

CLIMATOLOGIA URBANA PER INGEGNERI – III MODULO

1 DICEMBRE 2020

Interventi strutturali e non strutturali per la gestione del rischio residuo

COSA E' IL RISCHIO E COME SI STIMA

- flood risk = flood hazard * (exposure) * flood vulnerability
whereof
vulnerability = value * susceptibility

hazard

- intensity
- probability

risk

- probability of
- social,
- economic and
- ecological damages

vulnerability

- social
- economic
- ecological values
- susceptibility

$$R = P \times V \times E$$

P

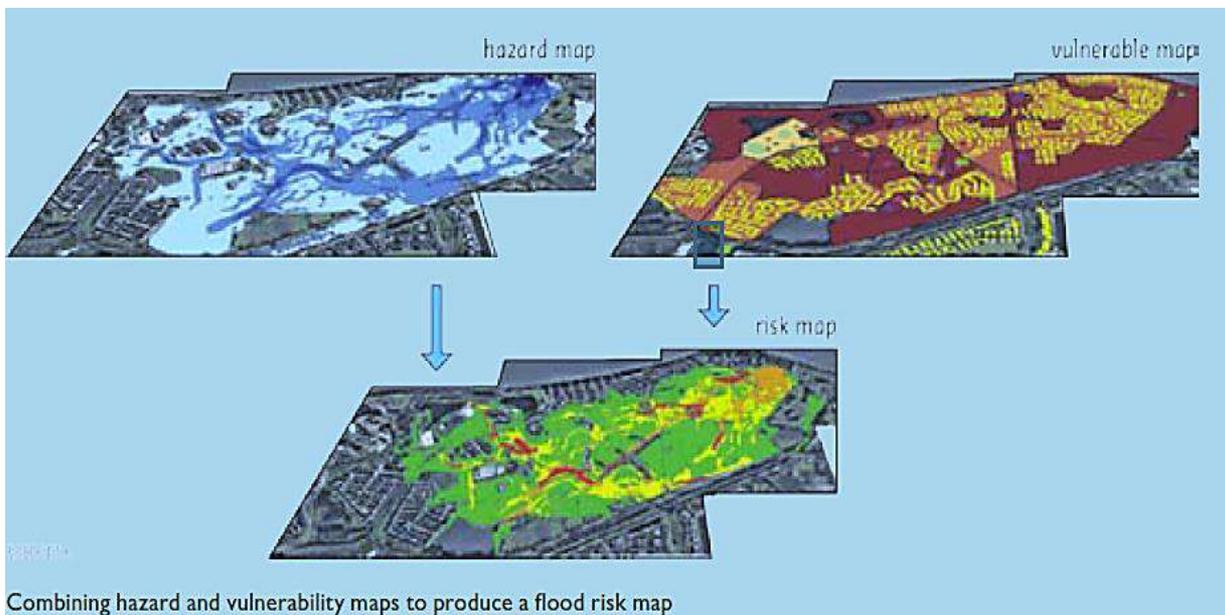
PERICOLOSITA' - HAZARD

V

VULNERABILITA' - SUSCEPTIBILITY

E

VALORE ESPOSTO- VALUE

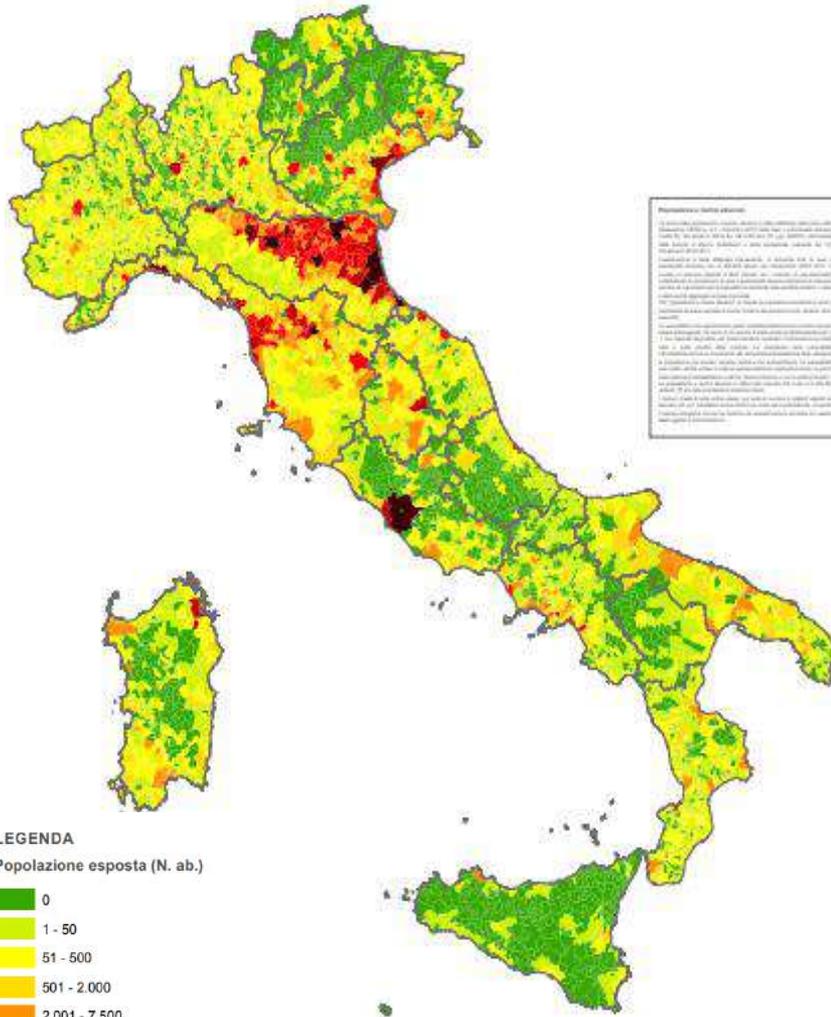


POPOLAZIONE ESPOSTA AL RISCHIO IDRAULICO E IDROGEOLOGICO



SCALA GLOBALE

CARTA DELLA POPOLAZIONE A RISCHIO ALLUVIONI



Popolazione a rischio alluvioni

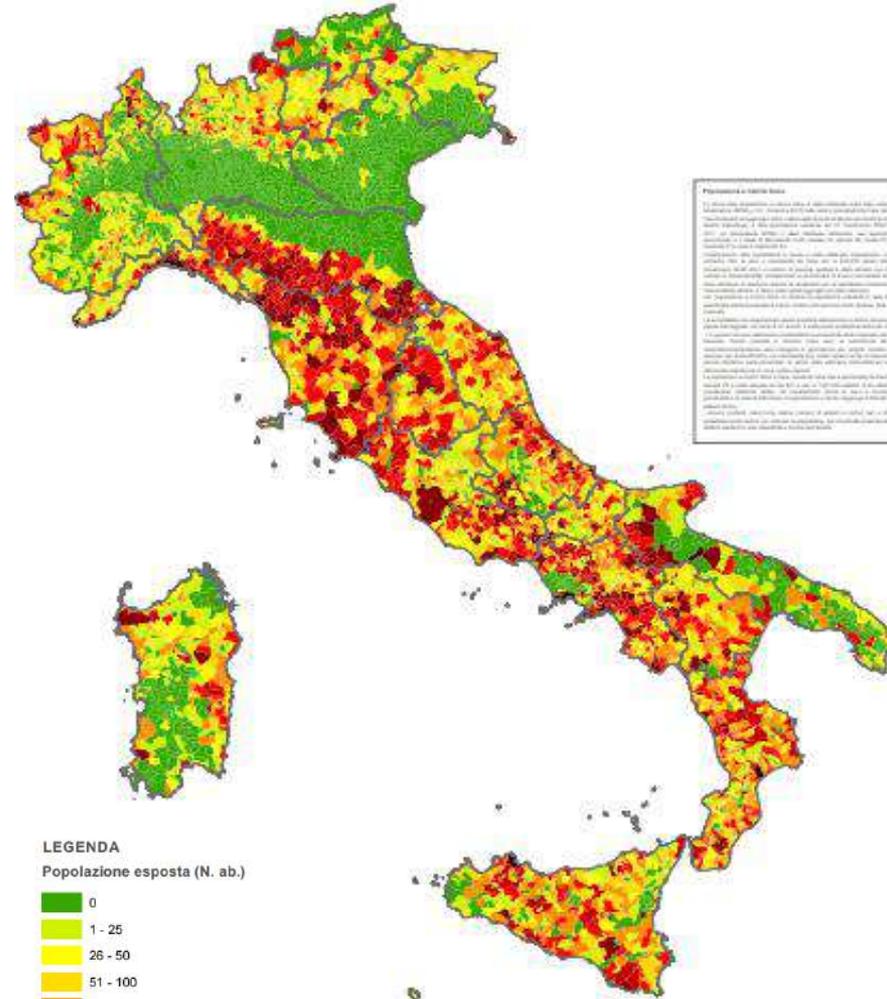
La popolazione esposta al rischio alluvioni è stata stimata sulla base delle cartografie di rischio alluvioni prodotte dal ISPRA e MISE nel 2014. La popolazione esposta è stata stimata sulla base delle cartografie di rischio alluvioni prodotte dal ISPRA e MISE nel 2014. La popolazione esposta è stata stimata sulla base delle cartografie di rischio alluvioni prodotte dal ISPRA e MISE nel 2014.

