GCE Green City Energy med
12 e 13 novembre 2012
Palazzo di Ateneo ed Ex Palazzo Poste
Università di Bari
med

Forum Internazionale

Lo sviluppo della Smart City nell'area mediterranea

Tetti verdi: le città che ci attendono

Barbara De Lucia, Giovanni Sanesi e Giuseppe Colangelo

Dit.to di Scienze Agroambientali e Territoriali
Università degli Studi di Bari Aldo Moro

13 novembre 2012

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BARI ALDO MORO

SMART CITY

- è il “tentativo di schematizzare un modello di città più intelligente, più sostenibile”, in cui si associa l’uso razionale delle risorse con l’integrazione delle nuove tecnologie.

Alla straordinaria capacità di concorrere alla **riqualificazione** dell’ambiente costruito i **tetti verdi** aggiungono un contenuto di **innovazione funzionale, tecnologica e gestionale.**

Nel corso dei millenni il tetto verde, ovvero una o più falde di copertura con piote di erba e terra, ha rappresentato una delle tipologie principali per la protezione della abitazioni e degli edifici in genere, come testimonia ancora oggi l'uso di questa tecnologia nelle culture nord europee ed africane.

Ricostruzione di case tradizionali nel museo storico ed etnologico all'aperto di Hamar (Norvegia)

Copertura di capanne

Attualmente i soggetti dell'edilizia urbana:

palazzi privati, garages, parcheggi e piazze interrati, hotels, aziende e officine, capannoni, centri fieristici e commerciali, ospedali, impianti sportivi, banche, ...

Nel Nord Europa

Nelle città di Monaco di Baviera, Stoccarda, Zurigo, Berna, Losanna questi elementi di verde urbano sono molto diffusi.

In Germania lo sviluppo di queste speciali aree verdi si è accentuato anche grazie all'intelligente politica di alcune amministrazioni pubbliche, che favoriscono con contributi o agevolazioni chi realizza coperture «verdi».

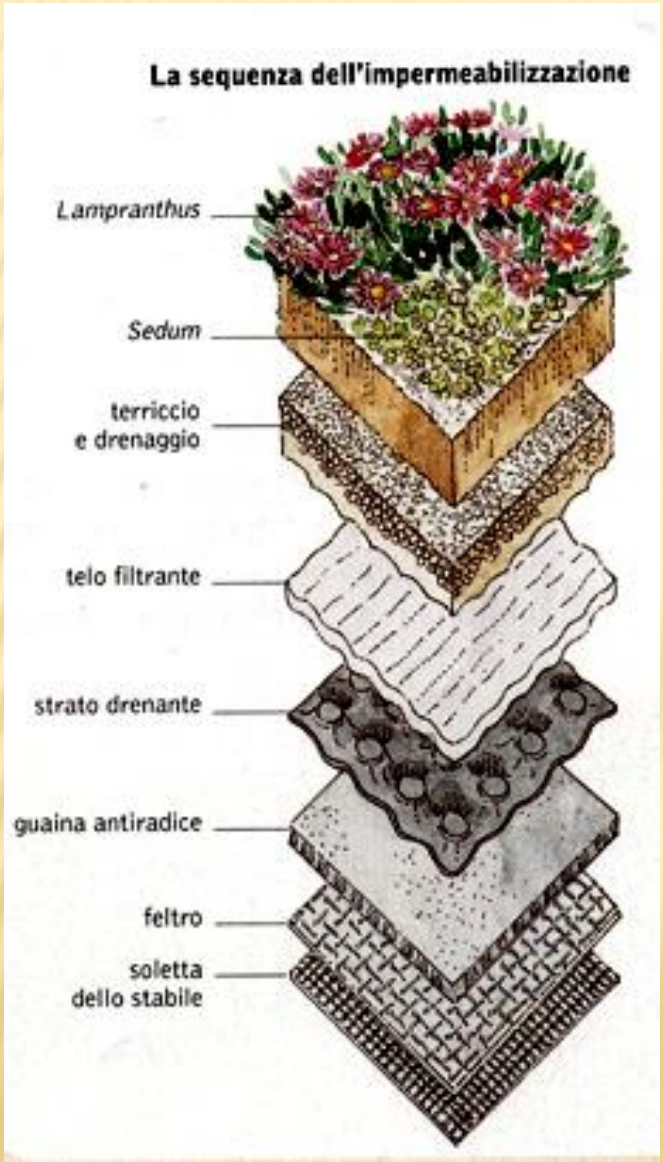
Munchen Bogenhansen (10.000 mq)

