



Interreg



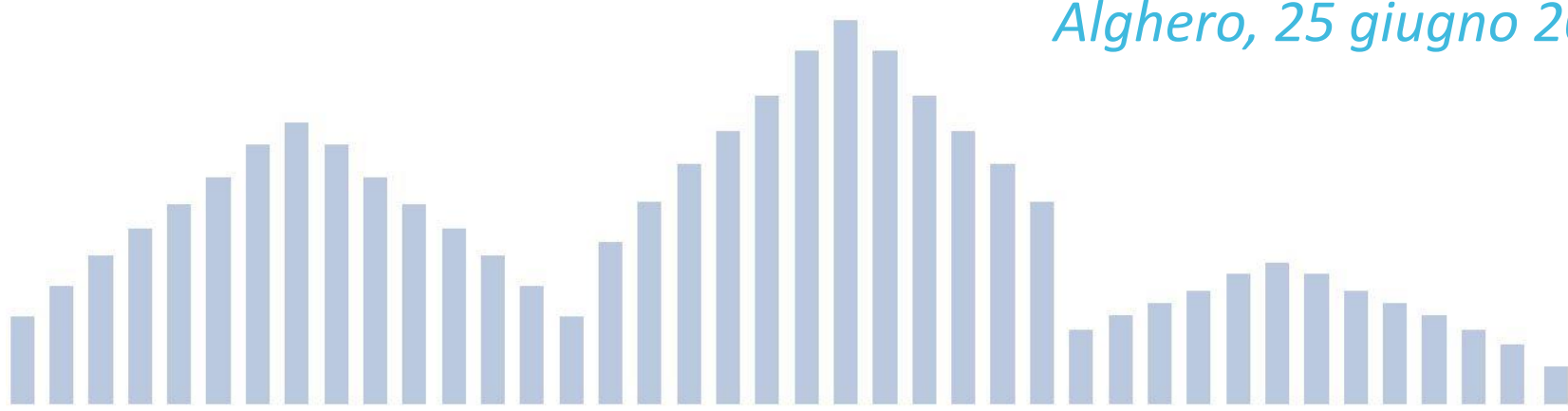
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Alghero, 25 giugno 2018



Metodi per la valutazione dell'efficacia delle infrastrutture drenanti come strumento di protezione contro le alluvioni urbane in un contesto di cambiamento climatico: esempi di buone pratiche



Guido Rianna, Roberta Padulano, Fabio Ciervo, Alfredo Reder
Fondazione CMCC – Divisione REMHI



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



ALLUVIONI URBANE E CAMBIAMENTO CLIMATICO

La Direttiva Comunitaria 2007/60, recepita in Italia dal D. Lgs. 49/2010, definisce “**alluvione**” ogni fenomeno che determina l’allagamento di aree che in condizioni normali sono asciutte. Ciò include l’erosione di corsi d’acqua, di canali a cielo aperto, di valloni e fossi, e gli allagamenti derivanti dall’insufficienza del sistema artificiale di drenaggio (canali e spechi fognari).





Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



ALLUVIONI URBANE E CAMBIAMENTO CLIMATICO

Recenti studi hanno dimostrato che il Cambiamento Climatico ha un effetto sul regime pluviometrico, determinando una riduzione del numero di giorni piovosi e un simultaneo aumento della frequenza degli eventi estremi. In altre parole, il Cambiamento Climatico comporta un aumento del numero atteso di alluvioni critiche, con precipitazioni concentrate in eventi di grande intensità e breve durata.

Livello minimo di approfondimento

Utilizzo di valutazioni semplificate basate sulle variazioni attese per effetto dei cambiamenti climatici in indicatori atmosferici assunti come *proxy* dei fenomeni alluvionali

Livello medio di approfondimento

Valutazione di nuove leggi di pioggia o “curve IDF” (Intensità-Durata-Frequenza) che quantifichino l’influenza del cambiamento climatico sul regime pluviometrico dell’area oggetto di interesse

Livello massimo di approfondimento

Utilizzo di modelli statistici o fisicamente basati, che riescano a riprodurre, attraverso un’opportuna modellazione, la propagazione degli effetti del cambiamento climatico sui fenomeni alluvionali nelle zone interessate



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



EVOLUZIONE DELLE OPERE DI DRENAGGIO

<1980



Approccio tradizionale: raccolta, rapido allontanamento e smaltimento

Opere tipiche: cunette, caditoie, tubazioni, scarichi



>1980

Approccio conservativo: convogliamento e temporaneo immagazzinamento

Opere tipiche: vasche di laminazione, vasche di prima pioggia



>2000

Approccio sostenibile: controllo della formazione del deflusso superficiale

Opere tipiche: sistemi di infiltrazione e dispersion (*Sustainable Urban Drainage, Best Management Practices*)



