI GARAGE IN  
MUSEUMPLEIN a Rotterdam  
(ClimateScan)



ROTONDA D'ACQUA a  
Normal, Illinois USA (Urban  
green blue grids)



I serbatoi di raccolta delle acque piovane si caratterizzano per le grandi capacità di stoccaggio e possono essere superficiali oppure sotterranei. Prendendo in analisi quest'ultimo caso, il sistema impiega un dispositivo per il pompaggio in uscita dallo spazio di conservazione. Eventuali elementi aggiuntivi svolgono il ruolo di controllo di pulizia dai fanghi di sedimentazione e affiancano al serbatoio principale una serie di collettori in entrata ed uscita, per la regolazione del flusso idrico.

Durante il verificarsi del fenomeno atmosferico, la cattura delle precipitazioni interessa, in particolare, le prime acque, poiché il suo prodotto di scolo su superfici pavimentate può presentare un'alta percentuale di materiali inquinanti. È perciò necessario il suo convoglio verso l'impianto di trattamento per la purificazione, attraverso una prima fase di filtraggio all'interno dei serbatoi per effetto della sedimentazione dei materiali di maggior peso.

APPLICAZIONE.

La morfologia dello strumento in considerazione può variare dalla conformazione a tanica sotterranea di dimensioni significative, alle strutture edificate appositamente per svolgere tale funzione o adattate per ospitare le piogge. Infatti, seguendo l'approccio di accoglienza delle acque meteoriche, in molti casi i serbatoi si presentano come spazi progettati per garage e scantinati, destinati, nell'eventuale necessità, a collezionare acqua al loro interno. Esempi di applicazione descrivono possibili progetti residenziali con l'esistenza di un 'piano terra sacrificale' (dalla letteratura anglosassone) oppure serbatoi interrati coperti da spazi di funzione differente, come campi sportivi aree ricreative e infrastrutture viarie.

BENEFICI.

Il principale vantaggio di spazi di stoccaggio delle acque è la riduzione della massa di scolo dalle aree pavimentate urbane da fenomeni atmosferici estremi, ritardando l'entrata dell'acqua piovana negli impianti di trattamento (centralizzati o alternativi). Tale pratica stimola il riuso della risorsa idrica, poiché se lo strumento viene connesso attraverso tubature con l'esterno, le piogge possono essere direttamente utilizzate per l'irrigazione delle aree verdi circostanti.



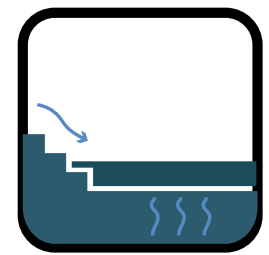
Lo strumento in analisi è la declinazione di un bacino di detenzione nel contesto urbano. Infatti, la piazza allagabile unisce in sé la funzione di intersezione pedonale pubblica, a quello di adattamento ai cambi climatici. Infatti, le superfici risultanti dagli scavi nel terreno si prestano come vasche di raccolta delle piogge, spaziando su diverse capacità di stoccaggio, in sistemi di singole o serie di piazze collegate tra di loro, tramite canali. Ciò permette di promuovere attività ricreative e di incontro, tipiche delle piazze, in contemporanea con la cattura, detenzione, infiltrazione o drenaggio di potenziali piogge. Si tende a completare, in tal modo, il ciclo idrico localmente, fornendo un'alternativa al sistema centralizzato fognario di acque miste (nere e grigie).

**APPLICAZIONE.**

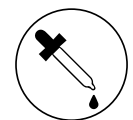
La cattura delle acque meteoriche avviene tramite una rete di canali, sotterranei o, più spesso, superficiali, che dirigono il flusso verso i punti di accumulo. Dunque, l'attività di stoccaggio si descrive con il graduale pompaggio delle 'acque di prima pioggia' (primi 5 mm delle precipitazioni), più ricche di detriti e inquinanti (Mazzotta, 2007), verso il sistema di trattamento, per poi proseguire con il riempimento delle vasche. Esse, per ragioni di sicurezza, è importante che siano progettate senza dislivelli pericolosi o scivolosi, per l'accessibilità di tutti. La riduzione della rapidità di scolo delle acque presenta tuttavia un limite temporale di detenzione (30 ore circa), che se superato, per questioni igieniche, provoca lo svuotamento delle piazze tramite canalizzazione. In alternativa, secondo progetto, le acque vengono infiltrate attraverso la pavimentazione o dirette a fiumi limitrofi tramite canaline a cielo aperto. Lo stoccaggio nelle vasche promuove, inoltre, un pretrattamento attraverso la sedimentazione dei detriti di maggior peso ed implica una rimozione e manutenzione costante. (DeUrbanisten, 2014)

**BENEFICI.**

Le piazze inondabili contribuiscono alla coesione e interazione sociale, promuovendo l'attività fisica e la sensibilizzazione ai temi di cambiamento climatico, grazie alla loro visibilità. Infatti, oltre ad aumentare la sensazione di protezione nella popolazione, il bacino urbano illustra pubblicamente il sistema di stoccaggio a cielo aperto, istruendo e stimolando a interventi alternativi alla raccolta nel sistema fognario. Infine, a livello ecologico, lo strumento analizzato partecipa alla ricarica delle falde sotterranee e, in condizioni di allagamento, contribuisce alla riduzione dell'isola di calore urbana.



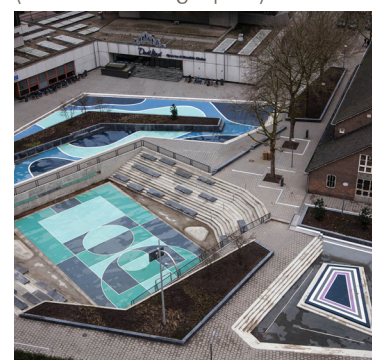
**A**



BELLAMYPLEIN a Rotterdam  
(Urban green blue grids)



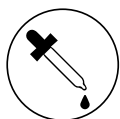
BENTHEMPLEIN a Rotterdam  
(National Geographic)



## CANALE DI DRENAGGIO PAVIMENTATO



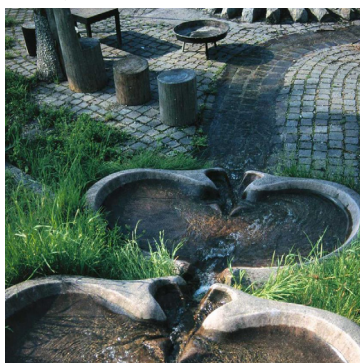
A



STRADA NEL CENTRO di Nijmegen, Paesi Bassi (Pinterest)



TENUTA di Sonnenhausen, Germania (Furniture Design Ideas)



Nel progetto di adattamento ai cambi climatici è fondamentale la considerazione dell'aumento del fenomeno di runoff e della sua velocità, dovuti alla forte impermeabilizzazione urbana. Infatti, la gestione e il ritardamento del flusso libero sulle superfici pavimentate prevengono problematiche quali la saturazione del sistema fognario misto e il pericoloso accumulo di acque di scolo. È fondamentale, dunque, un'organizzazione strategica della circolazione delle piogge da parte del pianificatore che, attraverso il progetto, può prevedere il comportamento delle acque. Esse vengono indirizzate verso punti di smaltimento o infiltrazione oppure dirette alla rete fognaria. Per garantire un'efficiente canalizzazione, è necessario che lo strumento tenda alla continuità, con l'eccezione di tratti coperti da griglie metalliche o lastre di calcestruzzo, che forniscono una circolazione sopraelevata, accessibile a tutti (Mazzotta, 2007).

APPLICAZIONE.

Nonostante la loro piccola scala, i canali pavimentati caratterizzano l'ambiente secondo uno ampio spettro di forme, sezioni, direzioni e materiali. L'impiego di tale strumento assume differenti posizioni nella sezione del connettivo: al centro di una strada a valle (spesso pedonale), ai lati di una a 'mulo' (di frequente carrabile) o lungo una sponda della via. Nel primo caso, se si presenta una portata d'acqua significativa, l'intera strada è inondabile e si trasforma in strumento di ampia conduzione del flusso. Considerando le ultime due tipologie di sezione, è fortemente probabile che la canalina sia combinata con l'impiego di un'area verde a cui scorre parallela e nella quale ha possibilità di infiltrazione. Lo scorrimento delle acque è garantito dalla pendenza longitudinale dello strumento che, in base all'attrito del materiale (pietra e calcestruzzo, i più resistenti all'usura) e alle condizioni di progetto va dal 5 all'8%. Infine, nei punti in cui è necessario interrare il flusso di scolo ad un livello sottostradale, vengono impiegati elementi quali le cocche di lupo oppure le caditoie, frequenti nel tessuto urbano (Mazzotta, 2007).

BENEFICI.

Il principale vantaggio dei canali di scolo a cielo aperto è il rallentamento del flusso delle acque piovane, seguito dalla visibilità dello strumento che può promuovere la qualità dell'arredo urbano e la sensibilizzazione ai rischi climatici. Inoltre, se lo scorrimento non entra nel sottosuolo, si ovvia l'impiego di infrastrutture economicamente ed ecologicamente impattanti.

L'applicazione di pozzi e griglie di infiltrazione sotterranei in aree urbane destinate ad attività sportive, combina funzioni ricreative ad operazioni di cattura e ritardamento del flusso delle piogge, rafforzando la sua efficienza spaziale. Se si considera la quantità di acque meteoriche da gestire, è possibile dimensionare lo strumento che promuove l'assorbimento sotterraneo.

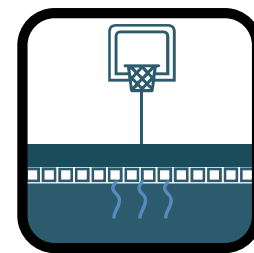
### APPLICAZIONE.

Vi sono differenti tecnologie impiegate nello stoccaggio e rilascio graduale delle piogge, esse, infatti, spaziano da sottili gabbie o vespai interconnessi tra di loro, a sistemi tubolari, di materiale plastico o metallico e perforati per garantirne la permeabilità. Tale strato è spesso protetto da un tessuto filtrante che lo difende dalle ostruzioni di detriti e sabbia provenienti dal ruscellamento esterno. Nello strato più esterno ad esso, è presente un volume di terriccio permeabile che favorisce l'infiltrazione verso la falda acquifera. Inoltre, l'infiltrazione in tali strutture sotterranee è possibile secondo due processi, dei quali il primo consiste nell'assorbimento diretto tra la superficie e lo strato sub-superficiale in cui è localizzato lo strumento di infiltrazione graduale. In alternativa, il secondo meccanismo viene gestito dal un pozzo intermedio di raccolta delle piogge, che così offre il vantaggio di ritardare nel tempo e regolare i picchi di riempimento del drenaggio verso la griglia e successivamente nel sottosuolo. In tale caso, il pretrattamento dai detriti maggiori avviene attraverso filtri riposti nei percorsi di entrata ai pozzi.

### BENEFICI.

Il vantaggio principale dello strumento in analisi è il superamento dello spazio urbano monofunzionale, promuovendo la combinazione tra spazio pubblico e di ricreazione con l'adattamento ai cambi climatici. Inoltre, l'aumento della permeabilità del suolo determina la riduzione di infrastruttura e investimenti richiesti per lo smaltimento delle acque. Nei casi più performanti di campi sportivi di infiltrazione, la tecnologia di stoccaggio prima di rilasciare le acque per il naturale assorbimento può destinarne una porzione ad un sistema di riuso delle piogge, per l'irrigazione degli stessi campi. Infine, l'azione di infiltrazione delle piogge, a livello ecologico, promuove la ricarica e l'equilibrio delle falde acquifere sotterranee.

## CAMPI SPORTIVI DI INFILTRAZIONE



A



CAMPO DA CALCIO a Hull, Regno Unito (Permavoid)



CAMPO SPORTIVO IN NELSON MANDELA PARK ad Amsterdam (Architizer)

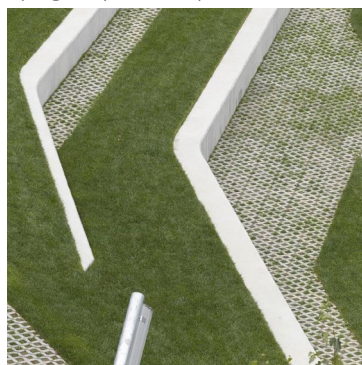




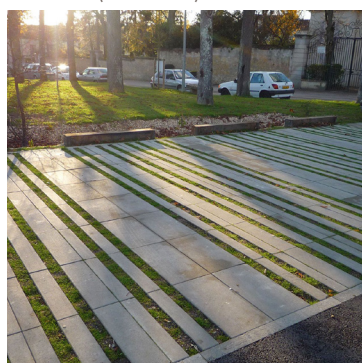
### A



PARCO a San Martín de la Mar,  
Spagna (Pinterest)



PARCHEGGIO a Guitrancourt,  
Francia (Pinterest)



L'applicazione di materiali porosi su superfici urbane trasforma luoghi monofunzionali in efficaci contributori all'infiltrazione delle acque meteoriche. Le pavimentazioni drenanti vengono inserite nei progetti di aree sia pedonali sia carrabili poiché presentano un'alta resistenza ai carichi. Nello specifico, i flussi penetrati possono essere diretti al sistema fognario o, più frequentemente, al terreno sottostante, dove vengono assorbite, contribuendo, inoltre, alla ricarica della falda acquifera. L'inserimento di verde può rappresentare la costituzione di isole fresche nell'ambito urbano, in particolare nelle applicazioni a parcheggi, in alternativa alle tradizionali aree di sosta di funzione singola, spesso non efficientemente sfruttati nell'arco temporale. I parcheggi, con i porti e le aree industriali si rivelano alcuni tra i punti di maggior accumulo di calore urbano (Dopp, 2011) ed è quindi consigliata l'applicazione di vegetazione per il raffrescamento.

### APPLICAZIONE.

Le tipologie principali di pavimentazione drenante impiegabili sono essenzialmente due, la prima delle quali presenta uno strato superficiale uniforme di calcestruzzo o asfalto poroso che permettono l'infiltrazione diffusa tramite le cavità del materiale. Il secondo tipo di pavimentazione si caratterizza per elementi indipendenti, come blocchi di clinker o pietra, ordinati secondo un reticolato più o meno denso. Nel caso di ampie fessure nei punti di giunto di tali elementi, è necessaria l'aggiunta di un materiale permeabile come la ghiaia o il terriccio fine, che può ospitare a sua volta parti erbacee. In tal caso, si ottiene una percezione della pavimentazione semi-verde, affiancata spesso da alberature circostanti. Infine, l'impiego dello strumento in analisi non è raccomandato in aree di alto traffico o siti industriali per il potenziale intasamento delle porosità da parte di sedimenti o carichi inquinanti, con richiesta di una ricorrente manutenzione e possibilità di contaminazione della falda acquifera (Mazzotta, 2007).

### BENEFICI.

Le pavimentazioni drenanti con l'inserimento di verde donano una differente immagine ambientale e, in particolar modo dei parcheggi, con un contributo alla resilienza urbana. Inoltre, esclusi i casi di eccessiva portata l'acqua, a livello economico ed infrastrutturale, l'infiltrazione del terreno evita l'estensione della rete fognaria sotterranea. Tale processo, giova allo stesso tempo l'area mitigando le temperature e regolarizzando l'attività della falda acquifera sotterranea.



Tale strumento si caratterizza da una alta concentrazione di specie viventi, a formare un importante ecosistema, di cui beneficia anche l'uomo. Esse ospitano, infatti, una notevole abbondanza e una diversità di fauna (tra cui mammiferi, pesci, uccelli e invertebrati) e costituiscono un favorevole vivaio per una ricca vegetazione acquatica. La loro presenza e le loro attività, unite alla condizione statica delle acque (possibile corrente superficiale leggera) contribuisce alla purificazione delle piogge. Perciò, tra le funzioni delle aree umide, una secondaria consiste in cattura e stanziamento delle acque di precipitazione e dei carichi provenienti dagli ambienti circostanti, per lunghi periodi, provocando la naturale caduta dei sedimenti, il filtraggio delle sostanze inquinanti, le trasformazioni microbiotiche e l'evapotraspirazione (Mazzotta, 2007).

Nel corso della storia, a causa di agricoltura e urbanizzazione, spesso le *wetlands* hanno spazio a interventi di bonifica, senza tener conto delle azioni fondamentali di tali spazi nella salvaguardia dell'equilibrio ecologico. Per questo motivo, ultimamente sono stati promossi progetti di restauro e tutela delle *wetlands*, affiancate alla ricostruzione e alla creazione ex novo di alcune di queste (Scheda aree umide costruite).