LEGENDA
Popolazione esposta (N. ab.)

- 0
- 1 - 50
- 51 - 500
- 501 - 2.000
- 2.001 - 7.500
- 7.501 - 20.000
- 20.001 - 60.000
- 60.001 - 100.000
- > 100.000



CARTA DELLA POPOLAZIONE A RISCHIO FRANE



Popolazione a rischio frane

La popolazione esposta al rischio frane è stata stimata sulla base delle cartografie di rischio frane prodotte dal ISPRA e MISE nel 2014. La popolazione esposta è stata stimata sulla base delle cartografie di rischio frane prodotte dal ISPRA e MISE nel 2014. La popolazione esposta è stata stimata sulla base delle cartografie di rischio frane prodotte dal ISPRA e MISE nel 2014.

LEGENDA
Popolazione esposta (N. ab.)

- 0
- 1 - 25
- 26 - 50
- 51 - 100
- 101 - 250
- 251 - 500
- 501 - 1.000
- 1.001 - 5.000
- > 5.000

SCENARI DI CAMBIAMENTO CLIMATICO

SCALA GLOBALE → **IPCC** (The Intergovernmental Panel on Climate Change) istituito nel 1988 da **WMO** (World Meteorological Organization) e dall' **UNEP** (United Nations Environment Programme)

SCALA LOCALE → **CMCC** (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici)

Modello Climatico Regionale (RCM) copre il territorio italiano con una risoluzione spaziale di circa 8 km. In questo caso, le simulazioni climatiche sono disponibili dal 1971 al 2100 per due scenari IPCC (RCP4.5 e RCP8.5).

Temperatura in aumento. I diversi modelli climatici sono concordi nel valutare un aumento della temperatura fino a 2°C nel periodo 2021-2050 (rispetto a 1981-2010). Variazioni maggiori in zona alpina e stagione estiva sono attese nello scenario con cambiamenti climatici più intensi, per il quale l'innalzamento della temperatura può raggiungere i 5°C a fine secolo.

Meno piogge ma più intense. Tra i principali risultati evidenziati dalle analisi degli scenari climatici vi è una diminuzione delle precipitazioni nel periodo estivo (più lieve in primavera) per il Sud e per il Centro Italia, aumentano le precipitazioni nel periodo invernale nel Nord Italia. Associato a questi segnali vi è un aumento sul territorio della massima precipitazione giornaliera per la stagione estiva ed autunnale, più marcata per lo scenario ad elevate emissioni di gas serra.

↓
Più giorni caldi e secchi. Sia per lo scenario ad emissioni contenute che per quello ad emissioni elevate emerge un consistente aumento di giorni con temperatura minima superiore a 20°C in estate e, nella stessa stagione, un aumento della durata dei periodi senza pioggia.

Come cambia il mare. I cambiamenti climatici stanno interessando in modo crescente l'ambiente marino (costiero e mare aperto) determinando un aumento delle temperature superficiali e del livello del mare, dell'acidificazione delle acque marine e dell'erosione costiera. Tali cambiamenti necessitano di una particolare attenzione data l'importanza strategica, ambientale, economica e sociale delle nostre coste.

MODELLO CLIMATICO REGIONALE (RCM)

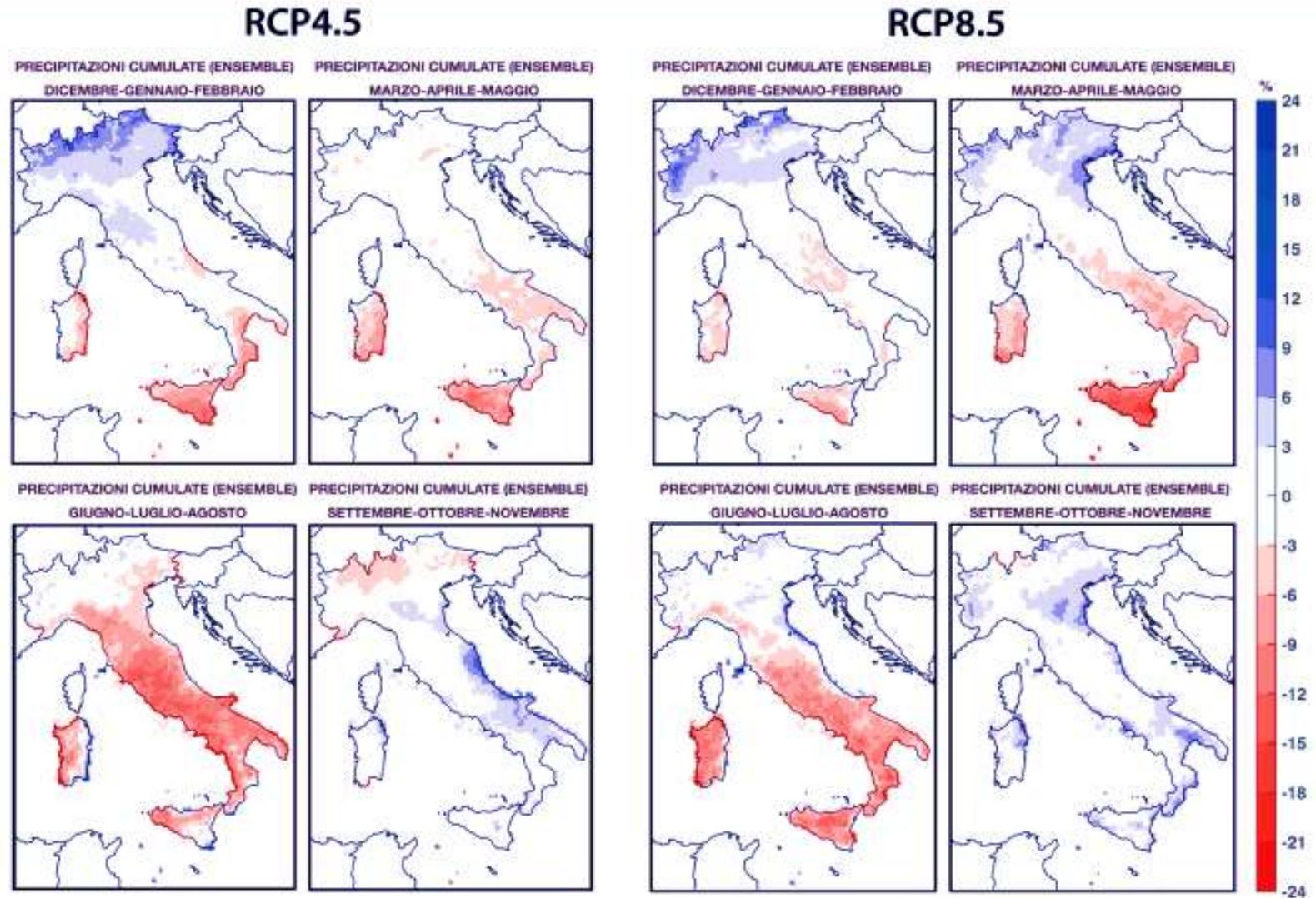


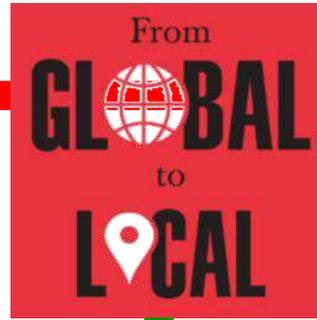
Figura 5. Mappe stagionali di variazione della precipitazione sull'Italia dall'ensemble EURO-CORDEX secondo gli scenari RCP4.5 e RCP8.5 per il periodo 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento 1981-2010.