Interreg



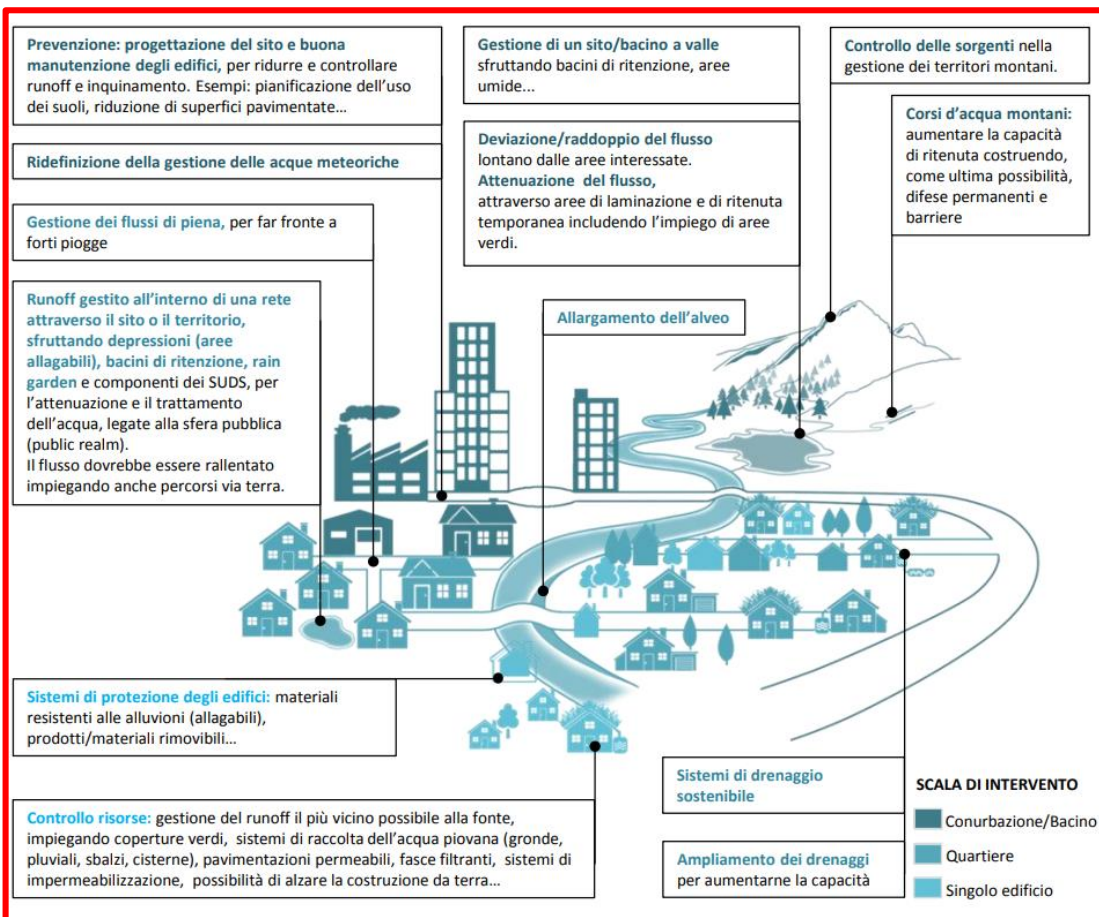
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



BEST MANAGEMENT PRACTICES: APPROCCIO INTEGRATO



La diffusione dei sistemi di drenaggio urbano deve essere applicata non solo a scala territoriale, ma anche alla scala locale, del quartiere e dello stesso isolato, differenziando e distribuendo le opere nel tessuto insediato e negli spazi aperti pubblici e privati.

Gli obiettivi sono legati alla riduzione/annullamento delle portate meteoriche scaricate in fognatura mediante:

- ❖ **Separazione** delle acque meteoriche dei tetti e delle coperture non inquinate;
- ❖ **Laminazione** in invasi superficiali e sotterranei;
- ❖ **Infiltrazione** (ove possibile in relazione alla permeabilità dei suoli e alla tutela delle falde);
- ❖ **Limitazione** della portata immessa in fognatura (con manufatto di controllo pubblico).

Gibelli G., Gelmini A., Pagnoni E., Natalucci F., 2015, *GESTIONE SOSTENIBILE DELLE ACQUE URBANE. MANUALE DI DRENAGGIO 'URBANO'. Perché, Cosa, Come. Regione Lombardia.*



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



BEST MANAGEMENT PRACTICES: APPROCCIO INTEGRATO



La diffusione di opere di drenaggio sostenibile in abito urbano diviene occasione per progettare spazi multifunzionali caratterizzati da un buon grado di adattamento agli eventi meteorici quotidiani o con lunghi tempi di ritorno.