Stadtsparkasse Munchen, 5.000 mq

Tipologie di copertura verde: caratteristiche e costi

	Exensive green roof	Semi-intensive green roof	Intensive green roof
Maintenance	Low	Periodically	High
Irrigation	No	Periodically	Regularly
Plant communities	Moss-Sedum-Herbs and Grasses	Grass-Herbs and Shrubs	Lawn or Perennials, Shrubs and Trees
System build-up height	60 - 200 mm	120 - 250 mm	150 - 400 mm on underground garages > 1000 mm
Weight	60 - 150 kg/m^2	120 - 200 kg/m^2	180 - 500 kg/m^2
Costs	Low	Middle	High
Use	Ecological protection layer	Designed Green Roof	Park , garden

Un esempio di pacchetto tecnologico



Intensivo (Pechino)

Semi-intensivo (Merano)

Estensivo (Praga)

- In Italia dal 2007 le regole di progettazione di queste coperture sono state ora raccolte in un’unica norma nazionale: **NORMA UNI – 11235 “istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture a verde".**

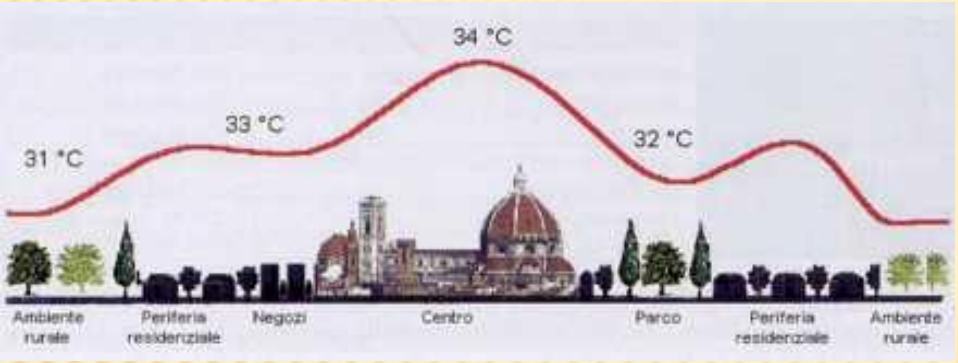
Vantaggi dei tetti verdi

Brownlie (1990), Johnston & Newton (1993), Johnston (1995), Osmundson (1999) , Wells (2001), Issa et al. (2012), Cook-Patton (2012)

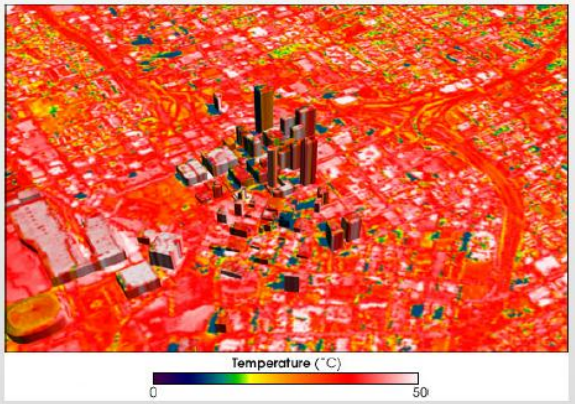
-**risparmio energetico** legato alla regolazione del microclima;
-**riduzione degli sbalzi termici** cui è soggetta la copertura;
- **riduzione della trasmissione del rumore:** l'isolamento acustico nei tetti normali è di -3dB, con questa copertura di -8Db;
- **trattenimento dell'acqua piovana (contenimento del run-off);**
- **trattenimento delle polveri**
- **diminuzione dei gas serra**
- **aumento della biodiversità**
- **aumento dell'amenità dei luoghi**
- **riduzione dello stress psichico**
- **aumento del valore dell'edificio**
- **prolungamento della vita dell'impermeabilizzazione**.

