

Costruzione di un sistema di paesaggio urbano di infrastrutture per la gestione delle acque piovane: Nanjing come caso di studio

RICERCA E
SPERIMENTAZIONE/
RESEARCH AND
EXPERIMENTATION

Xiao-ning Hua, Scuola di Architettura e Urbanistica, Nanjing University, Jiangsu, Cina
Lang Wu, Architectural Engineering Institute, Jinling Institute of Technology, Jiangsu, Cina

huaxn@nju.edu.cn
biane2@163.com

Abstract. Un sistema di *urban landscape spaces* (spazi del paesaggio urbano) può rappresentare un nuovo sistema di infrastrutture in grado di assorbire e limitare le alluvioni nelle stagioni delle piogge. Tale sistema sarà composto da elementi paesaggistici e spaziali riferiti a diverse scale e riconducibili a tre livelli: la micro scala (edificio e sito), la media scala (blocco e distretto) e la macro scala (regione e metropoli). Per costruire tale sistema, specialmente su media scala, è fondamentale determinare la quantità, la distribuzione spaziale, l'area di servizio e il volume dell'acqua raccolta in questi *landscape spaces*. Il volume di acqua piovana e il tempo di raccolta sono due premesse di base. Il volume dell'acqua piovana conduce alla quantità e all'estensione degli spazi aperti. Il tempo di raccolta deriva dalla velocità e dall'estensione dei percorsi di deflusso dell'acqua piovana, mentre la velocità è determinata dalla morfologia, dall'altitudine e dalla resistenza superficiale. La distanza è determinata dalla posizione degli spazi aperti all'interno della rete stradale urbana. Analisi basate su sistemi GIS e DEM dovrebbero essere integrate per valutare l'area di servizio e il volume da dedicare alla raccolta delle acque di ogni spazio aperto. Questo approccio tecnico è applicato nella valutazione degli spazi aperti del vecchio quartiere di Nanjing, e alla valutazione della distribuzione degli spazi aperti esistenti nel distretto di Qinglong, Nanjing.

Parole chiave: Infrastrutture del paesaggio, Gestione delle acque piovane, Costruzione di sistemi

Crisi di infrastrutture urbane tradizionali

Negli ultimi anni, il cambiamento climatico globale è diventato sempre più violento e imprevedibile a causa delle attività umane e le emissioni di anidride carbonica. La frequenza di eventi meteorologici estremi si è innalzata in diverse parti del mondo. Come luogo principale di vita dell'uomo, le città si trovano ad affrontare le sfide e i rischi di disastri come alluvioni urbane e allagamenti causati da condizioni meteorologiche estreme, soprattutto nei paesi in via di sviluppo. Nell'estate del 2011, quattordici città cinesi hanno subito inondazioni urbane e allagamenti in un mese. Anche se grandi quantità di investimenti sono state dedicate alla riqualificazione urbana e al nuovo sviluppo,

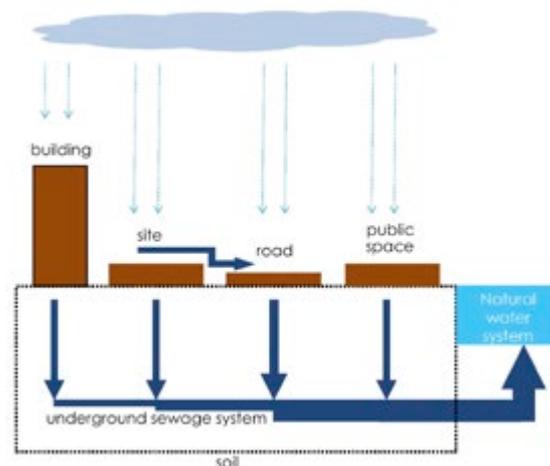
Negli ultimi anni, il cambiamento climatico globale è diventato sempre più violento e imprevedibile

System construction of urban landscape infrastructures for rainwater management: Nanjing as a case study

Abstract. A system of urban landscape spaces can be a new type of infrastructure system to absorb, reserve, buffer the flood in rain season. Such a system will be composed with landscape elements and spaces of different scales on three levels: the micro scale level (building and site), the middle scale level (block and district) and the macro scale level (region and metropolis). To construct such a system, especially on middle scale, is to determine the amount, spatial distribution, service area and volume for water collecting of landscape spaces. The rainwater volume and collecting time are two basic premises. Rainwater volume leads to the amount and volume of open spaces. Collecting time comes from the speed and distance of rainwater flowing, while speed is determined by landform altitude and surface resistance, distance is determined by the position of open spaces in urban street network. Analy-

un miglioramento della situazione non è risultato immediatamente evidente. In effetti, l'aumento di condizioni meteorologiche estreme non è l'unica ragione delle crisi idrologiche urbane di oggi. Il sistema di infrastrutture di drenaggio urbano tradizionale risulta essere una difficile risposta alle crescenti sfide del clima estremo. Normalmente, le infrastrutture di drenaggio urbano sono principalmente sotterranee e comprendono sistemi di tubazioni, idraulici e fognari fissi e inflessibili. Tale sistema, una volta installato, è particolarmente difficile e costoso da mantenere, così come risulta difficoltoso rinnovare e ampliare il sistema fognario sotterraneo. Così il sistema ha perso la flessibilità necessaria per rispondere alle sfide crescenti. Inoltre, l'idea di base e la strategia di infrastrutture di drenaggio urbano tradizionale è finalizzata a far defluire tutta l'acqua piovana attraverso i tubi interrati più rapidamente possibile. Essa conduce a un esteso utilizzo di superfici a terra dure e non porose, condutture rigide, e implica la decisione strategica di mantenere il sito a un'altitudine superiore rispetto a quella stradale. In caso di pioggia, poi, tutta l'acqua piovana viene convogliata nel sistema fognario. Senza limiti di portata, questo fa sì che nelle tubature sotterranee si generi grande pressione in breve tempo. In caso di grandi temporali, si verificherà molto facilmente un immediato sovraccarico dei tubi sotterranei (Fig. 1).