È necessario:

- ❖ progettare spazi pubblici multifunzionali adattabili alle stagioni e agli eventi meteorici, diversificati a seconda del contesto;
- ❖ progettare strutture adatte ad essere allagate (invasi e manufatti);
- ❖ progettare aree verdi che fungono da aree di laminazione e infiltrazione.

Ciò implica che le infrastrutture destinate al miglioramento del sistema di drenaggio e all'adattamento ai cambiamenti climatici previsti assolvono tipicamente **più funzioni**. Ad esempio, le strutture di infiltrazione assolvono spesso anche alla funzione di invaso e laminazione, nonché ricreativa.

Piano di adattamento ai cambiamenti climatici di Rotterdam



Interreg



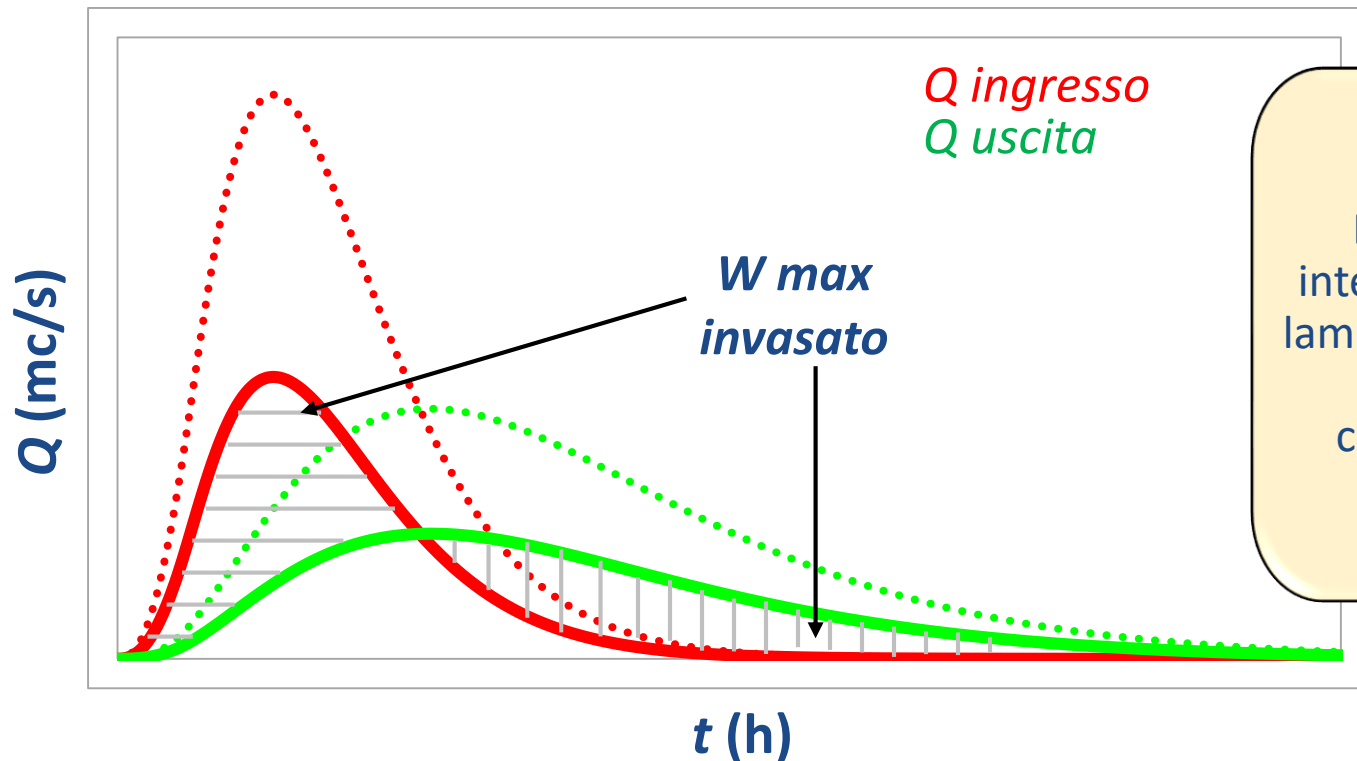
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INVARIANZA IDRAULICA E CAMBIAMENTO CLIMATICO



Effetto combinato di interventi di infiltrazione e laminazione come misura di adattamento ai cambiamenti climatici.