- In molti casi il verde pensile potrà essere poi integrato con **infrastrutture aggiuntive**, come elementi di arredo o l'installazione di pannelli solari per la produzione di energia.

IL COMPORTAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA A VERDE: EFFETTI SULL'AMBIENTE ESTERNO IMMEDIATO



rapporto NASA
mappe termiche delle città dallo spazio
esame dello
URBAN HEAT ISLAND EFFECT



- In ambiente urbano si registra una **anomalia di temperatura** che prende il nome di **isola di calore urbana.** Appare evidente che la temperatura esterna più alta di 3-4-5 °C, implichi **un uso di energia per il raffreddamento termico estivo superiore a quello che potrebbe essere necessario se l'effetto isola di calore fosse contenuto.**

Thermography and visible light photographs show gravel and **grass surfaces can be cooler than dense paved surfaces"** – images reprinted with permission from The National Center of Excellence on SMART Innovations for Urban Climate and Energy (www.asuSMART.org), Arizona State University (USA)

- T. Susca , S.R. Gaffin , G.R. Dell'Osso 2011. **Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs**. Environmental Pollution

- Dal punto di vista energetico, il tetto verde può essere definito come **sistema di *raffrescamento passivo*** da applicare alla copertura tradizionale degli edifici, volto a ridurre il carico termico corrispondente.

ENERGY BALANCE MODELING APPLIED TO A COMPARISON OF WHITE AND GREEN ROOF COOLING EFFICIENCY

Stuart Gaffin[1], Cynthia Rosenzweig[1], Lily Parshall[1], David Beattie[2], Robert Berghage[2], Greg O'Keeffe[1], Dan Braman[1]

[1] Center for Climate Systems Research, Columbia University, 2880 Broadway, New York, NY, 10025 / [2] Penn State Center for Green Roof Research, Department of Horticulture, Penn State University, 301 Tyson Building, University Park, PA, 16802

