



PROGETTAZIONE BIOCLIMATICA DEGLI SPAZI URBANI: UNA STRATEGIA PER MIGLIORARE LA VIVIBILITÀ E LA RESILIENZA AMBIENTALE DELLE CITTÀ



Valentina Dessì



Col patrocinio del



European Committee of the Regions



Unione europea
Fondo sociale europeo

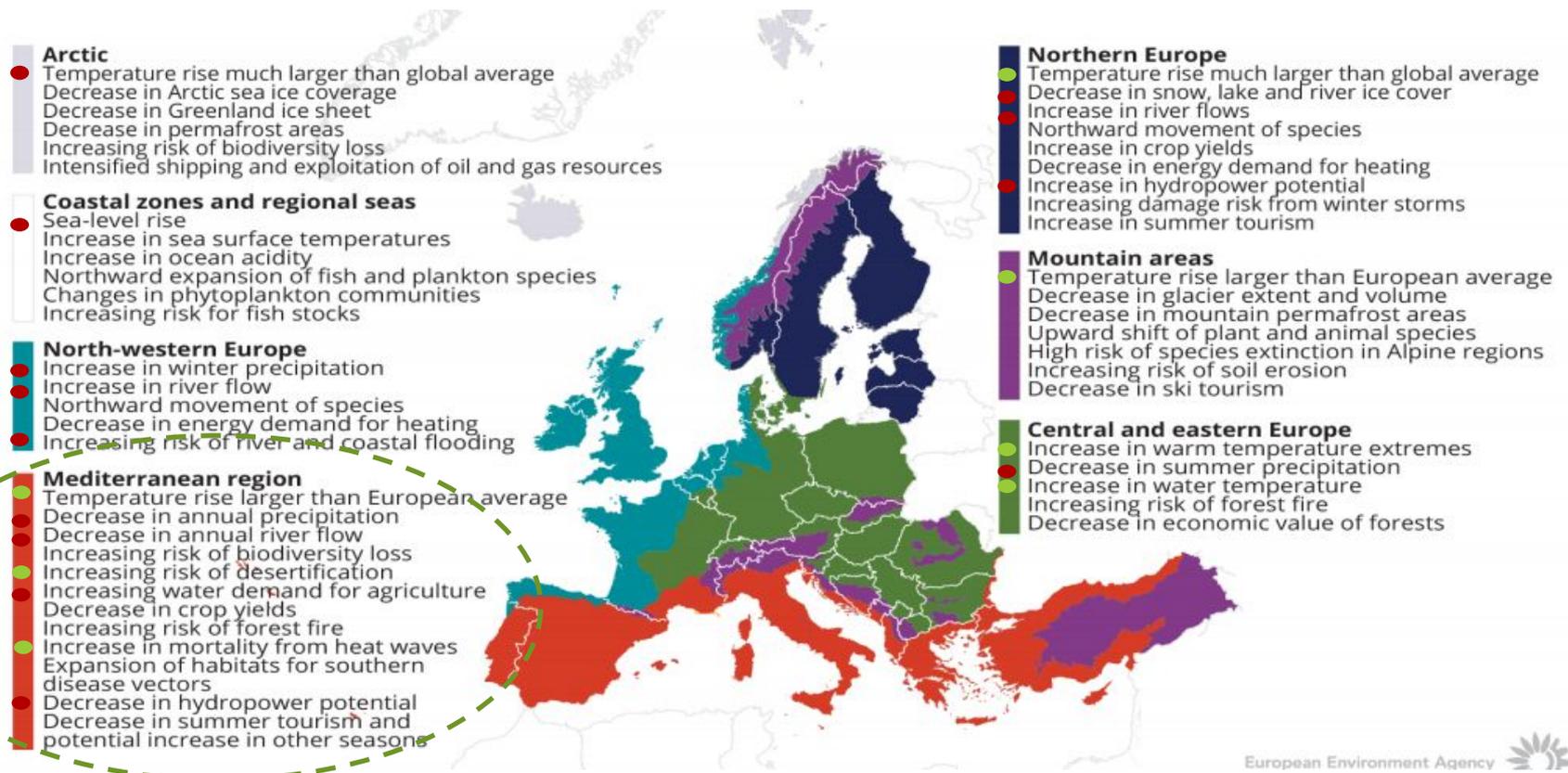


REGIONE AUTONOMA DI SARDEGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



FormezPA

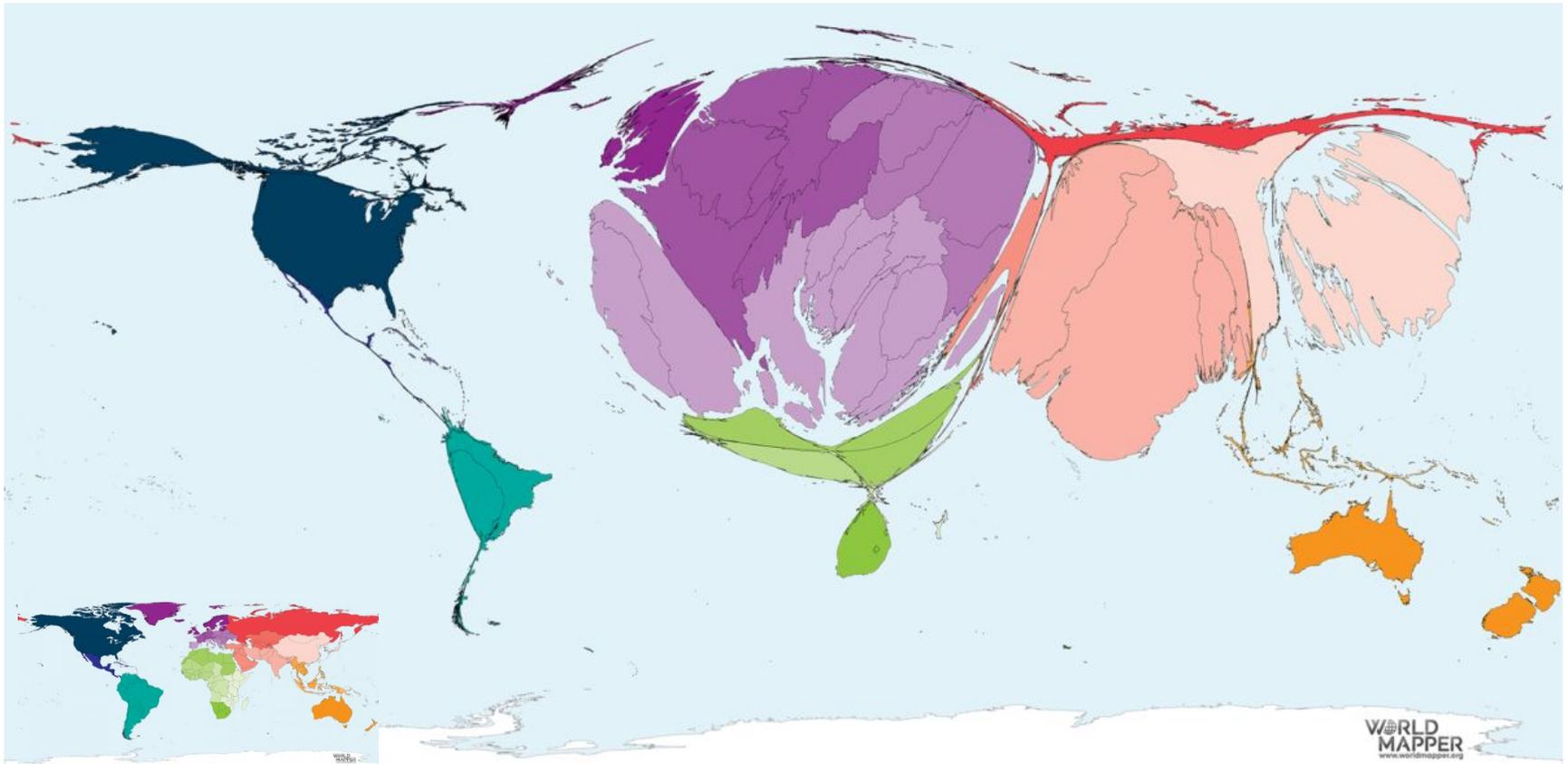
IMPATTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI IN EUROPA ◆



European Environment Agency 

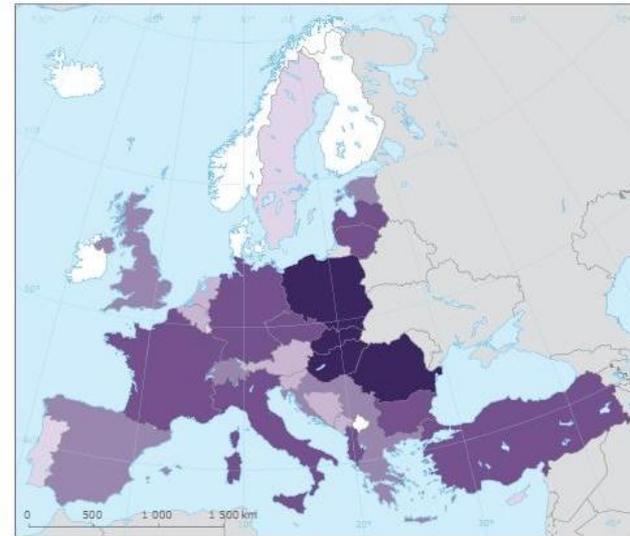
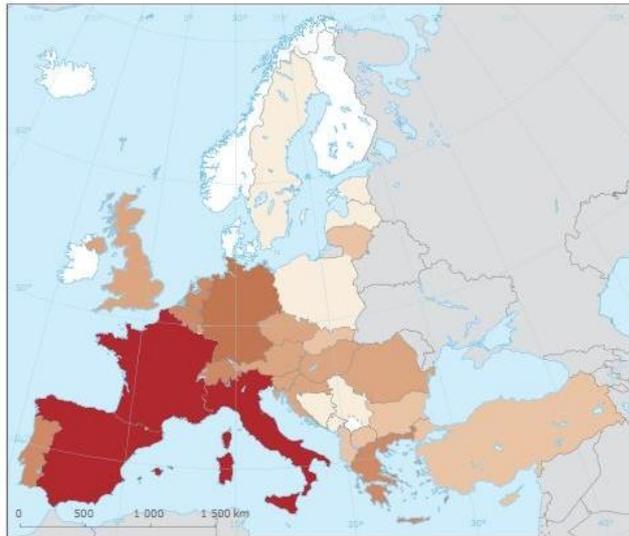
Fonte: EEA (2012), Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator-based report, EEA Report

ONDATE DI CALORE TRA IL 2001 E IL 2017 ◆



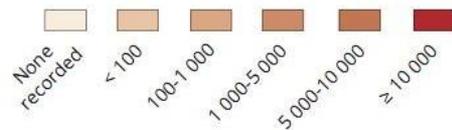
ONDATE DI CALORE TRA IL 1990 E IL 2016

Number of fatalities due to extreme temperatures in European countries (1990-2016)

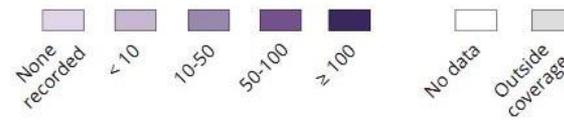


Number of fatalities due to extreme temperatures in European countries (1990-2016)