Imponendo il criterio di invarianza idraulica si determina il volume W_{max} da destinare alla realizzazione dell'opera di invaso. Tale volume potrebbe risultare troppo grande e non disponibile! Si può accoppiare la laminazione con interventi che favoriscano l'**infiltrazione**, purchè compatibili con il contesto.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

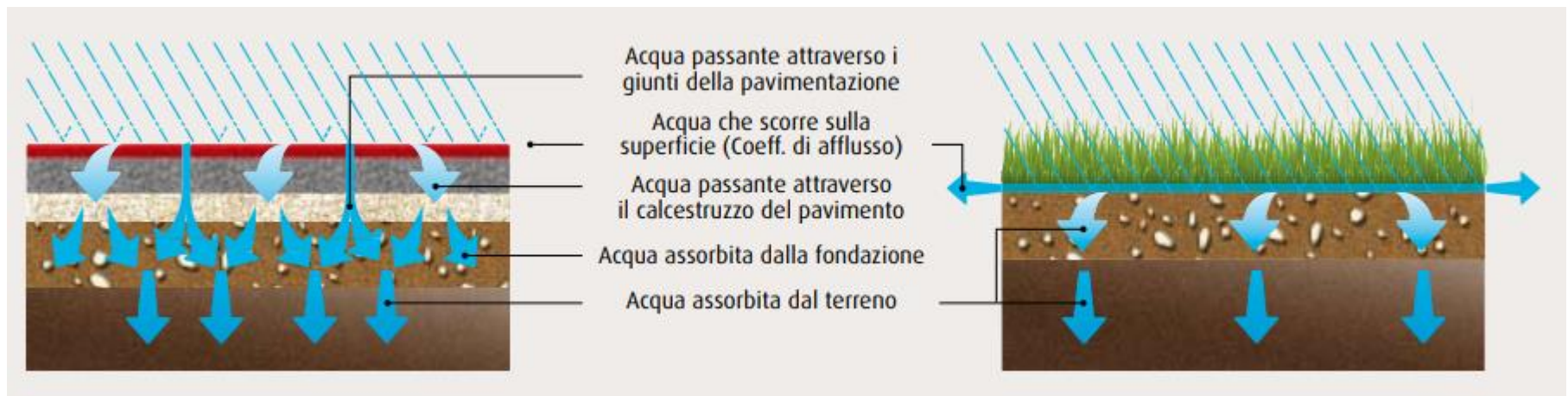
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE DRENANTI *GREY*: PAVIMENTAZIONI DRENANTI

Sono di solito limitate alle strade a uso pedonale e/o ai marciapiedi, a causa della minore robustezza da esse offerte nei confronti del traffico pesante.

- ❖ **Porose:** sono realizzate mediante materiali, generalmente asfalto e/o calcestruzzo, che consentono il passaggio dell'acqua grazie alla presenza di materiale inerte grossolano;
- ❖ **Permeabili:** sono realizzate mediante elementi prefabbricati dotati di aperture per il passaggio dell'acqua o accostati con giunti non sigillati





Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

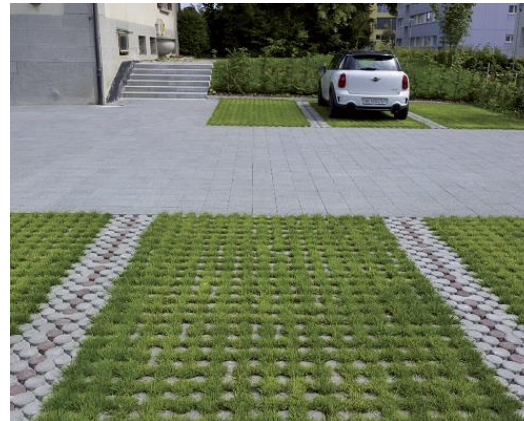
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE DRENANTI *GREY*: PAVIMENTAZIONI DRENANTI

La funzione dell'infrastruttura e l'articolazione del pacchetto dipendono dalle caratteristiche del terreno sottostante:

- ❖ **Terreni permeabili:** la pavimentazione ha la funzione di vettore delle portate infiltrate e di filtro nei confronti degli inquinanti;
- ❖ **Terreni poco permeabili:** la pavimentazione ha la funzione di accumulo temporaneo delle acque infiltrate, in seguito restituite al sistema drenante direttamente collegato alla rete fognaria o al corpo ricettore.





Interreg



UNIONE EUROPEA

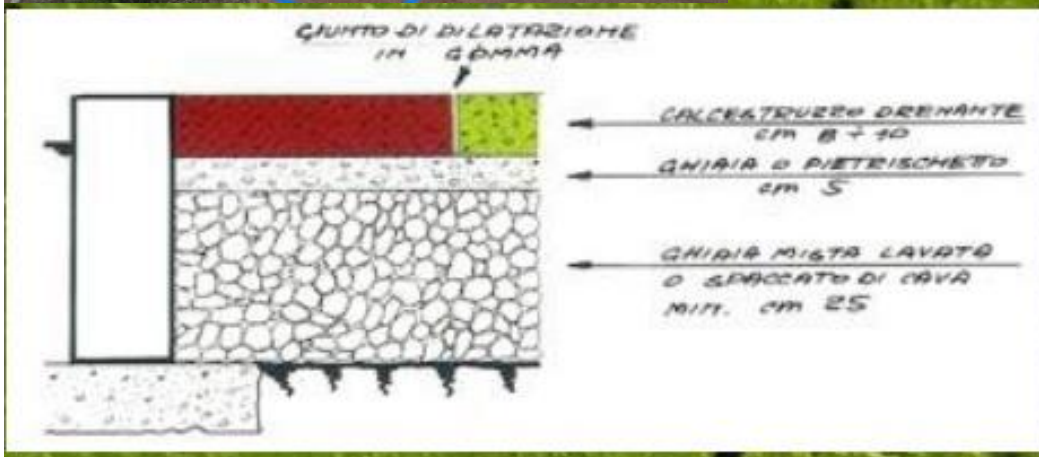
MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