**APPLICAZIONE.**

Le aree umide spesso si collocano nelle vicinanze di una seconda risorsa idrica, come un corso d'acqua o un mare, poiché esse stesse sono state create a partire dalla loro esondazione. Si costituiscono così ambienti di 'transizione' tra l'interfaccia dei sistemi terrestre e acquatico (Magliocchetti, 2012). Si delineano così ampi spazi stagnanti (spesso in aree extra- o periurbane), caratterizzati da grandi dimensioni e occupazioni superficiali di varia forma.

**BENEFICI.**

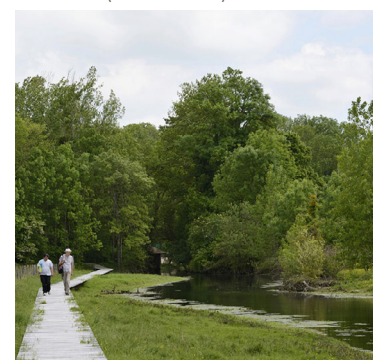
Un ruolo aggiuntivo delle aree umide consiste nel tamponamento di notevoli volumi di pioggia per lunghi intervalli di tempo e nella trasmissione di un senso di sicurezza alla popolazione nei confronti dei fenomeni di alluvione futuri. Tale processo permette un ricambio naturale tra le acque superficiali e le falde sotterranee, oltre a restituire un prodotto purificato, ovviando investimenti in infrastrutture sotterranee. Per la somma delle sue caratteristiche, lo strumento analizzato può essere occasione di dimostrazioni educative e di sensibilizzazione alla tutela per la popolazione, oltre che rappresentare un riconosciuto punto di riferimento naturalistico e di ricreazione per la comunità locale.



**A/M**



PRATO UMIDO E SORGENTE DEL FIUME NORGES a Dijon, Francia (Landezine)





A/M



FITODEPURAZIONE VERTICALE  
a Shenyang, Cina (Urban green  
blue grids)



POTSDAMER PLATZ a Berlino  
(Urban green blue grids)



Le *constructed wetlands* si descrivono come aree umide realizzate tramite l'intervento antropico

e il ruolo chiave di depurazione rimane destinato all'attività della propria flora batterica. In base al sito di costruzione, al grado di depurazione e alla disponibilità spaziale, lo strumento si declina in un'ampia varietà di tipologie. Esistono principalmente due macro gruppi di distinzione, i sistemi a flusso superficiale e sub-superficiale. I primi presentano dimensioni più significative ed una corrente superficiale che guida i liquidi in trattamento attraverso un numero variabile di vasche, con disposizione singola, a serpentina, per celle in serie o parallele. Tra gli aspetti limitanti la costruzione di aree umide superficiali vi sono il grande consumo di suolo e i possibili odori rilasciati dai trattamenti a contatto con l'aria aperta. Per ovviare ciò, la seconda tipologia analizzata basa i percorsi dei flussi verso la profondità, in orizzontale (parallele alla direzione di moto) o in verticale (con direzione verso il fondo della vasca), che favoriscono il filtraggio attraverso processi di tipo meccanico, chimico, fisico e biologico (batteri). Proprio grazie alla compattezza delle fasi di purificazione, la seconda tipologia di sistemi in profondità, presenta il vantaggio di una riduzione degli spazi di occupazione e una degli odori, per una maggior compatibilità con aree abitate circostanti (Mazzotta, 2007).

#### APPLICAZIONE.

La realizzazione di aree umide richiede tempi di costruzione e costi significativi, in particolare se la scelta di progetto ricade sulla tipologia di flusso in profondità e, inoltre, la destinazione strategica di tale strumento deve tener conto dello spazio notevole che esso richiede. (Mazzotta, 2007).

#### BENEFICI.

Nella descrizione dei vantaggi dell'applicazione delle aree umide, oltre alle proprietà depurative trattate in precedenza, è necessario sottolineare la caratterizzazione spaziale che tale strumento conferisce al sito circostante. Infatti, il progetto di un sistema di fitodepurazione in aggiunta alla riduzione dell'infrastruttura fognaria, crea opportunità di riqualificazione territoriale, in termini di salute, in migliore qualità di aria e acqua, oltre che di introduzione di un ricco habitat di specie viventi. In tale maniera, l'area di applicazione può distinguersi da un semplice punto verde di raccolta delle acque piovane e di ritrovo per la comunità, per assumere un ruolo educativo per i giovani nei confronti dello sfruttamento dei processi naturali e della sensibilizzazione al rischio.

La vegetazione sui tetti contribuisce al superamento della condizione monofunzionale delle coperture in città. Al contrario l'introduzione di uno strato verde sulla cima degli edifici svolge un'attività di adattamento ai cambi climatici, per effetto tampone sulle piogge, e, allo stesso tempo, di mitigazione dei processi di surriscaldamento e di emissione dei gas serra. Inoltre, tale strumento fornisce la possibilità di impiego dell'agricoltura urbana e di attivazione delle dinamiche di quartiere.

**APPLICAZIONE.**

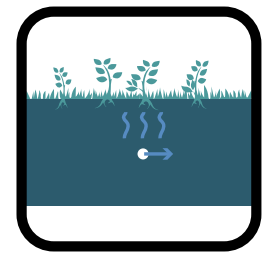
Sono presenti due tipologie di tetto verde, a sistema estensivo ed intensivo, che differiscono principalmente dalla minor profondità, peso e varietà di specie vegetali impiegabili del primo rispetto al secondo. Tuttavia, è comune ad entrambi una struttura che presenta la stratigrafia seguente: terreno fertile (con capacità di stoccaggio delle acque in funzione di dimensioni, pendenza, tipo di terriccio e vegetazione); membrana filtrante o geotessile, ad impedimento di infiltrazioni di terriccio; materiale di drenaggio, di trattenimento acque e, infine, barriera all'umidità, di protezione del sottotetto. La realizzazione di una copertura verde su nuovo edificio, ma, soprattutto, su preesistenza deve prevedere una duplice verifica di impermeabilizzazione e di resistenza strutturale all'aumento di carico. È, inoltre, necessario rispettare il limite di inclinazione del tetto di 35° e di 7° in caso di raccolta acqua (Gementee Rotterdam, 2009). Infatti, se lo strato di terreno e di drenaggio non risultano sufficienti, è utile l'installazione di un sistema di scolo attraverso tubature per il controllo del sovraccarico dei flussi idrici.

**BENEFICI.**

L'efficienza dello strumento consiste principalmente nella sua applicazione in aree urbane nelle quali la densità abitativa determina un limite di spazio al livello suolo (spesso pavimentato), favorendo la 'permeabilizzazione' del territorio, senza la necessità di scavi.

Dunque, dal punto nella gestione delle precipitazioni, vengono promossi la ritenzione, il rilascio lento e l'evapotraspirazione (attenuazione effetto isola di calore).

Infine, il tetto verde contribuisce al rafforzamento della biodiversità e, attraverso l'introduzione di attività di agricoltura urbana, esso svolge un ulteriore ruolo di sensibilizzazione, mobilitazione e coinvolgimento della popolazione.



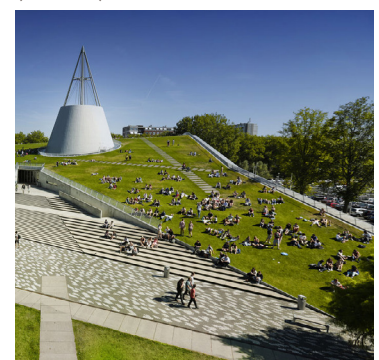
**A/M**

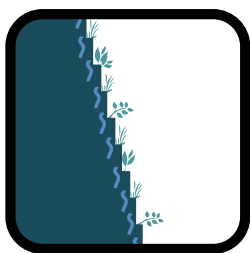


ORTO URBANO DAKAKKER a Rotterdam (Archidev)



BIBLIOTECA DELLA DELFT UNIVERSITY a Delft, Paesi Bassi (TuDelft)

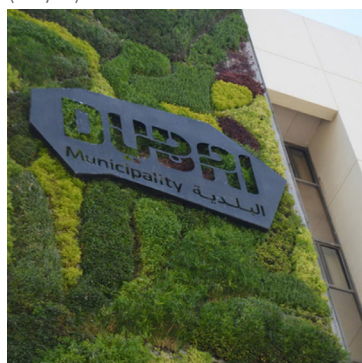




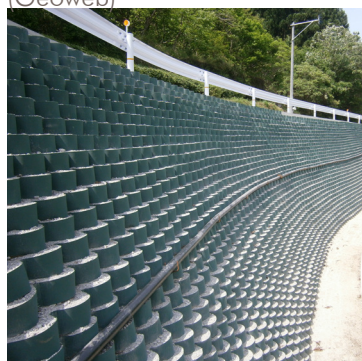
### A



GREEN LIVING WALL a Dubai (Bayut)



PARETI DI VERDI DI RITENZIONE Geoweb (Geoweb)



Esistono numerose tipologie di verde verticale. Nel contesto della lotta ai cambi climatici il ruolo principale di tali strutture si definisce nella mitigazione e, in particolare, influisce sulla regolazione del microclima urbano. Infatti, come strumento architettonico le facciate verdi agiscono sulle aree pubbliche circostanti, migliorandone la qualità dell'aria e dello spazio. In aggiunta, recenti ricerche hanno l'obiettivo di quantificare i benefici delle attività di cattura e purificazione delle acque meteorologiche da parte del verde verticale. In particolare, tra le soluzioni tecnologiche in analisi vi sono i green living walls (AA.VV., Storm water runoff from green retaining wall systems, 2011) e i sistemi di contenimento verdi per spazi in pendenza (Siragusa), entrambi contribuenti contemporaneamente alla mitigazione delle inondazioni urbane e alla riduzione dei flussi di ruscellamento.

#### APPLICAZIONE.

Nello specifico, i green living walls consistono in una struttura di sostegno applicata alla parete, in unione con una serie di moduli contenenti celle di substrato e vegetazione adatti allo sviluppo del verde (AA.VV., Storm water runoff from green retaining wall systems, 2011). Tale soluzione impiegata nella progettazione di sistemi verticali, tuttavia, presenta una ridotta capacità di cattura delle precipitazioni, in comparazione con la vegetazione di contenimento dei pendii. Infatti, queste ultime svolgono in contemporanea un ruolo strutturale di garanzia statica ed uno di intercettazione, infiltrazione e evapotraspirazione delle acque meteoriche. Tali strutture hanno un'ampia varietà di impiego, dalla conformazione a rete di elementi in calcestruzzo o di gabbie metalliche ospitanti terriccio e arbusti, a soluzioni di rivestimento uniforme dei pendii, attraverso manti di terra con griglia di rinforzo (Siragusa).

#### BENEFICI.

L'impiego del verde verticale è favorita a livello urbano perché rappresentante un'alternativa verde in termini di occupazione spaziale. Infatti, lo sfruttamento delle pareti edificate compensa l'ampio sfruttamento della pavimentazione impermeabile al suolo e allo stesso tempo fornisce un'azione di mitigazione dell'isola di calore, miglioramento della qualità dell'aria, riduzione degli scarichi inquinanti prodotti dai sistemi di termoregolazione degli edifici e, infine, sensibilizzazione alla tutela ambientale.



L’inserimento di sistemi verdi lineari contribuisce alla resilienza urbana tramite un’azione di adattamento, ma soprattutto di mitigazione ai cambi climatici. Infatti, il maggior beneficio della presenza di alberi consiste nella regolazione indiretta delle precipitazioni, causata dal contenimento delle temperature urbane.

**APPLICAZIONE.**

L’alberatura nelle città è impiegata in forma lineare soprattutto lungo gli assi di circolazione. Per tale motivo, è rilevante la corretta selezione delle specie vegetali, tale da non creare aree di fogliame eccessivamente compatto, poiché costituirebbero una barriera ai flussi di aria ostacolando la cattura di inquinanti. Inoltre, il corretto impiego degli alberi e la morfologia del fogliame e rami favoriscono l’intercettazione delle precipitazioni, destinante successivamente all’evaporazione o all’infiltrazione nel sottosuolo. Infatti, i filari verdi partecipano alla gestione delle acque grazie alle loro aree di pertinenza, costituite da pavimentazioni infiltranti di estensione variabile che svolgono i ruoli di cattura filtraggio e assorbimento nel terreno.

**BENEFICI.**

A livello di vantaggi sociali, i filari alberati contribuiscono al benessere psicofisico dei cittadini, poiché scandiscono l’alternanza stagionale (attraverso odori, suoni, colori) e donano una percezione salubre degli ambienti urbani (Angelucci, Afonso, Di Sivo, & Ladiana, 2015). Inoltre, la cura delle specie vegetali e della loro area di pertinenza può rivelarsi occasione di partecipazione per i residenti locali, allo stesso modo che un incoraggiamento alla salvaguardia e sensibilizzazione ai benefici procurati dagli alberi (Scheda trees mapping).

In aggiunta, sotto il profilo della mitigazione ai cambi climatici i sistemi alberati contribuiscono attraverso la riduzione all’inquinamento (pulizia da polveri sottili, cattura dei gas inquinanti e serra), all’abbassamento delle temperature attraverso l’evapotraspirazione (rilascio vapore acqueo) e ai fenomeni di ombreggiamento delle chiome sull’ambiente circostante. Aspetti di adattamento alle piogge, coinvolgono, invece, gli alberi nel ritardo e cattura del ruscellamento, favorendo l’infiltrazione per le radici e la ricarica delle falde acquifere.



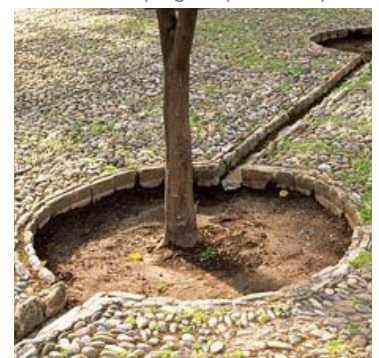
**A/M**

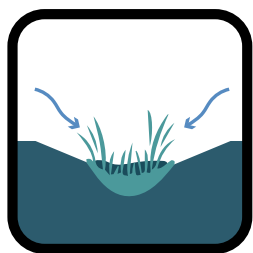


VIALE DI SANT JOAN a Barcellona (Plataforma Arquitectura)

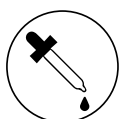


PATIO DEGLI ARANCI a Cordoba, Spagna (Pinterest)





A



CANALE VERDE D'ACQUA a  
Mastbos, Paesi Bassi (Rainproof)



VERDE LATO STRADA  
ad Amburgo, Germania  
(Hamburg)



L'utilizzo di tali canali nella progettazione favorisce l'impiego di strutture verdi di circolazione delle acque. Infatti, essi consistono in sistemi lineari di raccolta dei flussi di ruscellamento provenienti dalle arterie della mobilità o dalle aree di pertinenza degli edifici. Una volta catturate le piogge, i canali si occupano del loro drenaggio verso i punti di infiltrazione o smaltimento predisposti. Tale attività non comprende una forte componente di infiltrazione nel terreno, mantenendo presente l'acqua nell'immaginario dei canali urbani. Diversamente, il manto erboso, unito ai possibili arbusti, svolge il ruolo fondamentale di pretrattamento delle piogge, attraverso la cattura di parte dei sedimenti e delle sostanze inquinanti.

Per la loro disposizione a rete di drenaggio, i canali verdi d'acqua si collocano spesso paralleli alla circolazione viaria, assecondando la mobilità nel tessuto urbano.

APPLICAZIONE.

La struttura dei canali verdi d'acqua presenta uno snodo in direzione longitudinale notevole, con pendenza compresa tra l'1% e il 4%, ed una sezione trasversale con una depressione centrale di raccolta e rampe laterali di inclinazione, che non superano il 30%. In aggiunta alle caratteristiche comuni, lo strumento analizzato ha differenti declinazioni dimensionali che ne alterano le attività. Infatti, i modelli più semplici hanno sezione meno ampia e funzionano esclusivamente come vie trasporto delle precipitazioni, dal rivestimento erboso. Considerando una conformazione di larghezza maggiore, si inseriscono rampe inclinate laterali di maggior capacità, responsabili quindi di scorrimento e filtraggio attraverso il manto erboso. Infine, il modello di maggiori dimensioni può ospitare al suo interno un letto di terriccio fertile alla crescita di una varietà di arbusti, contribuenti alla rimozione di parte delle sostanze inquinanti presenti nelle acque.

L'impiego di dighe (in pietra o calcestruzzo) di controllo del flusso è indispensabile nei casi di maggiori precipitazioni, con l'obiettivo di ritardare la circolazione, depositare i sedimenti di maggior ingombro ed evitare l'erosione superficiale.

BENEFICI.

Oltre il vantaggio principale di ritardamento del flusso delle precipitazioni, i canali, data la loro visibilità, possono essere allo stesso tempo occasione di sensibilizzazione ai rischi climatici e aumento del senso di protezione dai fenomeni meteorologici.