01 |



ses based on GIS and DEM should be integrated to evaluate the service area and volume for water collecting of each open space. This technical approach is applied in the service area evaluation of existing open spaces the old district of Nanjing, and the distribution of open spaces in Qinglong district of Nanjing. **Keywords:** Landscape infrastructure, Rainwater management, System construction

01 | Modello di lavoro tradizionale del sistema di infrastrutture di drenaggio urbano
Traditional working mode of urban drainage infrastructure system

È proprio come l'“effetto collo di bottiglia” nel sistema del traffico. D'altra parte, le acque sotterranee urbane vengono abusate senza rifornimento sufficiente, e la maggior parte delle acque piovane defluiscono attraverso la superficie del terreno duro e tubazioni interrato. Circa 400 città cinesi (oltre il 60%) non possono ottenere la fornitura di acqua sufficiente. L'uso eccessivo di acqua sotterranea porta alla subsidenza del terreno urbano.

I principi dei sistemi infrastrutturali di paesaggio urbano per la gestione delle acque piovane

Mentre la natura ‘soft’ è stata sostituita dalla città ‘dura’, la città stessa ha subito molti eventi drammatici. La crisi dell'idrologia urbana è solo uno di questi. Il sistema urbano di infrastrutture di drenaggio tradizionale ‘duro’ e fisso difficilmente sarà in grado di rispondere alle future sfide della crisi idrologica urbana nel contesto del cambiamento climatico globale. Un mezzo molto più ‘morbido’ dovrebbe essere considerato, come nel caso del sistema del paesaggio urbano.

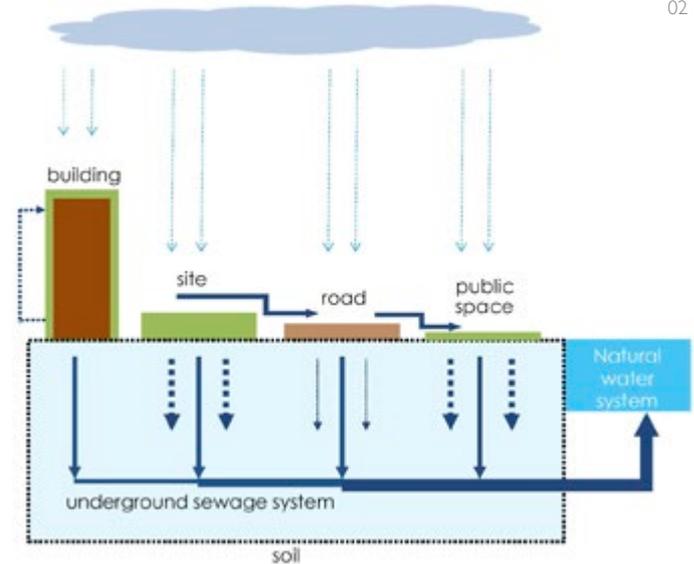
Ci sono diversi tipi di elementi del paesaggio e degli spazi della città, come piazze, parchi giochi, cortili, giardini, parchi, viali, foreste, boschi, prati, piscine, e così via. Tutti gli elementi del paesaggio urbano e i relativi spazi hanno determinate potenzialità e le capacità di gestione della idrologia urbana. La capacità di base è di mantenere o assorbire un certo volume di acqua piovana. Alcuni ambienti naturali sono anche in grado di filtrare e pulire l'acqua piovana. Nel momento in cui tutti questi elementi vengono organizzati e messi a sistema, può nascere un nuovo tipo di sistema di infrastrutture idrologiche urbane che funziona in sinergia con un meccanismo di drenaggio sotterraneo tradi-

Crisis of traditional urban infrastructures

urban drainage infrastructures system is difficult to response the increasing challenges of extreme climate. Normally, urban drainage infrastructures are mainly underground and pipes, plumbing and sewerage systems, which are hard, fixed and inflexible. Once installed, it is very difficult and expensive to maintain, renew and expand the underground sewerage system. Thus the system lost the flexibility to respond the increasing challenges. Furthermore, the basic idea and strategy of traditional urban drainage infrastructure is to drain away all of the rainwater through the underground pipes as quickly as possible. It leads to the wide application of non-porous hard ground surface, hard pipelines, and the strategy of keeping the site's altitude higher than road. Then, when it's raining, all the rain water will gather to the underground

zionale per gestire l'idrologia urbana. In situazioni di normalità, il sistema paesaggio offre funzioni urbane come spazi pubblici, attrae e catalizza molteplici attività urbane e vitalità. Nella stagione delle piogge, tale sistema ambientale assorbe, limita e tampona il diluvio sommandosi alla capacità di drenaggio del sistema sotterraneo, riducendo la pressione sulle tubazioni. Nel frattempo, l'acqua piovana assorbita dal sistema di paesaggio urbano può essere raccolta, filtrata e pulita attraverso un processo naturale ed ecologico intrinseco nel paesaggio stesso. Se una parte di acqua piovana evapora naturalmente, le rimanenti potrebbero essere riutilizzate o potrebbero ricostituire la falda acquifera sotterranea. Così il sistema infrastrutturale paesaggio è dotato di molteplici funzioni, non solo la prevenzione dei disastri, ma anche gli effetti ecologici (Fig. 2).

