

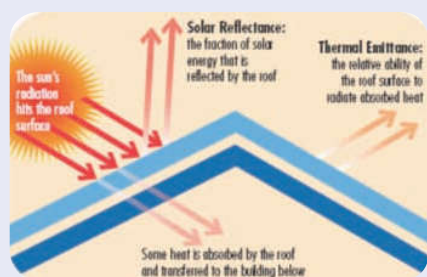
# MITIGARE IL SURRISCALDAMENTO

è la chiave di volta per un buon bilancio termico urbano: tetti verdi, *urban canopy*, strade bianche, ma soprattutto regolamenti e piani di gestione del territorio.

SERGIO CROCE

Il tema dell'isola di calore, non trova ancora la necessaria attenzione da parte delle pubbliche amministrazioni. Eppure il fenomeno determina nella stagione estiva condizioni di invivibilità e gravi effetti sanitari e di inquinamento. A parte articoli di giornale e drammatizzazioni mediatiche lo stesso termine "isola di calore" appare estraneo a regolamenti edilizi e a piani di gestione del territorio. Il fenomeno e la sua gravità dipendono dal bilancio termico della città e quindi dal rapporto tra l'energia solare che riesce a entrare, quella riflessa verso il cielo e quella dissipata attraverso il calore latente. Naturalmente nel bilancio compare anche l'energia di origine antropica che richiede diverse attenzioni da quelle che tratteremo nel prosieguo. Per ciò che attiene più specificatamente alle tecniche di controllo dell'isola di calore è necessario distinguere tra quelle orientate a ridurre l'energia solare che entra negli spa-

## Regolamento Edilizio di New York e New York City (2012)



Azioni di New York City orientate ad aumentare l'albedo della città

1. Il rifacimento di tetti, con pendenze inferiori al 17%, che coinvolgano più del 50% della superficie del tetto esistente, ad esclusione di quelli con superfici inferiori a 47 mq, debbono essere realizzati con materiali che abbiano una coefficiente di riflessione superiore a 0,7 in accordo con ASTM C1549 or ASTM E 1918 e minima una emittanza termica di 0,75 in accordo con ASTM E 198. In alternativa un indice della riflessione solare SRI minimo pari a 78 in accordo con ASTM E 1980. SRI varia da 0 (Standard Black: riflettanza 0,05, emittanza 0,90) a 100 (standard White: riflettanza 0,8, emittanza 0,90).
2. Un tetto verde può sostituire tale indicazione a patto che le aree pavimentate abbiano un albedo superiore al 30%
3. Un tetto verde che occupi più del 75% della superficie disponibile sostituisce le suddette indicazioni, a patto che i restanti spazi pavimentati abbiano un albedo maggiore del 30%
4. L'operazione PlaNYC della città incoraggia l'installazione di tetti verdi con un incentivo attraverso la riduzione delle tasse pari al 35% (offset) del costo di installazione
5. La legge 86 del 2005 prescrive che le opere pubbliche del DDC siano certificate LEED o valutate al livello Silver

## MODULO PAROLE CHIAVE

ISOLE DI CALORE · OASI URBANE · REGOLAMENTI EDILIZI · BILANCIO TERMICO URBANO · ALBEDO · GREEN CANOPY · SUSPENDEND PAVEMENTS

**Reflectances and energy savings of modeled roof types  
2004 costs for both roofing and energy (both have increased in 2007, but the basic conclusions remain the same)**

Roof Type	New DDC building					Estimated savings <sup>1</sup> for variation <sup>2</sup>		
	Solar reflective index	Emittance	Initial reflectance	Aged reflectance	Annual savings <sup>1</sup>	New bldg con ED rates	Older bldg DDC rates	Older bldg con ED rates
Buil-Up roof	-1	0.90	0.06	0.06 <sup>4</sup>	base case	base case	base case	base case
White roof coating or membrane	79-107	0.90	0.80	0.52	\$ 0.01	\$ 0.028	\$ 0.028	\$ 0.067
Aluminium Coating (fibered)	43-48	0.43	0.54	0.35	\$ 0.003	\$ 0.006	\$ 0.009	\$ 0.021
White granular	28	0.92	0.26	0.17	\$ 0.003	\$ 0.007	\$ 0.01	\$ 0.023
White Gravel	37	0.90	0.34	0.22	\$ 0.004	\$ 0.01	\$ 0.013	\$ 0.029
Metal Standing Seam (green coating)	NA	0.90	0.34	0.32	\$ 0.002	\$ 0.013	\$ 0.015	\$ 0.039
Green Extensive <sup>3</sup>	NA	NA	NA	NA	\$ 0.023	± \$ 0.05	± \$ 0.06	± \$ 0.15