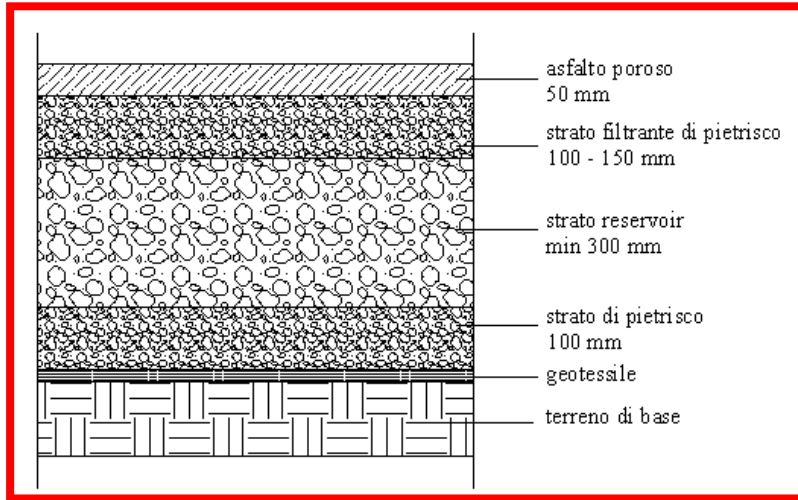
INFRASTRUTTURE DRENANTI *GREY*: PAVIMENTAZIONI POROSE

Calcestruzzo poroso

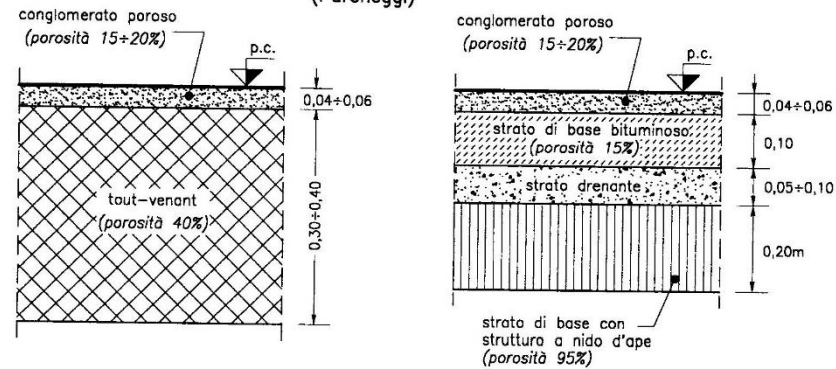




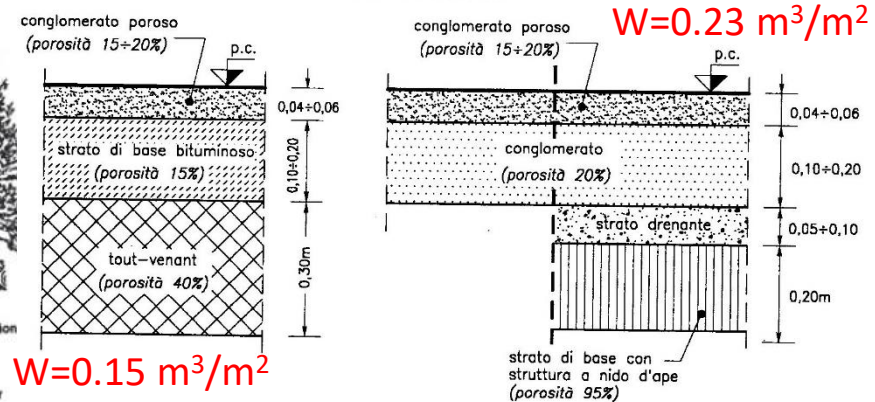
INFRASTRUTTURE DRENANTI GREY: PAVIMENTAZIONI POROSE



$W=0.15 \text{ m}^3/\text{m}^2$ TRAFFICO LEGGERO (Parcheggi) $W=0.21 \text{ m}^3/\text{m}^2$