COSA FARE PER NON AVERE ...L'ACQUA ALLA GOLA



Variabilità

legata alla naturale variabilità del clima



Incertezza



nelle proiezioni climatiche a scala locale è legata ai modelli idrologici e non ai metodi di down-scaling dei modelli globali

CITTA' RESILIENTE

Capace di adattarsi

APPROCCIO ALLA PIANIFICAZIONE ED ALLA PROGETTAZIONE



RISCHIO – VULNERABILITA' – RESILIENZA

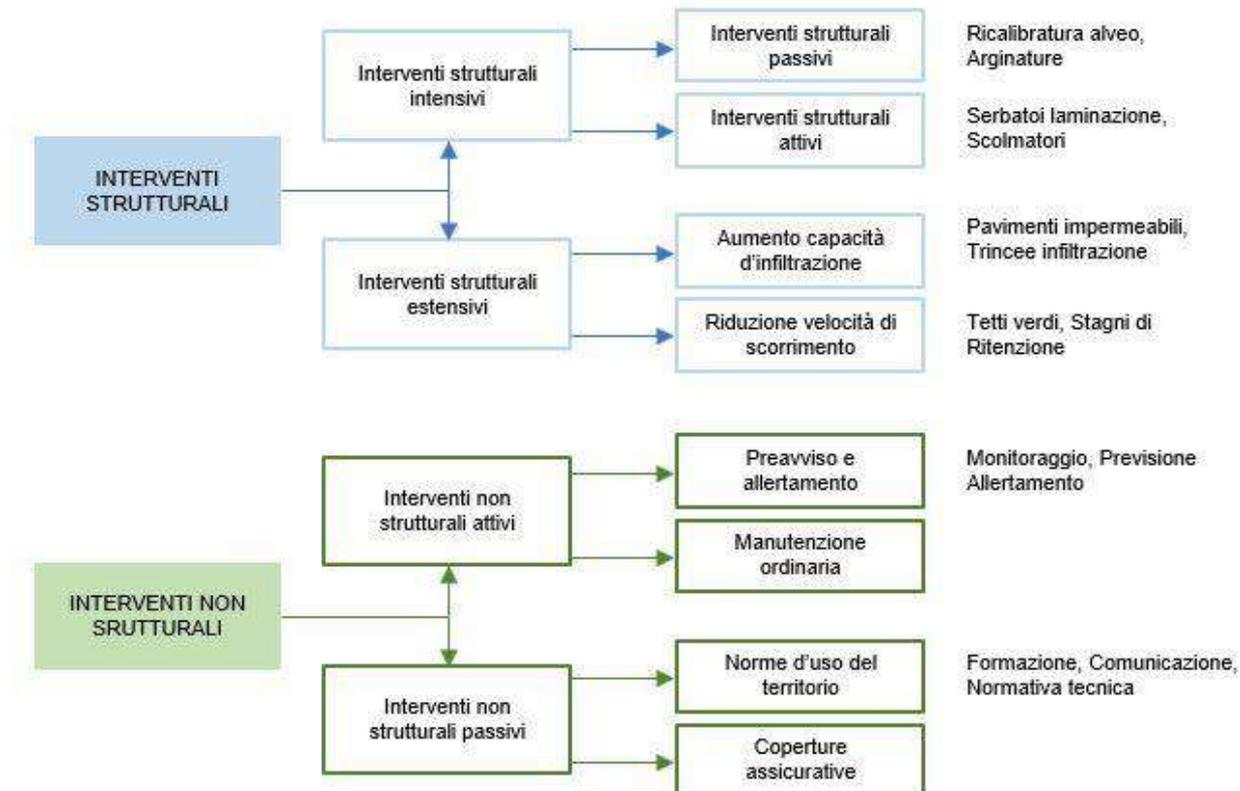
I NUOVI PARADIGMI DEL PROGETTO URBANO

MITIGARE IL RISCHIO

GESTIRE IL RISCHIO

RESIDUO

$$R = P \times V \times E$$



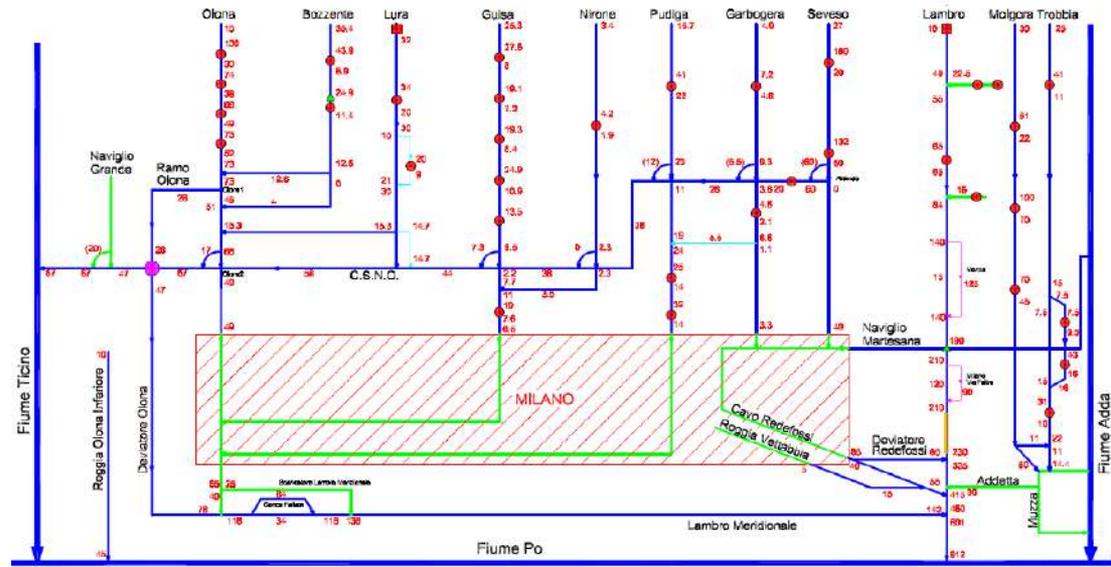
RISCHIO – VULNERABILITA' – RESILIENZA

I NUOVI PARADIGMI DEL PROGETTO URBANO

TESSUTO URBANO CONSOLIDATO



GENOVA



MILANO
Prof. Alessandro Paoletti

SCHIAVONEA MARINA - CORIGLIANO

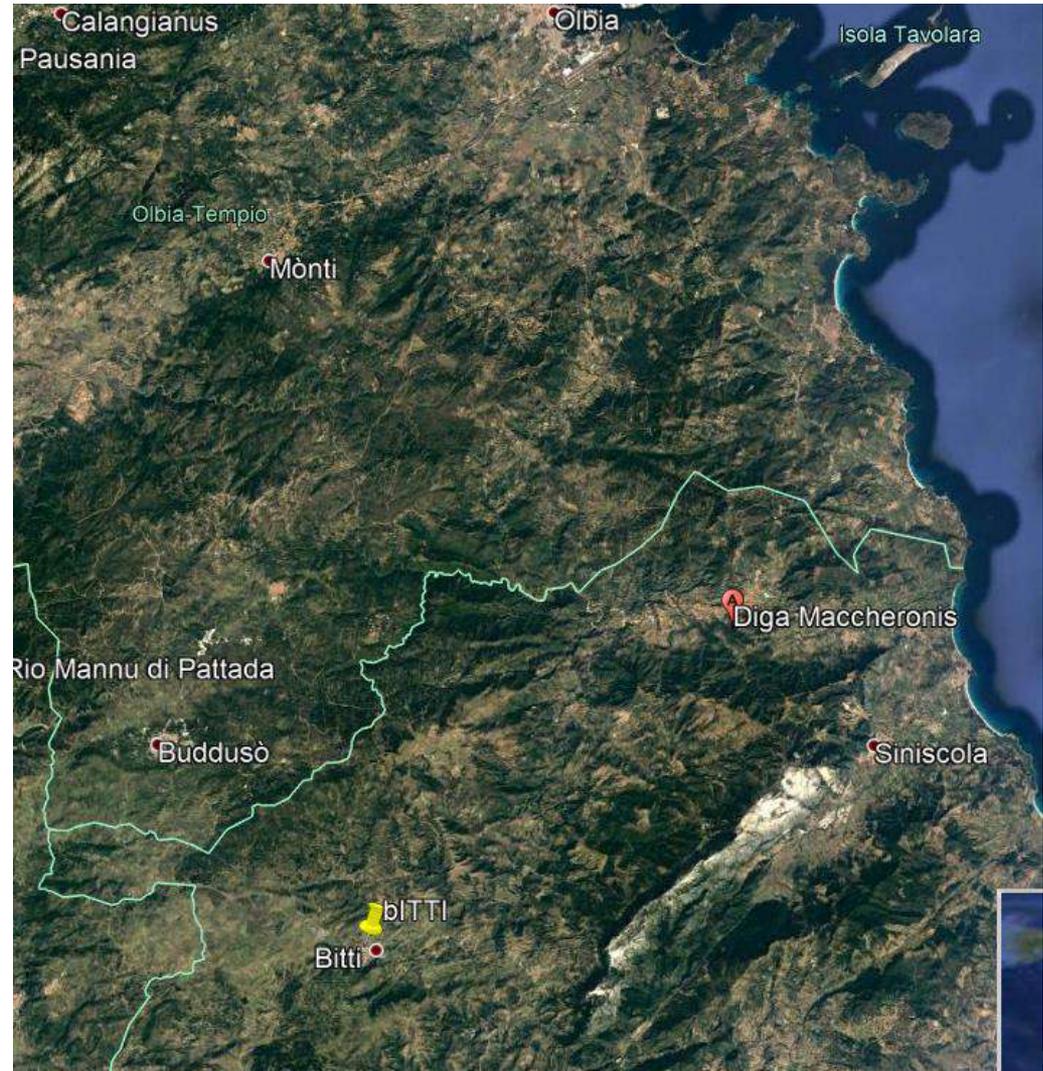


RISCHIO – VULNERABILITA' – RESILIENZA

I NUOVI PARADIGMI DEL PROGETTO URBANO

TESSUTO URBANO CONSOLIDATO

BITTI



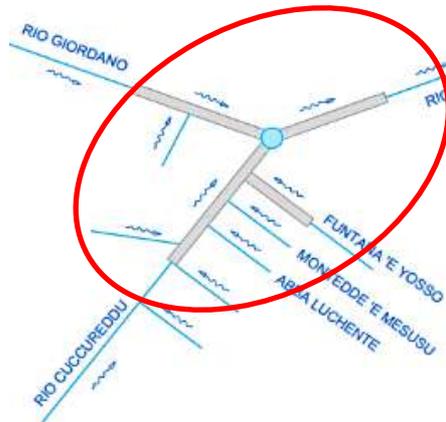
RISCHIO – VULNERABILITA' – RESILIENZA

I NUOVI PARADIGMI DEL PROGETTO URBANO

TESSUTO URBANO CONSOLIDATO

BITTI

STATO DI FATTO