1 All savings are shown in Dollars per square foot of roof area.

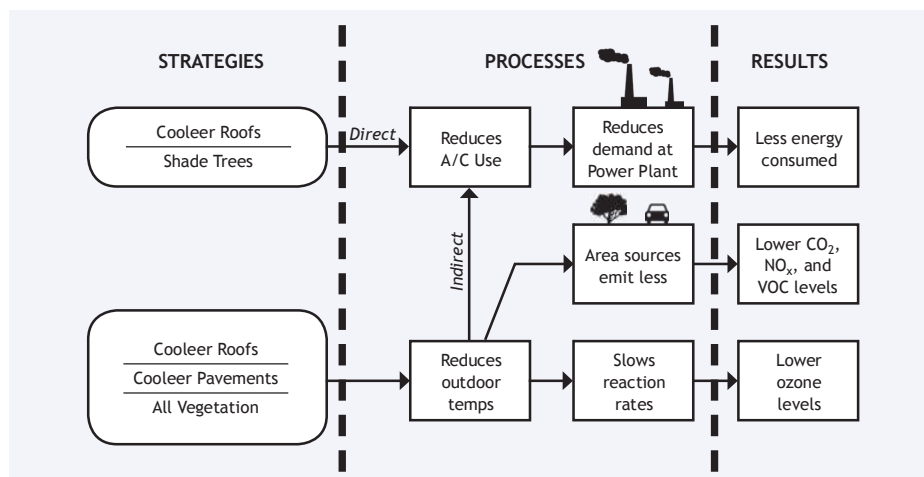
2 Variations for all roofs were estimated using supplemental DOE-2 runs, assuming Con Edison rates (june 2004) for a commercial building of similar size and construction/HVAC system typical in 1970-1980's.

3 Green roof variations were estimated.

4 There is some evidence that build up roofing reflectance increases with age.

zi urbani e quelle orientate alla mitigazione del surriscaldamento generato da tale energia. Si tratta infatti di due aspetti che richiedono politiche e interventi diversi. Gli strumenti di riduzione dell'apporto di energia solare termica all'interno del cosiddetto "urban canopy layer", sono basate da un lato sul potenziamento dell'albedo della città, attraverso la trasformazione delle superfici ad alto assorbimento dei tetti, sostituite con superfici riflettenti (cool roof), dall'altro sull'utilizzo delle potenzialità dissipatorie del calore latente, attraverso la realizzazione di tetti verdi. Un buon effetto sull'albedo è dato evidentemente anche da superfici stradali chiare. È necessario però mettere in evidenza che l'adozione di superfici stradali riflettenti, anche se a diffusione lambertiana, può determinare il rischio che alla radiazione solare diretta che giunge sulle pareti e sulle finestre degli edifici, si aggiunga anche quella riflessa dalla strada. Naturalmente la presenza di basse alberature verdi sui marciapiedi può ridurre tale evenienza.

Strategie e risultati raggiungibili attraverso un processo coordinato di interventi. Va evidenziato in ogni caso che il risultato primario è la riduzione della temperatura esterna, anche se in questo schema viene inserita come strumento per ottenere benefici energetici e anti inquinamento. Fonte Cool surfaces and shade trees to reduce energy use and improve air quality in urban areas H. Akbari, M. Pomerantz And H. Taha, Lawrence Berkeley National Laboratory, Heat Island Group, Berkeley, CA, USA



Le *green spot*, le **OASI URBANE** distribuite integrate a **TETTI RIFLETTENTI**, tetti verdi, strade bianche sono strategie non sono risolutive in termini globali di articolazione volumetrica urbana. La mitigazione dei **CANYON URBANI** è particolarmente complessa. E possibile solo attraverso **L'USO DEL VERDE**

**P**er quanto riguarda la riduzione degli effetti dell'energia che entra nel canopy layer il problema è più complesso. Se tetti riflettenti, tetti verdi, strade e marciapiedi di colorazione chiara, permeabili all'acqua, alberi e vegetazione sono gli strumenti a disposizione, una politica vincente di mitigazione delle condizioni ambientali generate dall'isola di calore richiede una vera e propria operazione chirurgica di intervento sui microspazi urbani, prevalenziando la creazione di "*green spot*"; oasi urbane distribuite dove verde e acqua generano luoghi mitigati raggiungibili a piedi durante le canicole estive. Deve essere però messo in evidenza che la mitigazione delle condizioni termiche ambientali degli spazi urbani è reso più complesso dall'articolazione volumetrica della città e dal caratteristico comportamento termo-emissivo delle superfici che si surriscaldano quando solarizzate.