L'etimologia del nome wadi ha origini dalla lingua araba, poiché utilizzato nella descrizione delle vallate aride che ospitano acqua nella stagione delle piogge. Esso ha utilizzo anche nella letteratura olandese per presentare lo strumento di depressione lineare del terreno caratterizzata dalla presenza di verde e dalla capacità di infiltrazione. Il canale verde svolge, infatti, il ruolo di drenaggio, e infiltrazione nel terreno. Per quest'ultima attività, esso si differenzia dai canali verdi d'acqua, che, al contrario, presentano una quantità costante di liquido superficiale.

**APPLICAZIONE.**

La progettazione del canale consiste in un'area lineare di accumulo delle acque, inserita in un contesto verde oppure risultate da operazioni di scavo e inserimento di blocchi di calcestruzzo come argini del letto. Quest'ultimo, con l'obiettivo di filtrare ed infiltrare i flussi meteorici, presenta una stratigrafia porosa di terreno composto di sabbia e argilla. In corrispondenza del fondale del wadi è possibile inserire una varietà di elementi vegetali, purché le specie selezionate abbiano resistenza a condizioni alternate di siccità e abbondanza d'acqua.

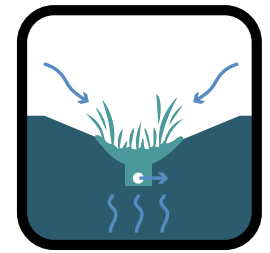
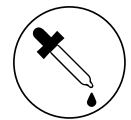
Indispensabile, inoltre, per la descrizione dello strumento è la tubatura interrata al di sotto dello strato di infiltrazione. Essa, per effetto degli aggregati circostanti, in caso di fenomeni meteorologici estremi, assorbe le acque in eccesso per convogliarle al sistema fognario.

In aggiunta, sono presenti ulteriori elementi nell'applicazione dei canali verdi, un sistema di dighe di controllo del flusso d'acqua, impiegate a regolare la velocità, a sedimentare i detriti di maggior peso e a prevenire l'erosione e tubature di controllo del livello delle acque interne, in grado di catturare il flusso prima che si verifichi lo straripamento.

Al fine di assicurare la circolazione della popolazione e la di continuità, caratteristica fondamentale per gli strumenti di drenaggio dell'acqua, è suggerito l'impiego di griglie o piattaforme di calcestruzzo in superficie.

**BENEFICI.**

I canali verdi collaborano al rallentamento e smaltimento delle acque meteoriche, trasmettendo allo stesso tempo, l'importanza del rischio alla popolazione. A livello ecologico, tale strumento favorisce la ricarica delle falde acquifere e rafforza la biodiversità locale mentre, attraverso la presenza di vegetazione al suo interno, aumenta la qualità delle acque di infiltrazione o scarico.

**A/M**

PROGETTO PER CANALI VERDI a Baltimora, Stati Uniti (Pinterest)

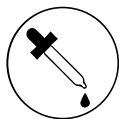


WADI a Portland, Stati Uniti (Greywater Action)

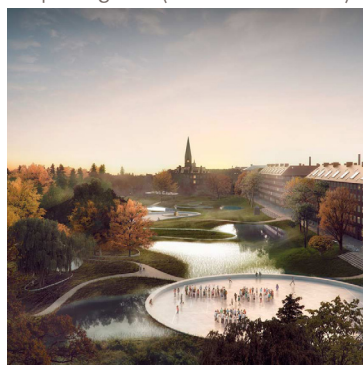




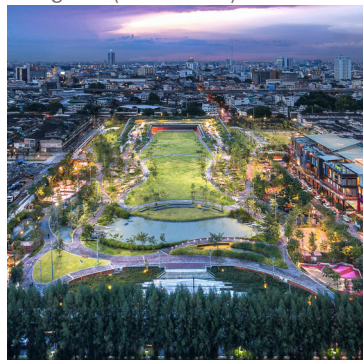
A/M



PROGETTO PER IL PARCO  
ENGHAVEPARKEN a  
Copenaghen (SLA architecture)



PARCO DEL CENTENARIO di  
Bangkok (TED Ideas)



Una declinazione spaziale del verde in città è il parco, di intensità media tra i giardini pertinenziali e le foreste urbane. Gli alberi presenti sono tali da intercettare le precipitazioni sulle loro componenti per poi farle evaporare nell'atmosfera oppure infiltrare nel terreno fertile sottostante. Tali attività contribuiscono all'attenuazione dei fenomeni di ruscellamento di 8-10 volte rispetto alle superfici pavimentate (City of Vancouver sewage & drainage, 2016), favorendo la permeabilità e la transizione verso una 'città-spugna'. In aggiunta alla funzione di adattamento, i parchi, ospitando una varietà di specie vegetali e i loro fenomeni di traspirazione naturale, partecipano al rinfrescamento e alla lotta all'isola di calore urbana.

Sostenendo l'approccio living with water, i parchi possono accogliere, stoccare, infiltrare e rilasciare gradualmente le acque, in corrispondenza di depressioni originarie o costruite. Inoltre, in base alle condizioni spaziali, è possibile includere una rete di circolazione delle acque, per trattamenti di filtraggio lungo lo scorrimento. In tal modo, si ottengono spazi multifunzionali, dipendenti dalle condizioni climatiche, oltre che necessari sistemi di intersezione tra l'infrastruttura verde e quella blu.

### APPLICAZIONE.

Con l'obiettivo di fornire un'efficiente area tampone per le acque meteoriche, la vegetazione dei parchi dev'essere sostenuta da una corretta ubicazione per luce e spazio sufficienti. Infatti, è necessario prevedere che le radici sotterranee degli alberi non ostruiscano le infrastrutture urbane. Inoltre, tali elementi devono essere collocati ad una distanza ottimale, per assicurare la ventilazione e la purificazione dei flussi di aria, impossibile se il sistema verde presenta una densità eccessiva di configurazione a barriera.

### BENEFICI.

I parchi presentano occasioni urbane di incontro e ricreazione in punti di benessere (miglior qualità dell'aria e regolazione delle temperature), aumento della consapevolezza nei confronti del rischio idrologico e educazione alla tutela della biodiversità circostante. L'impiego di tali aree verdi nel progetto di resilienza della città, favorisce la creazione di sistemi alternativi al drenaggio fognario tradizionale, promuovendo la naturale ricarica della falda acquifera e riducendo gli impianti sotterranei. Tuttavia, la presenza di questi ultimi, può attribuire un valore aggiunto al parco, attivando il potenziale riuso delle acque, per l'irrigazione sul posto, ad esempio.



Tabella di valutazione degli strumenti

	CARATTERISTICHE			AZIONE DIRETTA			AZIONE INDIRETTA																		
	adattamento/mitigazione	lineare/aerale	manutenzione	conserva dove cade	infiltra nel suolo	rilascia gradualmente	SOCIETÀ	aiuta attività di ricreazione	migliora qualità dell'aria	aumenta la percezione di sicurezza	aiuta coesione sociale e mobilitazione	aiuta educazione dei giovani	sensibilizza e crea consapevolezza rischi	aumenta disponibilità risorse idriche	ECONOMIA	riduce trattamenti acqua necessari	riduce infrastruttura per acque grigie	stimola economia locale	ECOLOGIA	aiuta rigenerazione falde acquifere	migliora qualità dell'acqua	riduce isola di calore	rafforza biodiversità e habitat naturale	riduce emissioni di gas serra nell'atmosfera	
<b>INFRA BLU</b>																									
Tetto polder	a/m	a	II	III	III	III	●	●		●	●	●	●		●		●				●	●	●	●	
Tetto blu	a	a	II	III	-	III			●		●	●	●									●		●	
Giardino della pioggia	a/m	a	I	III	II	III	●	●	●	●	●	●	●		●	●				●	●	●	●	●	
Tanica di raccolta	a	a	I	III	-	III			●	●	●	●	●		●	●						●		●	
Serbatoio urbano interrato	a	a	II	III	-	III			●				●		●										
Piazza inondabile	a	a	II	III	-	III	●		●		●	●	●				●				●	●			
Canalina pavimentata	a	I	I	III	-	III	●		●		●	●	●				●								
Campi sportivi di infiltrazione	a	a	II	III	III	III	●			●							●				●				
Parcheggi e percorsi permeabili	a/m	a	II	I	III	II				●							●				●	●		●	
Aree umide*	a/m	a	I	III	II	III	●	●	●	●	●	●	●		●	●				●	●	●	●	●	
Aree umide costruite*	a/m	a	I	III	II	II	●	●	●	●	●	●	●		●	●				●	●	●	●	●	
<b>INFRA VERDE</b>																									
Tetto verde/orto	a/m	a	II	II	III	III	●	●		●	●	●	●		●		●				●	●	●	●	
Facciata verde	a/m	a	II	I	I	II			●		●	●	●								●	●	●	●	
Filare alberato	a/m	I	I	-	III	II			●		●	●	●				●				●	●	●	●	
Canale verde d'acqua	a	I	I	II	I	III	●	●	●		●	●	●		●	●					●	●	●	●	
Canale verde wadi	a/m	I	II	II	III	III	●	●	●		●	●	●		●					●	●	●	●	●	
Parco inondabile	a/m	a	I	III	III	III	●	●	●	●	●	●	●		●	●				●	●	●	●	●	

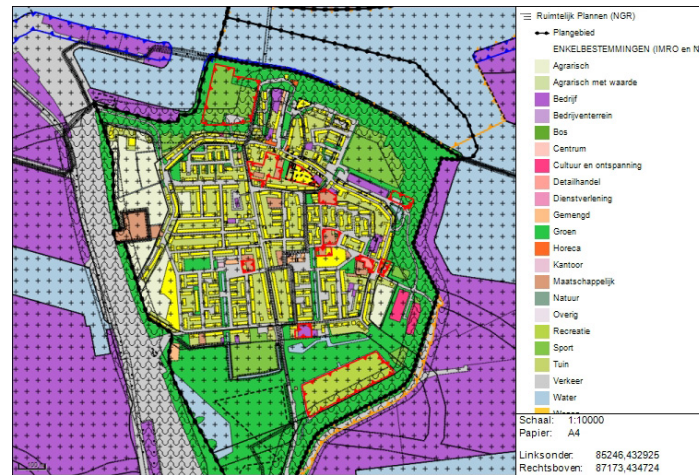
## *Iniziativa non-strutturali*

L'inventario degli strumenti per la costituzione di una città resiliente non può prescindere dall'inclusione di quei provvedimenti definiti come non-strutturali per il raggiungimento del suo obiettivo. Infatti, accanto a soluzioni in ambito tecnologico è fondamentale richiamare l'attenzione sulle azioni immateriali, indispensabili a favorire la transizione da una cultura della difesa ad un approccio resiliente e di convivenza con le acque. Le iniziative non-strutturali completano il quadro di strumenti e promuovono modifiche nella politica pubblica, nelle pratiche di gestione e nei sistemi di sorveglianza delle precipitazioni (García, 2017). A seconda delle condizioni di vita di una comunità e il livello probabilità del rischio, si presentano azioni che mirano, con differente intensità, all'adattamento o alla mitigazione dei fenomeni. Tali strumenti assumono la resilienza nel suo stretto legame con fattori culturali, tendenze comportamentali e valori sociali, tanto da essere ricondotti principalmente a quattro ambiti di intervento, ossia politica, comunicazione, partecipazione ed educazione, trattati in seguito.

Nella riflessione sulla costruzione del paesaggio, appare necessario contestualizzare il campo di applicazione e la tecnica utilizzata. Entrambi, infatti, territorio e scienza sono collegati all'uomo, all'epoca e all'intorno culturale attorno ai quali si sviluppano. Ciò dimostra la prossimità dell'individuo nei riguardi del contesto in cui vive e amplia il settore di coinvolgimento a tutta la popolazione, come attore della trasformazione fisica e concettuale, in grado di creare comunità più resilienti alle pressioni climatiche. Inoltre, in materia di ricerca, è necessario allargare il suo dialogo con la politica e la comunità, per un metodo di lavoro ravvicinato di scienza, potere pubblico, settore privato e società civile (García, 2017).

Similmente all'impegno verso modelli di pianificazione più sostenibili, quelli più resilienti coinvolgono una partecipazione politica, da declinare in tutti i suoi significati sociali, politici, etico-filosofici, poiché impossibile da curare solamente in campo scientifico (Davico, 2004). Dal punto di vista delle misure amministrative appare, dunque, fondamentale una prima formazione degli individui con responsabilità decisionale, che avranno, in seguito, potere sulle iniziative di governo territoriale. Tra queste ultime, le azioni che risultano più efficienti da intraprendere sono, ad esempio, la regolazione degli usi del suolo in sintonia con le informazioni dei livelli di rischio locale e l'emanazione di protocolli di preparazione agli eventi estremi. Un esempio è il caso del

comune di Pernis, che presenta una mappatura delle funzioni con particolare destinazione d'uso alla produzione nella fascia limitrofa al fiume, mentre alla residenza è assegnato l'area centrale, ulteriormente protetta da una corona verde intorno, come è visibile nella seguente figura.



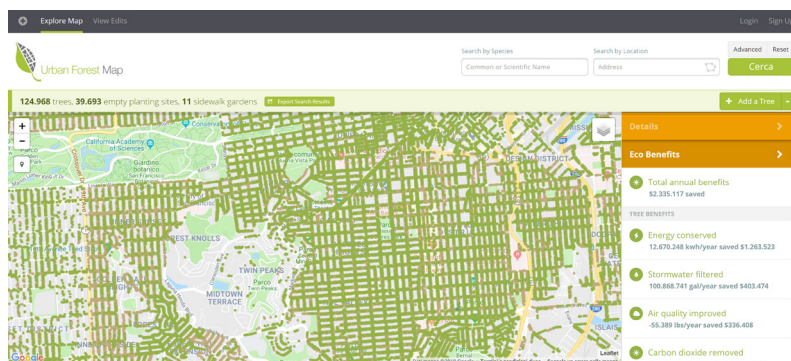
5.2.1 Piano comunale degli usi del suolo *Bestemmingsplan* di Pernis, Olanda. (gis.rotterdam.nl)

In secondo luogo, la democratizzazione della conoscenza e la possibile ricezione da parte di tutta la popolazione sono alla base di un'efficace campagna di comunicazione. Un sapere diffuso riguardante le analisi e gli strumenti urbanistici, utili alle applicazioni sulle comunità, garantisce che l'intervento tecnologico e pianificatore risulti in coerenza con il contesto di intervento, su cui, per altro, genera sviluppi sociali, economici e ambientali che interessano la stessa popolazione. Inoltre, una strategia per rendere il rischio più culturalmente percepibile da parte di pianificatori e società consiste nell'aumento della sua visibilità, favorendo comportamenti più responsabili e rafforzando il significato delle piccole azioni di ogni individuo. Tali azioni, devono essere collegate ai benefici che procurano all'ambiente, poiché, come sostenuto da Giddens, a causa della globalizzazione, le relazioni causa-effetto dei fenomeni quotidiani si collocano in aree spazio-temporali vaghe, indefinite e lontane dall'agire quotidiano (Davico, Mela, & Staricco, 2009). Dunque, tra le misure di comunicazione utili alla resilienza urbana vi sono l'implementazione dei sistemi di sorveglianza, notificazione e allarme riguardanti lo stato climatico, un esempio è la piattaforma prevista dal progetto *BlueAp* (fig.5.2.2) per la città di Bologna, introdotta nel capitolo 4. Risulta essenziale, in tal caso, l'accessibilità di tale servizio attraverso più mezzi di comunicazione, affinché la totalità delle fasce della popolazione possa essere coinvolta, senza esclusioni.



5.2.2 Interfaccia del sito web del piano *BlueAp* di Bologna. (blueap.eu)

A supporto di ciò, una partecipazione incondizionata della comunità trova potenziale nella natura di ogni individuo, complice dello sviluppo ambientale e delle recenti pressioni climatiche, ma al contempo, detentore della possibile inversione di comportamento, protagonista della possibile transizione. Per tale motivo, il coinvolgimento attivo e propositivo della comunità nei processi di pianificazione svolge un ruolo chiave nel disegno di un ambiente di vita comune. Tale pratica favorisce un sentimento di maggior fiducia ed ha origine grazie alla promozione di attività di consultazione con gli *stakeholders* interessati e dal contributo della popolazione in interventi di segnalazione e mappatura delle risorse. Un efficiente caso di mobilitazione si è verificato a San Francisco, attraverso lo sviluppo di un servizio di mappatura degli alberi presenti in città di nome *Urban Forest Map*. Ogni passante può collaborare, dal proprio computer o cellulare, per costruire un *database* comune di elementi verdi distribuiti per i quartieri, oltre che ottenere dalla piattaforma un calcolo dei benefici in termini di risparmi economici, di riduzione dei gas serra, di massa d'aria purificata e di piogge filtrate.