BITTI

LEGENDA

- TRATTO TOMBATO
- ALVEO NATURALE
- CONFLUENZA
- ~ DIREZIONE DI FLUSSO

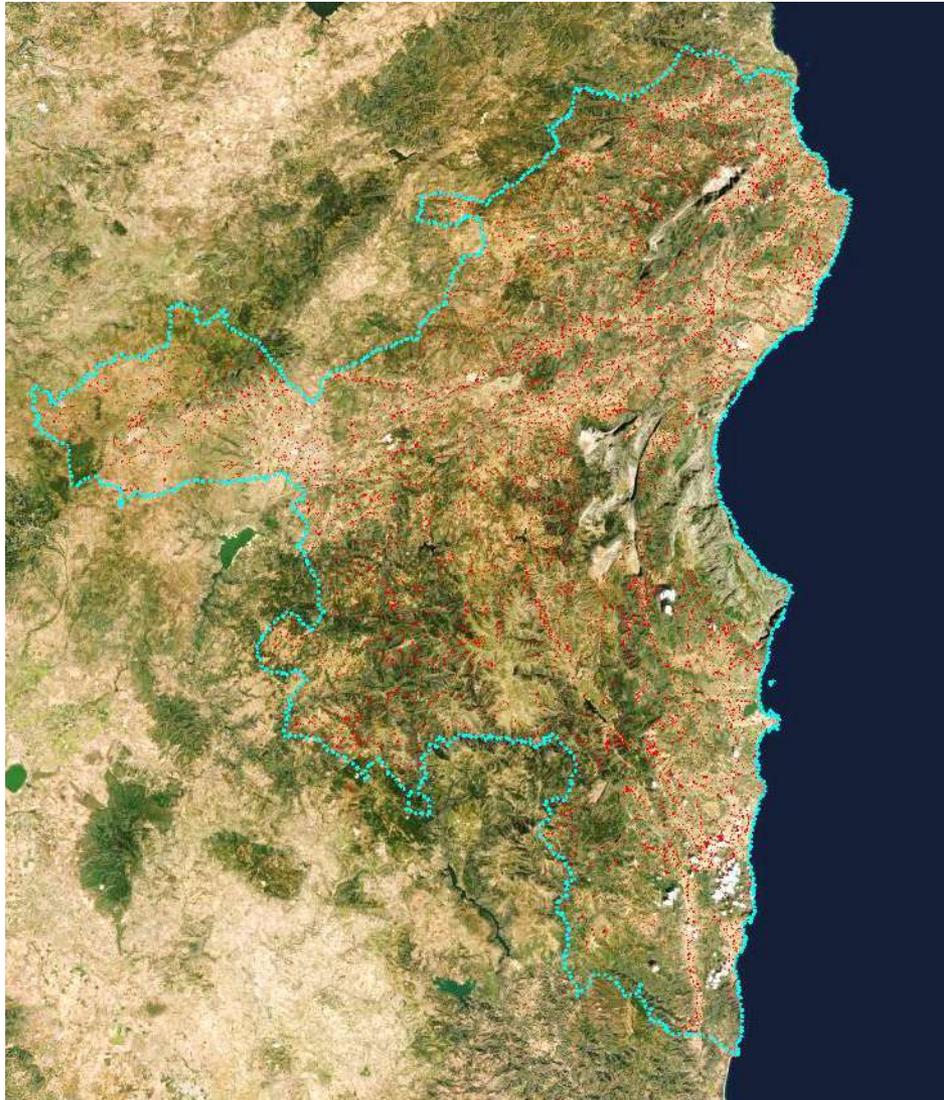


RISCHIO – VULNERABILITA' – RESILIENZA

I NUOVI PARADIGMI DEL PROGETTO URBANO

TESSUTO URBANO CONSOLIDATO

BITTI



RISCHIO – VULNERABILITA' – RESILIENZA

I NUOVI PARADIGMI DEL PROGETTO URBANO

NUOVI INSEDIAMENTI

FINALIST QUALITY BASED SELECTION PROCEDURE FOR ARCHITECTURE AND ENGINEERING CONSULTANTS WITH EMBEDDED DESIGN COMPETITION “UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF HANOI DEVELOPMENT (NEW MODEL UNIVERSITY) PROJECT “



SPORT POND



FLAMBOUANT BOULEVARD AND WATERWAY

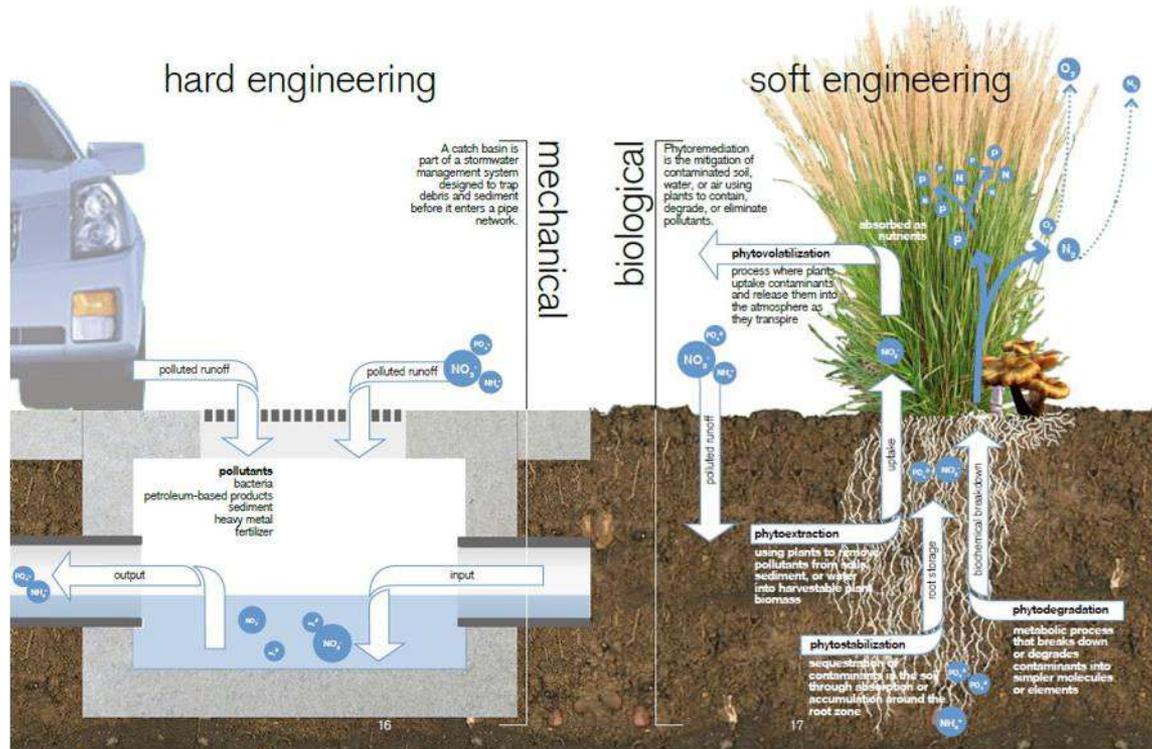


VIEW OF THE CENTRAL SQUARE FACING THE LAKE

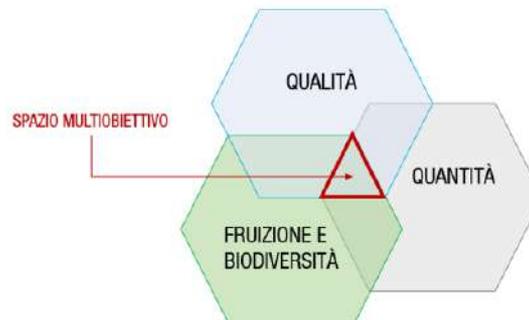


LINEAR GARDEN ON THE EAST LAKE

HARD E SOFT ENGINEERING PER IL DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE



Confronto tra Hard Engineering e Soft Engineering in termini di processi per la riduzione dei carichi inquinanti generati [Fonte: Huber, J., 2010. Low Impact Development: a Design Manual for Urban Areas]