Il comportamento inerziale delle superfici murarie fa sì che il calore assorbito durante la giornata venga restituito durante le ore notturne. Ciò ostacola evidentemente il raffreddamento degli spazi urbani durante la notte. Il fenomeno diventa ancora più consistente nei cosiddetti "*canyon urbani*" a prevalente sviluppo verticale.

Questa condizione volumetrica determina un intrappolamento della radiazione infrarossa che, in termini contrapposti, le superfici verticali si scambiano.

Essendo inoltre il fattore di vista del cielo molto ridotto le cessioni termiche notturne verso le fredde aree del cielo sono altrettanto ridotte. Come vedremo tale complessità può essere controllata attraverso un ottimizzata strutturazione del verde.

Dal punto di vista dei possibili interventi è necessario distinguere tra aree storiche, aree periferiche e aree di trasformazione: nel primo caso esistono evidenti limitazioni, mentre nell'ultimo vi è campo libero e il tema della mitigazione del surriscaldamento può essere affrontato alla base con successo.

Ci limiteremo in questa analisi ad affrontare il tema del verde in città.

Da questo punto di vista un indicatore ancora generale per valutare l'efficienza di un intervento di greening della città è il cosiddetto rapporto di Bowen tra il flusso di calore sensibile che entra nello spazio o nel microspazio urbano e il calore latente in grado di dissiparlo.

Deve essere però premesso, in linea generale, che una estensione dei parchi periferici, pur importante, non può migliorare la situazione dall'interno del canopy layer della città. Gli effetti benefici dei parchi a ridosso di zone edificate riescono a penetrare nelle stesse solo per un centinaio di metri, ma solo in presenza di una edificazione che faciliti la creazione di brezze tra aree verdi e zone urbane più calde.

Naturalmente i parchi periferici sono importanti per evitare che la saldatura con altri conglomerati urbani che possano allargare e potenziare ulteriormente l'isola di calore. E ciò senza contare tutti gli altri vantaggi di tipo sociale, sanitario di riduzione dell'inquinamento che tali aree determinano.

Il tema del verde in città deve quindi essere affrontato con logiche più minute finalizzate ad una sorta di climatizzazione naturale degli spazi urbani.

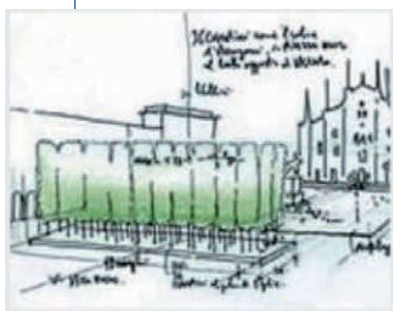
Nel progetto verde per Milano Renzo Piano così si esprimeva: "Il mio è semplicemente un lavoro di giardinieri capo: un lavoro senza pretese estetiche, al servizio della città». Un messaggio poco compreso in cui si delineava un approccio chirurgico di manipolazione naturale degli spazi cittadini, scevro da finti ambientalismo, per ridare alla città una vivibilità soprattutto nei mesi estivi.

## Grandi parchi, parchi urbani, parchi di quartiere miniparchi, la gestione del verde sviluppata sulle CARTE MICROCLIMATICHE: il caso della città di Tokyo