5.2.3 Interfaccia del sito web di *Urban Forest Map*, con dettaglio sulla finestra di mappatura della vegetazione urbana. (urbanforestmap.org)



Infine, ma alla base degli interi processi di avvicinamento tra i numerosi attori, vi è l'educazione della collettività, sia compresa nei servizi di informazione, sia in termini di sensibilizzazione e allenamento nelle buone pratiche quotidiane, per una costruzione sociale del territorio resiliente alle acque. Considerando l'utilizzo individuale d'acqua, appare fondamentale l'impegno nella riduzione della domanda e nell'aumento dello stoccaggio delle piogge, per il riuso. Tuttavia, l'accoglienza dei nuovi modelli di comportamento si presenta in parallelo alla necessità di mantenere i livelli di vita che la società richiede, fornendo approcci alternativi di sviluppo sostenibile (Davico, 2004). I programmi di istruzione spaziano in uno spettro ampio di iniziative, a seconda della fascia di età a cui vengono indirizzate, e includono perciò workshop, incontri, simulazioni ed eventi in materia, come avviene durante le maratone di soluzioni per le precipitazioni estreme in città. Durante queste ultime, come è avvenuto nell'edizione torinese di *Climathon*, gruppi provenienti da fasce d'età e discipline eterogenee, si sfidano per ragionare e proporre degli strumenti per la resilienza urbana alle piogge.



5.2.4 Edizione torinese della maratona di idee per la gestione delle acque urbane *Climathon* 2018 (spaziotorino.it)

## 6.2 PROPOSTA PROGETTUALE

L'area di Heijplaat si presenta come realtà ricca di contrasti e, al momento, fortemente isolata dal resto di Rotterdam. La proposta progettuale ha come obiettivo più punti: tra i quali donare visibilità a Heijplaat rispetto al centro città, impostare una strategia per il periodo di transizione da porto a Stadshaven e, infine, donare modernità all'area valorizzando allo stesso tempo il suo passato industriale.

Il progetto è stato composto da una fase analitica ed una di disegno paesaggistico. Dalla prima

sono ottenute mappe tematiche di comprensione del territorio, tra le quali quelle più significative per l'avvio del progetto sono risultate le aree maggiormente vulnerabili (mappa A3) e le intersezioni spaziali dell'ex tracciato ferroviario sia con le aree verdi sia con quelle di maggior depressione (mappe A8-A9). Dalla prima mappa deriva una riduzione della scala progettuale ad una proposta di applicazione sul quartiere residenziale, mentre dalle seconde si delinea un insieme di direttrici principali sulle quali nasce il concept di rete ecologica fruibile in Heijplaat. In sintesi, il disegno a grande scala si sovrappone a quello dei microspazi dell'abitare e diffonde nell'intera rete strumenti nature-based per la gestione delle acque.

Nello specifico la proposta di un parco lineare somma più funzionalità (mappa P2): un percorso di soft mobility, un sistema di gestione delle acque nature-based e, per la maggior parte, visibile ai fruitori e un insieme di spazi pubblici derivanti dalle precedenti aree di logistica portuale. Attraverso tali proposte si otterrebbe un'implementazione, rispetto alla condizione attuale, della componente verde, dell'infrastruttura ciclabile e di quella pedonale, affiancate dalla progettazione di una rete di gestione delle acque. Quest'ultimo, in particolare, segue una strategia che si basa sulle dimensioni dello spazio offerto. Dunque, come risulta visibile nelle mappe P9 e P10, lungo il parco il trattamento delle acque avviene nelle aree ampie, tramite canaline pavimentate che sfociano in raingardens, mentre su superfici ridotte, tramite canali verdi di infiltrazione e canaline pavimentate di emergenza.

Per quanto riguarda l'intervento sull'area residenziale di Heijplaat, il progetto si è sviluppato diversamente, viste le differenze di uso e di struttura del tessuto urbano. Infatti, l'obiettivo per il villaggio è consistito nel fornire un piano di gestione delle acque, nonostante il tessuto urbano risulti più denso, e favorire, di conseguenza, una valorizzazione di parti specifiche del quartiere. Il trattamento delle acque come si nota nelle mappe V2 e V3 consiste principalmente nello smaltimento per infiltrazione in aree verdi, posizionate lungo il perimetro oppure diffuse lungo l'asse centrale di attraversamento. Grazie a ciò, luoghi ritenuti di maggior pregio architettonico e simbolico, di potenziale coesione sociale e di possibile rifunionalizzazione attraverso il progetto acquisiscono maggior visibilità e opportunità di accesso (mappa V4).

In generale, la proposta per Heijplaat si concentra sull'applicazione di una collaborazione con l'ambiente e del principio della resilienza. Quest'ultima, in particolare, viene interpretata non solo in termini di risposta al rischio inondazioni, ma anche di strategia in occasione di crisi ambientali e economiche. Infatti, anche la riattivazione degli ex spazi portuali, non più funzionali ad Heijplaat, rivela una loro interpretazione non come elementi di rifiuto, bensì come punti di partenza per un nuovo e differente panorama locale. La città resiliente appare, dunque, come uno spazio in grado di adeguarsi alle pressioni della storia e rispondere non solamente ai rischi ambientali, ma anche alle richieste sociali ed economiche, attraverso nuove forme di adattamento innovativo (Gironda, 2015).

Inoltre, la condizione di transizione funzionale di Heijplaat suggerisce una proposta di urbanistica temporanea (*tactical urbanism*) su alcuni punti dell'area, ossia d'identificazione degli usi e costruzione dell'arredo urbano da parte della comunità che ne usufruirà. In tale caso, la resilienza intesa come adattamento spontaneo alle nuove condizioni imposte risulta un mezzo di inclusione e partecipazione.

In conclusione, nel progetto si è riflettuto sui vantaggi apportati dall'impiego degli strumenti di gestione delle acque. Le soluzioni non hanno semplicemente soddisfatto le richieste di abbassamento dei livelli di rischio ambientale, ma hanno generato una molteplicità di benefici indiretti, nei settori sociale, economico ed ecologico. In particolare, la Tabella di valutazione degli strumenti riassume le relazioni specifiche tra ogni strumento applicato e i suoi vantaggi, mentre è stata elaborata una considerazione più generale sui valori positivi della rete verde di Heijplaat. A sostegno di ciò, dal progetto si è anche notato come ciascuno strumento sia di importanza rilevante e, allo stesso tempo, come una loro integrazione in un unico sistema sia essenziale per soddisfare gli obiettivi di gestione delle acque e di rigenerazione spaziale.

Perciò a livello sociale, la rete verde di Heijplaat favorisce la fruibilità di spazi un tempo dedicati ad operazioni industriali, sfumando la netta separazione tra usi portuali e residenziali sulla penisola. Inoltre, la qualità di vita può migliorare, aumentando il benessere psico-fisico attraverso l'inserimento di attività di orticoltura e di strumenti di riduzione del rischio ambientale e investendo nella coesione sociale attraverso il miglioramento degli spazi pubblici di relazione. Infine, l'identità

locale viene rafforzata attraverso una maggior visibilità a livello urbano e un riconoscimento di Heijplaat come quartiere sperimentale resiliente, valorizzando allo stesso tempo la memoria del suo passato industriale tramite la conservazione di elementi simbolici come la ferrovia.

Nel settore ecologico, la proposta contribuisce a rafforzare la biodiversità e le opportunità di habitat naturale, oltre ad incentivare la *soft mobility*, con ulteriore un'ripercussione sulla buona salute, e ridurre le emissioni inquinanti. In aggiunta, la caratteristica visibilità dei trattamenti per l'acqua rende l'impiego degli strumenti un mezzo per la responsabilizzazione collettiva riguardo al tema, insieme ad un possibile coinvolgimento della popolazione nella cura degli elementi verdi del quartiere.

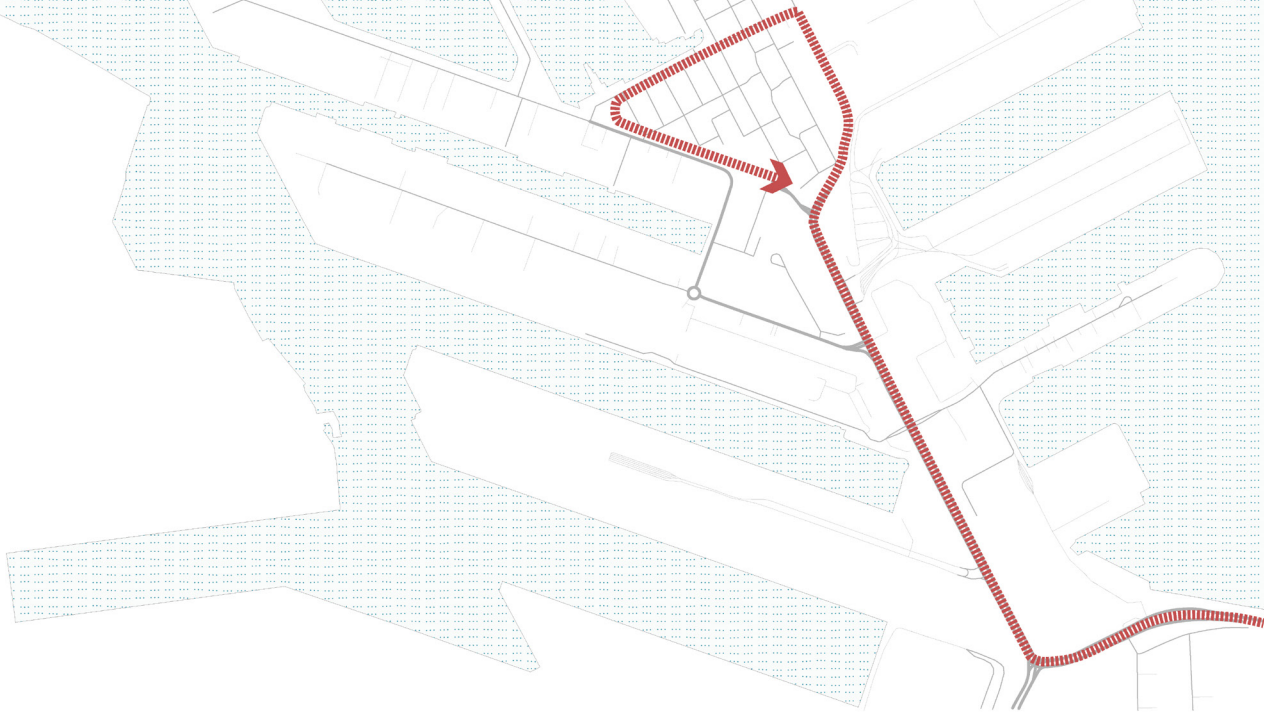
Infine, dal punto di vista economico in generale il progetto incoraggia nuove posizioni lavorative nella gestione delle acque e del verde, apre la possibilità di investimento su attività negli spazi pubblici e, per ultimo, valorizza il mercato di orticoltura locale.



La resilienza si presenta in Heijplaat come mezzo per lo sviluppo creativo di spazi flessibili e territori d'acqua e suggerisce scenari futuri di inclusione della risorsa nel disegno dei suoi spazi. Appare utile dunque incoraggiare una maggiore sperimentazione futura in questo campo, con l'obiettivo di comprendere come l'acqua modella l'intorno e come controllare la sua stessa presenza nei contesti urbani.