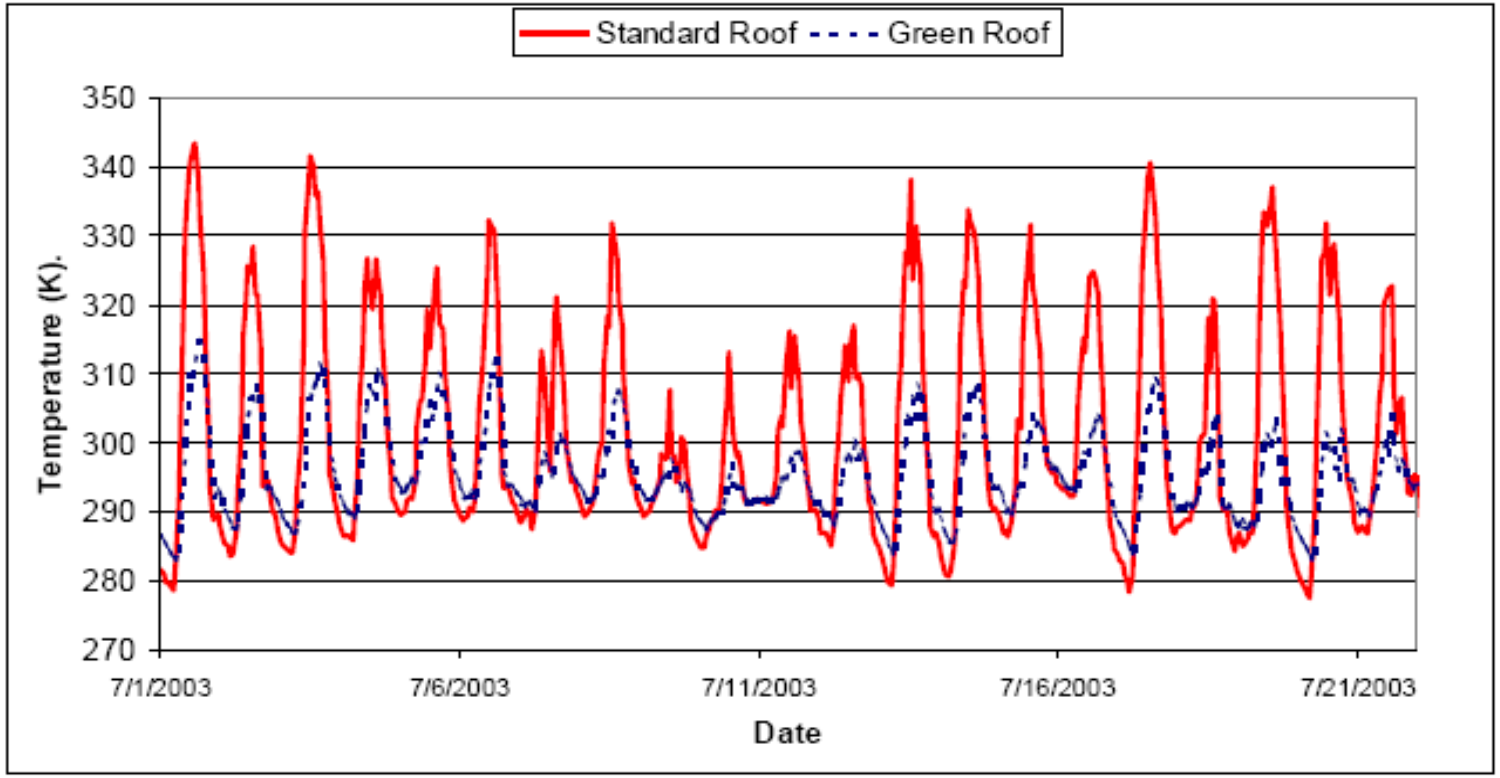


Figure 3: Average control and green rooftop surface temperatures observed on the Penn State University field experiment during July 2003 (9).

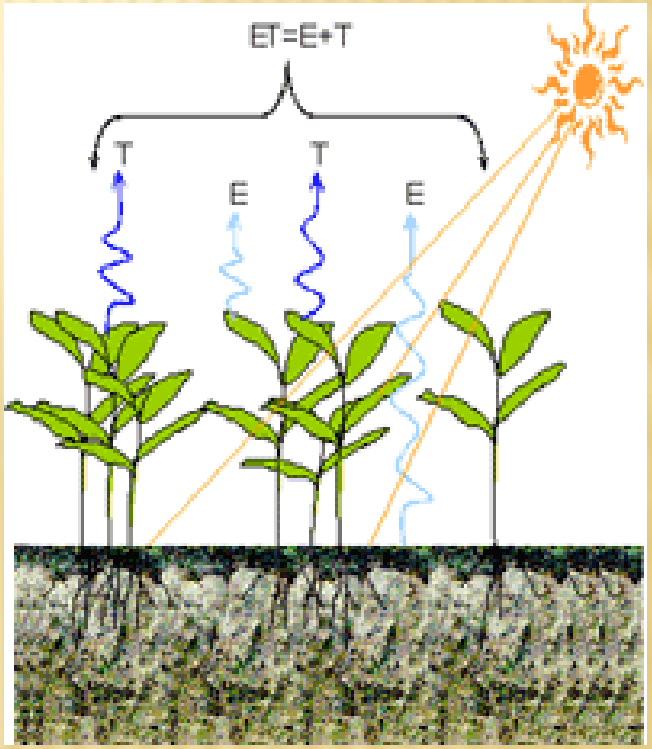
IL COMPORTAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA A VERDE: EFFETTI SULL'AMBIENTE INTERNO CONFINATO

In estate il tetto verde protegge l'edificio dalla radiazione solare diretta.

In inverno il tetto verde minimizza la perdita di calore mediante l'isolamento aggiuntivo.

THERMAL PERFORMANCE OF GREEN ROOFS

- Numerosi studi sul bilancio energetico dei tetti verdi hanno concluso che la **modalità dominante** di **dissipare il calore** assorbito è **l'evapotraspirazione.**