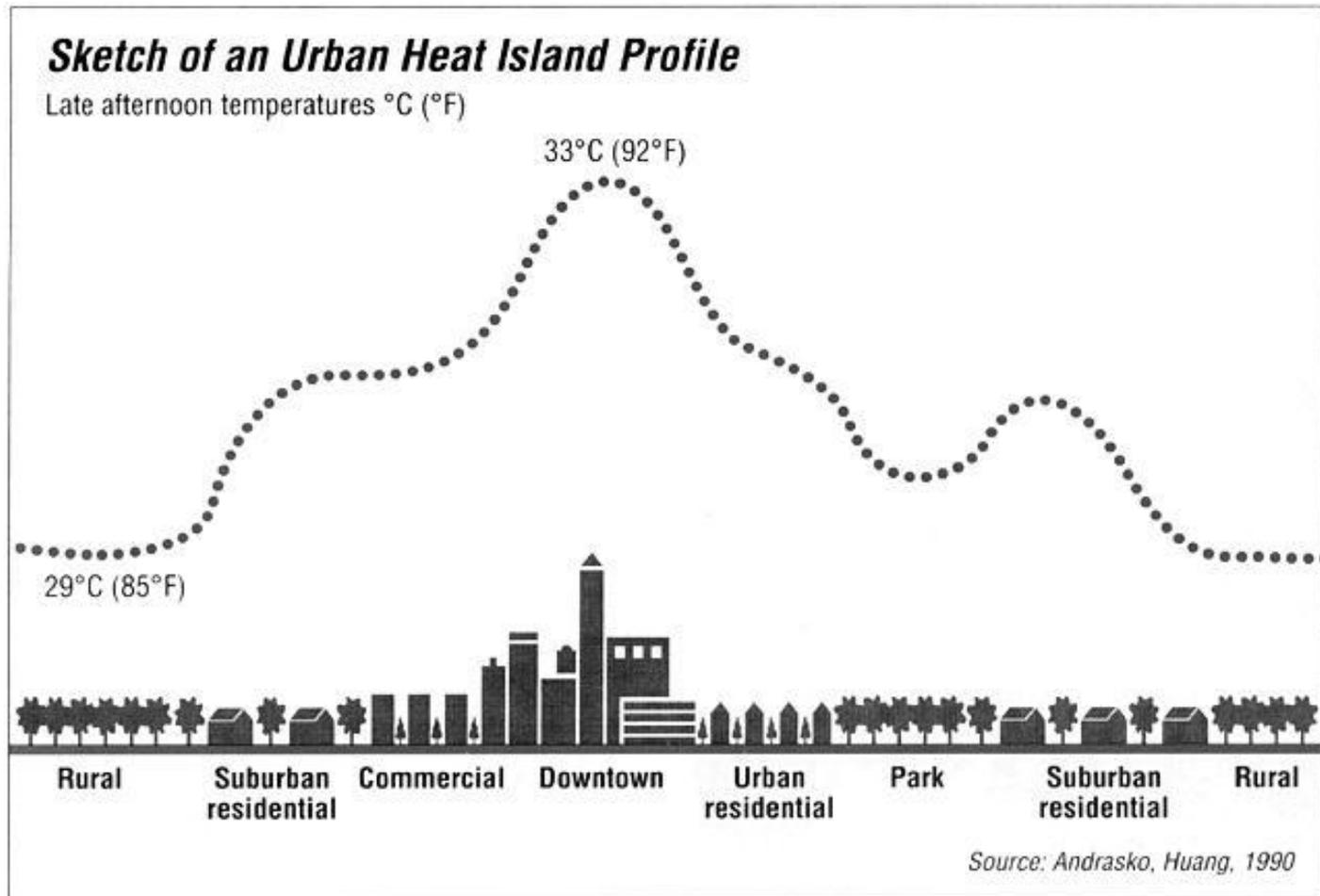
High temperatures



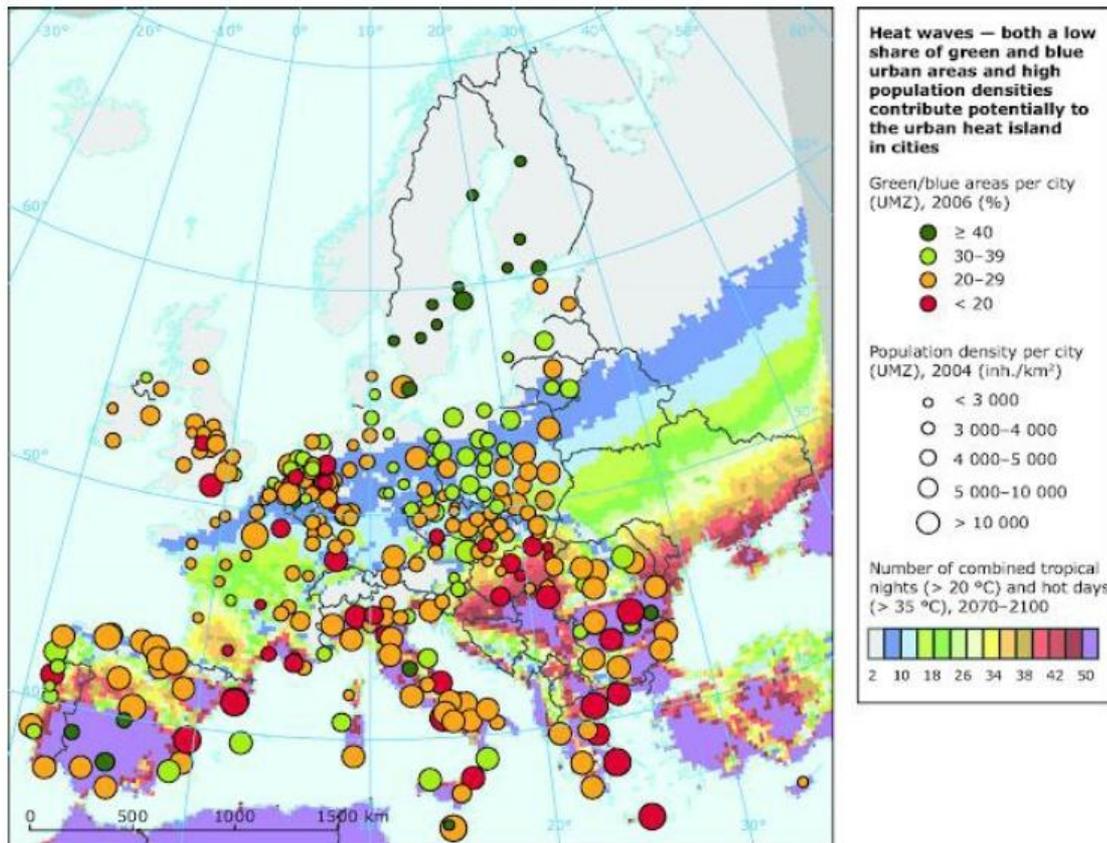
Low temperatures



PROFILO TIPICO DELL'ISOLA DI CALORE URBANO (UHI) ◆

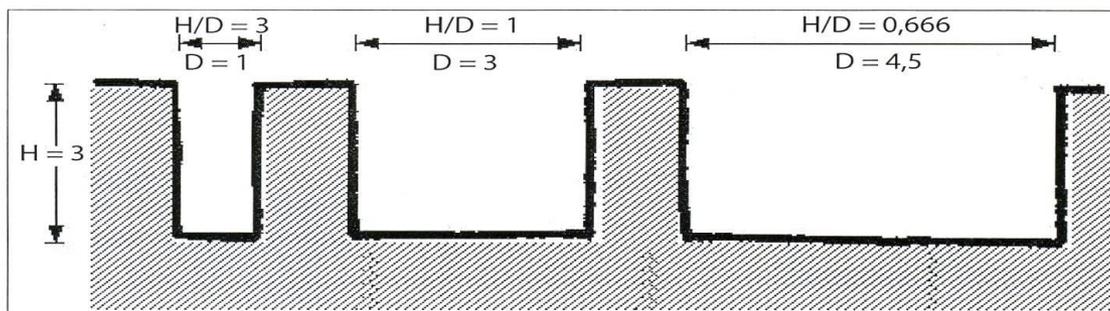
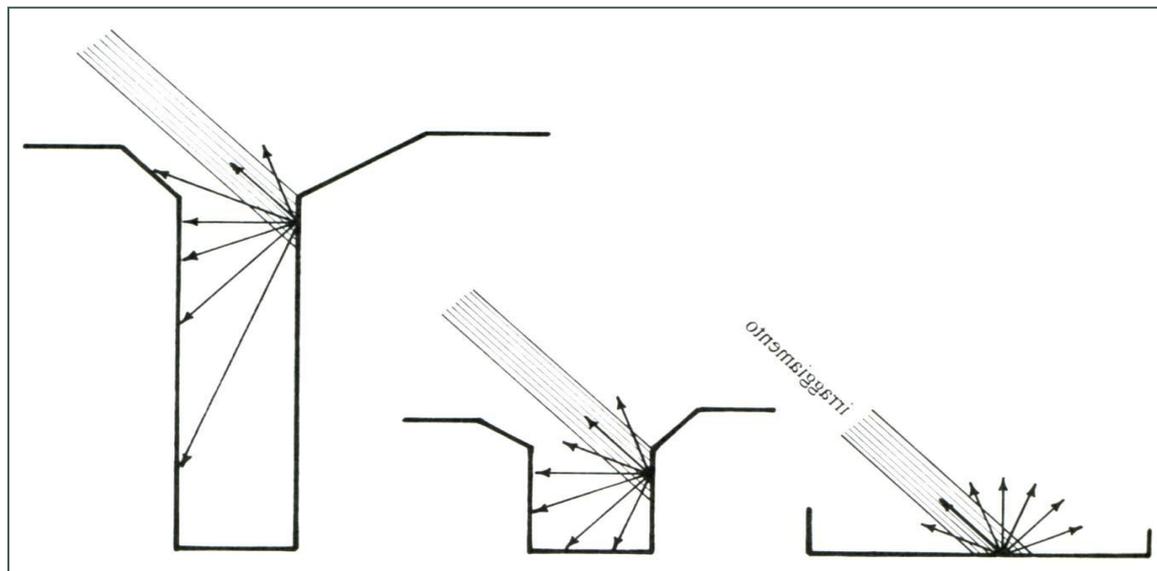


ONDATE DI CALORE IN EUROPA, SOMMATE ALLA UHI ◆

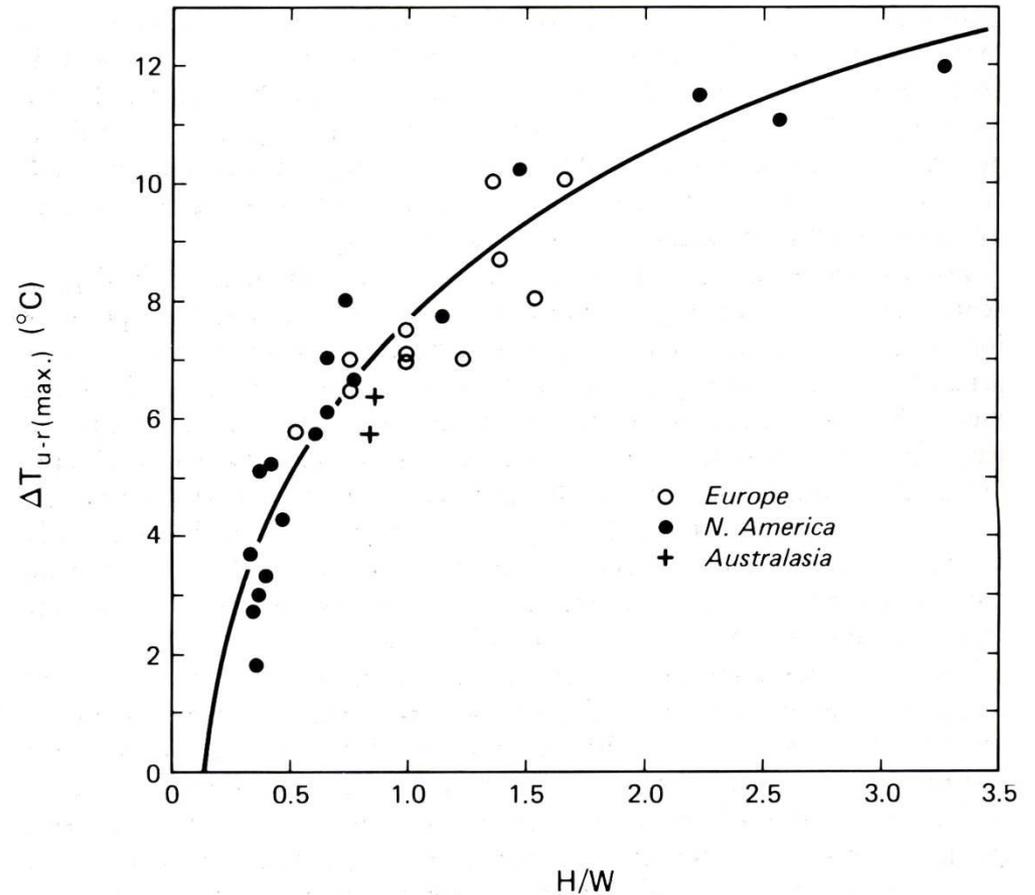
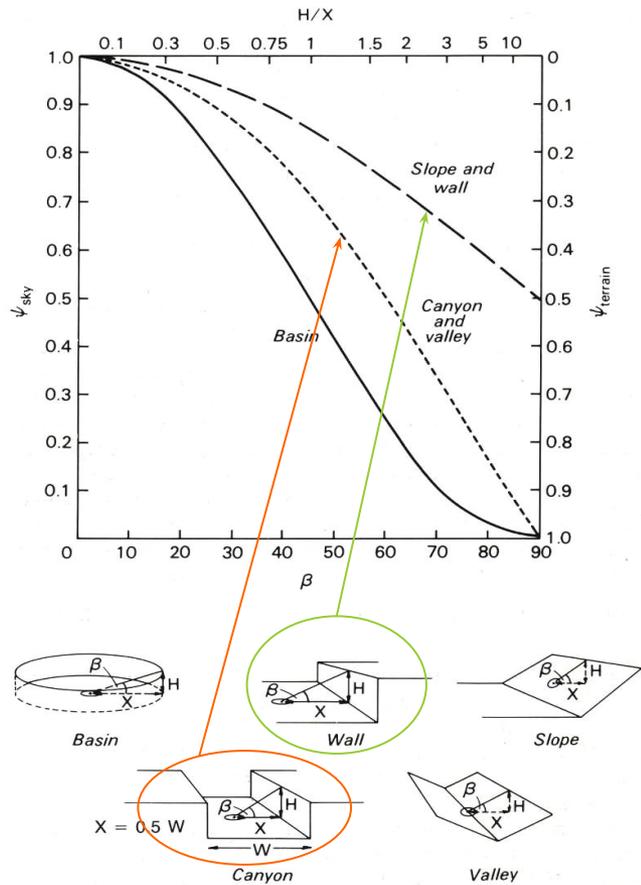


La bassa quantità di **aree urbane verdi e blu** assieme **all'alta densità di costruito** contribuiscono potenzialmente all'incremento dell'isola di calore urbana in città