# ELABORATI DI PROGETTO

## A1-SISTEMA MOBILITÀ

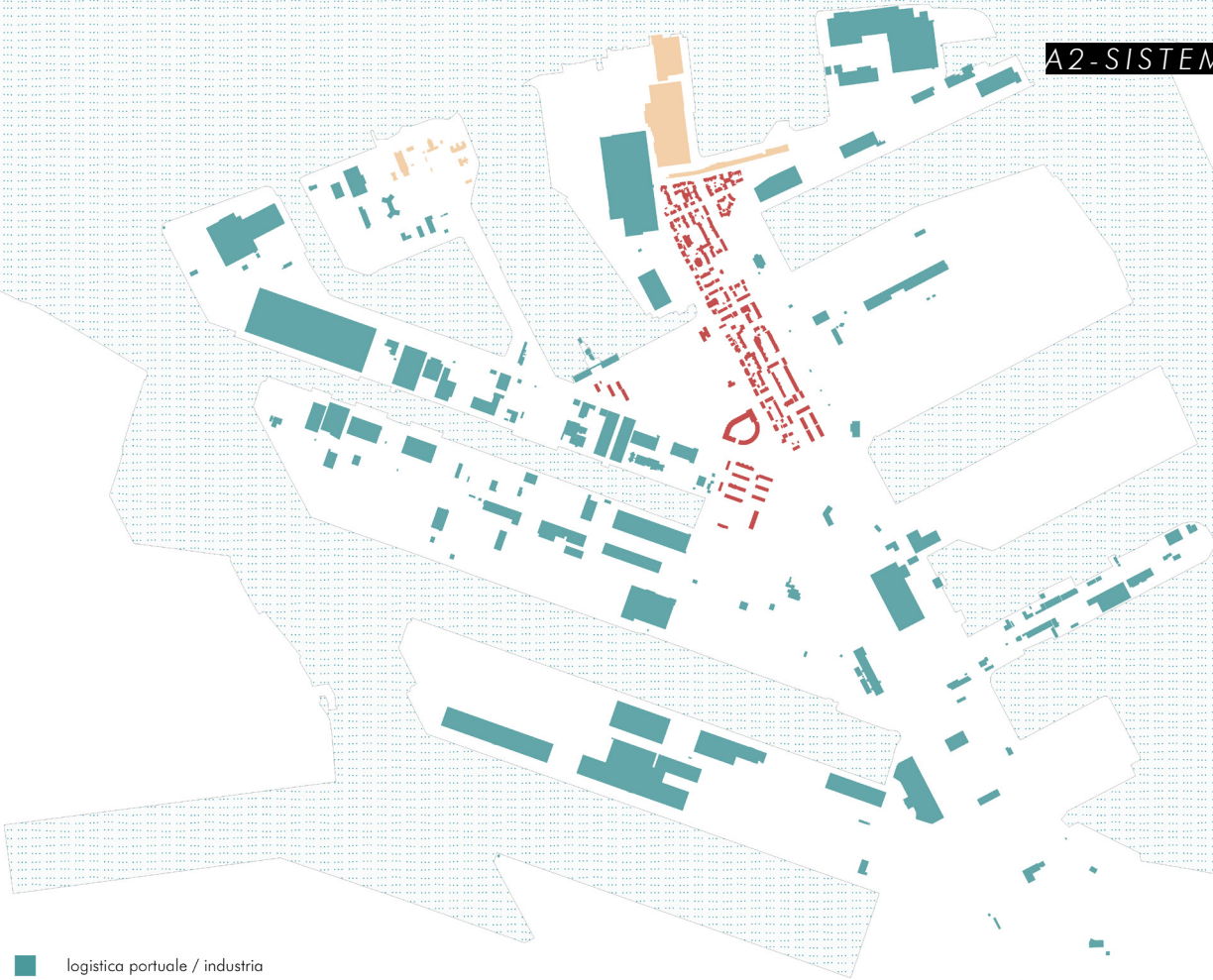





-  asse viario principale e direzione di mobilità
-  assi viari secondari

0 20 120m



## A2-SISTEMA FUNZIONI



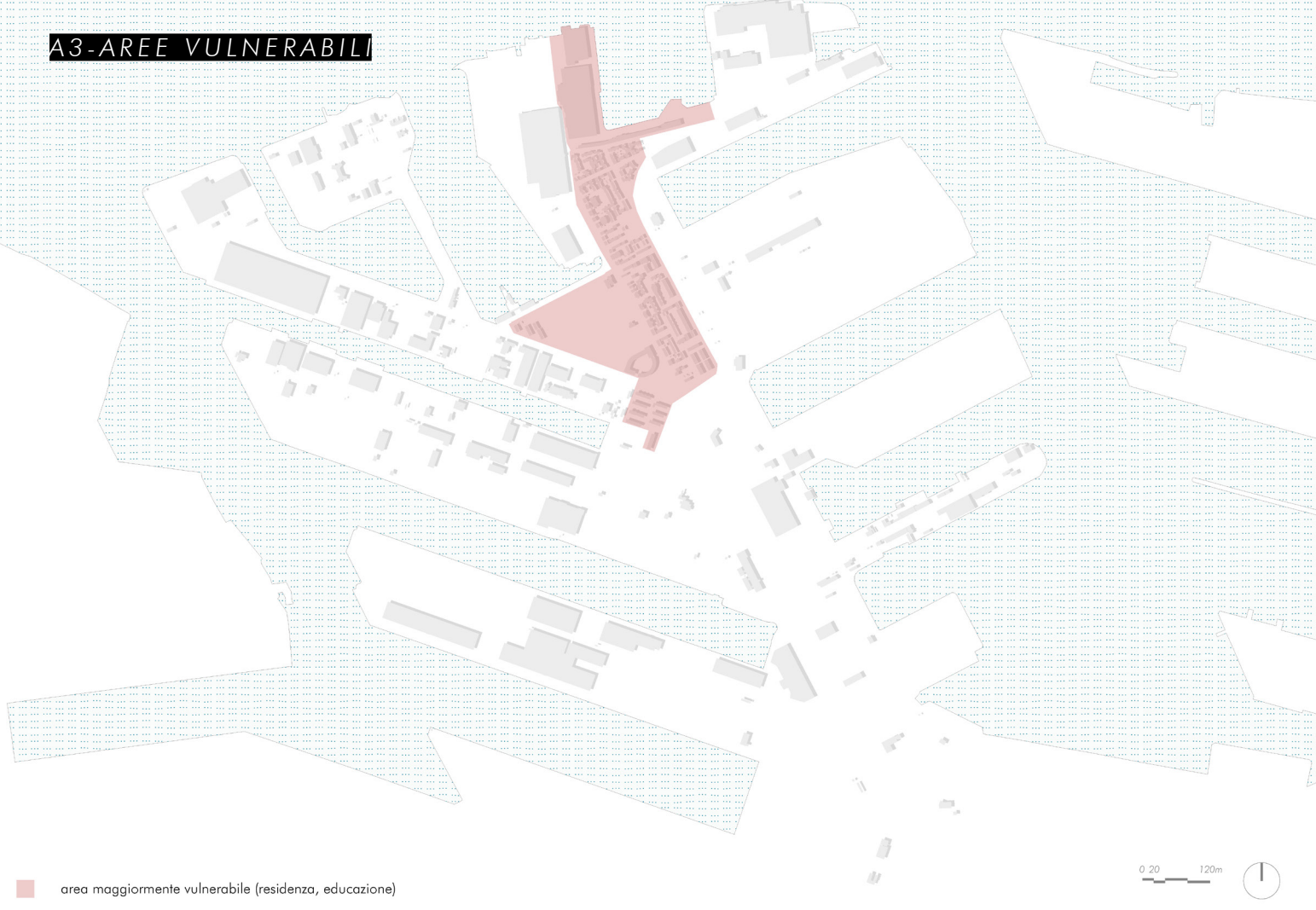
-  logistica portuale / industria
-  residenza
-  ricerca / educazione

0 20 120m



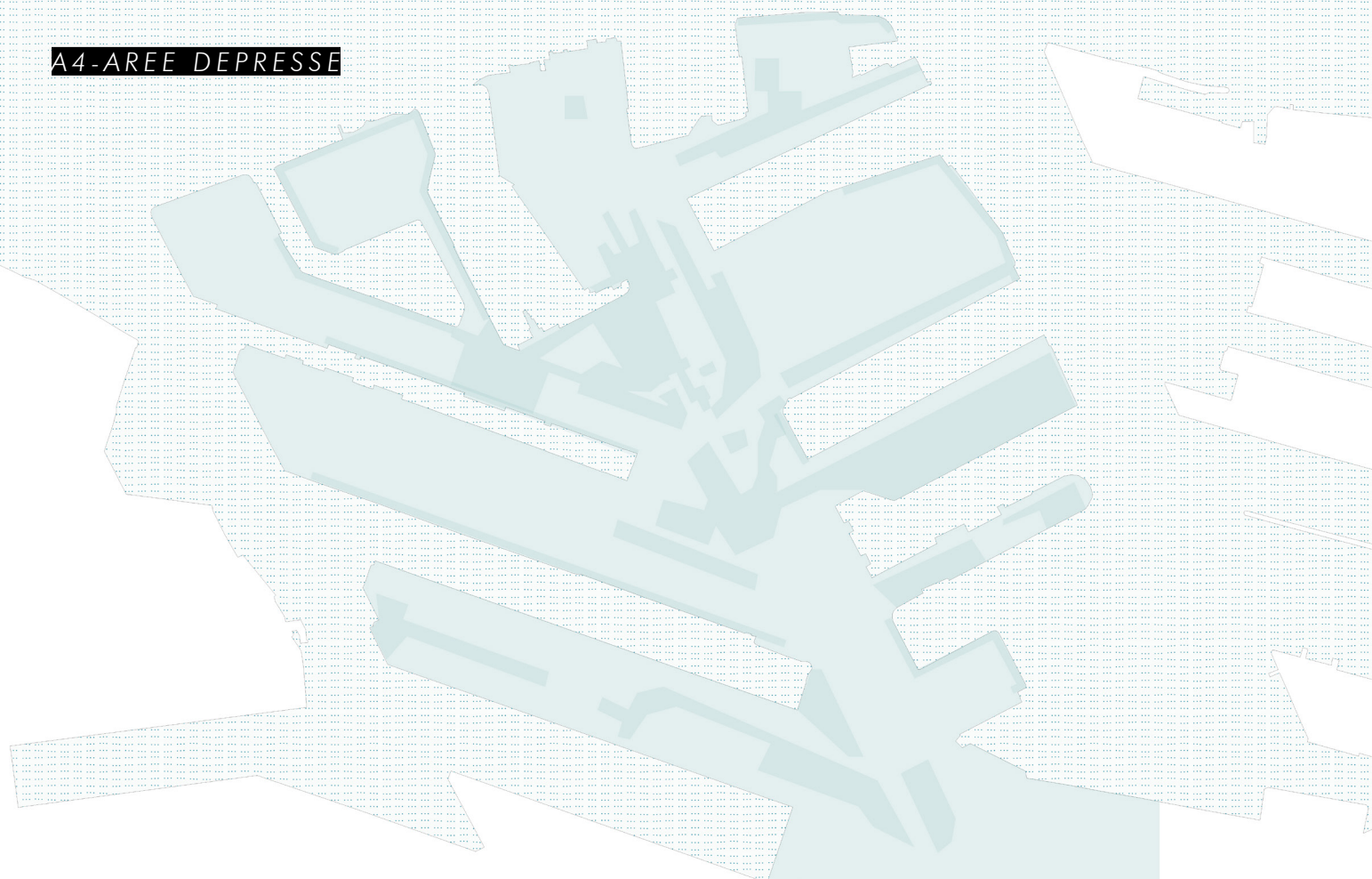


### A3-AREE VULNERABILI



■ area maggiormente vulnerabile (residenza, educazione)

### A4-AREE DEPRESSE

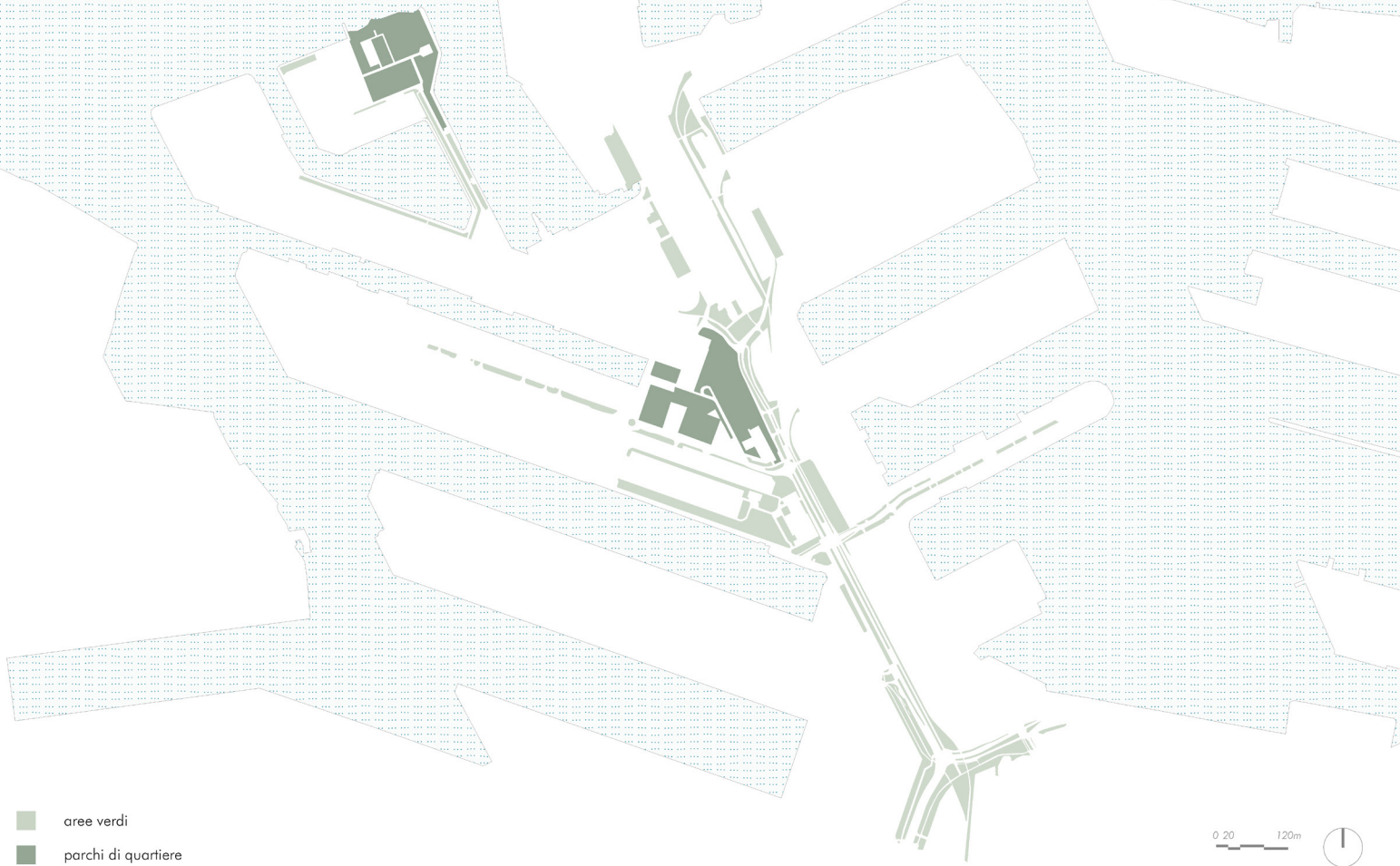


■ altezza suolo maggiore di 0.83m  
■ aree di depressione di altezza minore di 0.83m

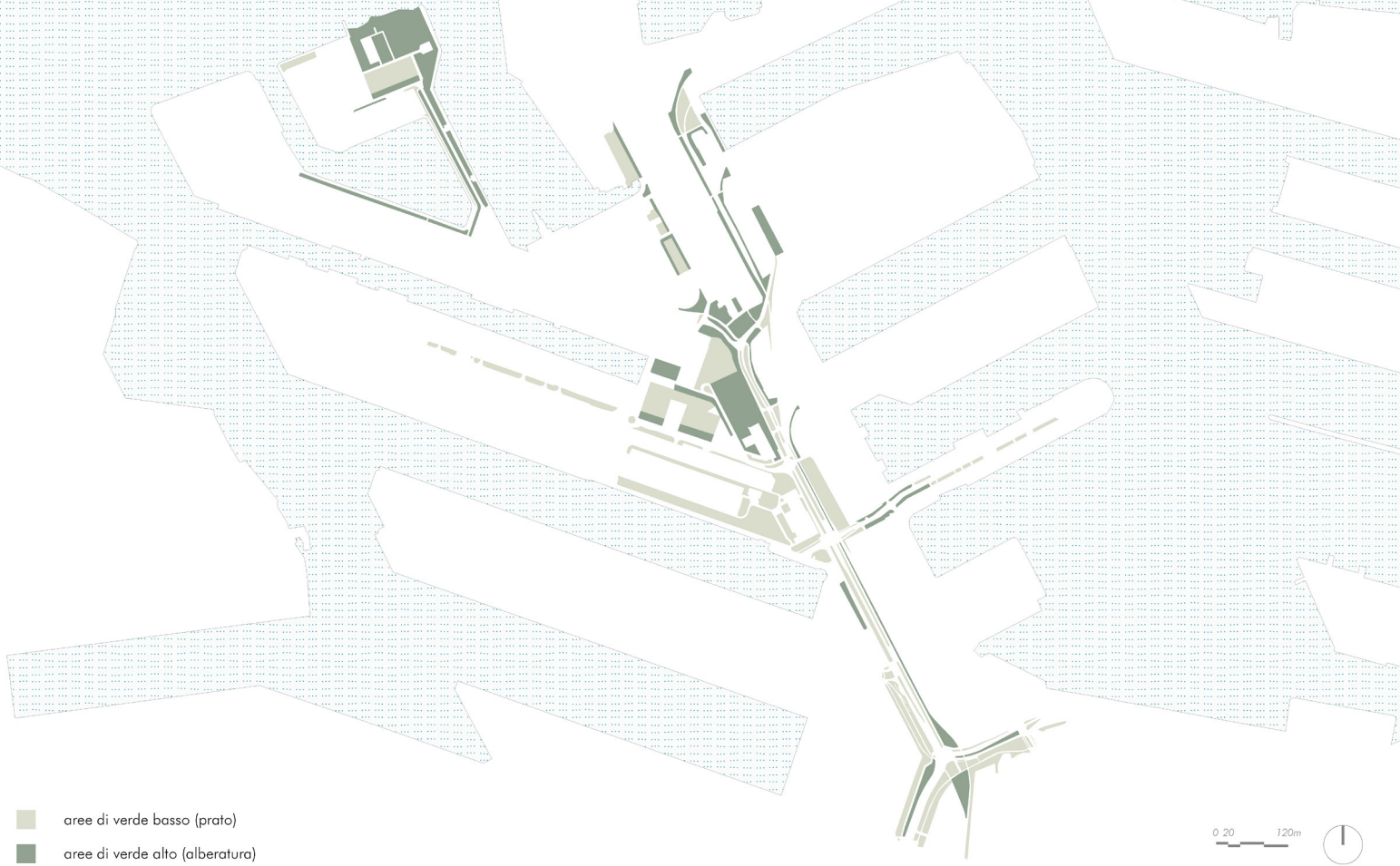




## A5-SISTEMA VERDE



## A6-TIPOLOGIE DI VERDE





## A7-FERROVIA

--- tracciato ferroviario

0 20 120m



## A8-INTERSEZIONE FERROVIA- DEPRESSIONI

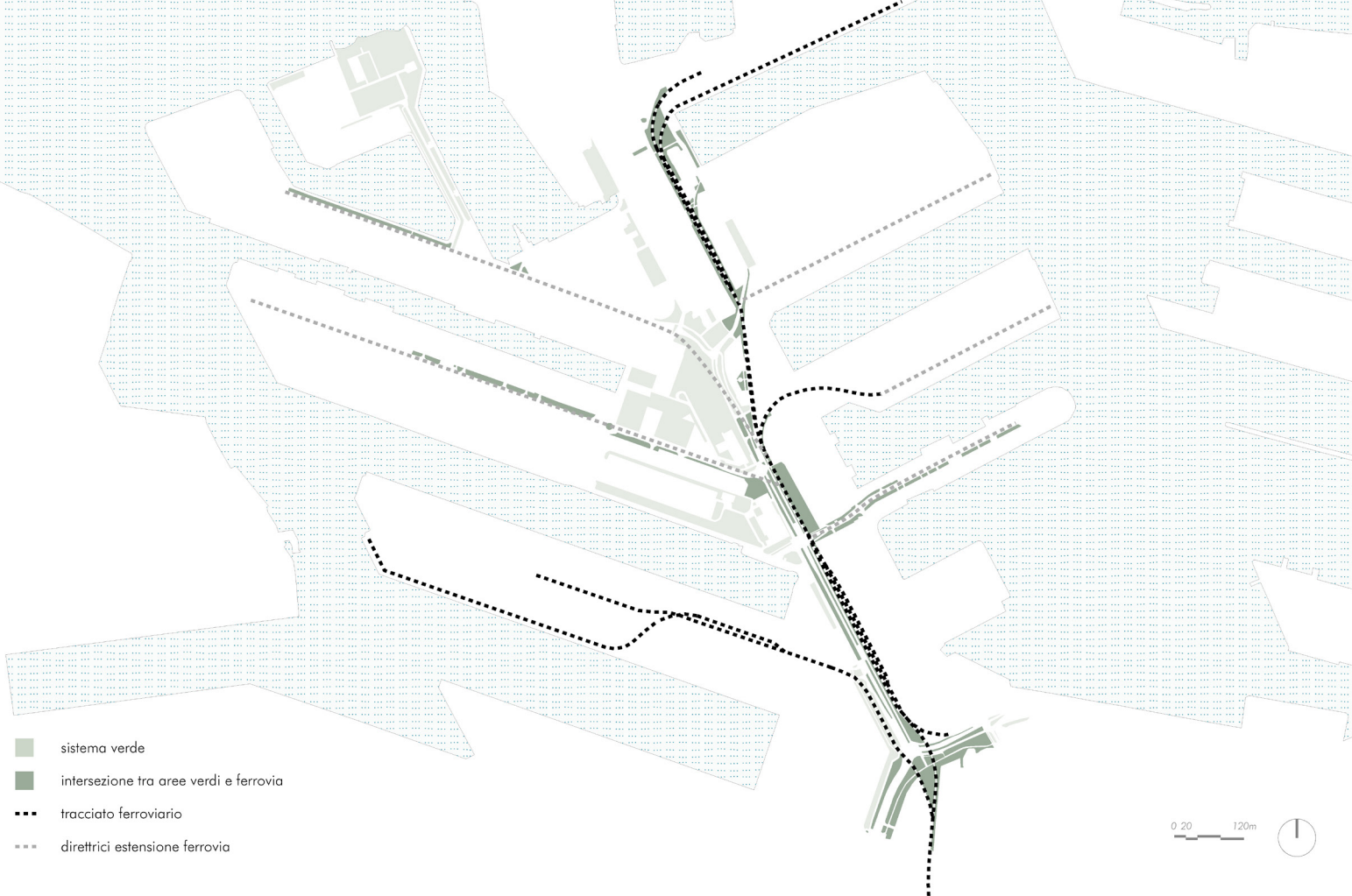
■ depressioni del suolo ( $h < 0.83m$ )  
■ intersezione tra aree depresse e ferrovia  
--- tracciato ferroviario  
--- direttrici estensione ferrovia