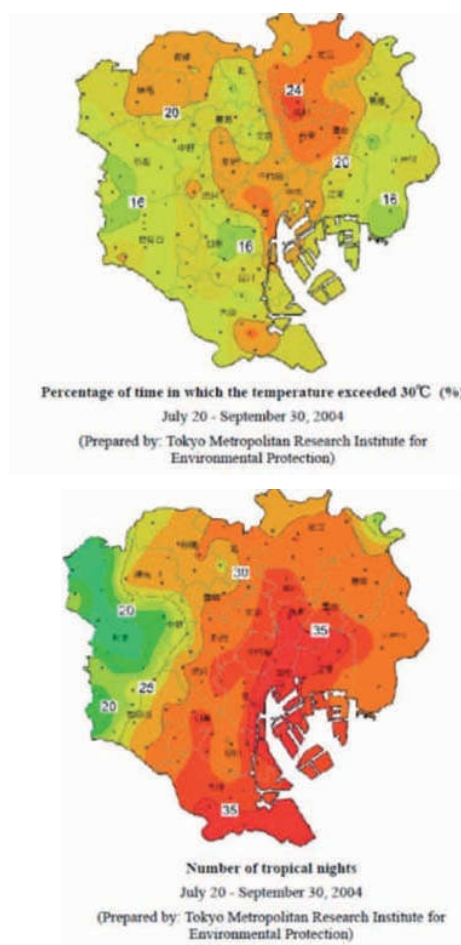
**G**li interventi di mitigazione dei microspazi urbani dovrebbero evidentemente partire dalla conoscenza delle zone più critiche. Risulta evidente che programmi che si limitino a definire un generico obiettivo di inverdimento, come ad esempio la messa a dimora di un certo numero di alberi, non necessariamente produrrà i risultati voluti. A questo proposito la città di Tokyo, proprio per guidare la realizzazione degli interventi di mitigazione, ha predisposto una serie di carte microclimatiche. Nella pagina in centro a destra sono ad esempio mappate le giornate in cui si sono determinate notti tropicali e in cui si sono determinate temperature superiori a 30°C. A partire da tali informazioni la città ha predisposto piani di mitigazione concentrati, anche al fine di sperimentare l'efficienza di diverse metodologie di intervento.

### Il progetto di Renzo Piano per Milano

“In via Dante circa 220 frassini disposti a doppio filare ad impalcato alto in modo da non disturbare i dehors dei caffè e non intralciare visivamente le attività commerciali lungo la strada ridisegneranno una passeggiata pedonale alberata e continua che partirà da largo Beltrami e attraverso largo Cairoli e via Dante raggiungerà piazza Cordusio, via Orefici e piazza del Duomo: qui, sul fronte della piazza opposta al Duomo, verrà piantato il famoso "bosco" di carpini che ha suscitato critiche per la sua presunta incongruenza con la natura "minerale" di questa particolare parte della città. La maggior parte dei 90mila alberi staranno nelle aree della circonvallazione e nelle periferie, come il quartiere di via dei Missaglia, per esempio, o viale Lucania e via Forlanini, dove 600 piante nuove disegneranno il viale verde d'accesso alla città



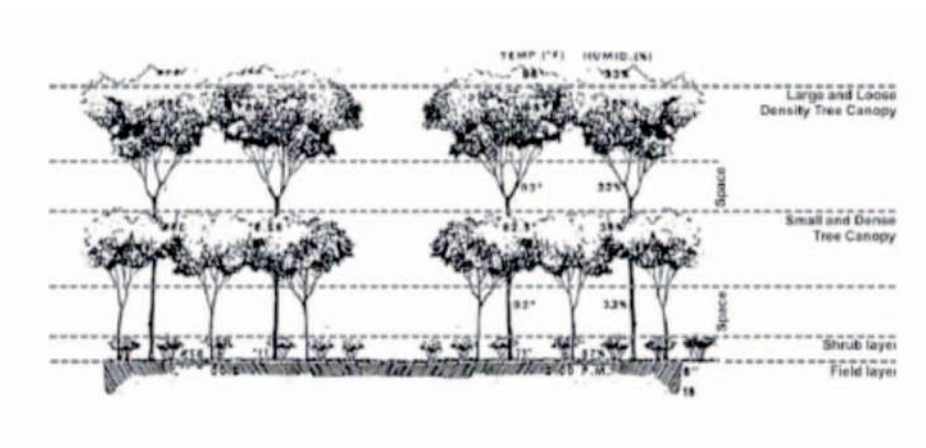
e 3mila piante nelle dieci radiali principali creeranno una rete verde a sostegno del parco. Nella sola area di corso Indipendenza 7mila mila alberi rinforzeranno aiuole adibite oggi a parcheggi ricostruendo lo spirito dei grandi boulevards del piano Masera d'inizio secolo. Molti dei nuovi alberi inoltre serviranno a sostituire essenze malate o a ritessere buchi e smagliature. Il mio è semplicemente un lavoro di giardiniere capo: un lavoro senza pretese estetiche, al servizio della città».