Approccio multidisciplinare al drenaggio urbano [Fonte: Gibelli G. et Al, 2015, Gestione sostenibile delle acque urbane, manuale di drenaggio urbano, ridisegnato]

SOFT ENGINEERING PER IL DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE



INTERVENTI NON STUTTURALI

1. **Ispezione, monitoraggio e gestione dei manufatti**
2. **Comunicazione del rischio ai cittadini e pratiche di autoprotezione**
3. **Coinvolgimento delle comunità locali: iniziative di Citizen Science**
4. **Sistemi di monitoraggio ed allerte**
5. **Piani e studi di approfondimento**
6. **Indicazioni e prescrizioni da inserire nel PGT o nel Regolamento Edilizio**
7. **Difese temporanee:** barriere temporanee, dispositivi di chiusura, valvole anti-riflusso, sistemi di pompaggio
8. **Segnaletica e pannelli a messaggio variabile**
9. **Polizze assicurative**

N Opere non strutturali



N1 - Barriere temporanee



N2 - Segnaletica



N3 - Dry Floodproofing

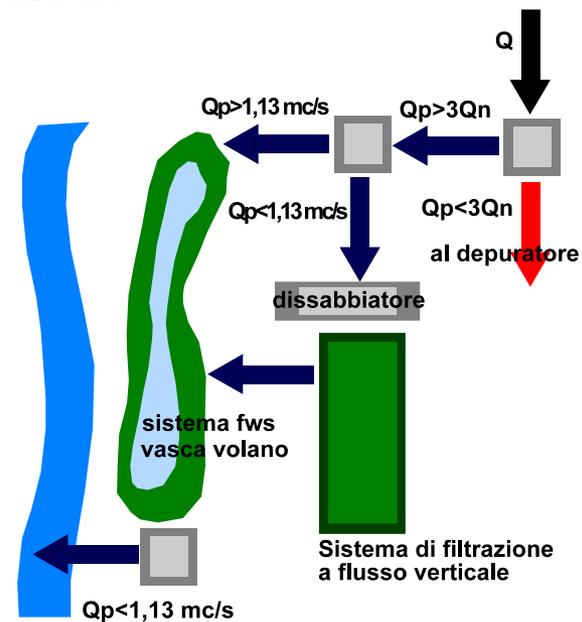


N4 - Valvole di non ritorno



N5 - Ispezioni monitoraggi e pulizia

SISTEMI NATURALI DI DEPURAZIONE DI ACQUE DI SFIORO DELLE RETI FOGNARIE MISTE - GORLA MAGGIORE – VA – PROGETTO PILOTA



Depuratore di Olgiate Olona



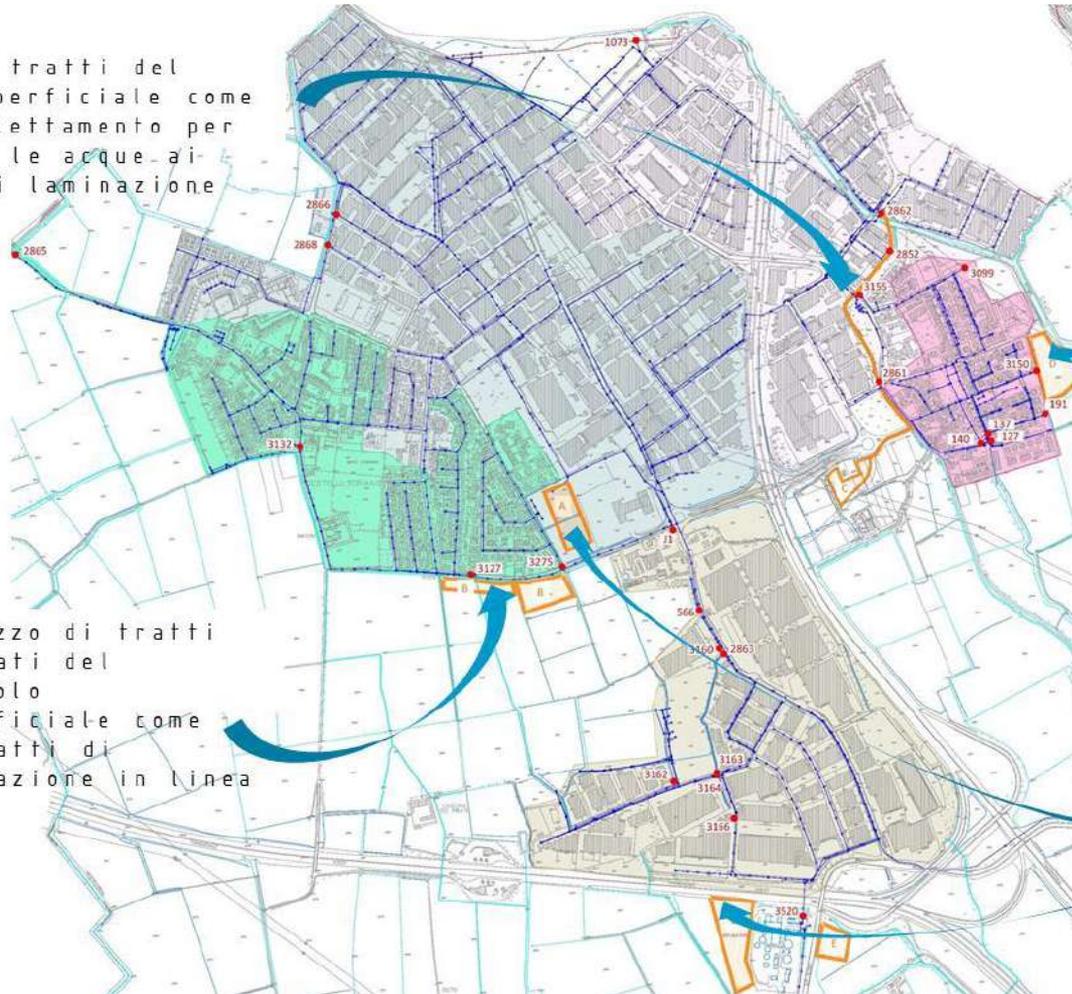
INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE. PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.



Utilizzo di tratti del reticolo superficiale come rete di collettamento per convogliare le acque ai manufatti di laminazione

Utilizzo di tratti limitati del reticolo superficiale come manufatti di laminazione in linea

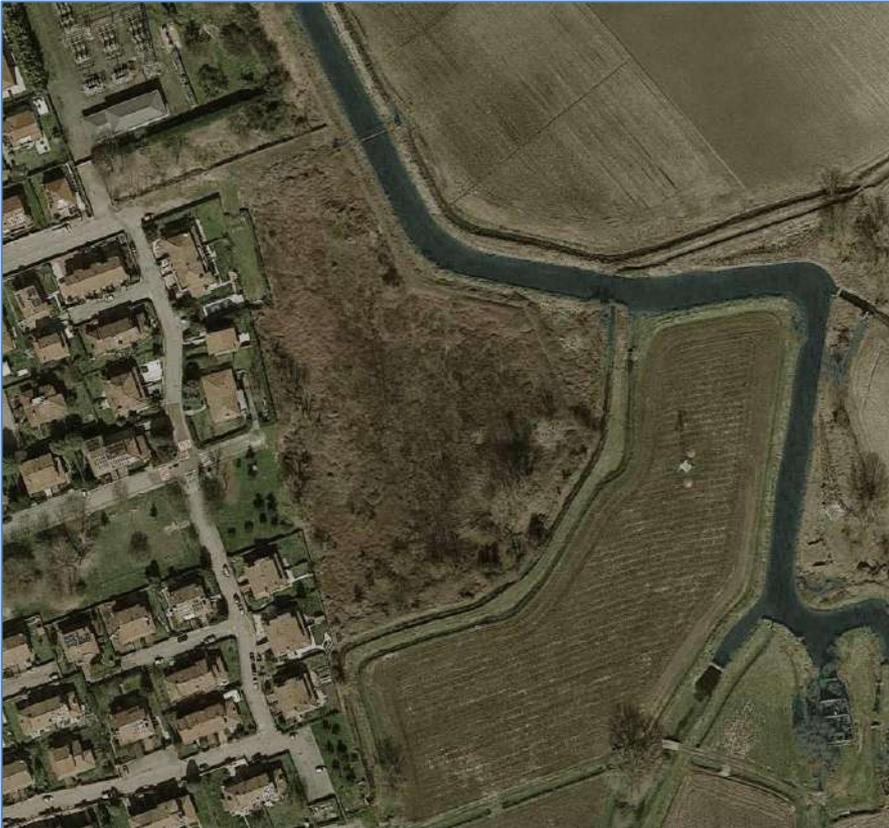
Vasche di laminazione a monte dei punti di scarico con interventi puntuali sulla rete per convogliare le acque ai manufatti di laminazione



INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE. PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.



INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE. PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.



INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE. PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.