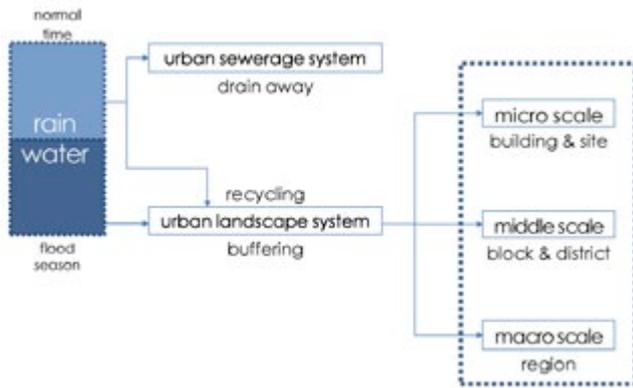
Tale sistema funziona come un importante aiuto per il sistema di drenaggio sotterraneo tradizionale, ma non può sostituirlo. Il sistema infrastrutturale *hard* tradizionale e le infrastrutture *soft* di paesaggio dovrebbero funzionare insieme o comunque essere



sewage system without retention and buffering, thus the underground pipes sustain big pressure within a short time. When big storm comes, the underground pipes will be very easy to overload in first time (Fig. 1). It is just like the ‘bottleneck effect’ in the traffic system. On the other hand, urban underground water are overused without sufficient replenishment, for most of the rainwater is drain away through the hard ground surface and underground pipes. About 400 Chinese cities (more than 60%) can't get sufficient water supplying. The overuse of underground water leads to the urban ground subsidence.

Principles of urban landscape infrastructure system for rainwater management
While the ‘soft’ nature was replaced by

the ‘hard’ city, the city itself suffered many diseases or disasters. Urban hydrology crisis is just one of them. The traditional ‘hard’ and fixed urban drainage infrastructures system is difficult to respond the future challenges of urban hydrological crisis under the background of global climate change. A much more ‘soft’ medium should be considered, that is the urban landscape system. There are many different types of landscape elements and spaces in the city, such as plazas, squares, playgrounds, courtyards, gardens, parks, avenues, forests, groves, lawns, pools, and so on. All the urban landscape elements and spaces have certain potentials and capabilities to urban hydrology management. The basic capacity is to maintain or absorb certain volume of rainwater. Some natural landscape environment can even filtrate and clean the rain-



03 | Tre livelli di scala del sistema di infrastrutture paesaggio urbano
Three scale level of urban landscape infrastructure system

integrati in un unico sistema. Concetti e idee simili si possono trovare in alcuni altri argomenti e proposte correlati, come LID (*Low Impact development*), WSUD (*Water Sensitive Urban Design*), Suds (*Sustainable Drainage System*) e Landscape Urbanism.

Componenti del sistema di infrastrutture di paesaggio urbano per la gestione delle acque piovane

Il sistema infrastrutturale di paesaggio urbano con la funzione di gestione delle acque piovane deve essere costituito da diverse tipologie di elementi paesaggistici, urbani e spazi a diverse scale (Fig. 3).

Microscala

La microscala si riferisce alla scala della singola architettura e al suo sito. A questo livello, gli elementi del paesaggio e gli spazi sono strettamente integrati con l'architettura. Diverse tecnologie mature, come il tetto-giardino, facciata verde e *rain garden*, sono stati sviluppati per raccogliere e riciclare l'acqua piovana, ridurre il deflusso e l'utilizzo di acqua purificata di superficie.

I tetti giardino possono raccogliere e assorbire l'acqua piovana e depurarla attraverso un processo di precipitazione e filtrazione con soluzioni ecologiche. In questo modo l'acqua piovana può essere riutilizzata e il giardino pensile può ridurre il consumo di energia dell'architettura stessa.

water. When all the urban landscape elements and spaces were organized together, it can be a new type of urban hydrology infrastructure system which works with traditional underground drainage system together to manage the urban hydrology. In normal time, the landscape system provides urban functions as urban public space, attracts and catalyzes multiple urban activities and vitalities. In rain season, such an urban landscape system absorbs, reserves and buffers the flood beyond the capability of underground drainage system, reduce the pressure onto underground drainage pipelines. Meanwhile, rainwater absorbed by urban landscape system can be precipitated, filtrated, and cleaned through natural and ecological process of landscape itself. Part of rainwater evaporated naturally, other parts could be reused or replenish the un-

derground water. Thus the landscape infrastructure system is provided with multiple functions, not only disaster prevention, but also ecological effects (Fig. 2). Such an urban landscape system works as an important assistant of traditional urban underground drainage system, but not to replace it. The 'hard' traditional infrastructure system and the 'soft' landscape infrastructure should work together or even be integrated into one. Similar concepts and ideas can be found in some other related topics and proposals, such as LID (*Low Impact development*), WSUD (*Water Sensitive Urban Design*), SuDS (*Sustainable Drainage System*) and Landscape Urbanism.

Component of urban landscape infrastructure system for rainwater management

The urban landscape infrastructure

Allo stesso modo, la facciata verde può rallentare e ridurre l'acqua piovana che scorre direttamente nei condotti interrati, e funziona anche come zona umida artificiale verticale di depurazione dell'acqua durante il suo deflusso verso il suolo per gravità. Irrigata in parte da acqua piovana, anche la facciata verde può ridurre i consumi architettonici.