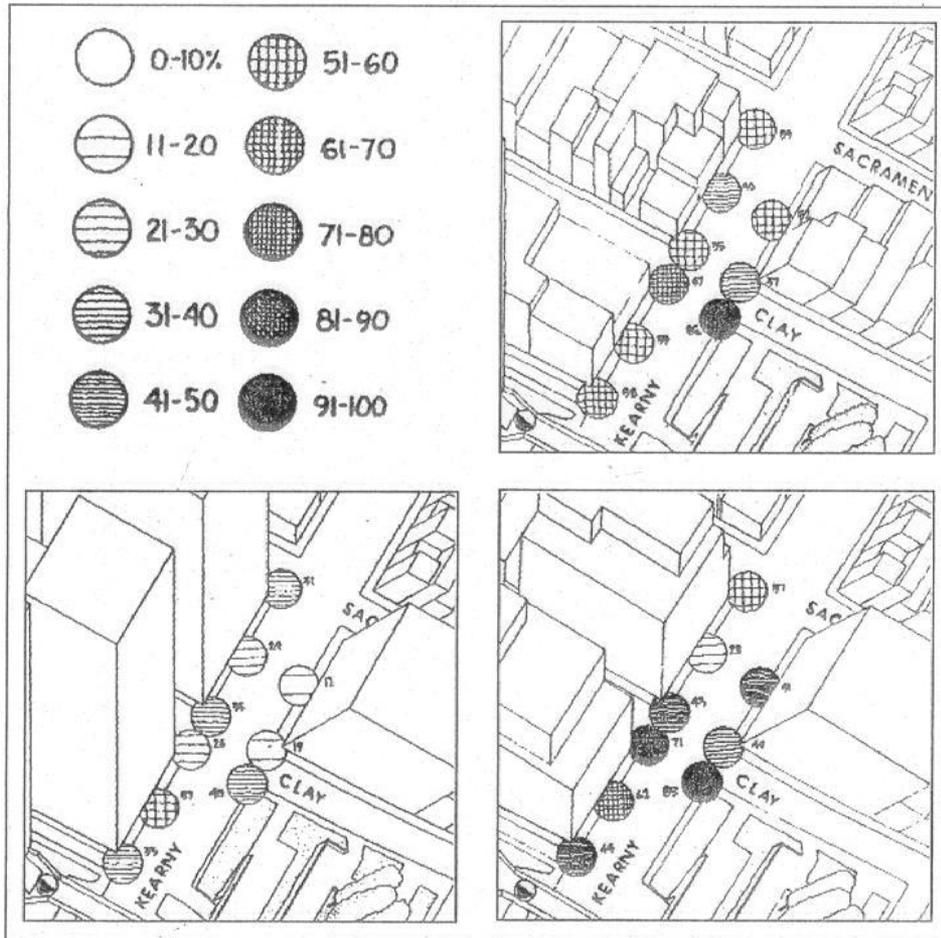
IL RUOLO DELLA MORFOLOGIA URBANA



IL RUOLO DELLA MORFOLOGIA URBANA ◆



IL RUOLO DELLA MORFOLOGIA URBANA



La valutazione della qualità alla scala di comparto: il comfort termico

... “il comfort è influenzato dagli effetti combinati di irraggiamento solare, temperatura umidità e vento”.

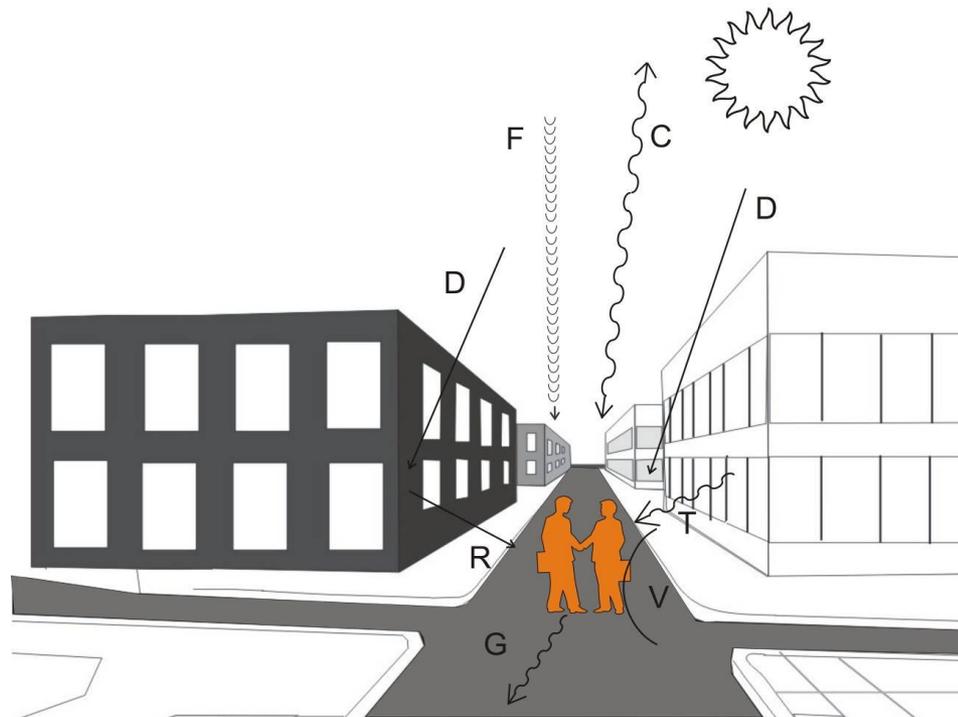
...“se il comfort termico di una persona rappresenta un insieme di condizioni ambientali nel quale la persona riesce a mantenere un equilibrio termico, allora i regolamenti sul soleggiamento e la ventilazione potrebbero basarsi su un modello, **un indice del bilancio termico**”

(Bosselmann, San Francisco 1986)

IL CONTRIBUTO DEI SISTEMI DI OMBREGGIAMENTO ◆



IL RUOLO DELLA MORFOLOGIA URBANA



D - radiazione solare diretta

C - radiazione IR- Scambio con il cielo

R - radiazione solare diretta riflessa

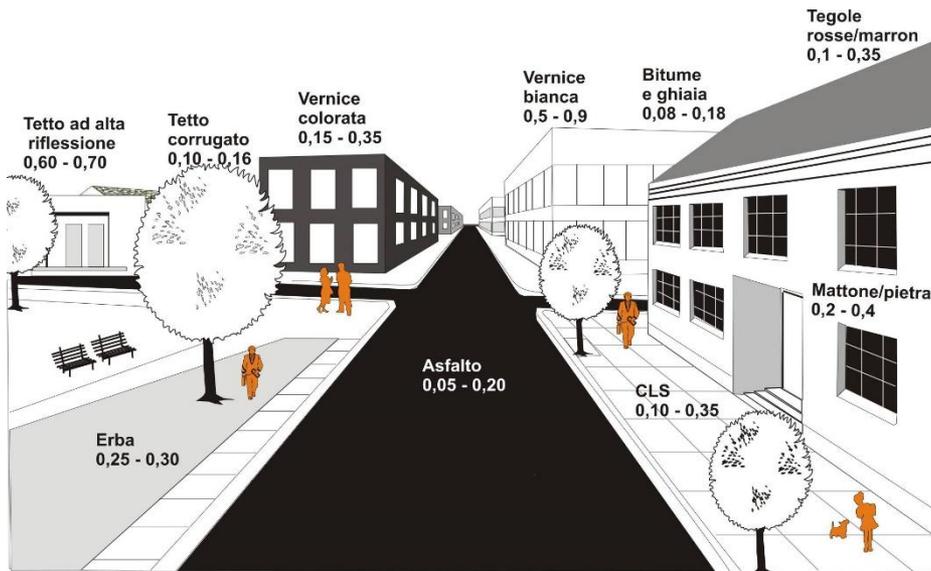
G - radiazione IR- Scambio con il terreno

F - radiazione solare diffusa

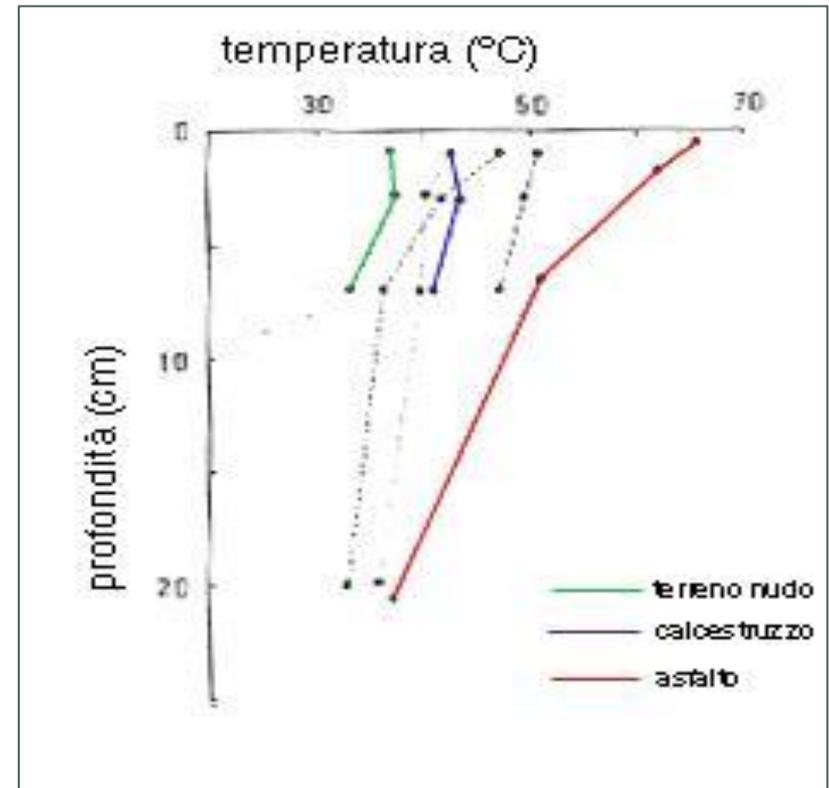
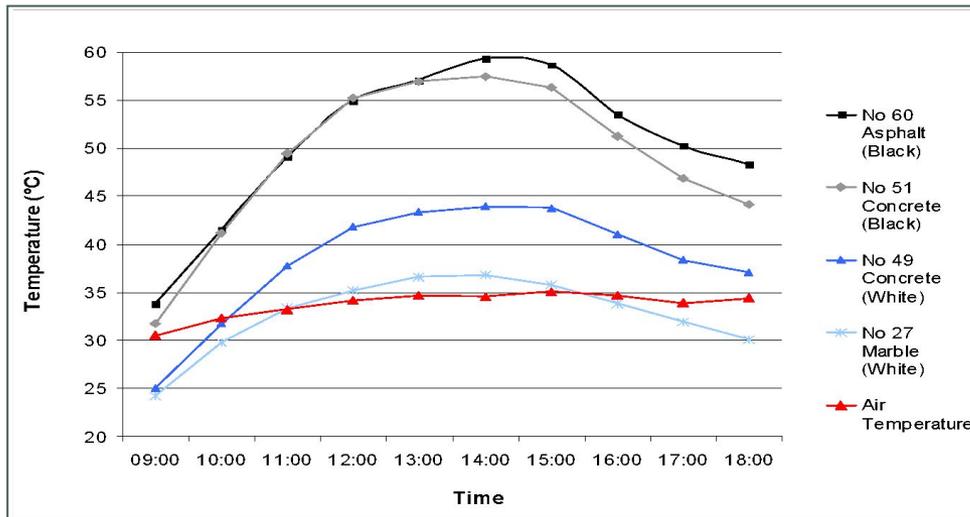
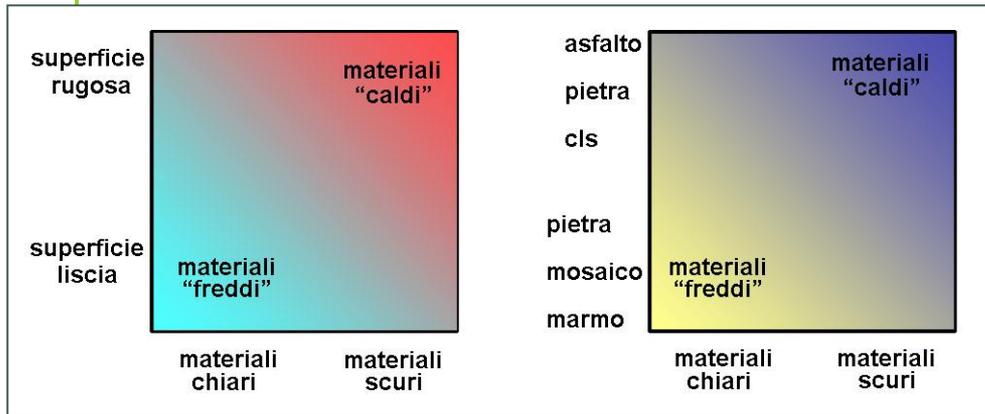
O - radiazione IR- Scambio con i corpi

V - scambio convettivo

IL RUOLO DEI MATERIALI URBANI



MATERIALI URBANI CALDI E FREDDI ◆



MATERIALI URBANI: L'ASFALTO ◆

L'asfalto, è un materiale bituminoso, viscoso e nero che con sabbia o ghiaia, viene usato per pavimentare strade.

Tuttora l'asfalto è molto utilizzato per la realizzazione di strade a causa della facilità di posa, manutenzione ed economicità.