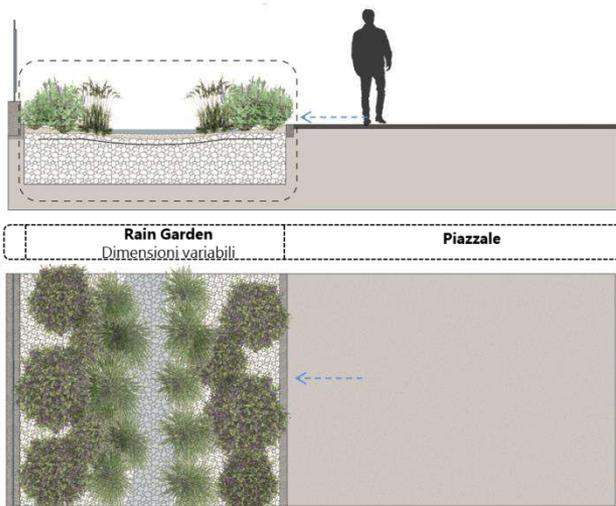


INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.

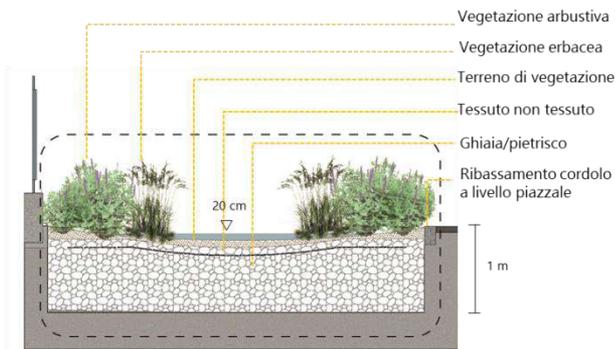


INTERVENSU

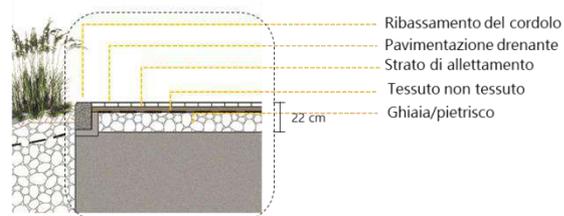
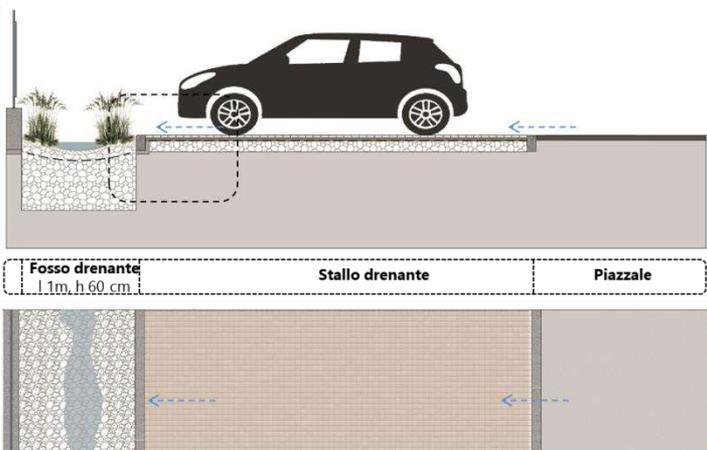
11



Adattamento degli spazi verdi minori presenti all'interno dei piazzali/perimetri industriali con trasformazione in Rain Garden; i Rain Garden hanno dimensioni variabili in larghezza a seconda delle aree verdi presenti e profondità di circa 1 m; abbassamento del cordolo per la raccolta delle acque provenienti dal piazzale impermeabile.



12

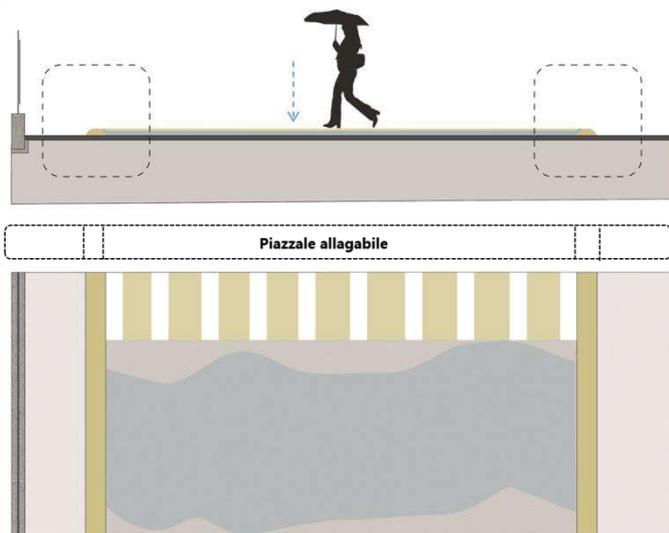


INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.

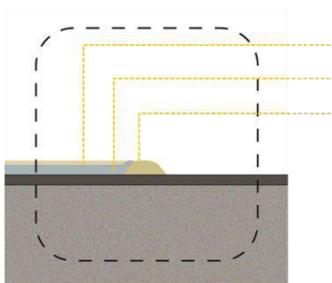


INTERVENTI

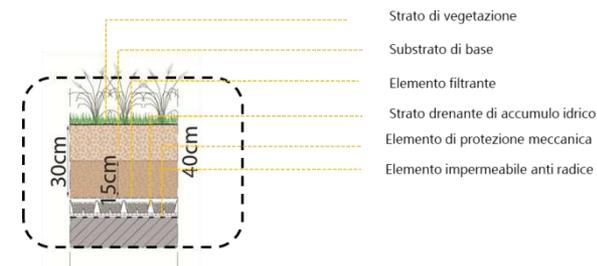
13



Inserimento di cordoli per la delimitazione di porzioni di piazzali interessate da allagamento controllato: la superficie interessata dagli allagamenti controllati di massimo 5 cm è pari al 20 % della superficie impermeabile totale; il passaggio pedonale è garantito da elementi spartitraffico sopraelevati.



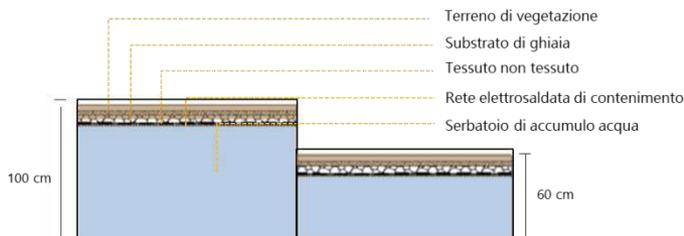
Realizzazione di tetto verde per il rallentamento delle acque meteoriche: soletta verde estensiva su copertura esistente piana o inclinata



14



Inserimento di cisterne-fioriere per la raccolta delle acque provenienti dalle coperture: le cisterne hanno dimensioni modulari di lunghezza 2 m e profondità 0,6 m e vengono disposte alla base delle pareti perimetrali non interessate da aperture e elementi sporgenti, per un totale di circa 20/25 % dei perimetri totali degli edifici.

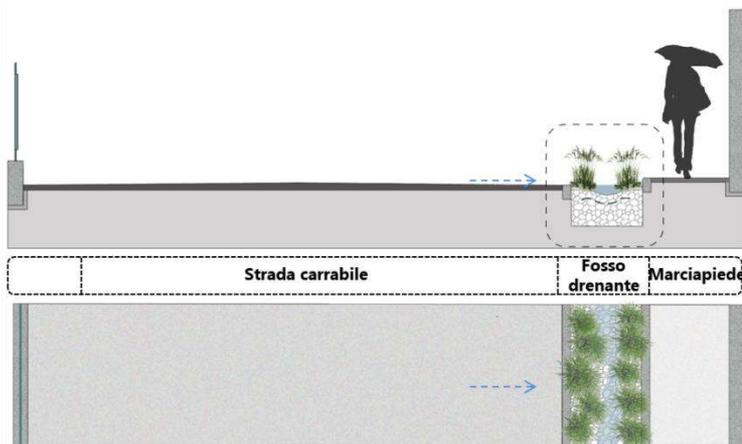


INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.