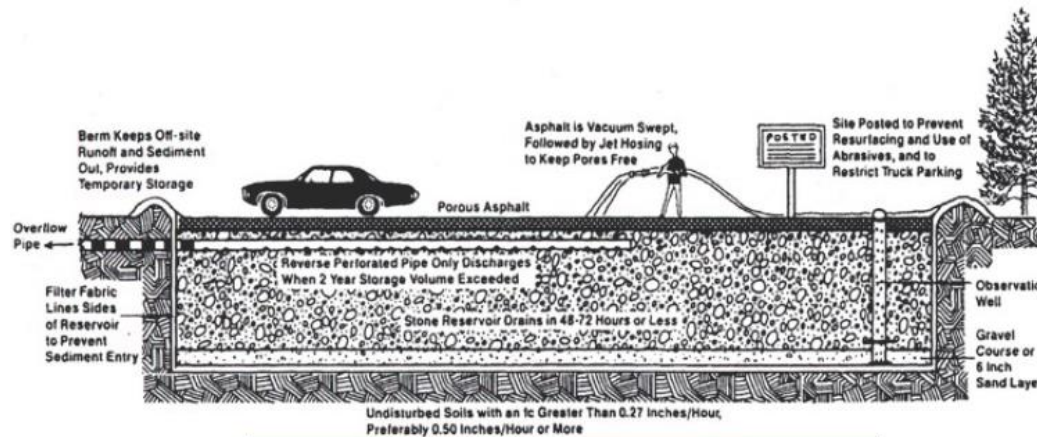
TRAFFICO PESANTE



$W=0.15 \text{ m}^3/\text{m}^2$

$W=0.23 \text{ m}^3/\text{m}^2$

W volume potenziale infiltrato per unità di superficie



A fondo perdenute (USA)
 A fondo impermeabile (EU)



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE DRENANTI *GREY*: PAVIMENTAZIONI PERMEABILI





Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE DRENANTI *GREEN*

Le tipologie di intervento sono varie e sono funzione del contesto di inserimento:

- ❖ **Reticolo idrografico principale e secondario:** interventi di rinaturalizzazione;
- ❖ **Spazi aperti urbani:** cunette e fossi vegetati, stagni di ritenuta, *rain garden*;
- ❖ **Edificato:** tetti verdi.





Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE *GREEN*: *RINATURALIZZAZIONE DELLE AREE DI PERTINENZA FLUVIALE*

Prima



Rinaturalizzazione del corso del fiume
Kallang (Singapore)

Dopo





Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE *GREEN*: RINATURALIZZAZIONE DELLE AREE DI PERTINENZA FLUVIALE

Recupero e ricostruzione degli argini del fiume con terrazze e spazi pubblici (parchi, sentieri) allagabili nei periodi di piena (Lipsia)



Intervento di riqualificazione del
reticolo idrico minore (Zurigo)



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE *GREEN*: *SPAZI URBANI*



Cunetta vegetata (Sydney)

(Cunetta vegetata) Hannover





Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE *GREEN*: *SPAZI URBANI*



Fosso vegetato (Malmo)



Fosso vegetato (Bristol)



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE *GREEN*: *SPAZI URBANI*



Strisce filtranti (California)





Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE *GREEN*: *SPAZI URBANI*

Stagno di ritenuta (Berlino). In questo caso l'acqua meteorica subisce un processo di **fitodepurazione** ad opera del canneto, e viene successivamente **riusata** per gli scarichi delle toilette, i sistemi di irrigazione e gli idranti antincendio.





Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE *GREEN*: *SPAZI URBANI*



Rain garden (Minnesota)



Rain garden (UK)



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

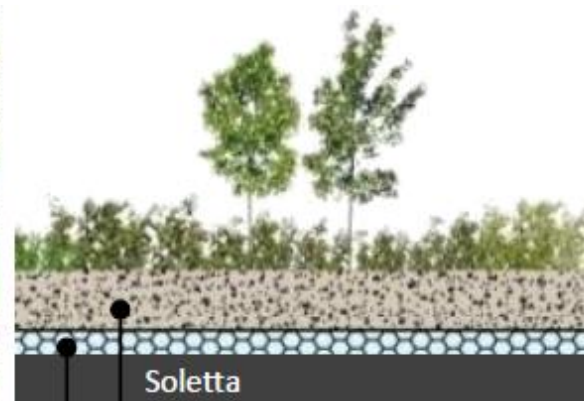


INFRASTRUTTURE *GREEN*: *SPAZI URBANI*

Verde pensile
intensivo



Verde pensile
estensivo



Soletta

Substrato per inverdimento
intensivo. (Min. 20cm)

Strato drenante. Altezza variabile.



Soletta

Substrato per inverdimento
estensivo. (Min. 8cm)

Strato drenante. Altezza variabile.