ADATTABILITÀ

FLESSIBILITÀ

ECONOMICITÀ

IMPERMEABILITÀ

MATERIALI URBANI: L'ASFALTO COLORATO ◆



ADATTABILITÀ

FLESSIBILITÀ

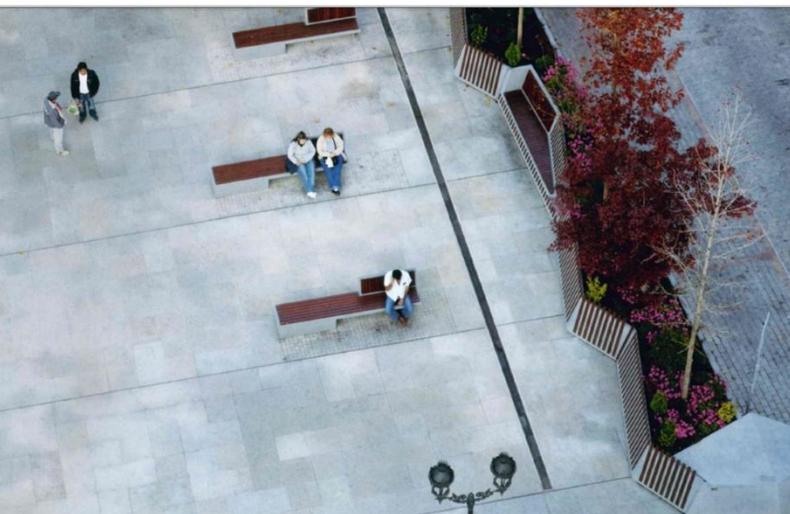
ECONOMICITÀ

IMPERMEABILITÀ

L'asfalto colorato consente di coniugare le caratteristiche e le funzioni dell'asfalto nero con le esigenze di **differenziare porzioni di strade e aree e ottenere con poca spesa pavimentazioni di maggior pregio, ma anche più sicure.**

Si può ottenere sia attraverso la colorazione del manto di copertura, oppure attraverso la modifica dell'asfalto. Nel primo caso bisogna distinguere se la superficie è destinata ad una bassa o media/alta percorrenza dei veicoli.

MATERIALI URBANI CALDI E FREDDI ◆



MATERIALI URBANI CALDI E FREDDI ◆

RILIEVO DELL'ALBEDO DEI SUOLI DEL POLITECNICO DI MILANO DEL GIORNO 21 LUGLIO 2015, PUNTI CAMPIONE

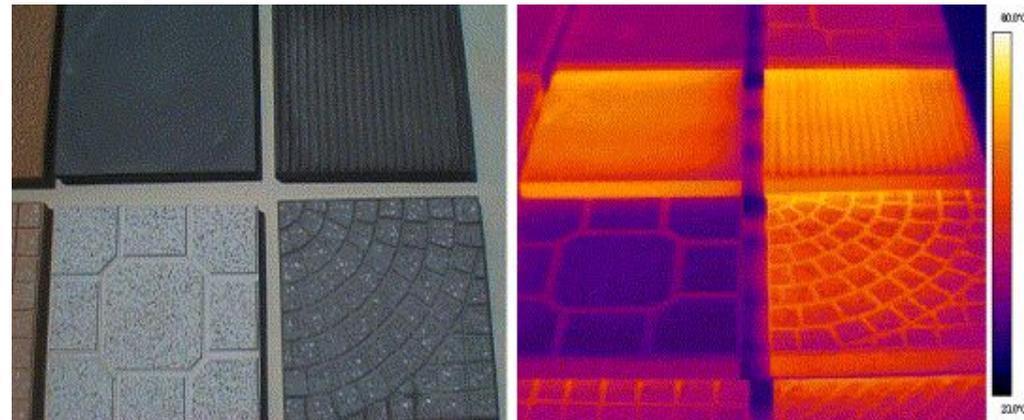
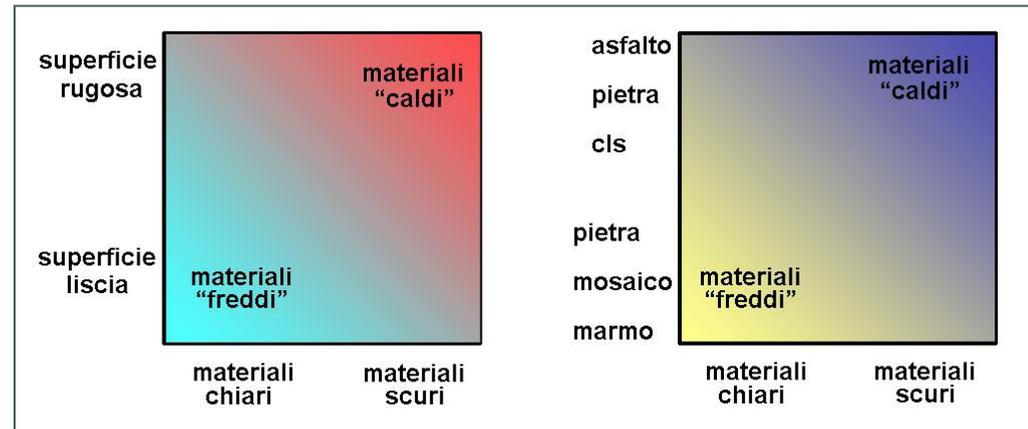
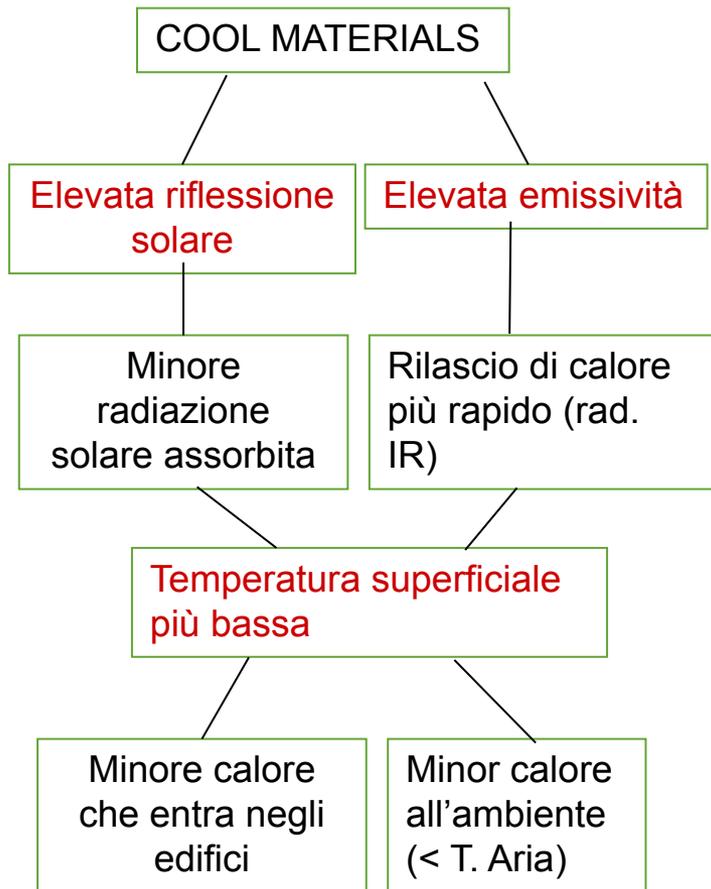


RILIEVO DELL'ALBEDO DEI SUOLI DEL POLITECNICO DI MILANO DEL GIORNO 21 LUGLIO 2015 CON TEMPERATURA AMBIENTE DI 36,9°C

Posizione	Materiale	Radiazione Solare incidente W/m ²	Albedo	Orientamento	T. Superficie °C
1	ASFALTO	800	0,13	0 orizzontale Verticale	54,0
	CEMENTO	344	0,26		49,0
1B	VETRO	365	0,38	V	40,4
2	PRATO VERDE	765	0,21	0	28,0
	ERBA SECCA	795	0,19		42,2
3	PORFIDO	768	0,13	0	44,5
	CEMENTO PILASTRO	482	0,22		V
4	RIVESTIMENTO PARETE	429	0,33	V	44,0
	ASFALTO	856	0,14		0
5	METALLO	810	0,11	0	100,0
6	CEMENTO RAMPA	776	0,14	0	52,5
7	RIVESTIMENTO PARETE	272	0,17	V	41,0
8	GRANITO	760	0,22	0	44,5
	ACCIAIO	249	0,33		V
9	ASFALTO	820	0,09	0	53,5

Temperatura dell'aria = 36,9 °C

COOL MATERIALS- MATERIALI URBANI FREDDI ◆



COOL MATERIALS- PAVIMENTAZIONI DRENANTI ◆



ECONOMICITÀ

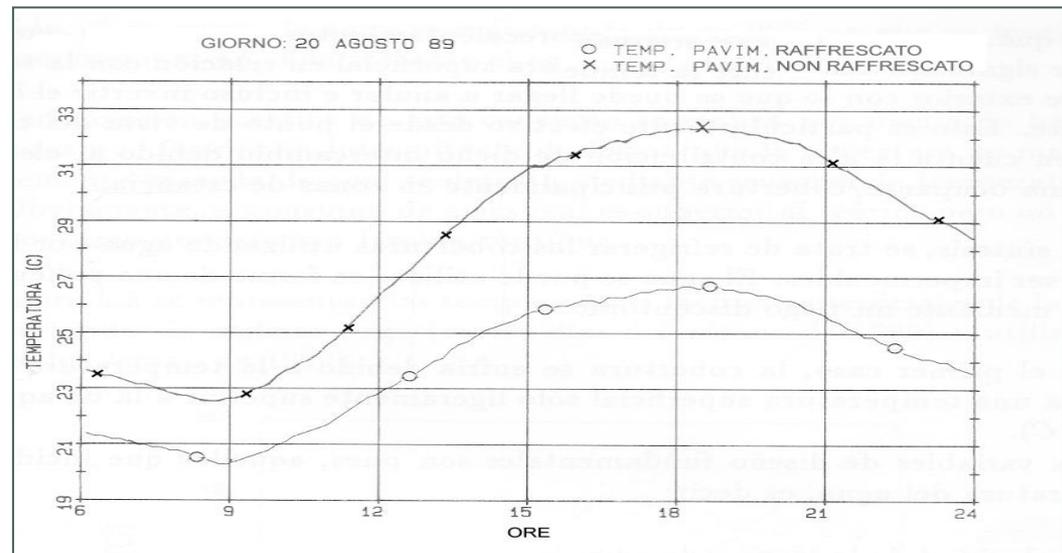
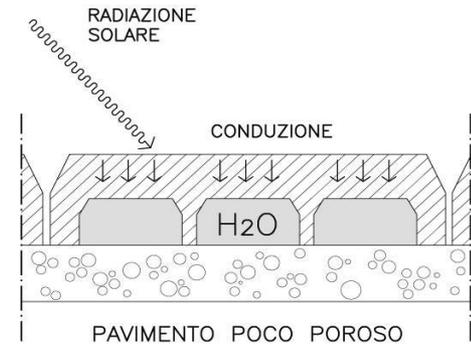
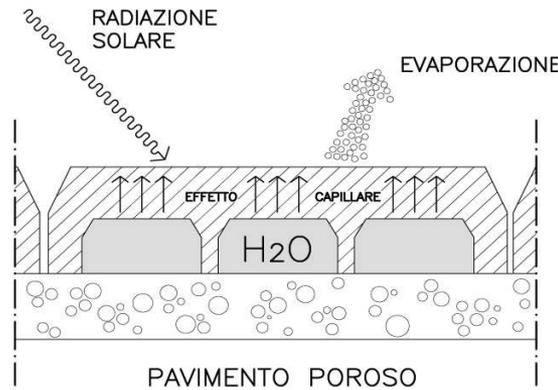
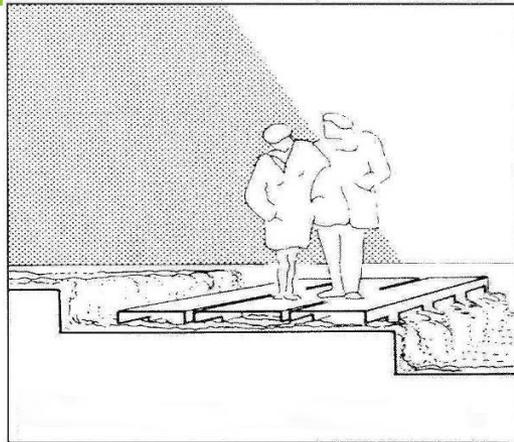
SICUREZZA IDRAULICA

PERMEABILITÀ

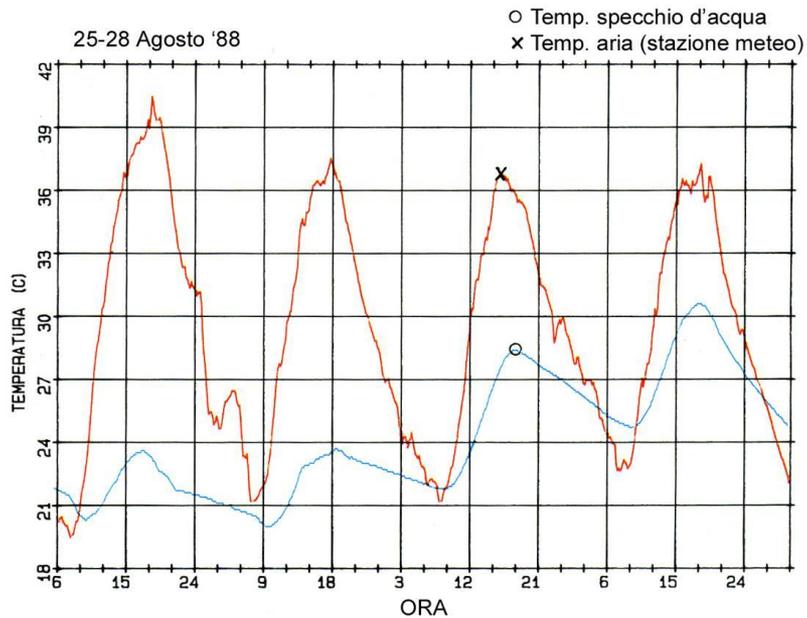
COMFORT

Le pavimentazioni drenanti in calcestruzzo sono durevoli, economiche e consentono di realizzare soluzioni progettuali personalizzate e eco-compatibili. I masselli autobloccanti sono una valida alternativa alla pietra naturale e al bitume per la pavimentazione di aree esterne e di parcheggio. Per le loro caratteristiche intrinseche le pavimentazioni trovano applicazione in contesti molto diversi, adattandosi a differenti esigenze d'intervento nelle pavimentazioni esterne, conservando economicità e prestazioni, fatta salva la necessità di porre attenzione sia alla progettazione sia alle operazioni di posa.