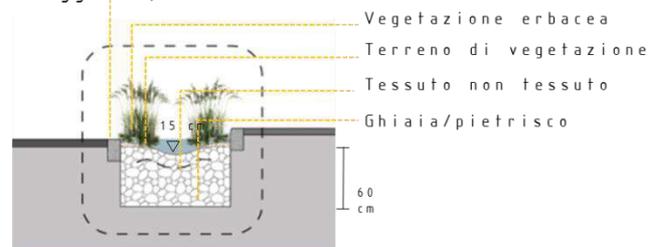


INTERVENTI

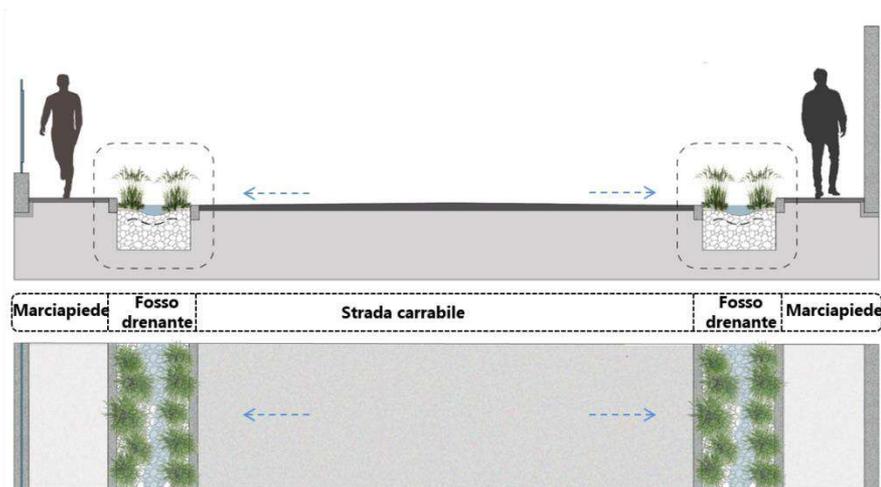
T0



Inserimento di un fosso drenante vegetato: riduzione dei marciapiedi di ampiezza superiore a 1m e realizzazione di fosso drenante vegetato per la gestione delle acque meteoriche provenienti dalla strada su un lato della carreggiata; ribassamento del cordolo.



T1

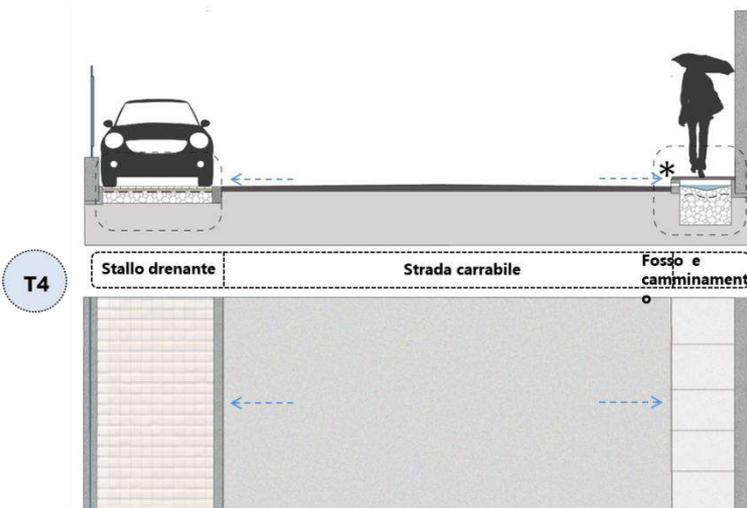


Inserimento di due fossi drenanti vegetati: riduzione dei marciapiedi di ampiezza superiore a 1m e realizzazione di fosso drenante vegetato per la gestione delle acque meteoriche provenienti dalla strada su entrambi i lati della carreggiata; ribassamento dei cordoli.

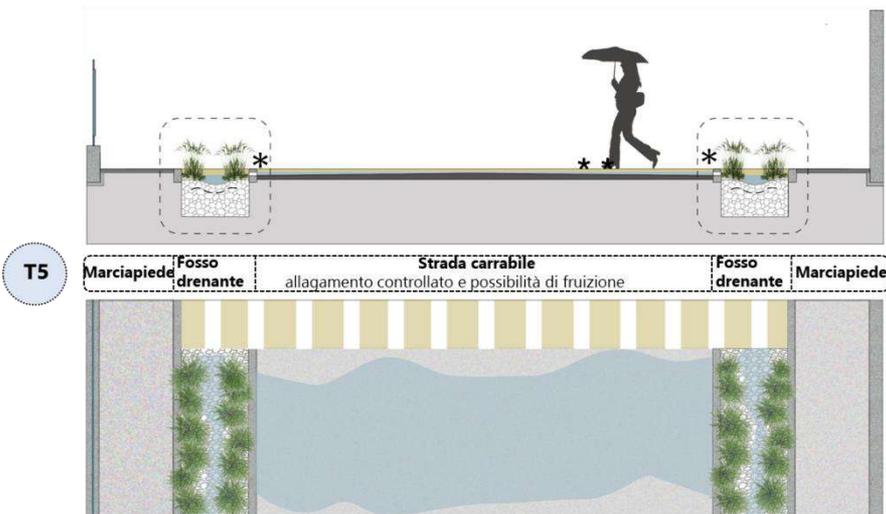
INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.



INTERVENTI



Inserimento di un fosso drenante non vegetato : sostituzione dei marciapiedi di ampiezza minore a 1 m con fosso drenante non vegetato con copertura calpestabile di ampiezza massima 80 cm; ribassamento dei cordoli a livello della carreggiata in corrispondenza degli stalli e inserimento di cordolo forato in corrispondenza del fosso non vegetato ; sostituzione della pavimentazione degli stalli con pavimentazione drenante .



Strada allagabile e inserimento di due fossi drenanti vegetati: riduzione dei marciapiedi di ampiezza superiore a 1m e realizzazione di fosso drenante vegetato per la gestione delle acque meteoriche provenienti dalla strada su entrambi i lati della carreggiata; inserimento di cordolo forato in corrispondenza dei fossi drenanti; con possibilità di allagamento parziale e controllato della carreggiata; una volta saturo il fosso drenante laterale è previsto l'allagamento di porzioni di strada.

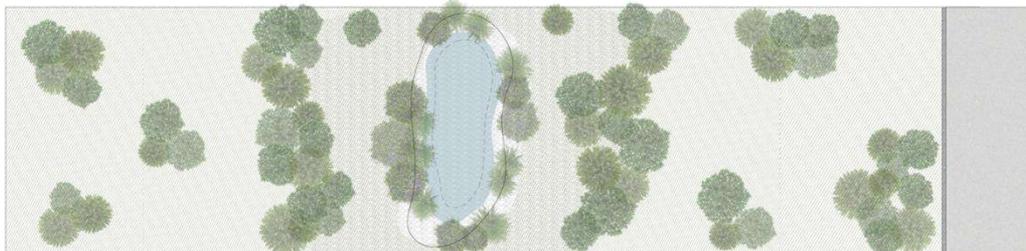
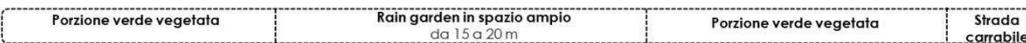
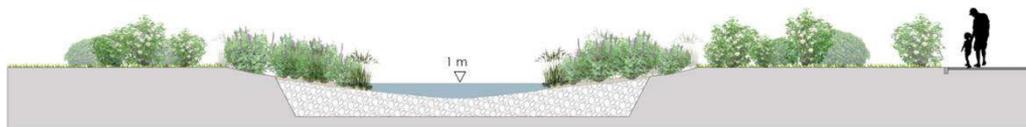
N.B. la strada rimane accessibile alle auto e l'attraversamento pedonale è garantito da elementi sopraelevati che connettono i due marciapiedi ** .

INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.



INTERVENTI

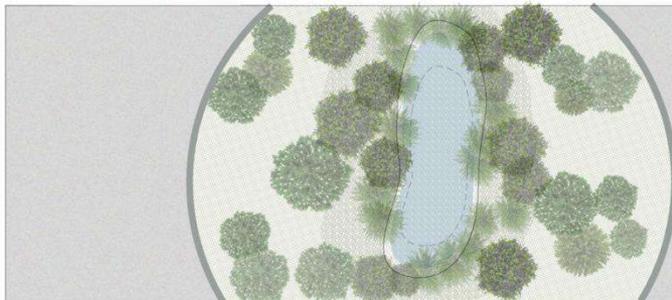
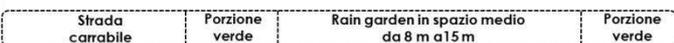
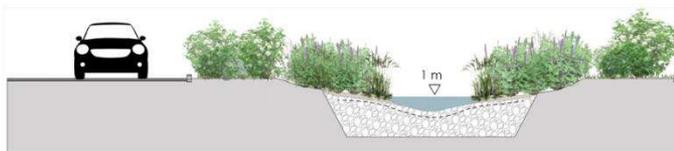
V1



Realizzazione di rain garden negli spazi più ampi: il rain garden ha un modulo ripetibile a seconda della disponibilità di spazio; il rain garden ha dimensioni variabili da 15 a 20 m e profondità di 1 m rispetto al piano di campagna.

N.B. Ragionevolmente si può considerare che nelle aree di maggiori dimensioni non tutta la superficie sarà interessata dalla presenza di rain garden; per questo motivo per le sole aree di maggiori dimensioni si considera che l'intervento venga applicato nello scenario ottimale attuazione 100% degli interventi) sul 50% della superficie totale.