0 20 120m

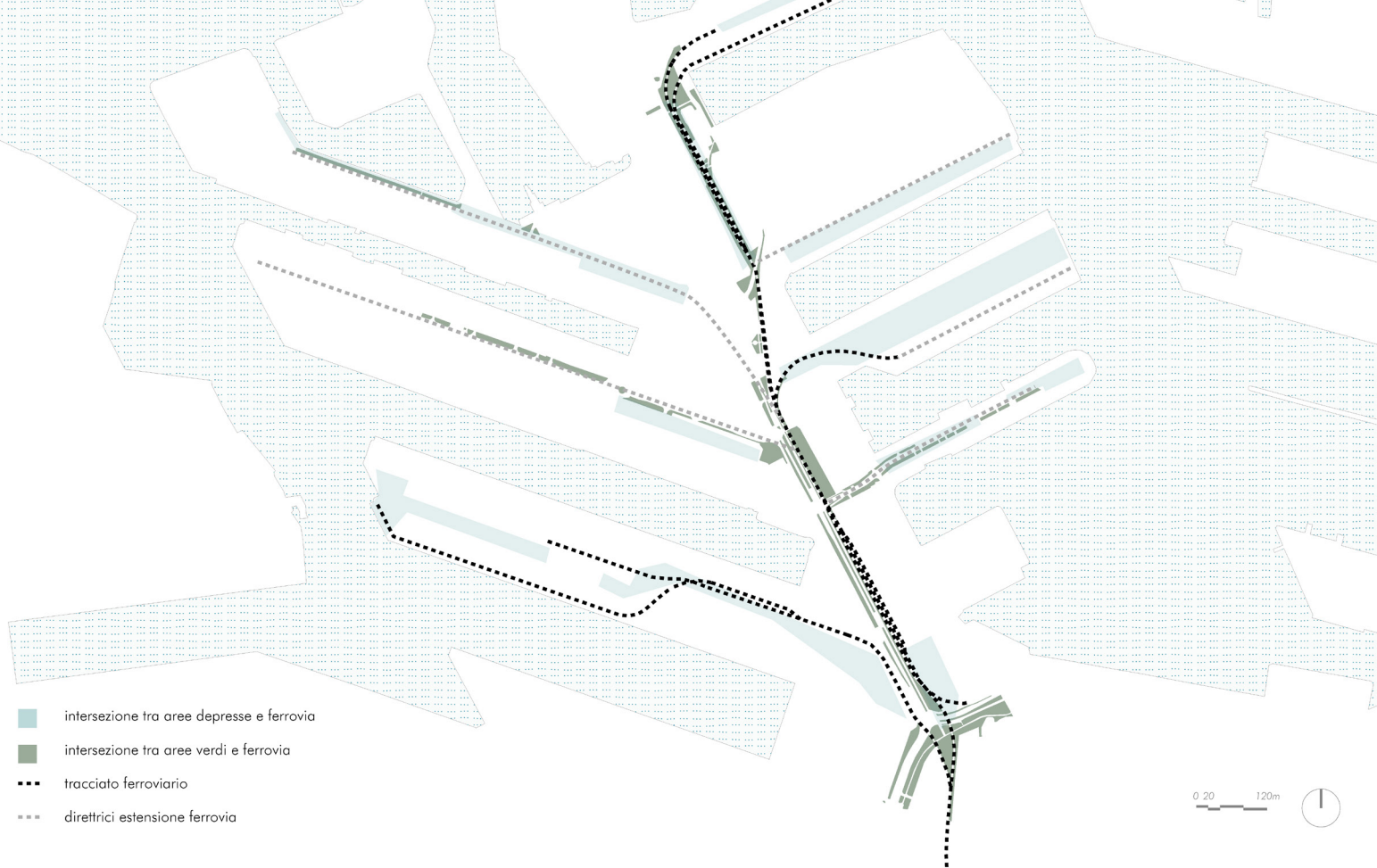




## A9-INTERSEZIONE FERROVIA-VERDE



## A10-INTERSEZIONE FERROVIA-VERDE-DEPRESSIONI





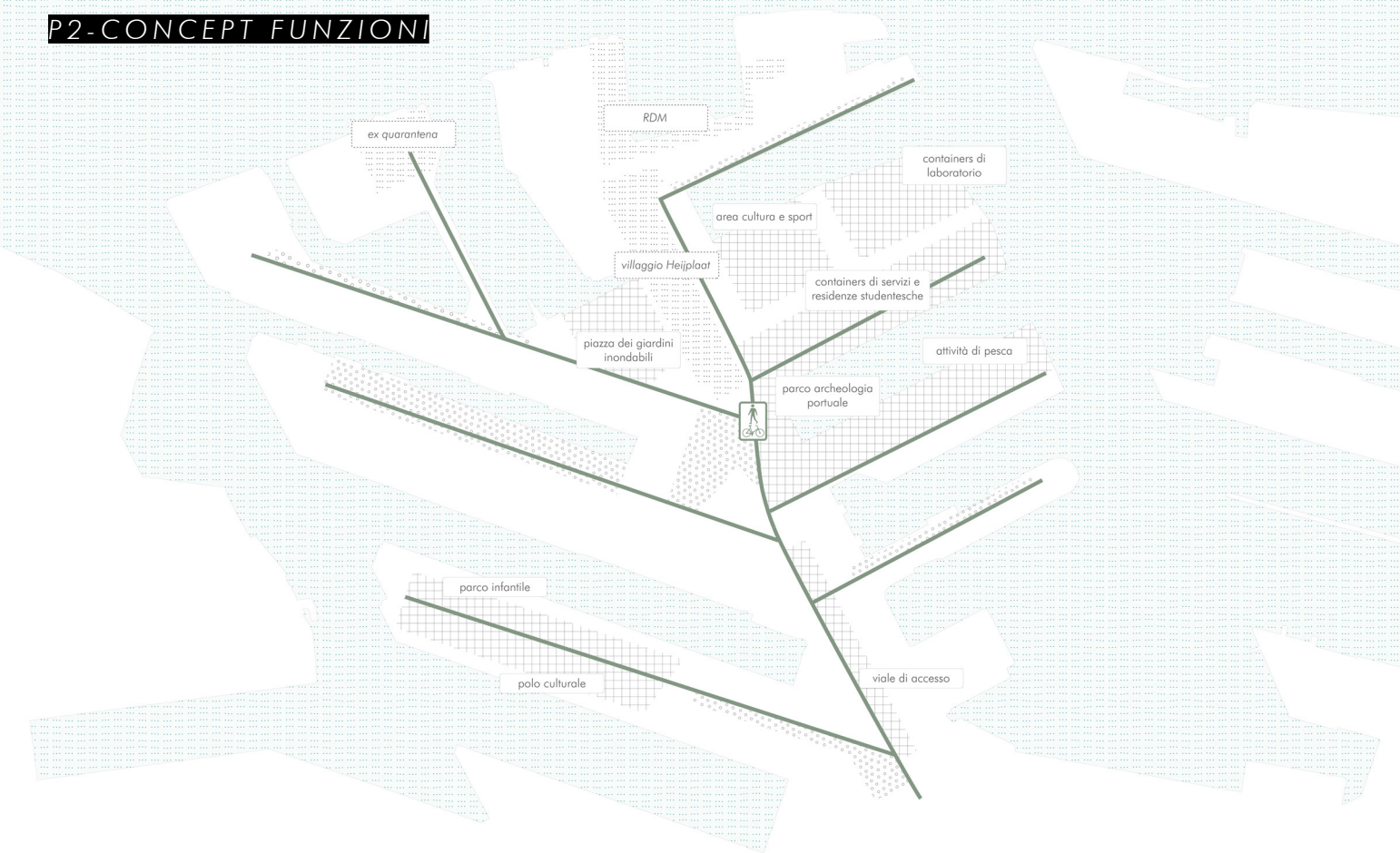
# PI-CONCEPT

-  rete verde di progetto
-  tracciato ferroviario
-  spazio pubblico di progetto
-  direttrici estensione ferroviaria



# P2-CONCEPT FUNZIONI

-  spazio pubblico secondario
-  spazio pubblico preesistenze
-  spazio pubblico primario
-  rete principale di progetto





### P3-VERDE IMPLEMENTATO

- ▨ aree verdi esistenti
- ▨ aree verdi implementate nel progetto

0 20 120m



### P4-TIPOLOGIE DI VERDE DA PROPOSTA

- aree alberate della rete verde
- aree a prato della rete verde

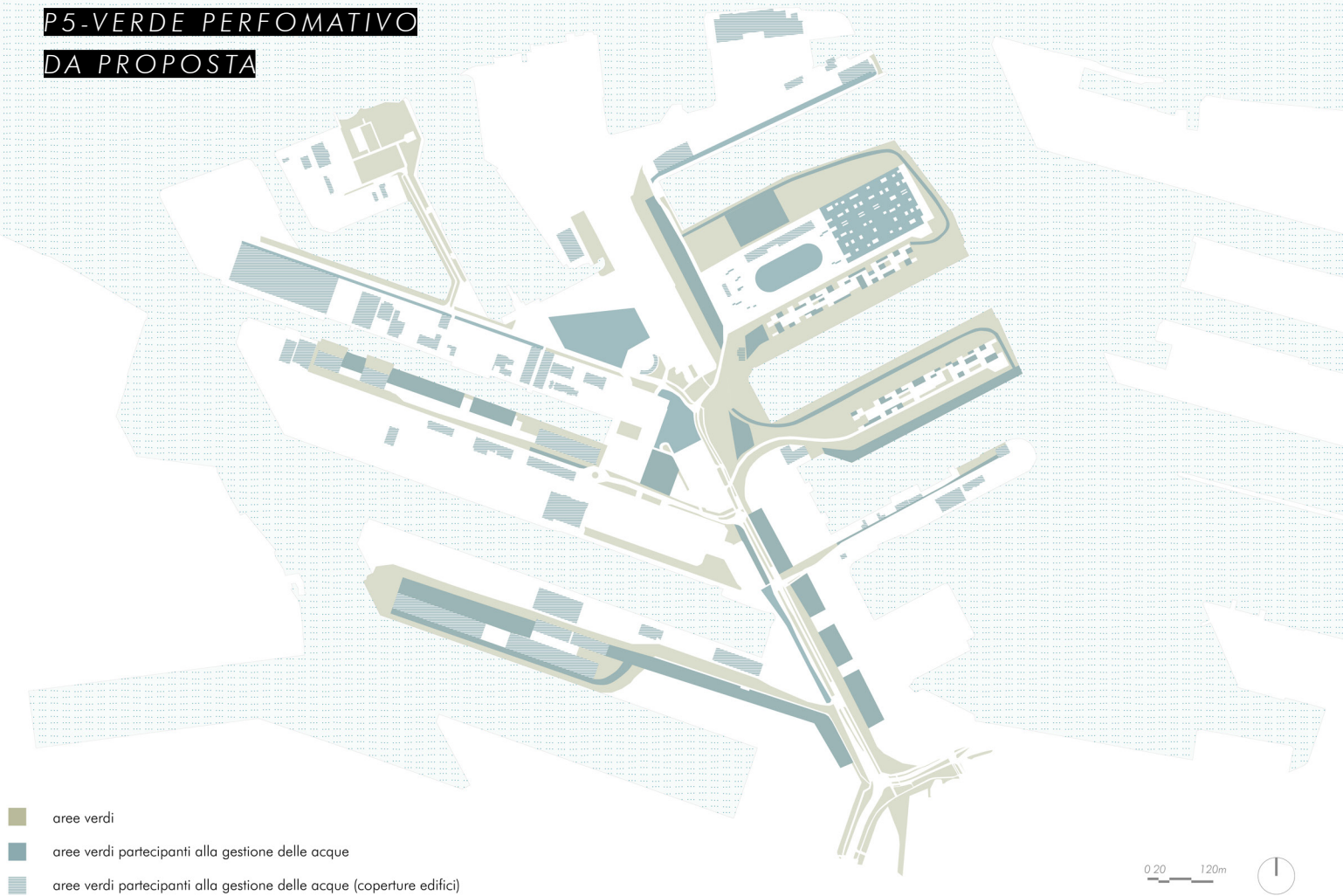
0 20 120m





## P5-VERDE PERFORMATIVO

### DA PROPOSTA



## P6-POTENZIALE

### VERDE PENSILE





## P7-PERCORSI CICLABILI

- tracciato ciclabile esistente
- tracciato ciclabile di progetto

0 20 120m



## P8-PERCORSI PEDONALI

- principali percorsi pedonali di progetto
- percorsi secondari di progetto

0 20 120m







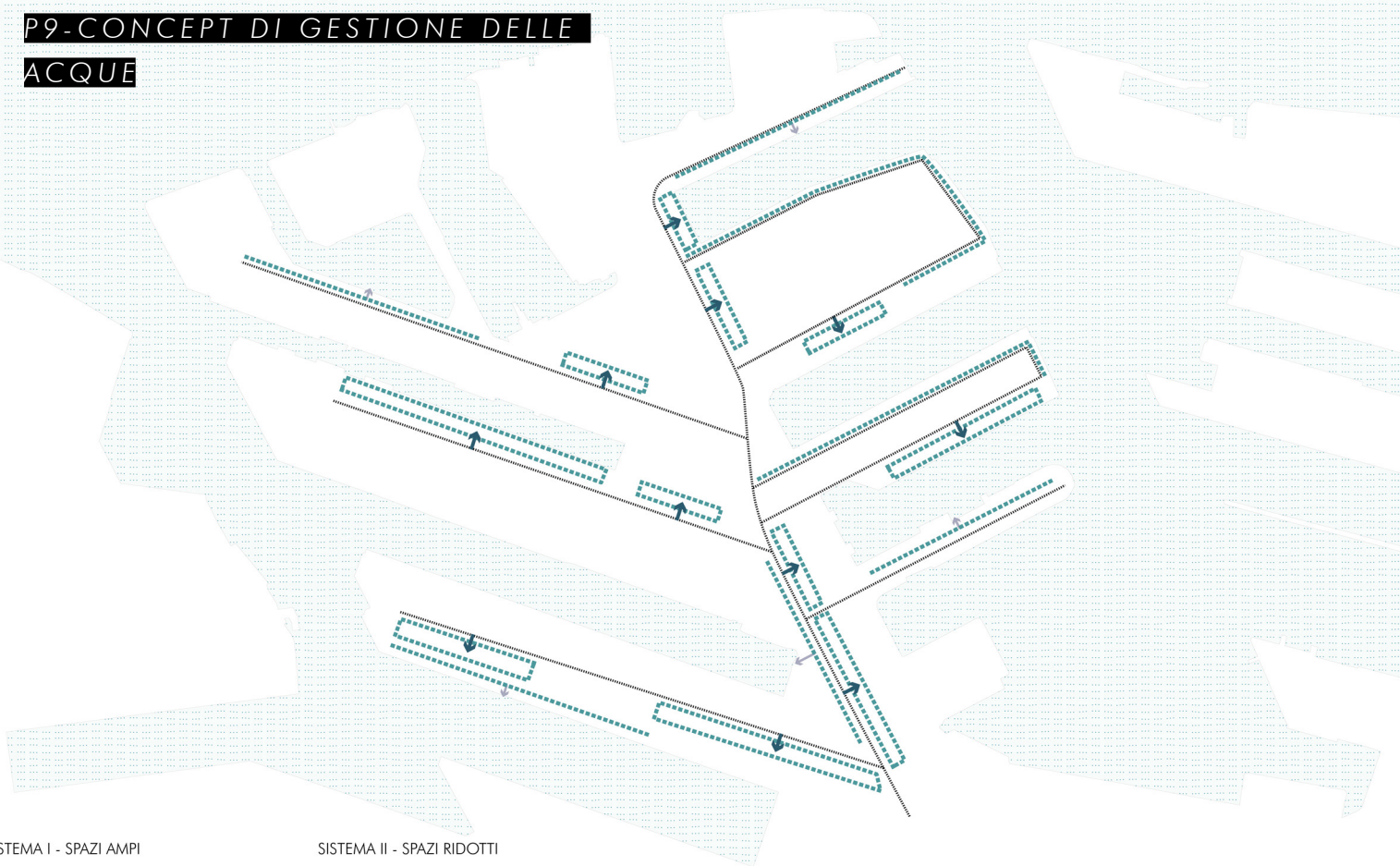
- verde infrastrutturale + parchi
- verde pertinenziale
- pavimentazione drenante
- percorsi ciclabili
- percorsi pedonali
- passerelle in legno per percorsi pedonali
- potenziali coperture verdi
- potenziali coperture verdi produttive
- passerelle tra coperture verdi