Analisi del clima estivo nella città di Tokyo in occasione di una ondata di calore, basata su 120 punti di monitoraggio



Interventi nel quartiere di Meguro - Tokio di riqualificazione di una zona industriale. Si nota la presenza di oasi verdi connessi da green corridors, di programmi di edificazione in grado di sfruttare le brezze provenienti dal fiume Meguro.



Le multiple green canopy riescono a ridurre la temperatura dell'oasi urbana di 3/grad. In presenza di una pavimentazione evaporante, quindi a temperatura più bassa di quella dell'aria, la temperatura operativa può scendere a valori confortevoli. Si noti come solo a livello del terreno l'umidità relativa aumenta considerevolmente.

Si è accennato in precedenza ai parchi periferici e alla necessità di operare anche all'interno della città: ciò richiede evidentemente un approccio regolamentare di riferimento.

Nella tabella in fondo alla pagina allegata sono indicati ad esempio gli standard prescritti dal National Recreation Park Association di Washington DC., che distinguono tra grandi parchi urbani, parchi urbani, parchi di quartiere, miniparchi. È importante soffermarsi sul concetto di miniparco che, a parte i servizi correlati come i giochi dei bambini, dovrebbe prevedere ampie zone ombreggiate con alberi ad elevato indice fogliare, a chioma bassa e allargata. L'area dovrebbe essere trattata con pavimentazioni permeabili, su supporti naturali o artificiali altamente igroscopici per favorire l'accumulazione dell'acqua piovana e quindi gli effetti dovuti al calore latente. Tecnologie *water sprinkling*, molto usate in Giappone, possono naturalmente potenziare tali effetti. Nella logica dello standard i miniparchi costituiscono vere e proprie oasi urbane facilmente raggiungibili dai soggetti più deboli come gli anziani, nelle giornate più calde.

Per favorire la creazione di luoghi di sosta mitigati, anche la scelta e la sistemazione degli alberi ha la sua importanza. A questo proposito si sta sviluppando una vera e propria ingegneria arborea. Si veda ad esempio come l'organizzazione di un doppio layer di *canopy vegetali* possa potenziare notevolmente il raffrescamento delle aree sottostanti. Alla chioma più alta viene affidata la funzione di prima schermatura. Ciò determina in quella più bassa un potenziamento della funzione di evotraspirazione a cui è affidato il compito, in caso di calura, di mantenere le foglie a temperature più basse rispetto a quella dell'aria. All'interno dell'oasi la temperatura operativa è quindi molto inferiore rispetto a quanto può essere ottenuto con una struttura arborea a semplice chioma. La creazione di pergolati, al di sotto di strutture arboree più alte, raggiunge risultati ancora interessanti. Il modello di riferimento non è altro che quello che si determina nei boschi dove la presenza di alberi di altezza diversa determina quell'effetto rinfrescante che si percepisce entrando all'interno. La doppia stratificazione della chioma arborea rappresenta la miglior soluzione per la creazione di oasi urbane di dimensione da 1000 a 4000 m<sup>2</sup> di estensione come quelle previste dalla National Recreation Park Association di Washington DC.

Tipo di parco	Dimensione	Area servita	Popolazione servita
Grandi parchi urbani	202.343 o più	Intera comunità	Variabile
Parchi urbani	Da 121.406 a 202.343 m <sup>2</sup>	Da 805m a 4.828m	10.117mq ogni 1000 abitanti
Parchi di quartiere	Da 20.234 a 40.460 m <sup>2</sup>	Da 400m a 800m	10.117mq ogni 1000 abitanti
Mini parchi (oasi urbane)	Da 1000 a 4000m <sup>2</sup>	Meno di 400m	Da 1000 a 4000mq ogni 1000 abitanti