PAVIMENTI RAFFREDDATI CON ACQUA: MATERIALI POROSI E MATERIALI COMPATTI



PAVIMENTI RAFFREDDATI CON ACQUA: MATERIALI POROSI E MATERIALI COMPATTI



SPAZI PUBBLICI ALBERATI ◆



SOCIALITÀ

ATTRATTIVITÀ

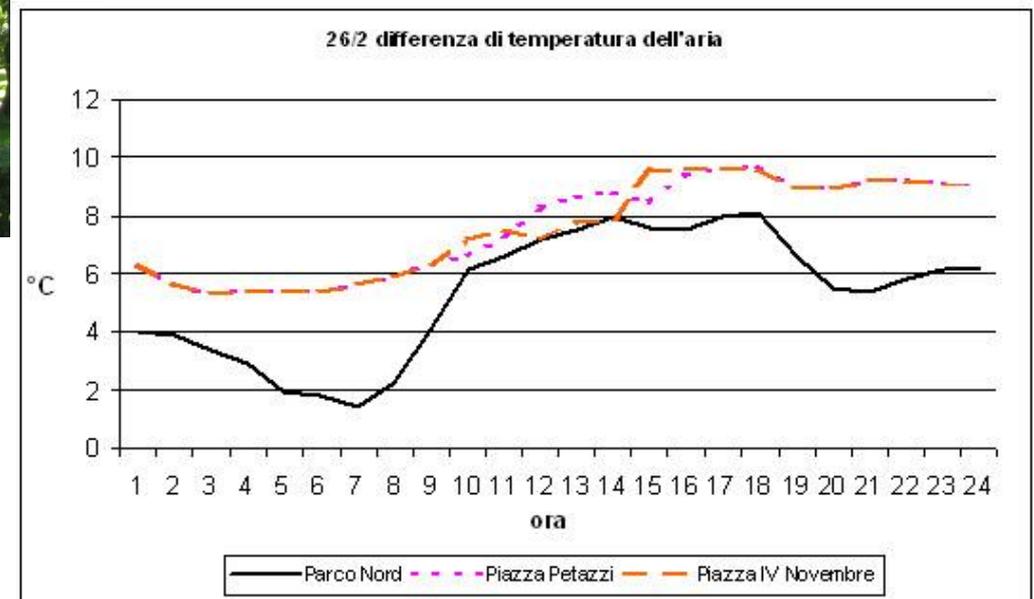
RAFFRESCAMENTO

COMFORT

La **forza catalizzatrice dell'elemento 'naturale'** in uno spazio urbano è universale. La varietà di colori, odori, rumori che derivano dalla presenza di vegetazione e acqua rappresenta una qualità inestimabile.

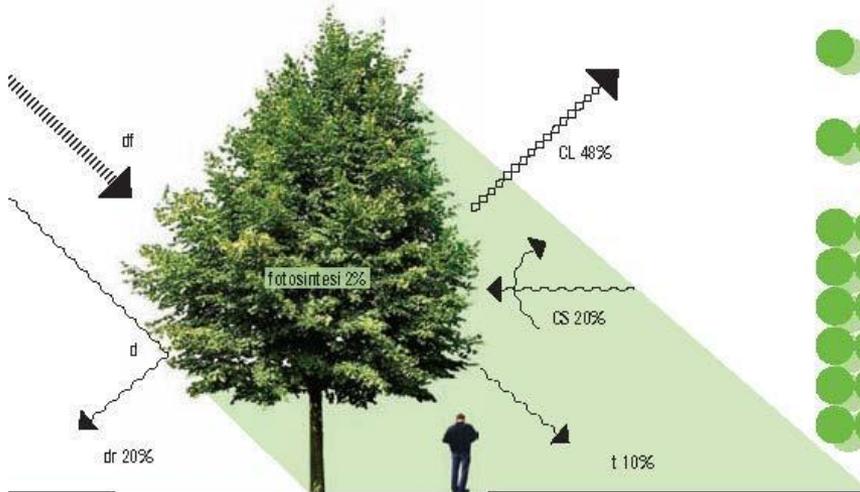
Le persone sono attratte dagli spazi urbani che offrono una varietà visiva e una complessità data dalla combinazione mai monotona di elementi vegetali e, non solo sono incoraggiate ad entrare ma, una volta dentro, sono molto più incoraggiate a sostare.

LA VEGETAZIONE ◆



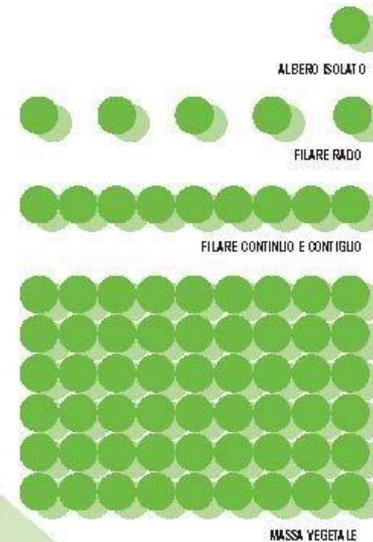
LA VEGETAZIONE- ALBERI ◆

Le piante utilizzano una minima parte della radiazione solare (RS) per la fotosintesi (2%), ne riflettono circa il 20% (dr) e il 10% (t) la trasmettono al terreno riemettendone il 20% sotto forma di "calore sensibile" (CS) e il 48% in "calore latente" (CL) attraverso un meccanismo naturale che abbassa la temperatura dell'aria: l'evapotraspirazione, cioè l'emissione di vapore acqueo.



ALBERI 23

OMBRA ED EVAPOTRASPIRAZIONE
INFLUENZARE LO STATO TERMICO



© REBUS

La vegetazione 3D (alberi) danno 3 tipi di contributi:

1 Ombra sulle persone (meno radiazione incidente)

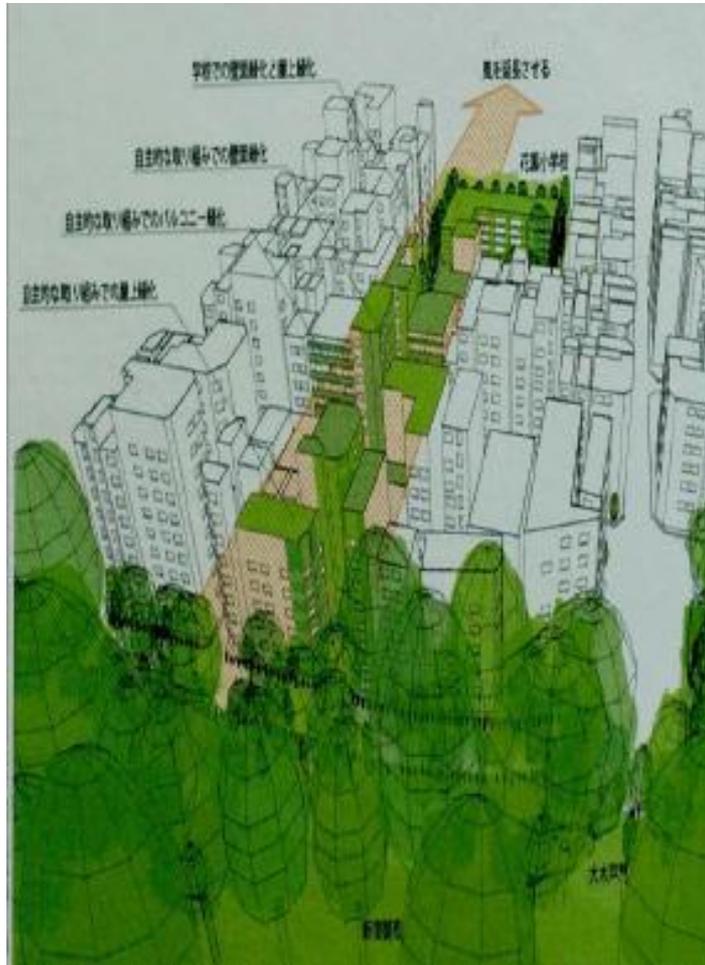
2 Ombra su pavimentazioni e facciate degli edifici (temperature superficiali minori e ridotto ingresso di calore negli edifici)

3 Abbassamento della MRT (minore scambio tra persona e ambiente) □ migliori condizioni di comfort termico)

4 Abbassamento dei valori di temperatura dell'aria



INFRASTRUTTURA VERDE ◆



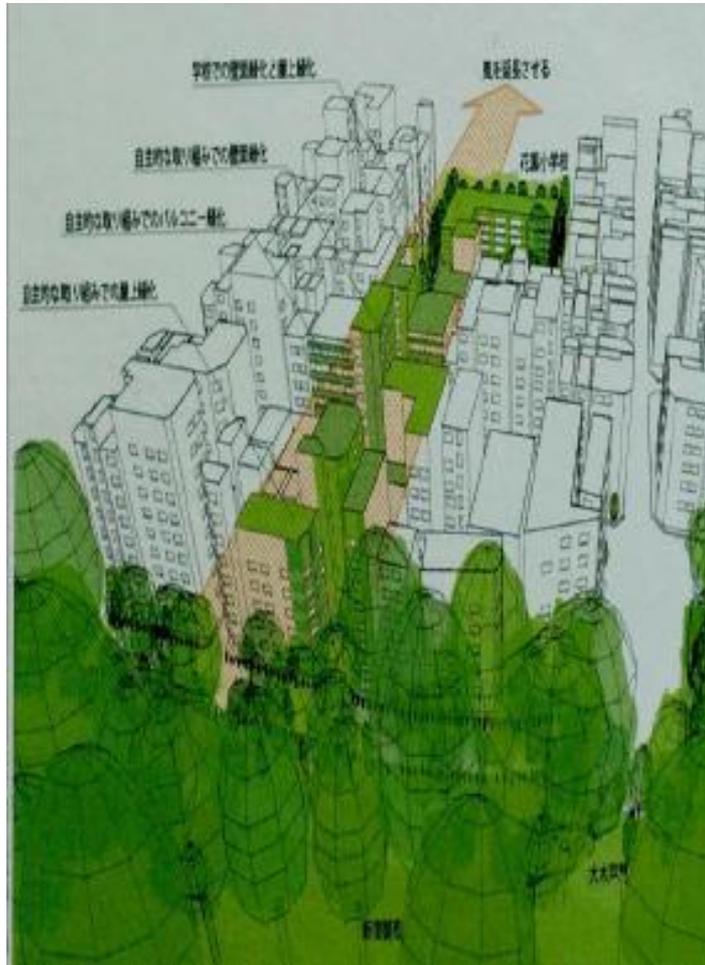
La presenza di un parco contribuisce a ridurre la temperatura dell'aria nelle vicinanze del parco **fino a 200-400 metri** dai margini di un ampio parco.

Le superfici verdi si possono incrementare grazie alla creazione di nuovi parchi urbani ma anche grazie all'uso **diffuso all'interno del tessuto urbano**, e anche nelle pareti e nelle coperture.

Per avere un effetto climatico significativo un parco deve avere **dimensioni di almeno 1 ha** (10.000 mq).

È più utile dunque provvedere ad una rete di verde densa all'interno del area urbana

INFRASTRUTTURA VERDE ◆



Vari studi riportati in www.EPA.gov hanno misurato le seguenti riduzioni: L'evapotraspirazione, da sola o in combinazione con l'ombreggiamento, può aiutare a ridurre i picchi di temperatura dell'aria estiva.

Temperature di picco dell'aria nei boschetti di alberi □ **5°C < aria su terreno aperto.**

Aree suburbane con alberi maturi da □ **2 a 3°C < nuovi sobborghi senza alberi.**

L'ombreggiatura riduce le temperature superficiali al di sotto della chioma degli alberi.

Ad esempio (vedere www.EPA.gov):
Temperatura superficiale compresa **tra 11 e 25 ° C < nei muri e nei tetti di due edifici sotto la chioma degli alberi.**
Temperature delle pareti fino a **20°C < su facciate ricoperte di viti..**

CLASSIFICAZIONE DELLE SPECIE VEGETALI ◆

In un' AREALE - AREA DI DISTRIBUZIONE DI UNA SPECIE - è possibile classificare la vegetazione in funzione dell'origine.