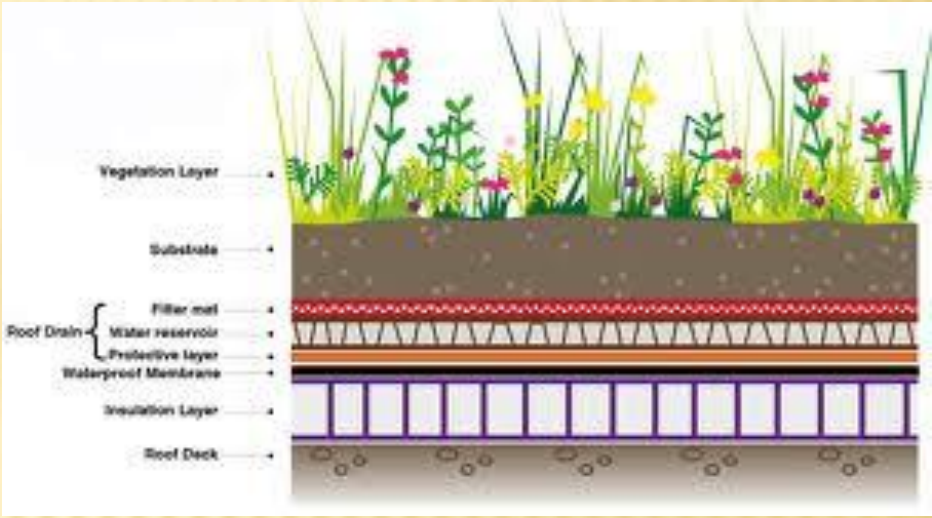
- Wong, N.H. Chen, Y. Ong, C.L. Sia, A. 'Investigation of Thermal Benefits of Rooftop Garden in the Tropical Environment'. Building and Environment, **38. 2003.**
- Theodosiou, T.G. 'Summer Period Analysis of the Performance of a Planted Roof as a Passive Cooling Technique.' Energy and Buildings, **35. 2003.**
- Barrio, E.P.D. 'Analysis of the Green Roofs Cooling Potential in Buildings.' Energy and Buildings, **27.1998.**
- Takakura, T. Kitade, S. Goto, E. 'Cooling Effect of Greenery Cover over a Building.' Energy and Buildings, **31. 2000.**

IL COMPORTAMENTO TERMICO DELLA COPERTURA A VERDE: EFFETTI SULL'AMBIENTE INTERNO CONFINATO

- la vegetazione si comporta al pari di un elemento schermante mobile, **riducendo le temperature superficiali dei materiali sottostanti, e nello stesso tempo utilizza l'energia solare per svolgere una serie di attività fisiologiche (fotosintesi e traspirazione), diminuendo la temperatura media radiante dell'aria circostante.**

Substrato di coltivazione

- <u>Anche il substrato di coltivazione,</u> di vario spessore, conferisce al pacchetto tecnologico un **comportamento virtuoso dal punto di vista termico.**



Spessori di substrato in funzione della prestazione termodinamica attesa

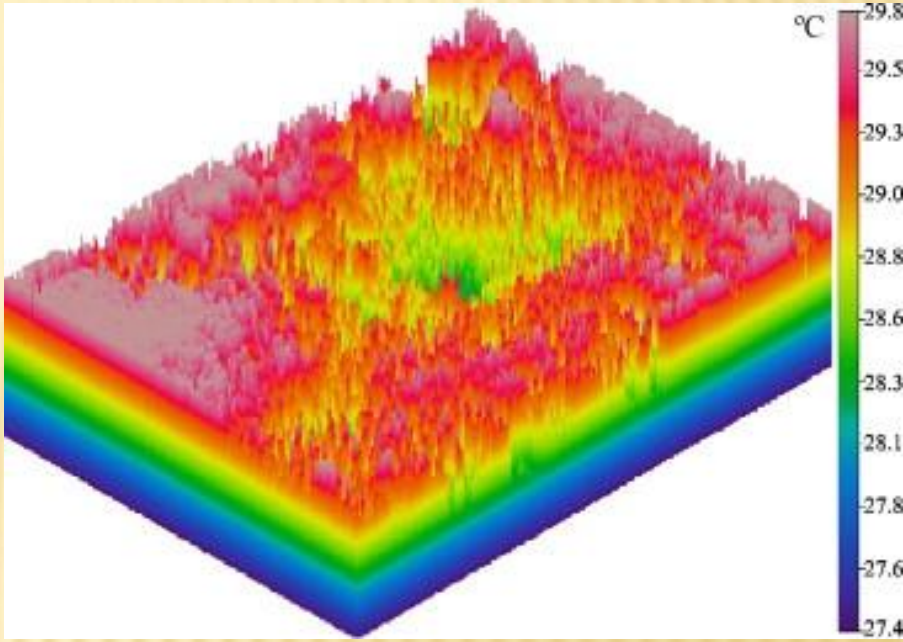
Spessore di substrato	Prestazione termodinamica
8 cm	**Riduzione:** delle temperature massime all'estradosso del tetto, delle gelate delle escursioni termiche. Aumento della durata di vita dell'impermeabilizzazione.
15 cm	**Riduzione** del carico termico sulla copertura. Buono sfasamento temporale del flusso di calore (7 - 8 h). Ritardo nell'ingresso del calore nella seconda metà della giornata.
20 cm	**Riduzione** del carico termico in ingresso e raffrescamento passivo. Elevato sfasamento temporale del flusso di calore (superiore alle 12 h). Permette di raffrescare nelle ore centrali della giornata.
15-35 cm	Contributo alla mitigazione dell'isola di calore nell'ambiente esterno.