Scala intermedia

La scala intermedia si riferisce alla scala del blocco e del distretto o quartiere. È la scala più importante del sistema di paesaggio urbano. A questo livello, gli spazi urbani, per lo più spazi aperti pubblici, possono funzionare come area tampone di raccolta delle acque piovane che si va a sommare alla capacità di portata dei condotti interrati. L'acqua piovana sarà raccolta nello *urban landscape* che scorre lungo strade e vie. In questo modo la rete stradale urbana e il sistema del paesaggio possono essere integrati in una rete di infrastrutture formata da percorsi e nodi. Limitato in volume, ogni spazio aperto può servire solo una certa area urbana. L'area di influenza è anche determinata dalla posizione dello spazio aperto e, sebbene con soluzioni tecnologiche, come le superfici permeabili, anche le stesse strade risultano in grado di assorbire l'acqua piovana.

Macroscala

La macroscala comprende tutta l'area urbana o metropolitana. Il sistema idrico naturale, parchi e terre verdi di una così vasta regione, dovrebbe essere organizzato in modo da essere una vasta rete in grado di regolare l'idrologia urbana, proteggere la città dal disastro idrogeologico. Su questa scala, mantenere la connettività dei *landscape spaces* è la strategia chiave. L'esempio tipico è la

system with the function of urban rainwater management should be composed of different types of urban landscape elements and spaces of different scales (Fig. 3).

Micro scale

The micro scale refers to the scale of single architecture and its site. On this level, the landscape elements and spaces are mainly integrated tightly to the architecture. Several mature technologies, such as roof garden, green façade and rain garden, have been developed to collect and recycle the rainwater, reduce the surface runoff and usage of purified water.

Roof garden can catch and absorb the rainwater, even clean the rainwater by precipitating, permeating, filtration and other ecological effects. Thus rainwater can be reused and the roof garden can reduce the energy con-

sumption of architecture. Similarly, the green façade can slow down and reduce the rainwater flowing to underground pipelines directly, even work as a vertical artificial wetland to clean the rainwater during its flowing through down by gravity. Irrigated partly by rainwater, the green façade also reduce the energy consumption of architecture.

Middle scale

The middle scale refers to the scale of block and district. It is the most important scale level of urban landscape system. On this level, the urban landscape spaces, mainly public open spaces, can work as buffering area collecting the rainwater beyond the ability of underground pipelines. Rainwater will be collected into the landscape space flowing along the paths of roads and streets. Thus the urban roads

Emerald Necklace a Boston organizzata da Frederick Law Olmsted. La zona verde di Curitiba è un altro famoso esempio. In Cina, il professor YU Kongjian ha anche proposto un concetto simile: un 'modello di sicurezza ecologica', il quale è anche stato sperimentato.

Tuttavia, parlare di tre scale non significa riferirsi a tre sistemi individuali. Tutti gli elementi del paesaggio e degli spazi di scala diversa dovrebbero lavorare insieme come unità organica.

Costruzione del sistema su media scala

Per costruire un sistema di infrastrutture del paesaggio urbano per la gestione delle acque

piovane su media scala, il punto chiave è la configurazione spaziale e la distribuzione degli elementi del paesaggio e degli spazi in una zona urbana specifica. La scelta della posizione di ciascun *landscape space* dovrebbe prendere in considerazione la sua area di servizio e le convenienze per la raccolta dell'acqua piovana. Il volume di ogni spazio è anche molto importante per la costruzione del sistema. Un'attenta valutazione delle prestazioni e il calcolo quantitativo sono approcci necessari.

Al fine di poter effettuare la valutazione delle prestazioni e il calcolo quantitativo, devono in primo luogo essere determinate due importanti premesse: il volume di acqua piovana e il tempo di raccolta.

Il volume di acqua piovana per un sistema di infrastrutture del paesaggio è la quantità totale di acqua piovana che deve essere raccolta dal sistema dopo forti piogge. Questo deriva dalla differenza tra l'inondazione massima potenziale e la capacità del sistema di drenaggio sotterraneo urbano. In altre parole, è la quantità di acqua piovana in sovraccarico rispetto alla capacità

network and landscape space can be integrated into an infrastructure network of paths and nodes. Limited by volume, each open space can only service a certain urban area. Service area is also determined by the certain position of open space. However, with the technologies such as permeable surface, even the road itself can absorb rainwater.

Macro scale

The macro scale focuses on the whole urban or metropolitan area. The natural water system, parks and reserved green lands in such a wide region should be organized to be a wide range network to regulate the urban hydrology, protect the city out of the hydrological disaster. On this scale, keep the connectivity of landscape spaces is the key strategy. The typical example is the 'Emerald Necklace' in

Boston organized by Frederick Law Olmsted. The greenbelt in Curitiba is another famous instance. In China, Professor YU Kongjian also proposed a similar concept 'ecological safety pattern' and made some practice.

However, three scales doesn't mean three individual systems. All the landscape elements and spaces of different scale should work together as the organic unit.

Construction of the system on middle scale

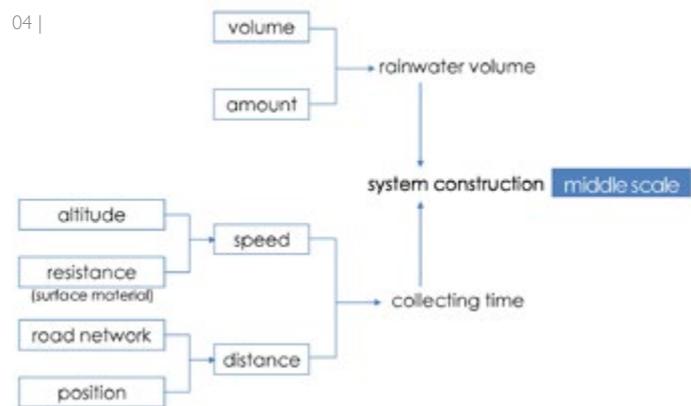
To construct an urban landscape infrastructure system for rainwater management on the middle scale, the key point is spatial configuration and distribution of landscape elements and spaces in a specific urban area. The positional choice of each landscape spaces should consider its service area and the conveniences for

del sistema di drenaggio sotterraneo. Nel sistema infrastrutturale del paesaggio urbano, questa quantità sarà dispersa in una serie di *landscape spaces*. Così il volume di acqua piovana dell'intero sistema è anche la somma dei volumi d'acqua di ogni *landscape space* e riguarda anche la quantità dei suddetti spazi.