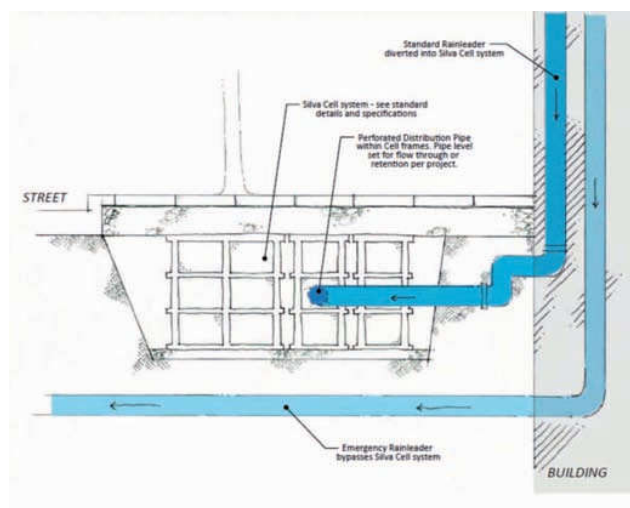
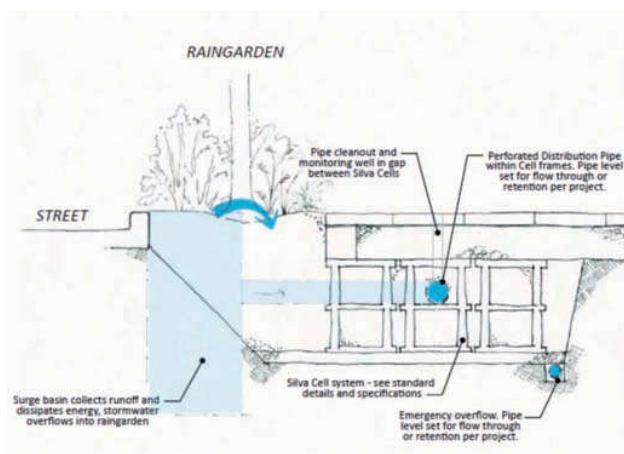
Standard elaborati dal National Recreation Park Association (Washington DC)

*Suspended pavements*, densificazione dell'apparato fogliare, *green corridors*: mitigare il surriscaldamento urbano esige il rispetto di rigorosi criteri progettuali. E apprezza lo SVILUPPO VERTICALE delle città

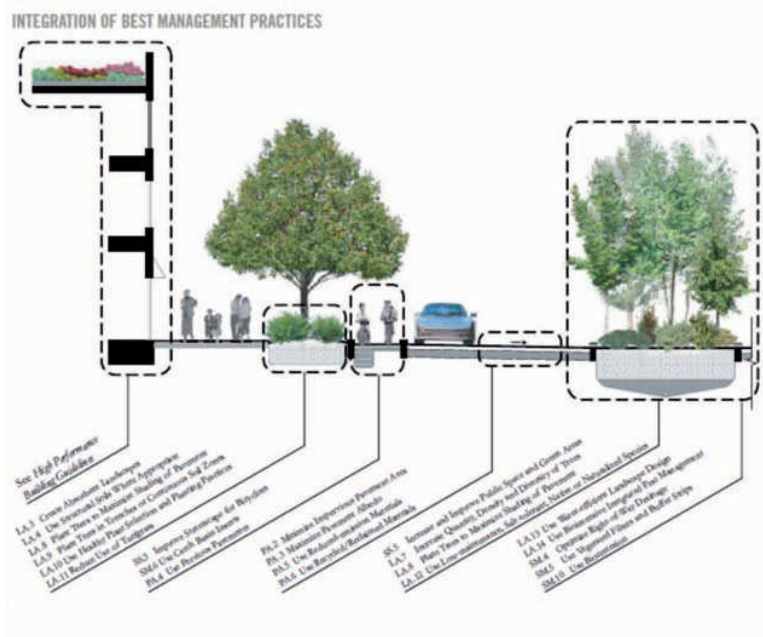
Una altra azione, questa volta di ingegneria idraulica, orientata a potenziare gli effetti di raffrescamento di strutture arboree, è costituita dai cosiddetti "suspended pavements".

Nelle immagini in questa pagina, si può osservare come la realizzazione di cavità strutturali sotterranee, realizzate mediante plastica riciclata, è in grado di favorire lo sviluppo vegetativo degli alberi e nel contempo evitare che in presenza di forti temporali si determinino allagamenti delle strade e ristagni. Il sistema consente di scaricare sia le acque stradali, che le acque dei tetti provenienti dal tropopieno.

In quest'ultimo caso è evidentemente necessaria la presenza di geotessili di confinamento radicale verso gli edifici.