0 20 120m









## P9-CONCEPT DI GESTIONE DELLE ACQUE




SISTEMA I - SPAZI AMPI

-  canaline pavimentate di trasporto delle acque
-  aree di infiltrazione - raingardens

SISTEMA II - SPAZI RIDOTTI

-  canaline pavimentate di monitoraggio del livello delle acque
-  canali verdi d'infiltrazione delle acque




-  percorso pedonale e ciclabile di progetto




0 20 120m



## P10-SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE



-  canali verdi di infiltrazione
-  canaline pavimentate superficiali/interrate
-  canaline pavimentate superficiali/interrate (uso in caso di fenomeni estremi)

-  aree di infiltrazione - raingardens
-  potenziali tetti verdi
-  potenziali tetti verdi con orto

0 20 120m





## V1- SPAZI POTENZIALI

- valore architettonico
- edifici religiosi
- spazi interstiziali sottoutilizzati
- punti di aggregazione (verdi/pavimentati)
- scuola elementare



0 20 120m

## V2- CONCEPT DI GESTIONE DELLE ACQUE

- maggiori aree verdi circostanti
- verde pertinenziale
- direzioni di drenaggio acque



0 20 120m



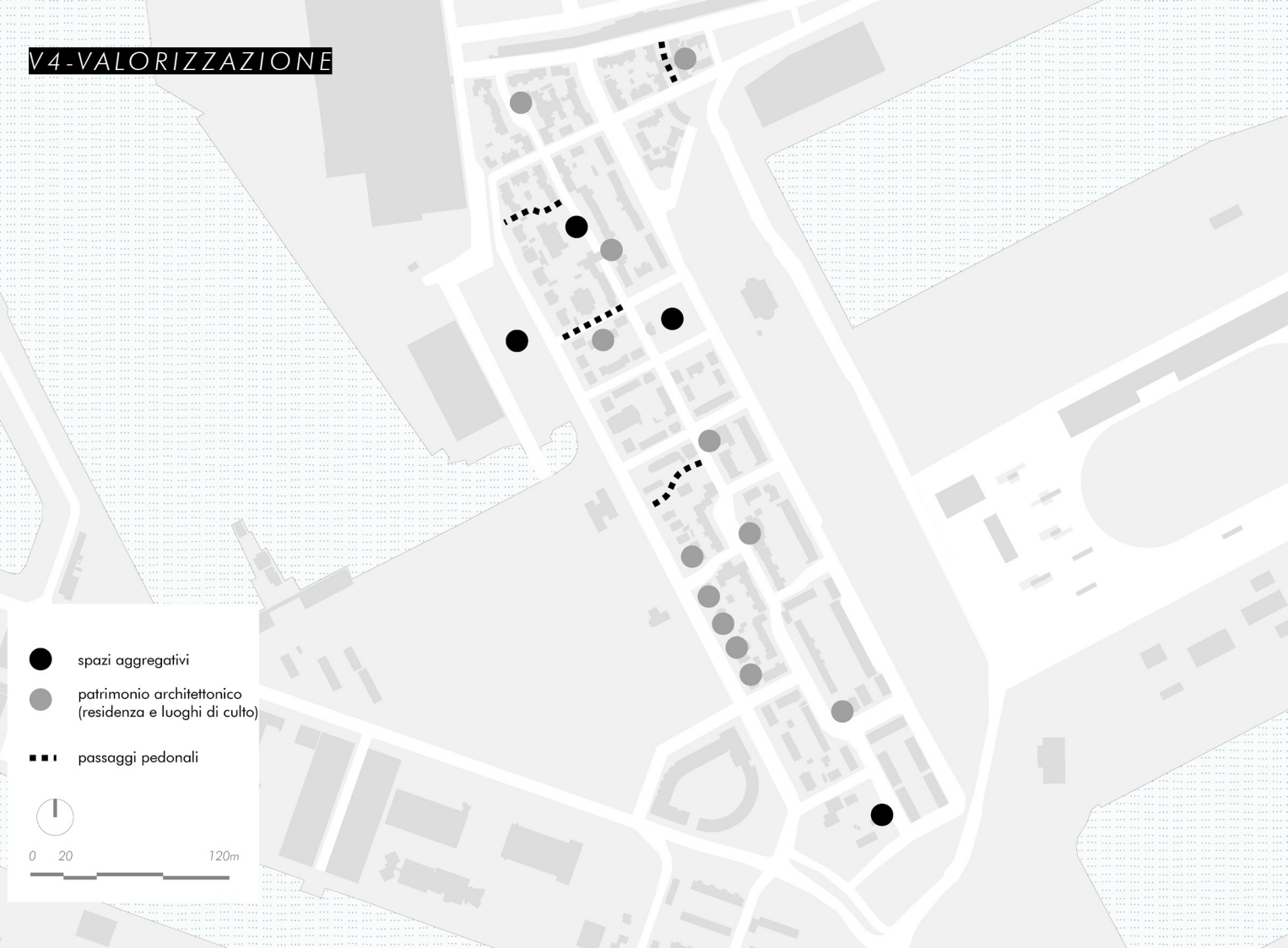
### V3-SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE



- area verde d'infiltrazione
- area pavimentata d'infiltrazione
- canalina pavimentata
- canale verde d'acqua



### V4-VALORIZZAZIONE



- spazi aggregativi
- patrimonio architettonico (residenza e luoghi di culto)
- passaggi pedonali

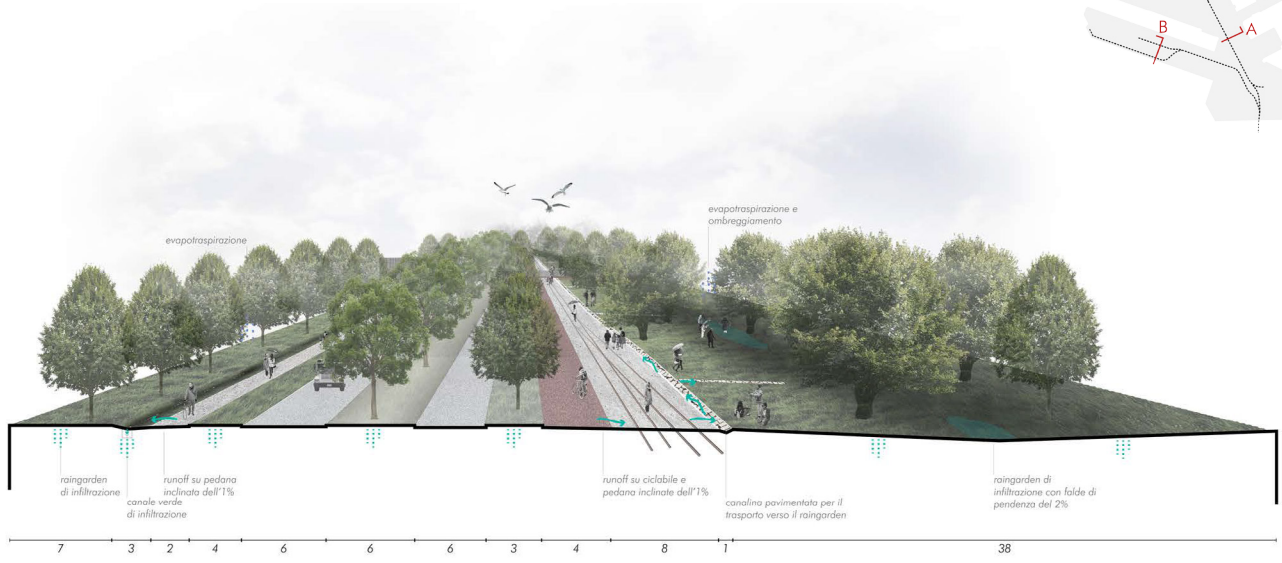
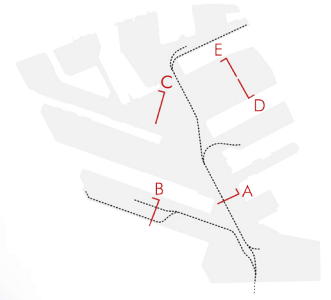




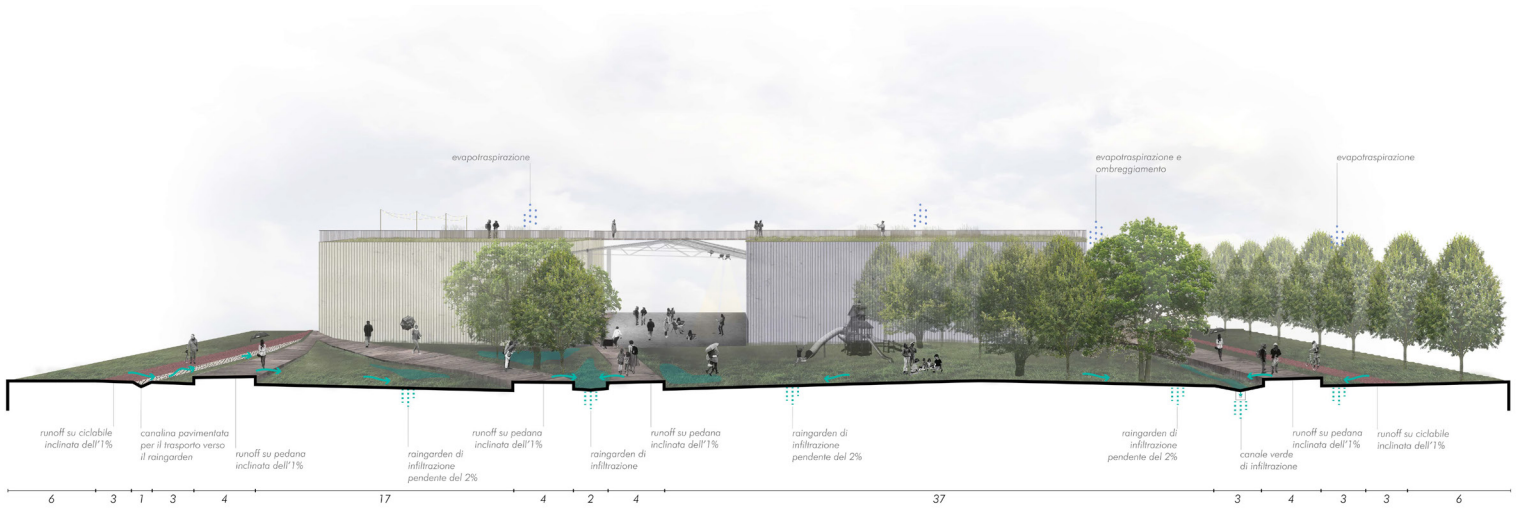


# SEZIONI PROSPETTICHE

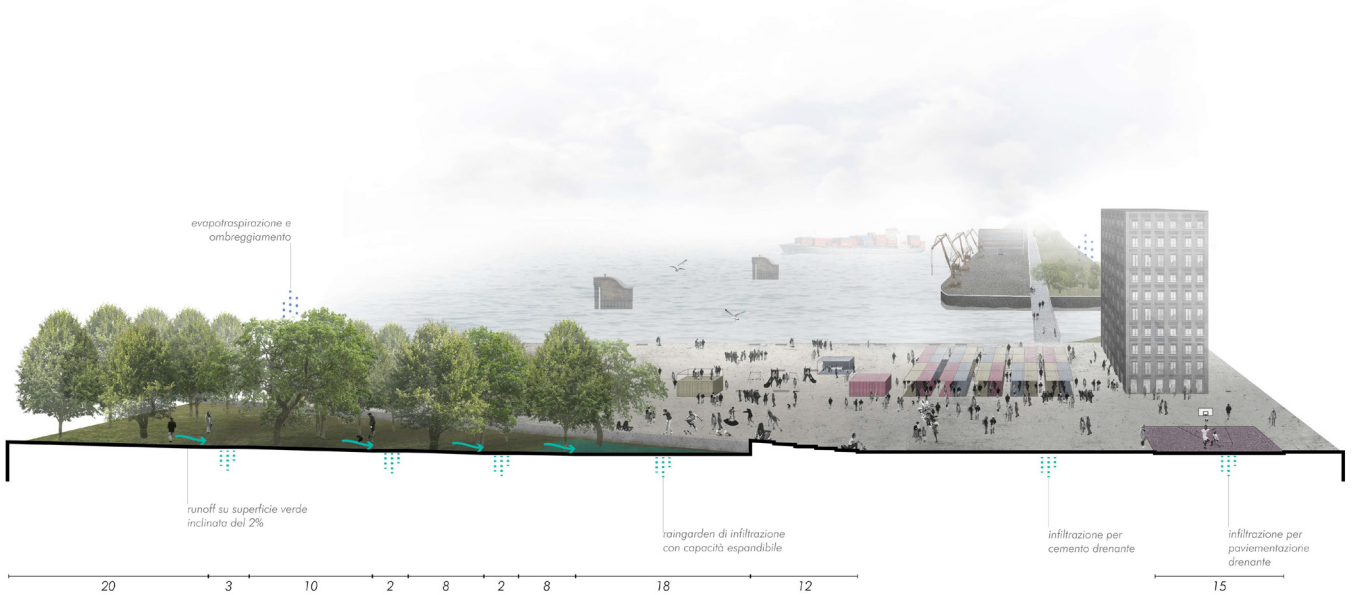
**A**



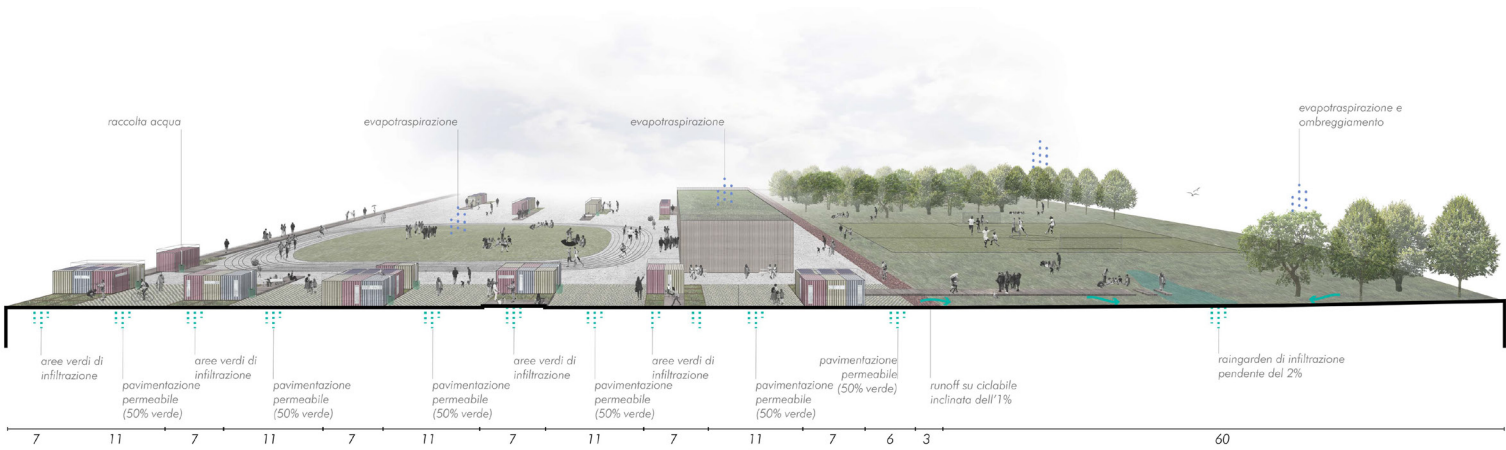
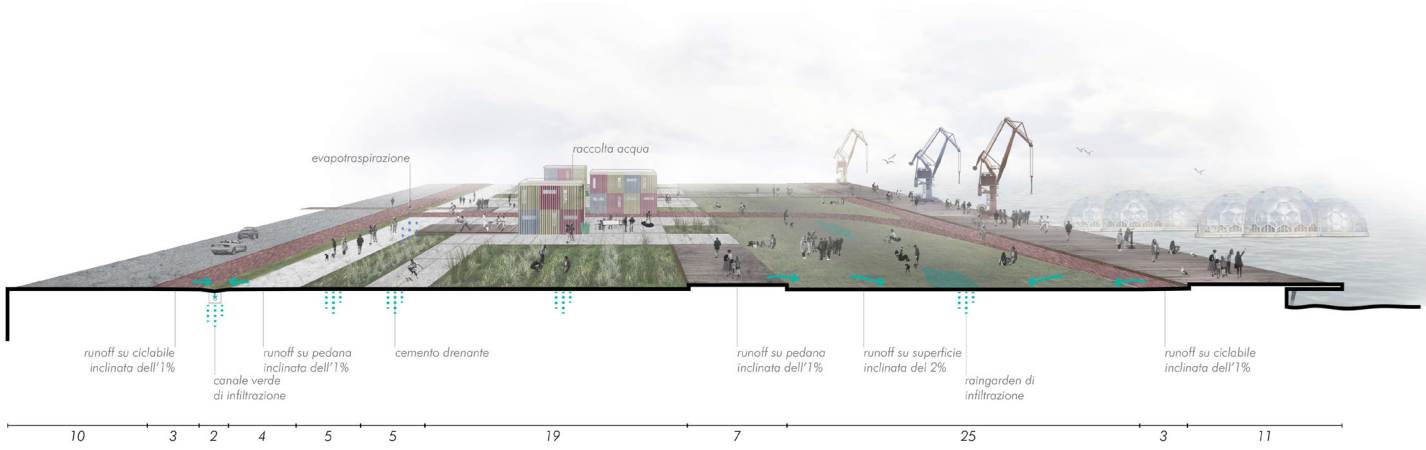
**B**