Il tempo di raccolta è un altro importante fattore per costruire il sistema. Dopo una forte tempesta, l'acqua piovana deve essere fatta defluire o raccolta in un'area di tamponamento per un determinato periodo di tempo in modo da non ostacolare le attività umane. Un tempo di raccolta inferiore implica la necessità di una maggiore capacità del sistema di *landscape infrastructure*. A seconda delle reali condizioni di aree urbane differenti, si possono scegliere differenti intervalli di tempo secondo cui portare avanti le valutazioni e le stime.

Il tempo di raccolta mostra come l'acqua piovana scorre attraverso la rete stradale al punto di raccolta. Velocità e distanza delle acque piovane sono due fattori importanti. Nel sistema infrastrutturale del paesaggio, l'acqua piovana scorre sul terreno trainata principalmente dalla gravità. Quindi la velocità di acqua piovana è anche determinata da due fattori: l'altitudine e la resistenza, che è causata da diversi materiali di superficie del terreno. D'altra parte, la distanza percorsa dall'acqua piovana che scorre è determinata dal modello di rete stradale e dalla posizione dello *landscape space* nella rete. Se si considera questa distanza nelle varie direzioni, viene coperta l'area di servizio di ogni *landscape space* (Fig. 4).

In una specifica struttura urbana (che è principalmente indicata come rete stradale), quando il volume di acqua piovana e il tempo di raccolta sono determinati, la quantità, la posizione, il volume e l'area di servizio dei *landscape spaces* sono collegati insieme.



04 | I fattori chiave per la costruzione del sistema di infrastrutture paesaggio urbano
Key factors for the construction of urban landscape infrastructure system

Utilizzando i metodi e gli strumenti di analisi basati sulla piattaforma GIS, quali la *net analysis*, è possibile analizzare altitudine e l'idrologia. I risultati specifici di valutazione delle prestazioni e il calcolo quantitativo possono essere generati, portando a una soluzione spaziale di costruzione del sistema.

Caso studio a Nanjing

Caso studio I: il quartiere centrale di Nanjing

Il primo caso di studio si concentra sulle potenzialità del sistema infrastrutturale del paesaggio basato su spazi aperti urbani esistenti nel quartiere centrale di Nanjing. A Nanjing, il quartiere centrale coincide con l'area urbana circondata dall'antica circonvallazione, che è il più grande sistema esistente al mondo (anno di costruzione della dinastia Ming, dC 14° secolo). L'area del quartiere centrale è di circa 42,47 km². Il quartiere centrale di Nanjing è un ambiente costruito, con alta densità di popolazione, alta densità architettonica e alti livelli di traffico. A causa del vecchio sistema di drenaggio sotterraneo, il quartiere ha subito inondazioni o allagamenti quasi durante ogni estate. Poiché l'operazione di ristrutturazione dei condotti interrati sarà molto difficile e costosa, un sistema di infrastrutture del paesaggio basato sugli spazi aperti urbani esistenti sarà un elemento utile alla risoluzione del problema. Per lo stesso motivo il sistema di infrastruttura di paesaggio dovrebbe essere costruito a partire dagli spazi aperti esistenti e a partire dalla rete stradale.

Dopo indagini e *screening*, 27 spazi aperti urbani esistenti sono stati scelti per essere la zona di tamponamento delle acque nel quartiere centrale. La capacità di ogni spazio aperto, in particolare l'area di servizio, può essere valutata attraverso l'analisi della

rainwater collecting. The volume of each landscape spaces is also very important for the system construction. Careful performance evaluation and quantitative calculation are necessary approaches.

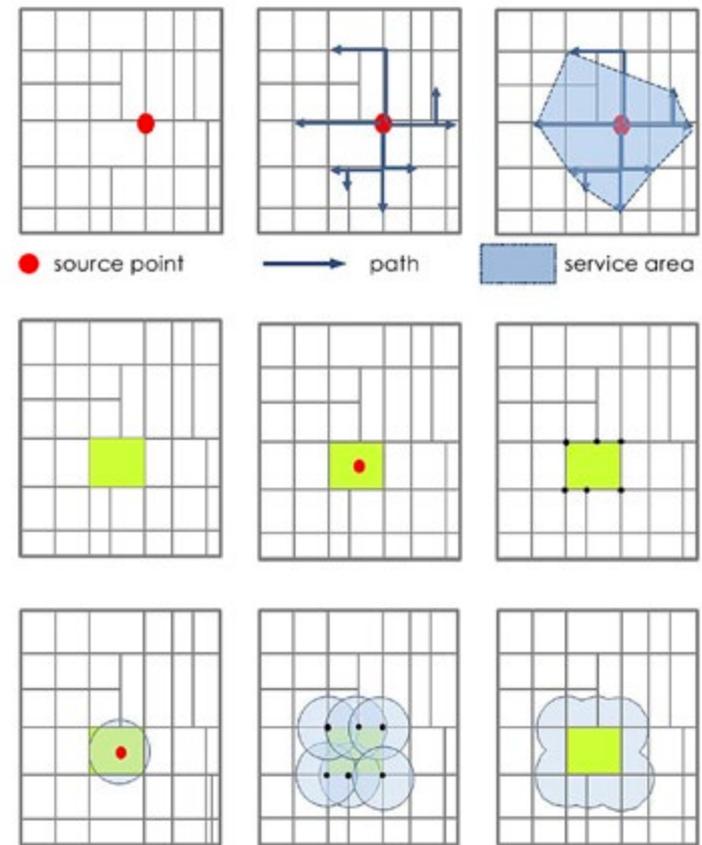
In order to make performance evaluation and quantitative calculation, two important basic premises should be determined first, the rainwater volume and the collecting time.