AUTOCTONA

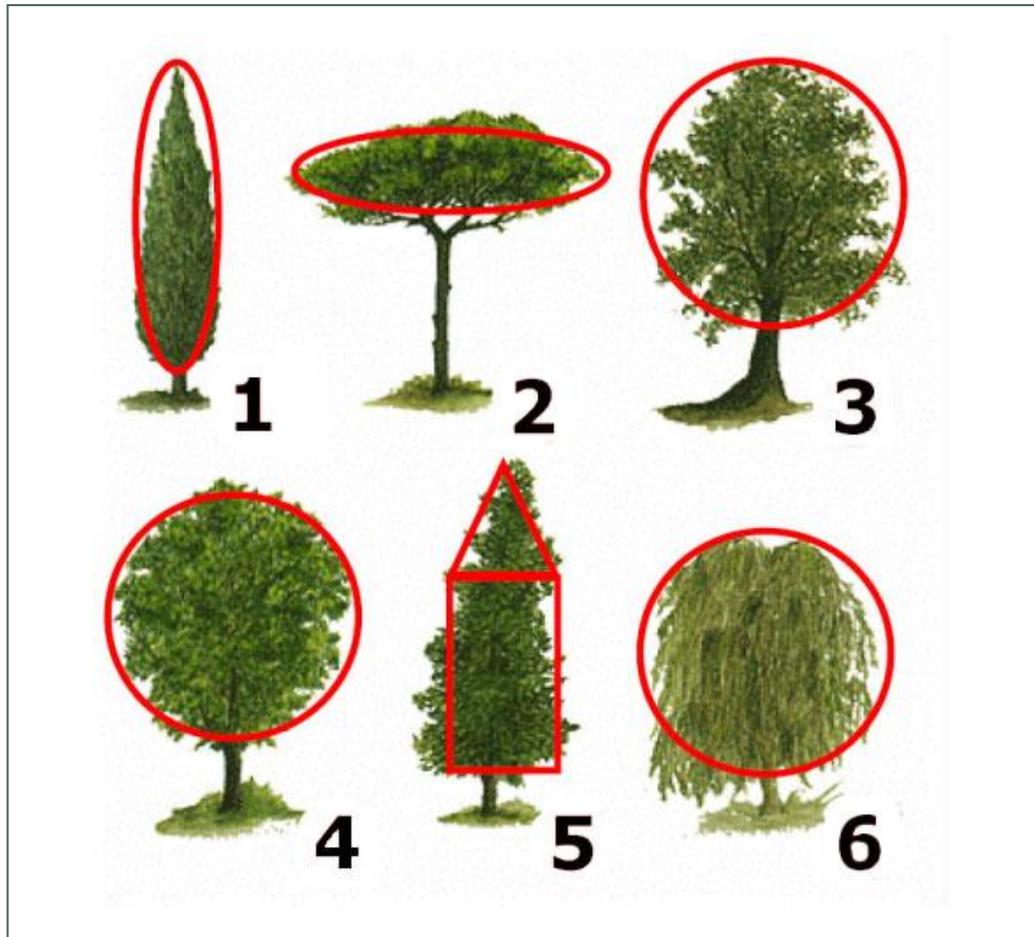
Vegetazione originaria dell'areale che fa parte della vegetazione potenziale di un luogo e dove si moltiplica spontaneamente.

REALE, ALIENA

Vegetazione che si ha in un determinato luogo antropizzato per effetti diretti o indiretti dell'antropizzazione.

La vegetazione reale può essere in grado di adattarsi meglio alle condizioni dell'ambiente antropizzato e svilupparsi più rapidamente. Esiste il rischio che alcune tipologie di essenze reali abbiano il sopravvento su tipologie autoctone

CLASSIFICAZIONE DELLE SPECIE VEGETALI ◆



**Classificazione in
base al portamento**

1=fastigiato,
2=espanso,
3=ovoidale,
4=arrotondato,
5=conico,
6=piangente

CLASSIFICAZIONE DELLE SPECIE VEGETALI ◆

A - Portamento arrotondato, esteso

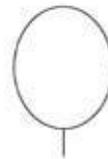
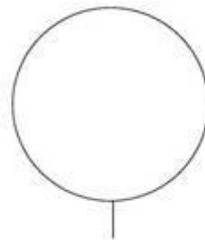
**Classificazione in
base alla dimensione**

**Classe di
grandezza**

1
H > 16 m.
S.I. L > 15

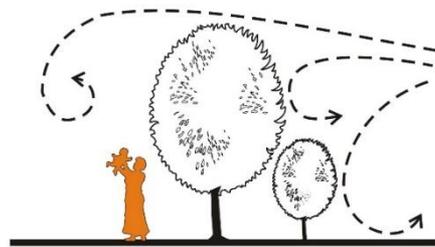
2
H 16-10m.
S.I. L 15-8

3
H < 10 m.
S.I. L < 8

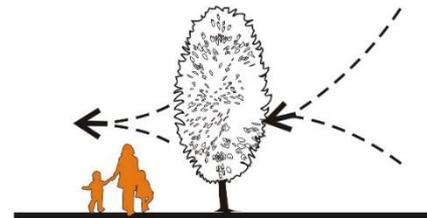


Ombra persistente	1	2	0 (Ornamentale)
Albero isolato	150 m ²	80 m ²	30 m ² 15 m ²
Filare	135 m ²	72 m ²	27 m ² 13.5 m ²
Gruppo	120 m ²	64 m ²	24 m ² 12 m ²

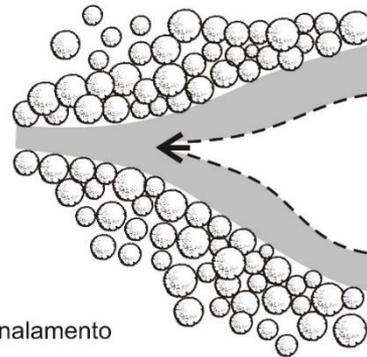
L'EFFETTO SULLA VENTILAZIONE ◆



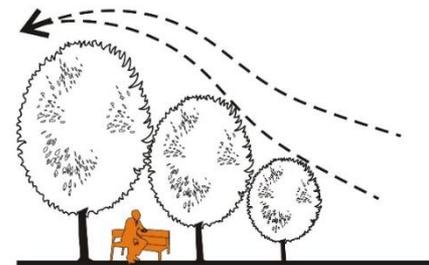
Ostruzione



Filtrazione

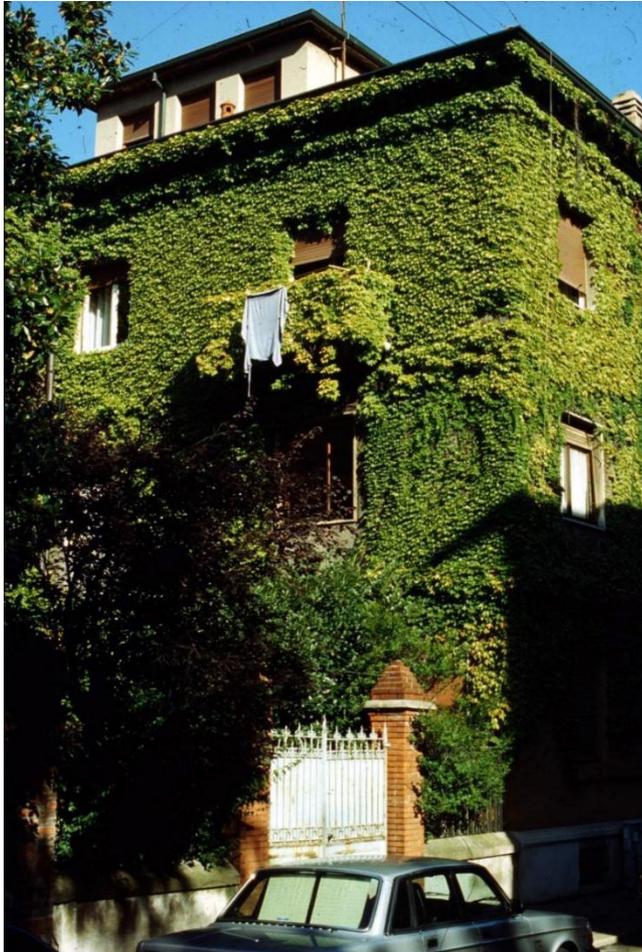


Incanalamento

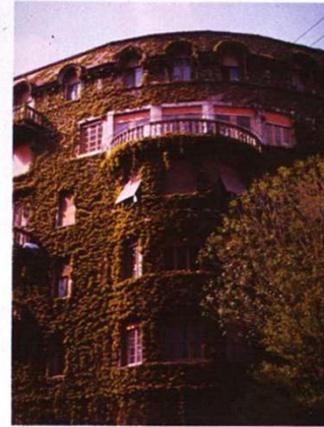


Deviazione

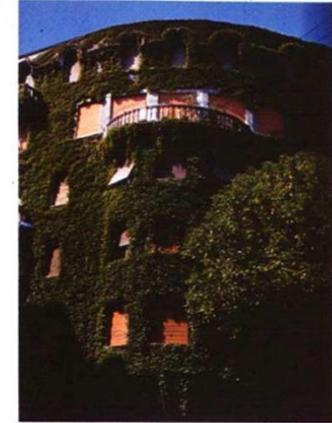
VERDE PARIETALE ◆



MILANO - CASA D'ABITAZIONE IN VIA VAINA N°10 , 1938.



ASSETTO PRIMAVERILE



ASSETTO ESTIVO

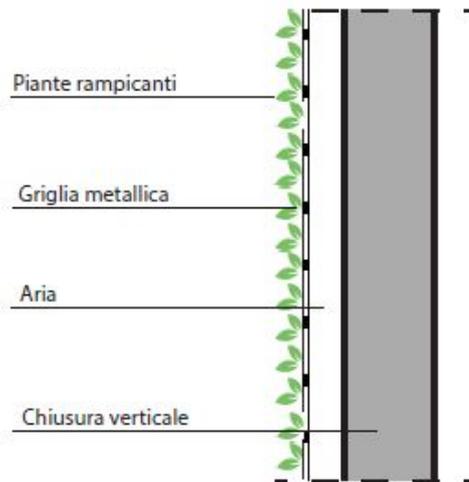


ASSETTO AUTUNNALE



ASSETTO INVERNALE

VERDE PARIETALE ◆



Alcune specie possono autosostenersi e sono:



Radici aeree



Ventose

altre invece hanno bisogno di un sostegno:



Volubile



Vitici



Intreccio

Il "Verde Verticale" non è un sistema tecnologico vero e proprio ma è un insieme di tecniche e sistemi diversi con il fine di verticalizzazione vegetale.
rivestimento vegetale

consiste in un sistema tecnologico composto da un apparato vegetale che può aggrapparsi direttamente alla superficie della parete con l'ausilio di un sottosistema di supporto che crea uno spazio tra la superficie edilizia ed il sistema di supporto vegetale.

Il rivestimento vegetale è quindi considerato come un apparato verde supplementare alla parete edilizia, chiusura che potrebbe perciò esistere e funzionare anche senza la presenza della



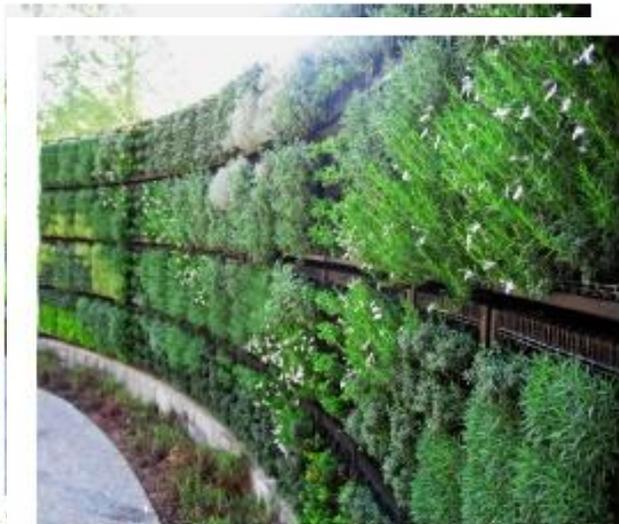
Dettaglio che mostra la stratigrafia di un chiusura vegetale.



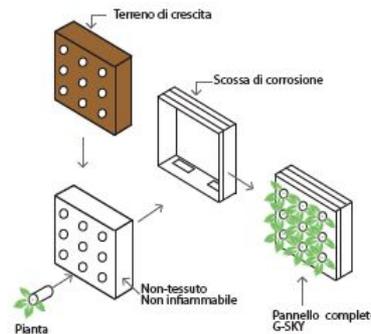
Dettaglio che mostra la stratigrafia di un muro vegetale.

VERDE PARIETALE ◆

La **chiusura verticale vegetale** è un sistema caratterizzato da una totale integrazione fra piante e involucro poiché ogni punto superficiale della parete corrisponde al luogo d'impianto dei vegetali". Questa tipologia è quindi equiparabile a un'unità tecnologica in cui le piante diventano una parte integrante ed indispensabile della facciata.



Sistema green wall.