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE DRENANTI: VANTAGGI VS. SVANTAGGI

Riduzione del volume di deflusso

Riduzione della portata di picco (detenzione locale)

Miglioramento della qualità delle acque immesse

Vincoli alla realizzazione:

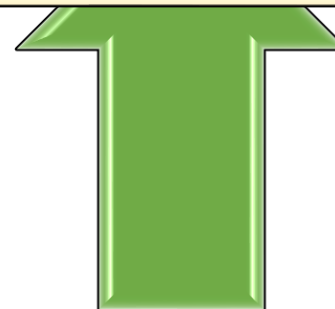
- ❖ Qualità delle acque meteoriche non compatibile con la protezione delle falde acquifere (acque provenienti dal dilavamento stradale);
- ❖ Suoli con bassa capacità di infiltrazione (se con fondo disperdente);
 - ❖ Alti livelli della falda freatica;
- ❖ Pericolo di instabilizzazione delle fondazioni di edifici e opere.

Elevati costi di impianto

Tendenza all'intasamento

Possibile inquinamento delle acque di falda

Necessità di recupero e trattamento dei sedimenti raccolti





Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

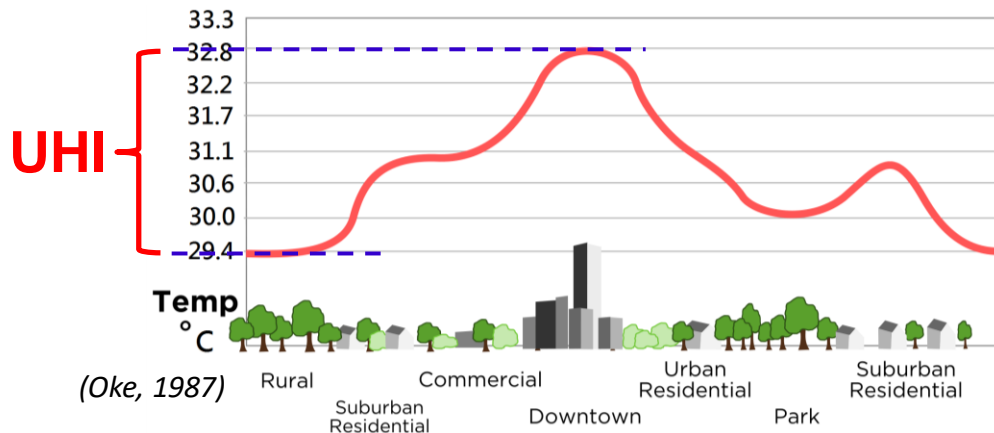
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



ISOLA DI CALORE URBANO

Le città in generale sono più calde rispetto alle loro aree periferiche e rurali. Tale fenomeno microclimatico è noto in letteratura con il termine di Isola di Calore Urbana (UHI).

Oggigiorno, i fenomeni di UHI rappresentano un chiaro esempio di modifica antropogenica del clima, in grado di influenzare la qualità della vita delle persone suscitando un potenziale stato di disagio, soprattutto in quelle più vulnerabili, quali bambini, anziani e meno abbienti.



SASSARI

La Cooperazione al cuore del Mediterraneo
La Coopération au coeur de la Méditerranée