Rainwater volume to a landscape infrastructure system is the total amount of rainwater which should be collected by the urban landscape infrastructure system after heavy rain. It comes from the difference between the possible maximum flood and the capability of urban underground drainage system. In other words, it is the overloaded rainwater of underground drainage system. In the urban landscape infrastructure system, it will be dispersed

into series of landscape spaces. So the rainwater volume of whole system is also the summation of each landscape spaces' volume. It also concerns the amount of landscape spaces.

Collecting time is another important premised factor to construct the system. After a heavy storm, the rainwater should be drain away or collected to buffering area in a specific period of time so that not to hinder human activities. The shorter collecting time means higher requirement to the ability of landscape infrastructure system. According to the real situation of different urban area, different required time limitation can be chosen to make evaluation and calculation.

Collecting time reflects how the rainwater flowing through road network to the collecting point. Speed and distance of rainwater are two important factors. In the landscape infrastruc-



05 |

rete attraverso piattaforma GIS. L'area di servizio di ogni spazio aperto deriva dalla distanza massima dei flussi di acqua piovana lungo la rete stradale fino a loro destinazione (cioè lo spazio aperto) il relazione a un certo periodo di tempo. Nella situazione reale, un *landscape space* coprirà una certa area con diversi punti di collegamento alla rete stradale e non potrà essere quindi astratto a un unico punto della rete. Aree di servizio di ciascun punto di collegamento dovrebbero essere combinate insieme in modo da ottenere la vera area di servizio di ogni spazio aperto (Fig. 5).

ture system, the rainwater flows on the ground driven mainly by gravity. So the speed of rainwater is also determined by two factors: the altitude and the resistance, which is caused by different materials of ground surface. On the other hand, the distance of rainwater flowing is determined by the pattern of road network and the position of landscape space in the network. The distance in different directions covers the service area of each landscape space (Fig. 4).

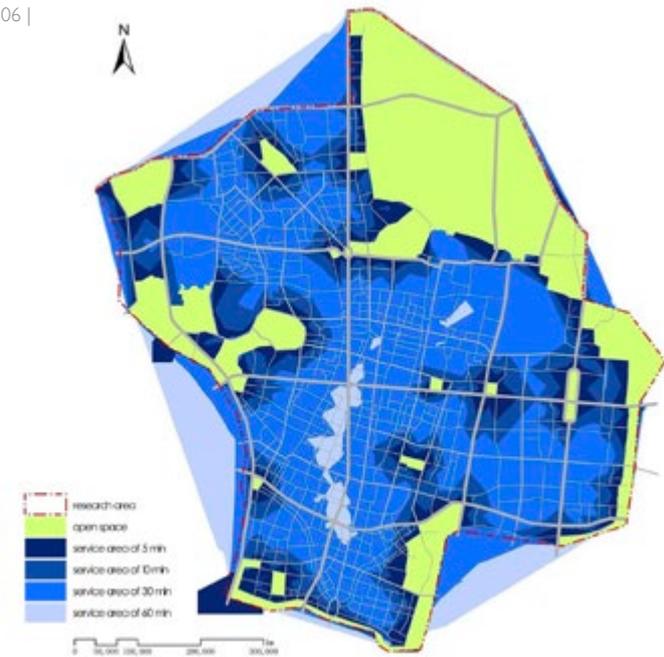
In a specific urban structure (which is mainly shown as road network), when the required rainwater volume and collecting time are determined, the amount, position, volume and service area of landscape spaces are linked together. Using the analyses methods and tools based on the GIS platform such as net analyses, altitude analyses and hydrology analyses, specific re-

sults of performance evaluation and quantitative calculation can be generated, which lead to the spatial solution of system construction.

Case study in Nanjing Case study I: the central district of Nanjing

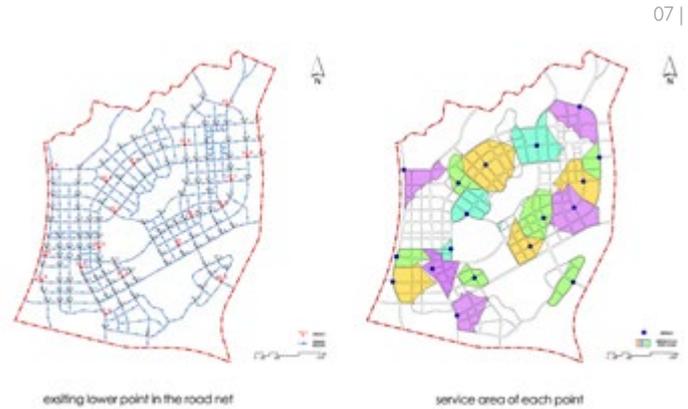
The first case study focuses on the potential of landscape infrastructure system based on existing urban open spaces in the central district of Nanjing.