Sopra: strutture cave e permeabili in plastica riciclata, finalizzate a favorire la cessione di acqua al terreno in aree urbanizzate. Viene migliorato il ciclo vegetativo e nel contempo si evitano allagamenti e ristagni in caso di forti temporali. I tombini scaricano nel pozzetto, successivamente nel serbatoio di cessione e quindi nella fognatura. A destra: integrazione delle best practice di NYC. Fonte DDC NY High performance infrastructure guidelines, 2005





Studio sperimentale dei sistemi di cessione delle acque piovane nel terreno. Si nota che nelle zone dotate di vasche di cessione (suspended pavements) la crescita degli alberi è migliore.

Un recente parcheggio sotterraneo a Milano in una zona di nuova costruzione. La radiazione solare riflessa dalla pavimentazione si aggiunge a quella che arriva direttamente sulle facciate. Tutto ciò, anche a causa dell'assorbimento termico provocato dalla loro colorazione scura, determina importanti surriscaldamenti delle superfici. Ciò rende virtuale la classificazione energetica degli edifici e consumi elevati degli impianti di condizionamento. Un corridoio verde attrezzato con "suspended pavements". Il piano verde di Gustafson Porter (Neil Porter) per City Life a Milano.

Nell'immagine a fianco è presentato un parco sperimentale, in cui risulta evidente che l'utilizzo di sistemi di accumulo e cessione di acqua piovana facilita la crescita e la densificazione dell'apparato fogliare, con un potenziamento dell'evapotraspirazione e delle conseguenti potenzialità di raffrescamento delle aree sottostanti. Sono molte le possibilità di possibile creazione di spot green urbani all'interno della città. Data la ridotta estensione, molte piazze possono essere trasformate in oasi urbane; altre occasioni sono costituite dalla costruzione di parcheggi sotterranei in aree pubbliche, quando il regolamento richiede che al di sopra dell'ultima soletta siano reso disponibile uno strato di terra di due metri. Naturalmente lo sviluppo di oasi urbane richiede la creazione di corridoi verdi (green corridors) per un loro collegamento altrettanto mitigato. Se attrezzati con vasche di cessione e pavimentazioni permeabili, il calore latente di evaporazione del terreno e di evapotraspirazione degli apparati fogliari consente di ottenere buoni risultati nettamente superiori a una semplice ombreggiatura arborea. Un aspetto importante nella realizzazione di corridoi verdi è costituito dall'altezza ridotta delle chiome, finalizzata a ridurre l'angolo di vista delle superfici calde delle zone esterne e del cielo. Naturalmente anche strutture a pergolato offrono prestazioni soddisfacenti anche se inferiori. Il calore latente di evaporazione del terreno e di evapotraspirazione degli apparati fogliari consente di ottenere buoni risultati nettamente superiori a una semplice ombreggiatura arborea. Si noti in particolare l'altezza ridotta delle chiome che riduce l'angolo di vista delle superfici calde delle zone esterne e del cielo. In conclusione i criteri per la creazione di oasi e corridoi verdi, per rendere maggiormente vivibili gli spazi urbani durante le calure estive, dal punto di vista concettuale e operativo, sono relativamente semplici e intuitivi. Il tema della riduzione dell'energia entrante nel Urban Canopy Layer richiede invece in via primaria un ribaltamento delle logiche di intervento per bloccare il fenomeno dello "sprawl urbano" e il consumo di aree verdi. Certamente vincenti sono i modelli di sviluppo urbano centrati sulla logica delle eco-compact city, soprattutto, approfittando del recupero di grandi aree dismesse, servite da nodi di interconnessione di linee metropolitane, ferroviarie e viarie. In questi casi l'edificazione in altezza spesso osteggiata, costituisce, a parità di densità abitativa, uno degli strumenti per liberare ampi spazi verdi all'interno della città. Devastante è invece continuare a ordire politiche territoriali sviluppando pianificazioni urbane disorganiche a bassa densità che aggravino il cosiddetto sprawl urbano che riduce sempre più le aree verdi del territorio. Ciò è quanto, ad esempio, accade da tempo soprattutto nella zona attorno a Milano, dove 134 comuni che fanno corona alla città e la cui maggioranza è costituita da piccolissimi centri, gestiscono separatamente i piani di gestione del territorio. Risulta evidente che in particolare il tema dell'isola di calore dell'aumento dell'albedo, non possa essere affrontato all'interno delle singole municipalità, in una città oramai senza confini se non quelli municipali, ma richieda una pianificazione di tutta la grande Milano che anche l'Europa ha definito in termini statistici come Large Urban Zone