Interreg



UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE DRENANTI: EFFETTO SUL FENOMENO DI ISOLA DI CALORE URBANO



Pavimentazioni chiare



Tetti verdi



Aree verdi



Interreg



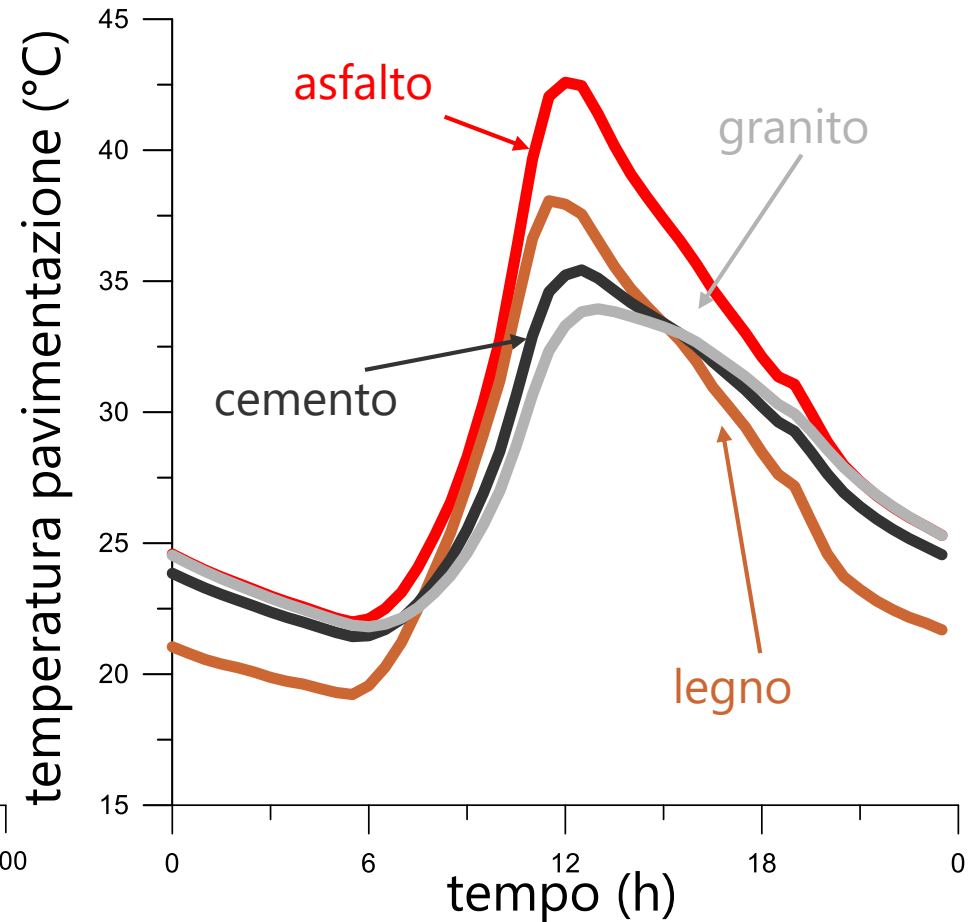
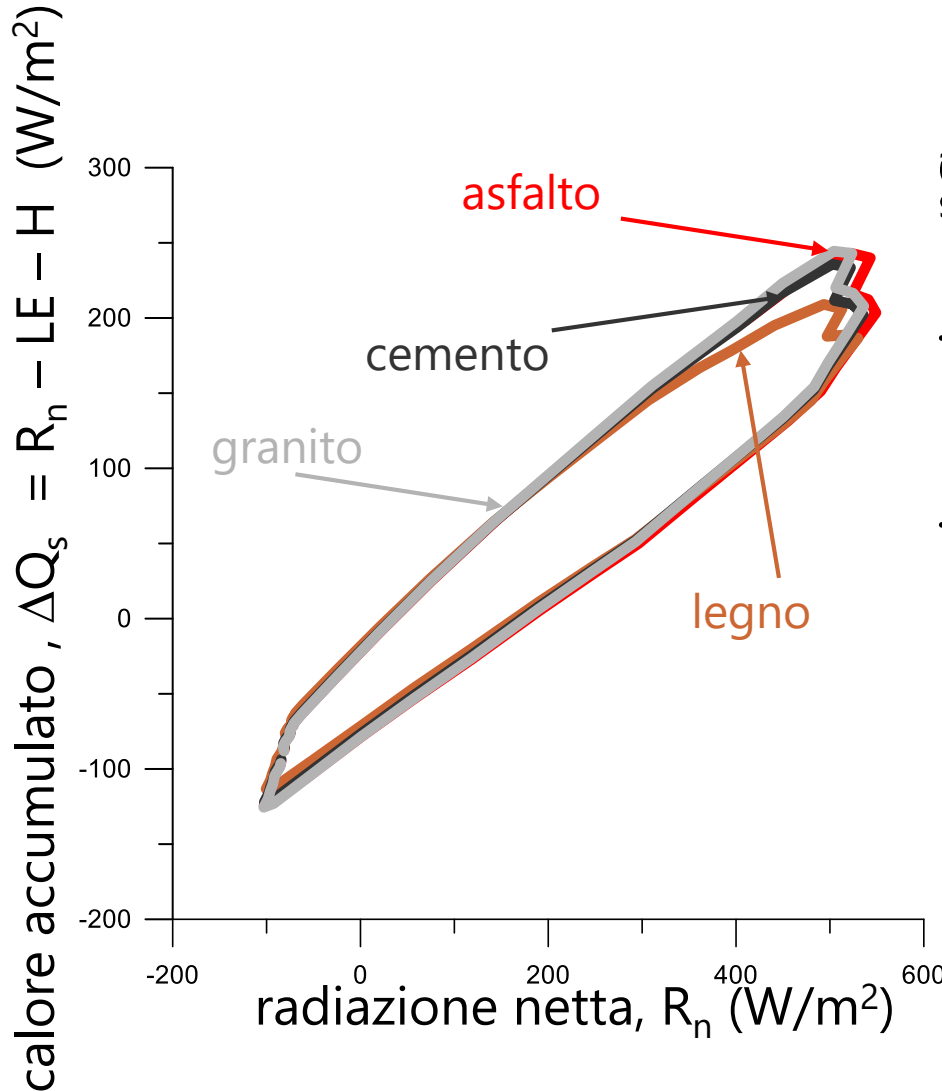
UNIONE EUROPEA

MARITTIMO-IT FR-MARITIME

Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



INFRASTRUTTURE DRENANTI: PAVIMENTAZIONI «CHIARE»



Grazie per l'attenzione Merci pour l'attention



www.interreg-maritime.eu/adapt