In Nanjing, the central district means the urban area surrounded by the ancient circumvallation which is the biggest existing circumvallation system in the world (constructed in Ming Dynasty, 14 century A.D.). The area of central district is about 42.47 km². The central district of Nanjing is a built environment, with high density of population, architectures and traf-



06 | Area di servizio dello spazio aperto esistente nel quartiere centrale di Nanjing
Service area of existing open space in central district of Nanjing

07 | Punto più basso esistente nel quartiere Qinglong
Existing lower point in Qinglong district



La valutazione finale mostra che quando il tempo di raccolta è impostato su 30 minuti, l'area di servizio di 27 spazi aperti può coprire quasi tutto il distretto centrale. Dato che 30 minuti è un tempo di raccolta accettabile, il potenziale dello spazio aperto urbano come infrastruttura del paesaggio è dimostrato (Fig. 6)¹.

Caso studio II: quartiere Qinglong di Nanjing

di paesaggio in modo da rappresentare un potenziale per essere l'infrastruttura del paesaggio in un nuovo quartiere urbano fin dalla fase iniziale della pianificazione urbana. L'area di ricerca è il distretto Qinglong, un nuovo quartiere urbano a 18 km dalla parte centrale di Nanjing. Questo quartiere si trova a nord-est di Nanjing e sarà sviluppato con la costruzione di una nuova linea

Il secondo caso di studio si concentra sulla distribuzione spaziale degli spazi aperti urbani

fic. Because of the old underground drainage system, it suffered flood or waterlogging during nearly every summer. The thorough renovation of the underground pipelines will be very difficult and expensive, so a landscape infrastructure system based on the existing urban open spaces will be helpful to solve the problem.

Because of similar reason, the landscape infrastructure system should be constructed based on the existing urban open spaces and road network. After investigation and screening, 27 existing urban open spaces are chosen to be the water buffering area in the central district. The ability of each open space, especially the service area, can be evaluated via the net analyses on the GIS platform. The service area of each open space comes from the maximum distance of rainwater flows along the road network to destination

(that is the open space) in a certain period of time. In the real situation, a landscape space will cover a certain area with several connecting point to road network. So it can't be simply abstracted into a single point in the network. Service areas of each connecting point should be combined together so that get the real service area of each open space (Fig. 5).

The final evaluation shows that when the collecting time is set to 30 minutes, the service area of 27 open spaces can cover nearly all the central district. For the 30 minutes is an acceptable collecting time, the potential of urban open space as landscape infrastructure has been proved (Fig. 6).¹

Case study II: Qinglong district of Nanjing

The second case studio focuses on the spatial distribution of urban open

della metropolitana. L'area del distretto di Qinglong è di circa 27,0 km². La rete stradale e l'altitudine morfologia sono stati progettati in una precedente fase di pianificazione urbana. Il tempo di raccolta è impostato su 15 minuti, adatto per un nuovo quartiere urbano. Il primo passo è quello di individuare i punti più bassi della rete stradale progettata, che sono prime scelte per essere aree stabilizzatrici con migliori potenzialità. L'area di servizio di ogni punto più basso nella rete stradale deve essere valutata utilizzando i metodi simili al caso di studio I.

Il risultato mostra che l'area di servizio di ogni punto più basso esistente può coprire circa il 81,4% di tutta l'area del quartiere Qinglong (Fig. 7). Per questo motivo i nuovi punti di raccolta dovrebbero essere collocati all'interno delle aree scoperte a seconda della morfologia naturale del luogo. La ri-valutazione delle aree di servizio dovrebbe essere fatta dopo la scelta dei nuovi punti di raccolta

landscape spaces with the potential to be landscape infrastructure in a new urban district from the very beginning of urban planning. The research area is the Qinglong district, a new urban district 18 km away from central part of Nanjing. This district lies on the northeast of Nanjing and will be developed with the construction of a new Metro line.

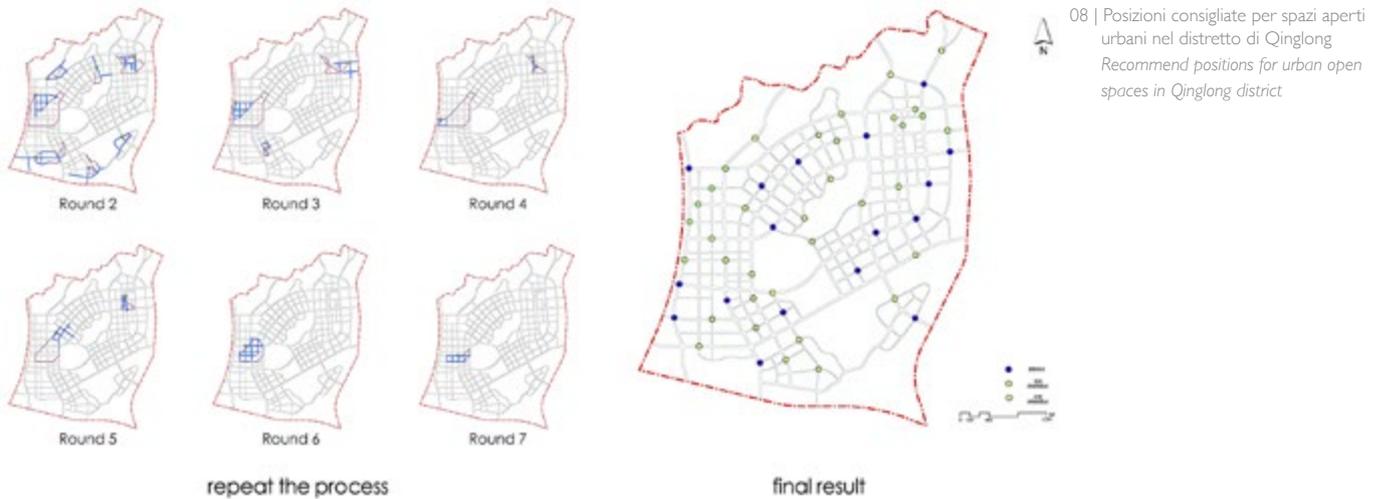
The area of Qinglong district is about 27.0 km². The road network and the landform altitude have been designed in the former phase of urban planning. The collecting time is set to 15 minutes, which will be suitable for a new urban district. First step is to pick out the lower points in the designed road network, which are first choices to be buffering areas with best potentials. The service area of each lower point in the road network should be evaluated using the similar methods in case

study I. The result shows that the service area of existing lower point can cover about 81.4% of the whole area of Qinglong district (Fig. 7).