Sistema G-SKY green wall panels (per chiusure verticali).
(<https://www.gsky.com>)



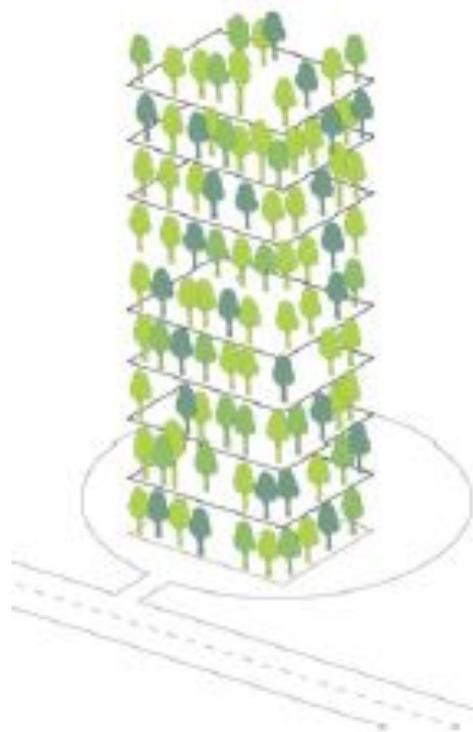
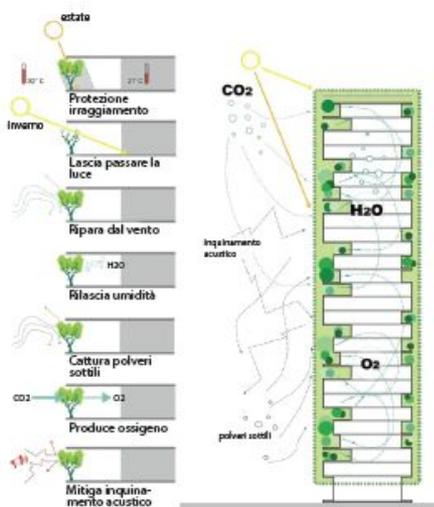
VERDE PARIETALE ◆



MUSÉE DES ARTES PREMIERS QUAY BRANLY
Patrick Blanc - Parigi, Francia 2004

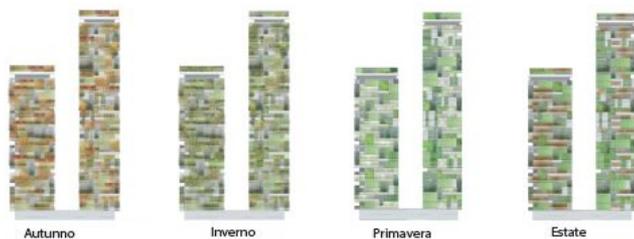


IL BOSCO VERTICALE ◆



Dati numerick

- 1300 alberi=30.000m² di bosco.
- 1780 m^q di vasche sui terrazzi.
- 94 tipi di specie diverse.
- 1251 alberi da 3 a 9 metri.
- 593 alberi da 3 metri.
- arbusti medi, bassi.
- 5.500 m^q di verde ad uso pubblico.



VERDE PENSILE ◆



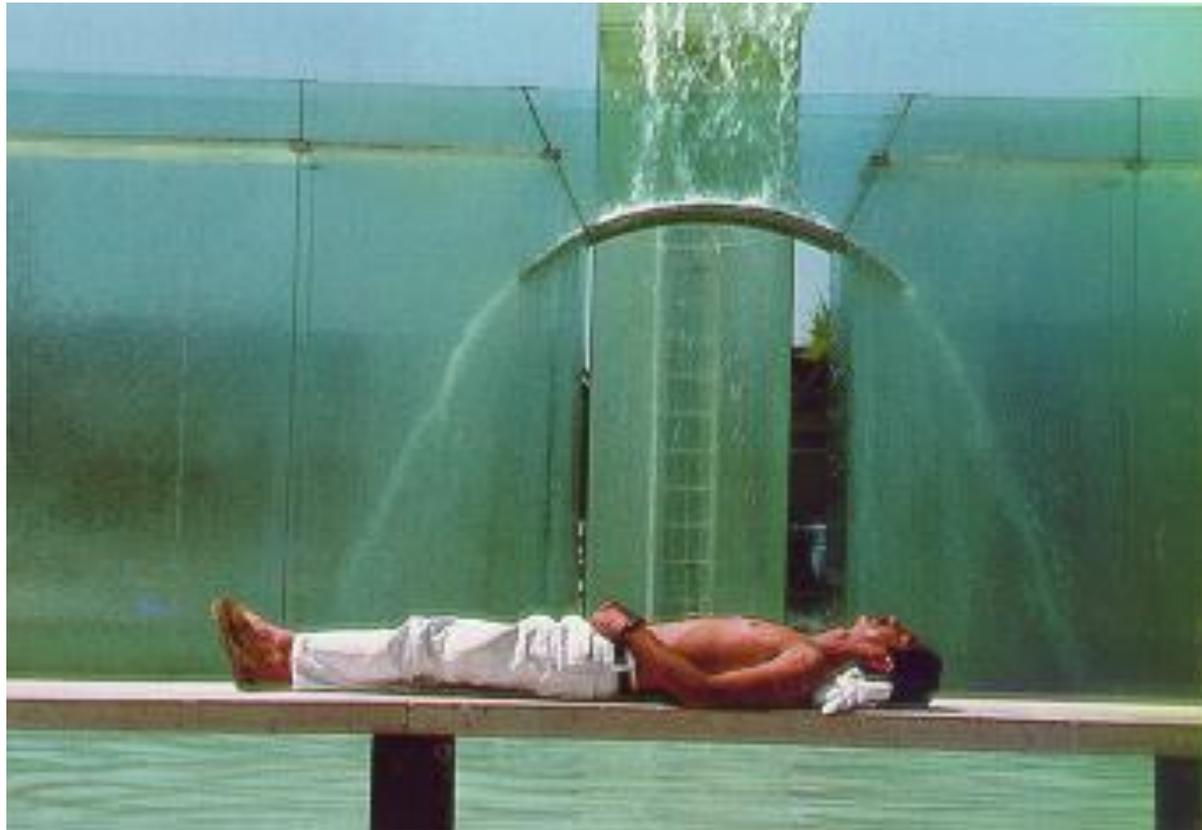
Il verde pensile è un **impianto vegetale su uno strato di supporto strutturale impermeabile**, come ad esempio solette di calcestruzzo, e in tutti quei casi in cui non vi sia continuità ecologica tra il verde ed il sottosuolo.

I benefici ecologici del verde pensile sono diversi e su diversi aspetti: **la riduzione del carico che grava sulla rete di smaltimento delle acque piovane, la limitazione dell'aumento di temperatura nelle città causato dall'estendersi delle superfici mineralizzate (isola di calore urbana). Ha inoltre un effetto di massa termica** per cui riduce le dispersioni di calore dall'edificio verso l'esterno e protegge i materiali strutturali del tetto, migliorandone la durata.

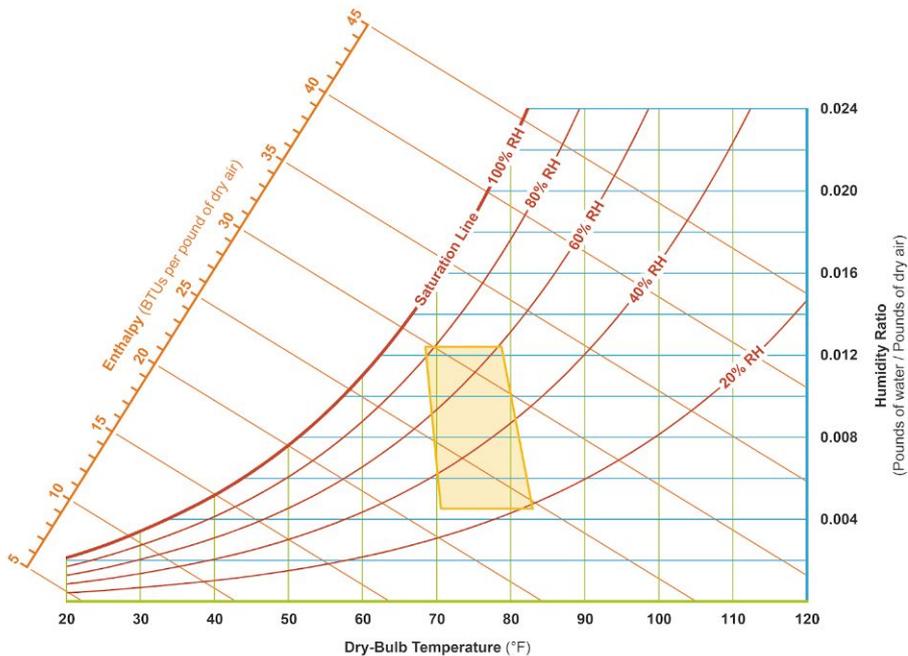
VERDE IN COPERTURA ◆



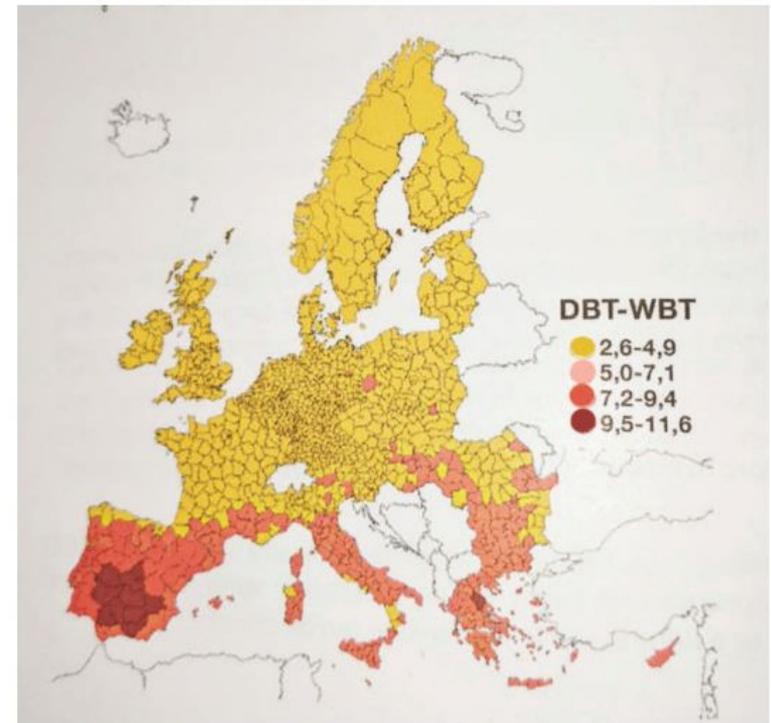
IL RUOLO DELL'ACQUA ◆



IL RUOLO DELL'ACQUA ◆



- Elevato livello di radiazione solare
- Alta temperatura dell'aria
- Bassa umidità relativa



Mapa delle aree in Europa dove possono essere applicate le tecniche di raffreddamento evaporativo (Salmeron, 2012)



IL RUOLO DELL'ACQUA ◆

La presenza dell'acqua in uno spazio urbano ha almeno due categorie di contributi al comfort termico: **da una parte l'effetto psicologico dell'acqua**, infatti la sola presenza dell'acqua, vista in lontananza o solo sentita, anticipa una sensazione di refrigerio. L'altro contributo è legato all'effettivo **miglioramento del microclima**. Non si può parlare di efficacia di un sistema in generale. Per ogni situazione o area deve essere selezionato e dimensionato il sistema (o la combinazione di sistemi) che meglio si adatta alle caratteristiche dello spazio.

IL RUOLO DELL'ACQUA ◆

Un reale contributo microclimatico dipende da diversi di fattori. Per esempio una fontana con qualche getto d'acqua offre un contributo relativo. In generale il contributo risulta evidente se l'acqua è in **quantità elevate**, cioè rappresenta una importante **massa termica**, come nel caso di grosse vasche d'acqua e soprattutto quando l'acqua è **in movimento**. Nel caso di progettazione di vasche d'acqua, sarebbe opportuno prevedere un circuito idraulico chiuso d'acqua in movimento. Nel caso di cascate, dove il movimento è insito nel sistema, i contributi sono più marcati a causa dello scambio radiante con la persona e per effetto di nebulizzazione delle goccioline che si mischiano nel volume d'aria a contatto e determinano una riduzione della temperatura dell'aria.



21

ATTRATTIVITÀ

RAFFRESCAMENTO

IL RUOLO DELL'ACQUA- ACQUA LUNGO I PERCORSI ◆



L'acqua lungo percorso può aumentare la sua efficacia se nella vasca si inseriscono dei getti d'acqua, o delle cortine d'acqua che possono aggiungere il contributo della micronizzazione dell'acqua.

Un materiale poroso si raffredda perché l'acqua sale per capillarità e per scambio conduttivo (contatto). In un materiale non poroso il raffrescamento della superficie avviene solo per scambio conduttivo. All'ombra il comportamento tra i due tipi di materiale è simile, con la differenza che i porosi potrebbero sviluppare più facilmente alghe in superficie.