V2



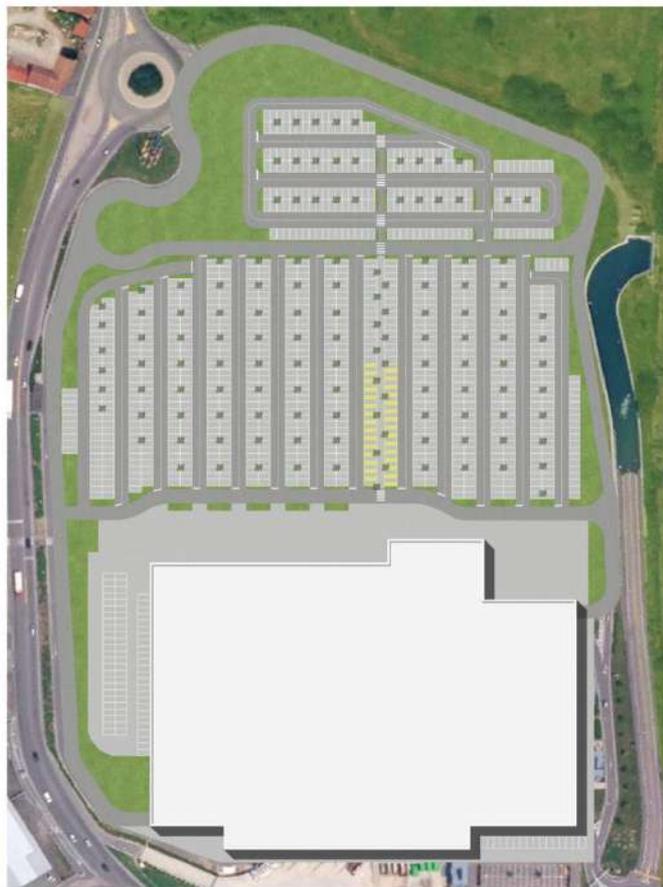
Realizzazione di rain garden negli spazi di medie dimensioni: il rain garden ha dimensioni contenute così da potersi adattare a spazi di medie dimensioni come le rotonde stradali che vengono parzialmente deimpermeabilizzate; il rain garden ha dimensioni variabili da 8 a 15 m e profondità di 1 m rispetto al piano di campagna.

INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.



6

CARATTERISTICHE DELL'AREA DI PROGETTO E OBIETTIVI



POSTI AUTO
1057



SUPERFICI CAPTANTI
ACQUE METEORICHE:
50.000 mq



AREE VERDI:
4000 mq

OBIETTIVI



GESTIRE EVENTI
PIOVOSI CON
TEMPI DI
RITORNO FINO
A 10 ANNI



INCREMENTARE
LE AREE VERDI



CREARE SPAZI
PEDONALI



INCREMENTARE
LA
BIODIVERSITA'

DATI



2700 mc
DI ACQUA PREVISTI PER
EVENTI PIOVOSI CON
TEMPI DI RITORNO DI
10 ANNI



3865 mq DI SUDS
NECESSARI

INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.



8

PROGETTO-OPZIONE A E OPZIONE B



OPZIONE A: RIDUZIONE DEL 10% DEI POSTI AUTO



OPZIONE B: RIDUZIONE DEL 20% DEI POSTI AUTO

INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE. PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.

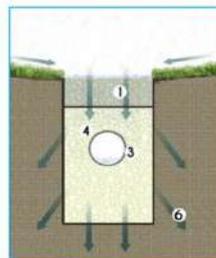
PARCHEGGIO



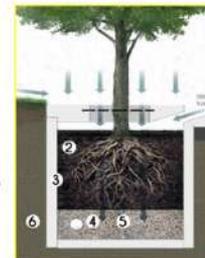
BACINI DI DETENZIONE VEGETATI



AREE DI BIORITENZIONE VEGETATA CON BOX ALBERATI



- 1) STRATO DI PIETRISCO DRENANTE
- 2) TERRENO E MATERIALE FILTRANTE
- 3) FILTRO GEOTESSILE
- 4) TUBAZIONE TRAFORATA
- 5) GHIAIA DRENANTE
- 6) TERRENO ORIGINARIO

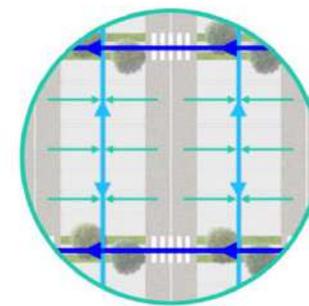
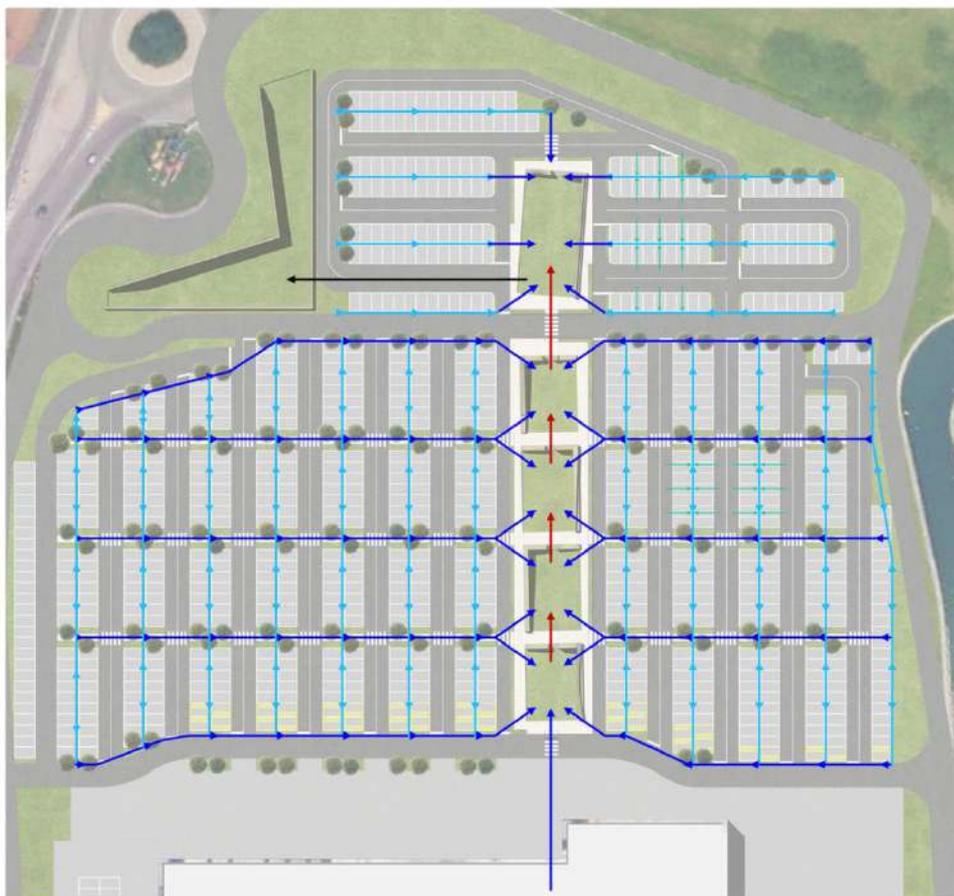


INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.



10

SCHEMA IDRAULICO



- ACQUE VERSO I BACINI DI DETENZIONE
- ACQUE DI RUN-OFF DA PARCHEGGI E STRADE
- ACQUE CONVOGLIATE DAI DRENI FILTRANTI VERSO LE AREE DI BIORITENZIONE
- COLLEGAMENTO IDRAULICO TRA BACINI DI DETENZIONE
- COLEGAMENTO ACQUE VERSO BACINO DI DETENZIONE FINALE

INTERVENTI DI DRENAGGIO URBANO E GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELLE AREE PRODUTTIVE. PROGETTO PILOTA PER SUD EST MILANO.

PARCHEGGIO

11 SCENARI DI ALLAGAMENTO PER EVENTI PIOVOSI CON TEMPI DI RITORNO DI 2, 5 E 10 ANNI



T.R.
2

SCENARIO 1:
FUNZIONAMENTO SUDS
DURANTE EVENTI PIOVOSI
CON TEMPI DI RITORNO
2 ANNI



11 SCENARI DI ALLAGAMENTO PER EVENTI PIOVOSI CON TEMPI DI RITORNO DI 2, 5 E 10 ANNI



T.R.
2

SCENARIO 1:
FUNZIONAMENTO SUDS
DURANTE EVENTI PIOVOSI
CON TEMPI DI RITORNO
2 ANNI.
1476 LITRI D'ACQUA

T.R.
5

SCENARIO 2:
FUNZIONAMENTO SUDS
DURANTE EVENTI PIOVOSI
CON TEMPI DI RITORNO
5 ANNI.
2214 LITRI D'ACQUA

T.R.
10

SCENARIO 3:
FUNZIONAMENTO SUDS
DURANTE EVENTI PIOVOSI
CON TEMPI DI RITORNO 10
ANNI.
2706 LITRI D'ACQUA

DRENAGGIO URBANO DA TRADIZIONALE A SOSTENIBILE



ESEMPI



WATER WISE CITIES

G
R
A
Z
I
E