So the new collecting points should be found or set inside the uncovering area based on the natural landform. Re-evaluation of service area should be made after the new collecting points were chosen in the uncovering area. To repeat several times of this process until the total service area covering the whole research district, all the collecting positions could be recommended as future urban public open spaces (Fig. 8).²

Conclusions

Urban landscape infrastructure system for rainwater management is a new type urban infrastructure, which may be so called as Ecological Infrastructure, Green Infrastructure or



all'interno della stessa area scoperta. Per ripetere più volte di questo processo fino a quando la superficie totale di servizio che copre l'intero quartiere di ricerca, tutti i punti di raccolta potrebbero essere raccomandati come futuri spazi pubblici urbani (Fig. 8)².

Conclusioni

Le *urban landscape infrastructure* per la gestione delle acque piovane rappresentano un nuovo tipo di infrastruttura urbana, che può essere chiamata in tal modo infrastruttura ecologica, infrastruttura verde o simili. È un'infrastruttura aperta, morbida, flessibile e multifunzionale. Non è solo meccanica, ma anche ricca fonte di potenzialità per la vita pubblica urbana. Gli spazi pubblici del paesaggio aperto in questo sistema possono svolgere il ruolo di struttura di base per la forma urbana. Lo scopo è quello di costruire un sistema di infrastrutture del paesaggio urbano per la gestione delle acque piovane non solo per evitare che la città affronti delle catastrofi, ma anche per incentivare lo sviluppo di un nuovo approccio per generare la forma urbana che abbia come punto di partenza un approccio più orientato agli aspetti prestazionali.

something else. It is open, soft, flexible and multifunctional. It is not only mechanical, but also full of potentials to urban public lives. The public open landscape spaces in the system may play the roles of basic framework for urban form. The purpose of constructing an urban landscape infrastructure system for rainwater management is not only to save the city out of suffering disasters, but also developing a new approach to generate the urban form from a more performance oriented start point.

Le *urban landscape infrastructure* per la gestione delle acque

piovane rappresentano un nuovo tipo di infrastruttura urbana,

che può essere chiamata in tal modo infrastruttura ecologica, infrastruttura verde o simili. È un'infrastruttura aperta, morbida, flessibile e multifunzionale. Non è solo meccanica, ma anche ricca fonte di potenzialità per la vita pubblica urbana. Gli spazi pubblici del paesaggio aperto in questo sistema possono svolgere il ruolo di struttura di base per la forma urbana. Lo scopo è quello di costruire un sistema di infrastrutture del paesaggio urbano per la gestione delle acque piovane non solo per evitare che la città affronti delle catastrofi, ma anche per incentivare lo sviluppo di un nuovo approccio per generare la forma urbana che abbia come punto di partenza un approccio più orientato agli aspetti prestazionali.

NOTE

¹ TU Meng-ru. (2013), *The Method of Water Capacity Calculation for Open Space System Integrated With Rainwater Management*, Thesis for master degree, Nanjing University.

² HUANG Kai-xi. (2015), *The System Construction of Urban Open Space for Rainwater Management Based on Network Analysis and DEM: A Case Study of Qinglong area Nanjing*, Thesis for master degree, Nanjing University.

REFERENCES

- Waldheim, C. (2006), *Landscape Urbanism Reader*, Princeton Architectural Press, New York.
- Mo, L. and Yu, K. (2012), "Structure the Urban Green Sponge: Study on Planning an Ecological Stormwater Regulation System", *Urban Studies*, Vol. 19, No. 5, pp. 4-8.
- Huang, Y. (2011), "Theory and Framework of Modern Eco-landscape Infrastructure", *Design Research*, Vol. 1, No. 1, pp. 36-41.
- Fu, F. and Zhao, C. (2010), "Distributed Green Space System: An Implementable City Green Infrastructure", *Chinese Landscape Architecture*, Vol. 26, No. 10, pp. 22-25.
- Hung, Y. (2009), "Landscape Infrastructure: in plain view", *Landscape Architecture*, Vol. 3, pp. 044-053.
- Zhang, W., Che, W., Wang, J. and Wang, S. (2011), "Management of Urban Stormwater Runoff by Green Infrastructures", *China Water and Wastewater*, Vol. 27, No. 4, pp. 22-27.
- Zhang, J. (2009), "Green Infrastructure: A Systematic Solution to Urban Space and Environmental Issues", *Modern Urban Research*, Vol. 11, pp. 81-86.
- Yan, P., Che, W., Zhao, Y., Li, J. and Wang, S. (2013), "Establish a Healthy Hydrological Cycle in Urban Area by Green Stormwater Infrastructure", *Landscape Architecture*, Vol. 2, pp. 32-37.

NOTES

¹ TU Meng-ru. (2013), *The Method of Water Capacity Calculation for Open Space System Integrated With Rainwater Management*, Thesis for master degree, Nanjing University.

² HUANG Kai-xi. (2015), *The System Construction of Urban Open Space for Rainwater Management Based on Network Analysis and DEM: A Case Study of Qinglong area Nanjing*, Thesis for master degree, Nanjing University.