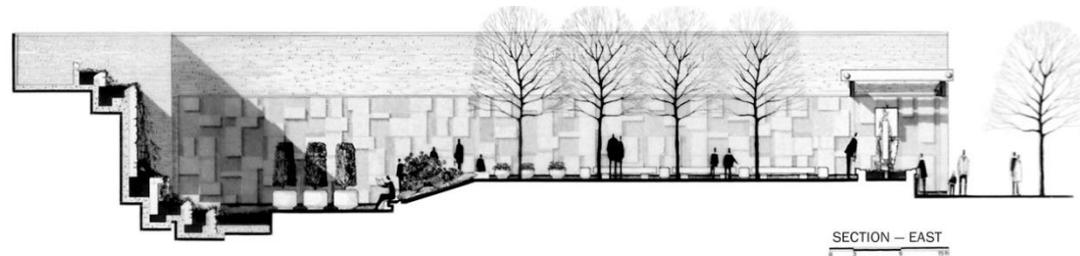
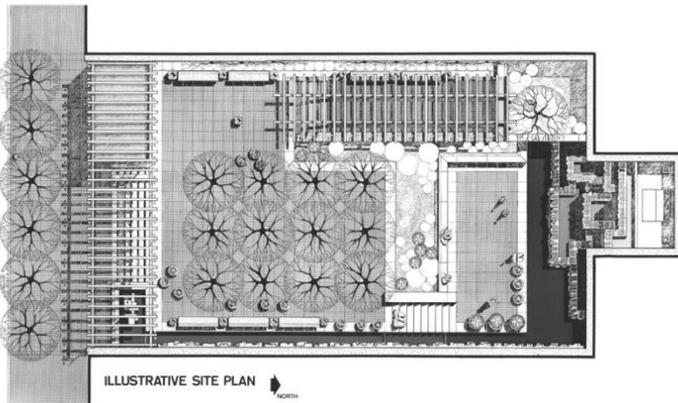
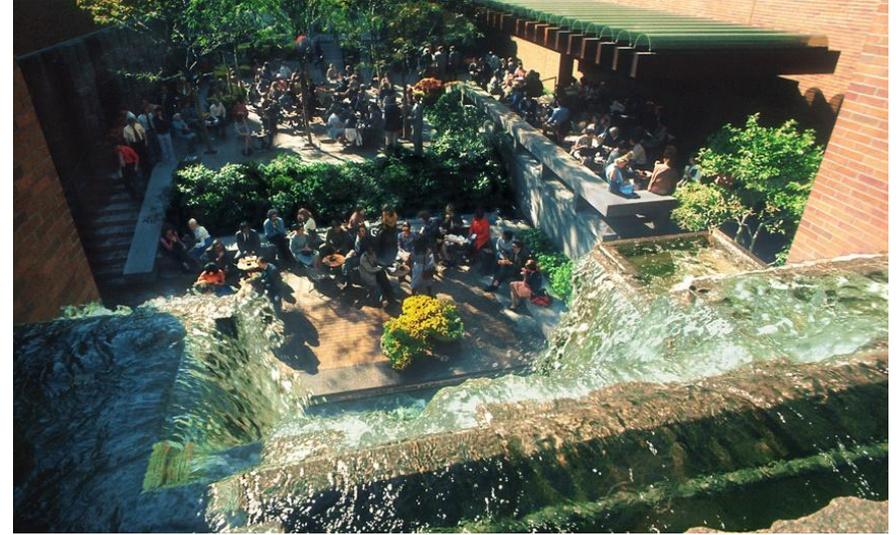
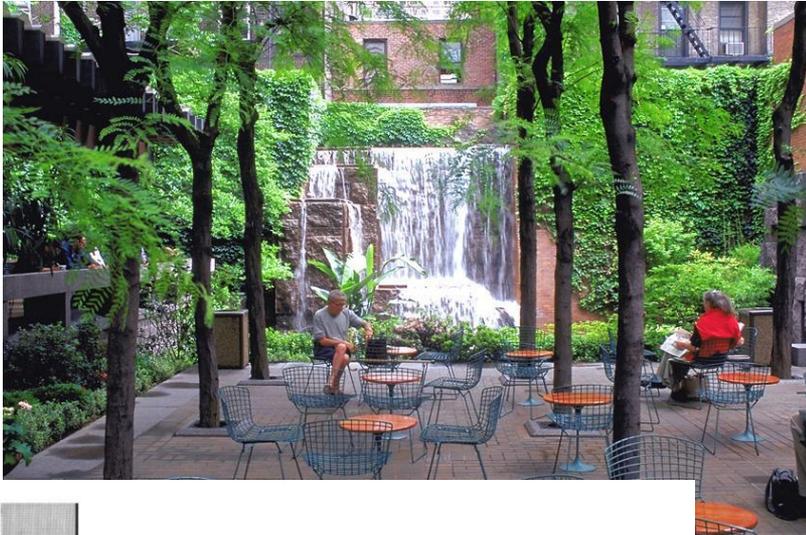
IL RUOLO DELL'ACQUA- LAME D'ACQUA ◆



Le **lame** sono delle vere e proprie **pareti d'acqua** che possono scorrere lungo una superficie verticale oppure rappresentare esse stesse un limite verticale nello spazio urbano. Si tratta di acqua che scorre per una superficie più o meno ampia. Il **contributo al miglioramento del microclima e del comfort termico** varia in **funzione della dimensione della lama d'acqua**. Rispetto alla superficie orizzontale, l'utilizzo dell'acqua su una lama verticale risulta più vantaggioso perché è maggiore la superficie di scambio con il corpo di una persona.

Altro importante vantaggio è che **gli scambi energetici persona-lama sono negativi**. In altre parole, **le persone che camminano o sostano nelle vicinanze (con una temperatura corporea di circa 37°C) cedono calore alla lama d'acqua che dovrebbe essere intorno ai 20°C**.

IL RUOLO DELL'ACQUA- LAME D'ACQUA ◆



Greenacre park, New york

IL RUOLO DELL'ACQUA- LAME D'ACQUA ◆

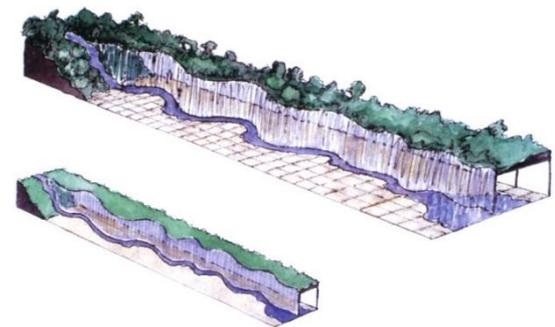


2 i vantaggi:

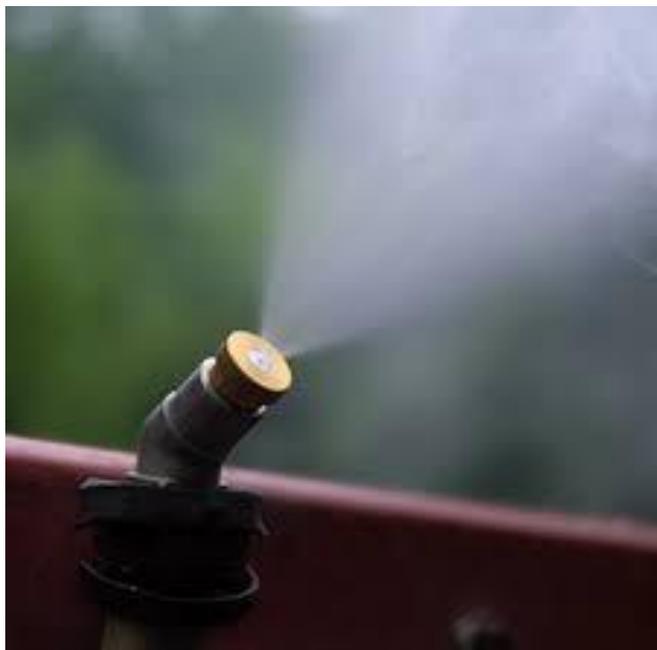
-la temperatura dell'acqua risulta inferiore a quella ambiente

-bassa riflessione verso l'ambiente.

Il forte assorbimento non produce aumento della temperatura a causa dell'evaporazione



IL RUOLO DELL'ACQUA- ACQUA NEBULIZZATA ◆



IL RUOLO DELL'ACQUA- ACQUA NEBULIZZATA ◆



IL RUOLO DELL'ACQUA- ACQUA NEBULIZZATA ◆



ACQUA, CRITICITÀ DA GESTIRE ◆



Il problema non è l'eccesso di acqua, ma i nostri ambienti urbani, in cui l'80% della superficie può essere impermeabilizzata e dove l'80% dello spazio urbano sono strade, che diventano veri e propri letti di fiumi



ACQUA, CRITICITÀ DA GESTIRE ◆



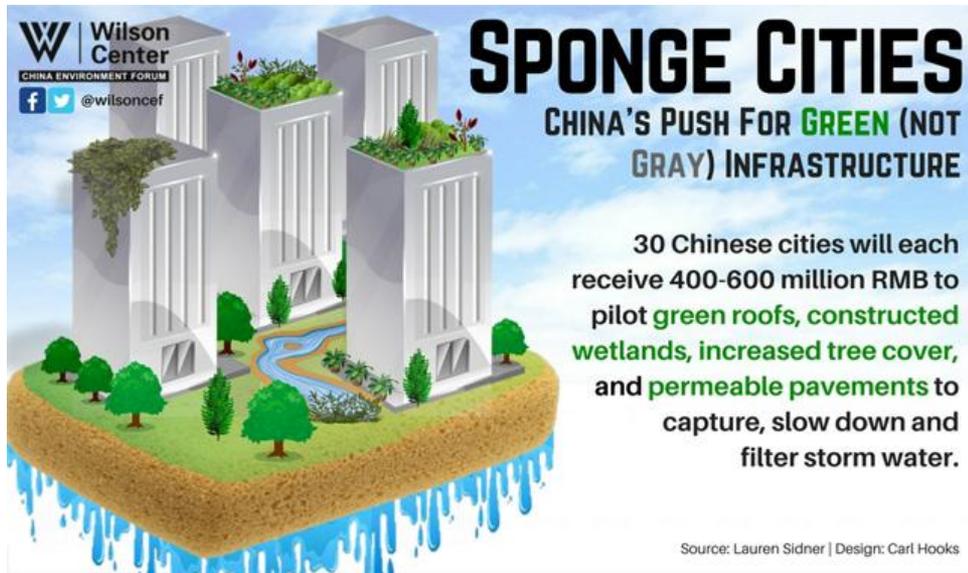
l'impermeabilizzazione del suolo tende a:

- **ridurre i tempi di deflusso** delle acque meteoriche intensificando i fenomeni alluvionali,
- **riduce la quantità di acqua di infiltrazione** per ricaricare le falde acquifere e le falde acquifere,
- **aumenta il deflusso, con conseguente aumento dell'erosione del suolo**, del trasporto dei solidi e dell'inquinamento idrico,
- richiede la realizzazione di reti di raccolta che, per essere sostenibili, richiedono un elevato livello di complessità
- riduce i servizi ecosistemici e paesaggistici forniti dal

L'impermeabilizzazione del suolo è uno degli effetti dell'urbanizzazione che maggiormente incidono sull'aumento della vulnerabilità dei sistemi ambientali e del ciclo idrologico.

I diagrammi mostrano come l'aumento dell'impermeabilizzazione porti ad una progressiva riduzione delle infiltrazioni e ad un aumento del deflusso.

ACQUA, CRITICITÀ DA GESTIRE: SPONGE CITIES ◆



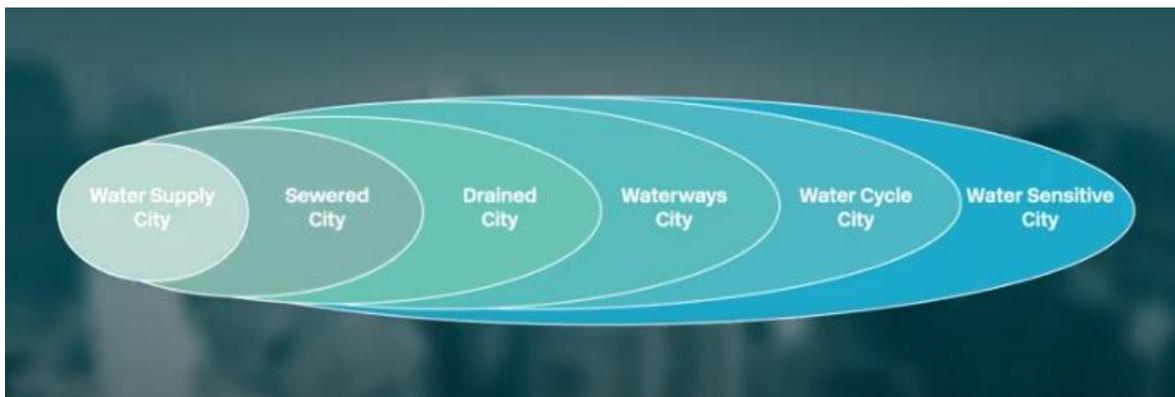
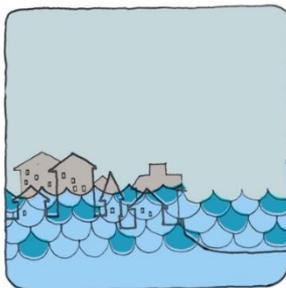
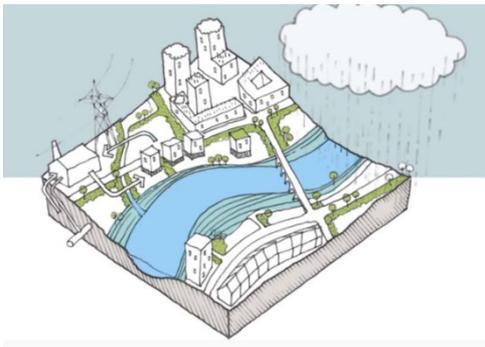
Una città spugna è una città strutturata e progettata per assorbire e catturare l'acqua piovana e utilizzarla per ridurre le inondazioni. L'acqua piovana raccolta può essere riutilizzata per l'irrigazione e per uso domestico.

È stato riferito che la Cina ha avviato un'iniziativa pilota in 16 distretti. Il Paese prevede che l'80% delle sue città urbane raccolga e riutilizzi il 70% dell'acqua piovana.

Shanghai sponge district



ACQUA, CRITICITÀ DA GESTIRE: WATER SENSITIVE CITIES ◆



Un approccio progettuale che include l'acqua, soprattutto in quelle città in cui l'acqua è parte dell'identità, ma finora non la priorità nella progettazione dei luoghi

Victoria (Au) https://www.youtube.com/watch?v=Kq_IFLbzoY