**C**







# BIBLIOGRAFIA

(ORDINE DI PUBBLICAZIONE)

## TEORIA

- McHarg, I. (1969). *Design with nature*. N.Y.: Natural History Press.
- Mela, A., Belloni, M. C., & Davico, L. (1998). *Sociologia dell'ambiente*. Roma: Carocci.
- UN Environment. (2001). The Hydrologic Cycle: How Water Moves Around the World. In *Lakes and Reservoirs vol.2. The Watershed: Water from the Mountains into the Sea*.  
[http://www.unep.or.jp/ietc/publications/short\\_series/lakereservoirs-2/2.ASP](http://www.unep.or.jp/ietc/publications/short_series/lakereservoirs-2/2.ASP).
- Davico, L. (2004). *Sviluppo sostenibile. Le dimensioni sociali*. Roma: Carocci.
- Ciaffi, D., & Mela, A. (2006). *La partecipazione*. Roma: Carocci.
- UN Water. (2008). *Status Report on Integrated Water Resources Management and Water Efficiency Plans*. <http://www.unwater.org/publications/status-report-integrated-water-resource-management-water-efficiency-plans-csd-16/>.
- Bally, M., & Marshall, S. (2009). Centenary Paper: The Evolution of Cities: Geddes, Abercrombie and the New Physicalism. *The Town Planning Review*, pp. 551-574.  
<http://www.complexcity.info/files/2011/06/batty-tpr-2009.pdf>.
- Davico, L., Mela, A., & Staricco, L. (2009). *Città sostenibili*. Roma: Carocci.
- Novotny, V., Ahern, J., & Brown, P. (2010). *Water centric sustainable communities : planning, retrofitting, and building the next urban environment*. Hoboken: Wiley.
- Sipes, J. L. (2010). *Sustainable solutions for water resources*. Hoboken: Wiley.
- Staddon, C. (2010). *Managing Europe's Water Resources: Twenty-First Century Challenges*. Farnham: Ashgate.
- White, I. (2010). *Water and the city. Planning for a sustainable future*. Londra: Routledge.
- AA.VV. (2011). *Storm water runoff from green retaining wall systems*. Retrieved from Researchgate:  
[https://www.researchgate.net/publication/284106967\\_Storm\\_water\\_runoff\\_from\\_green\\_retaining\\_wall\\_systems](https://www.researchgate.net/publication/284106967_Storm_water_runoff_from_green_retaining_wall_systems)
- Wilkinson, C. (2011). *TEDx Talks Carlton- The paradox of urban resilience*. YouTube:  
<https://www.youtube.com/watch?v=Q0HRLYKyErM>.
- AA.VV. (2012). *Scenario-based sustainable water management and urban regeneration*. Engineering Sustainability. <https://ore.exeter.ac.uk/repository/handle/10036/3789>.
- Cardona, O. (2012). Determinants of Risk: Exposure and Vulnerability. In IPCC, *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* (pp. pp.65-108). Cambridge: Cambridge University Press. [https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX-Chap2\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srex/SREX-Chap2_FINAL.pdf).
- Gelosi, C., & Totaforti, S. (2012). *Governo locale e trasformazioni urbane*. Milano: FrancoAngeli.
- Davoudi, S. (2013). *Unpacking Resilience*. Davos: 4th Conference on Community Resiliency.



- Gabellini, P. (2013). Capire il carattere della crisi, agire gradualmente e selettivamente, accettare la parzialità. In L. Fregolent, & M. Savino, *Città e politiche in tempo di crisi*. Milano: FrancoAngeli.
- Gabellini, P. (2013). *La rigenerazione urbana come resilienza*. XXVIII Congresso nazionale dell'Istituto Nazionale di Urbanistica:  
[http://www.inusalerno2013.it/inu/attachments/article/72/XXVIII%20Congresso%20INU\\_I%20sessione%20introduzione%20Gabellini.pdf](http://www.inusalerno2013.it/inu/attachments/article/72/XXVIII%20Congresso%20INU_I%20sessione%20introduzione%20Gabellini.pdf).
- AA.VV. (2014). *SUDS, LID, BMPs, WSUD and more. The evolution and application of terminology surrounding urban drainage*. Urban Water Journal. Volume 12. Sessione 7: Tandfonline.  
<https://www.tandfonline.com/action/showCopyRight?scroll=top&doi=10.1080%2F1573062X.2014.916314>.
- IPCC. (2014). *Climate change 2014. Synthesis Report*. Geneva: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_wcover.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf).
- WWF. (2014). *Water footprint of Italy*.  
[https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/wf\\_english\\_version\\_final.pdf](https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/wf_english_version_final.pdf).
- AA.VV. (2015, Settembre-Ottobre). Sessione speciale 04. Paesaggi dell'acqua come progetto del territorio sicuro. *Urbanistica Informazioni*, p.  
[http://www.urbanisticainformazioni.it/IMG/pdf/14\\_04\\_sessione\\_speciale.pdf](http://www.urbanisticainformazioni.it/IMG/pdf/14_04_sessione_speciale.pdf).
- AA.VV. (2015). The role of water for sustainable urban planning. In J. Condie, & A. Cooper, *Dialogues of sustainable urbanisation: Social science research and transitions to urban contexts* (Capitolo 54). Sydney: University of Western Sydney.
- Angelucci, F., Afonso, R. B., Di Sivo, M., & Ladiana, D. (2015). *The Technological Design of Resilient Landscape. Il progetto tecnologico del paesaggio resiliente*. Milano: FrancoAngeli.
- Bergkamp, G., Diphooorn, B., & Trommsdorff, C. (2015). Water and development in the urban setting. In AA.VV., *Water For Development – Charting a Water Wise Path. Report nr.35* (Capitolo 10. 49-52). Stoccolma: SIWI.
- Gasparri, C. (2015). Resilienza. *Urbanistica Informazioni*, n.263. Sessione I Resilienza.  
[http://www.urbanisticainformazioni.it/IMG/pdf/01\\_i\\_sessione.pdf](http://www.urbanisticainformazioni.it/IMG/pdf/01_i_sessione.pdf).
- Oliva, J. (2015). Dal declino alla resilienza. Spazi abbandonati e infrastrutture verdi.  
*Urbanistica Informazioni*, [http://www.urbanisticainformazioni.it/IMG/pdf/01\\_i\\_sessione.pdf](http://www.urbanisticainformazioni.it/IMG/pdf/01_i_sessione.pdf).
- Sonetti, G. (2015). Di cosa parlano quando parlano di resilienza urbana. *Urbanistica Informazioni*, n.263. Sessione I Resilienza. [http://www.urbanisticainformazioni.it/IMG/pdf/01\\_i\\_sessione.pdf](http://www.urbanisticainformazioni.it/IMG/pdf/01_i_sessione.pdf).
- Barton, H. (2016). *City of Well-being: A radical guide to planning*. Londra: Routledge.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland: IUCN.  
<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-036.pdf>.
- Buffa, A. (2016). *Resilienza nella pianificazione spaziale : conoscenza, approcci e pratiche in Europa*. Tesi di Laurea Magistrale: Politecnico di Torino.
- Gasparri, C. (2016, Anno VIII - numero 20). Un'urbanistica del paesaggio per città resilienti. *Sentieri Urbani*, p.  
<https://re.public.polimi.it/retrieve/handle/11311/1016410/188057/Gabellini%20Sentieri%20urbani.pdf>.

- Gabellini, P. (2016, Anno VIII - numero 20). Il progetto BlueAp e il Piano di adattamento climatico di Bologna: un caso 'ordinario'. *Sentieri Urbani*, p.  
<https://re.public.polimi.it/retrieve/handle/11311/1016410/188057/Gabellini%20Sentieri%20urbani.pdf>.
- ISPRA. (2016). *Qualità dell'ambiente urbano. XII Rapporto*.  
<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/xii-rapporto-qualita-dell2019ambiente-urbano-edizione-2016>.
- ASviS, & Urban@it. (2017). *L'agenda per lo sviluppo urbano sostenibile. Obiettivi e proposte*.  
<http://asvis.it/public/asvis/files/Agenda-sviluppo-urbano-sost-02.pdf>.
- EKLIPSE. (2017). *An impact evaluation framework to support planning and evaluation nature-based solutions projects*. Wallingford: Centre for Ecology & Hydrology.
- Ellen MacArthur Foundation. (2018). *Circular economy concept*.  
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>.
- García, M. (2017). *Hacia la metamorfosis sintética de la costa. Diseñando paisajes resilientes*. Tesi di Dottorato: Universidad Politécnica de Madrid.
- Lagambiente. (2017). *Ecosistema urbano*. Roma: Legambiente.  
[https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/ecosistema\\_urbano\\_2017\\_dossier.pdf](https://www.legambiente.it/sites/default/files/docs/ecosistema_urbano_2017_dossier.pdf).
- Global Footprint Network. (2018). *World Footprint*. Retrieved from  
<https://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>
- UN Knowledge Platform. (2016). *Sustainable development goal 13*. Retrieved from Sustainable development goals: <https://sustainabledevelopment.un.org/sdg13>
- UN Population Division. (2018). *World Urbanization Prospect: the 2018 revision*.  
<https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2018-KeyFacts.pdf>: UN.

## PROGETTI

- Gemeente Rotterdam. (2009). *Rotterdam Groen van Boven*. Retrieved from  
[http://www.duurzamebedrijfsvoeringoverheden.nl/downloads/rotterdam\\_groen\\_van\\_boven.pdf](http://www.duurzamebedrijfsvoeringoverheden.nl/downloads/rotterdam_groen_van_boven.pdf)
- City of Copenhagen. (2011). *Copenhagen Carbon Neutral by 2025. Copenhagen Climate Adaptation Plan*. Copenhagen:  
[https://en.klimatilpasning.dk/media/568851/copenhagen\\_adaption\\_plan.pdf](https://en.klimatilpasning.dk/media/568851/copenhagen_adaption_plan.pdf).
- City of New Orleans. (2013). Retrieved from Greater New Orleans Urban Water Plan:  
<https://livingwithwater.com>
- Gemeente Rotterdam. (2013). *Rotterdamse strategie voor klimaatadaptatie*. Retrieved from  
<https://www.010duurzamestad.nl/wat-wij-doen/lopende-projecten/rotterdamse-adaptatiestra/>
- Città di Bologna. (2015). *Piano di adattamento Città di Bologna*. Bologna:  
<http://www.blueap.eu/site/wp-content/uploads/2015/06/PianoBlueApfinale03062015.pdf>.
- City of New Orleans. (2015). *Resilient New Orleans*. New Orleans: [http://resilientnola.org/wp-content/uploads/2015/08/Resilient\\_New\\_Orleans\\_Strategy.pdf](http://resilientnola.org/wp-content/uploads/2015/08/Resilient_New_Orleans_Strategy.pdf).

- City of Copenhagen. (2016). *Copenhagen's first climate resilient neighbourhood*. Klimatekvarter: [http://klimakvarter.dk/wp-content/uploads/2015/08/Copenhagens-first-climate-resilient-neighbourhood\\_WEB\\_low.pdf](http://klimakvarter.dk/wp-content/uploads/2015/08/Copenhagens-first-climate-resilient-neighbourhood_WEB_low.pdf).
- Bündnis Entwicklung Hilft. (2017). *WorldRiskReport. Analysis and prospects 2017*. Bündnis Entwicklung Hilft. [https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/WRR\\_2017\\_E2.pdf](https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/WRR_2017_E2.pdf).
- C40 Cities. (2018). *Trends: socio-economic, climate change*. Retrieved from Connecting delta cities. A C40 Cities network: <http://www.deltacities.com/cities/rotterdam/trends>
- City of New Orleans. (2018). *Gentilly Resilient District*. Retrieved from City of New Orleans: <https://www.nola.gov/resilience/resilience-projects/gentilly-resilience-district/>
- Gementee Rotterdam. (2018). *Datawetenschappers brengen gebruik Rotterdamse platte daken in kaart*. Retrieved from <https://www.010duurzamestad.nl/voorbeelden/datawetenschappers-brenge/>
- ReKreators. (2018). *Zoho Rotterdam*. Retrieved from ReKreators: <https://rekreators.eu/projects/zoho-rotterdam/>

## STRUMENTI

- Mazzotta, A. (2007). *L'Acqua Materia per l'Immagine del Paesaggio Costruito*. Firenze: Alinea.
- Dopp, S. (2011). *Kennismontage hitte en klimaat in de stad*. [https://www.tno.nl/media/4361/kennismontage-hitte-en-klimaat-in-de-stad\\_2011.pdf](https://www.tno.nl/media/4361/kennismontage-hitte-en-klimaat-in-de-stad_2011.pdf): TNO.
- Magliocchetti, I. (2012). *Tutela delle zone umide e agricoltura conservativa in aree costiere: approcci integrati e sviluppo di sinergie per l'implementazione dei servizi ecosistemici*. Tesi di tirocinio di formazione e orientamento: ISPRA e Università degli Studi di Roma La Sapienza.
- De Vlaamse Milieumaatschappij. (2014). *Waterwegwijzer bouwen en verbouwen (Guida dell'acqua)*. Retrieved from De Vlaamse Milieumaatschappij: <https://www.vmm.be/publicaties/waterwegwijzer-bouwen-en-verbouwen>
- DeUrbanisten. (2014). *Zoho district. Climate proof*. <http://www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=climate-proof-zomerhofkwartier>.
- City of Vancouver sewage & drainage. (2016, Marzo). *Best Management Practice Toolkit. Volume II*. Retrieved from Clty of Vancouver: <https://vancouver.ca/files/cov/integrated-stormwater-management-best-practice-toolkit-volume-2.pdf>
- Philadelphia WD. (2018, Febbraio). *Philadelphia Stormwater Management Guidance Manual*. Retrieved from Philadelphia water department: <https://www.pwdplanreview.org/manual-info/guidance-manual>
- Siragusa, L. Muri verdi di contenimento. In *Sistemi di inverdimento verticale*. IUAV: <http://www.iuav.it/SISTEMA-DE/Archivio-d/approfondi/progettare/Prodotti-Sistemi-di-inverdimento-verticale.pdf>. Retrieved from IUAV: <http://www.iuav.it/SISTEMA-DE/Archivio-d/approfondi/progettare/Prodotti-Sistemi-di-inverdimento-verticale.pdf>