PRESTAZIONI ESTIVE DELLA COPERTURA A VERDE

- Sono complessivamente **migliori** di quelle invernali: infatti **il substrato** in qualsiasi condizione di umidità **apporta significativi benefici termici all'ambiente interno confinato**, funzionando come isolamento termico, estrattore di calore (maggiore evapotraspirazione), oppure come una combinazione delle due possibilità.

STRATIGRAFIE SOTTOSTANTI IN ESTATE

- La temperatura superficiale dello strato di vegetazione (prato) assume un valore pari a quello della temperatura dell'aria (23°C) mentre **al di sotto delle piante le varie componenti hanno una temperatura via via inferiore.**

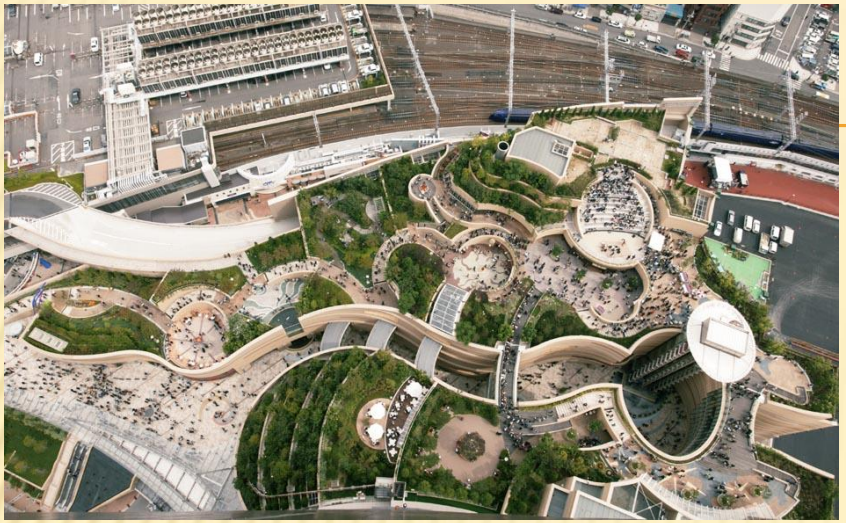


- (Chi Feng et al, 2010. Theoretical and experimental analysis of the energy balance of extensive green roofs. Energy and Buildings)

- Ciò che emerge dai vari esperimenti condotti sulle prestazioni termiche della copertura a verde è che **le stratigrafie sottostanti al substrato non superano la temperatura dell'aria esterna per effetto dell'azione della vegetazione (strato ombreggiante e freddo in quanto traspirante) e del substrato (dotato di spessore e coinvolto nel processo di evaporazione e quindi freddo e/o isolante).**
- Una conseguenza della **stabilità termica** dei vari strati è che l'elemento di tenuta a membrana, non subendo oscillazioni di temperatura, aumenta significativamente il proprio ciclo di vita, rispetto alle membrane esposte all'intemperie ed al sole.

- Un esempio per comprendere il peso e l'efficacia riconosciuti ai **tetti verdi come strumento di mitigazione ambientale**, è dato dall'iniziativa intrapresa dalla **città di Tokio** che impone, dal 1 aprile 2001, l' inverdimento di almeno il 20% delle coperture piane esistenti.

- Tale strumento urbanistico, con l'ausilio di forme d'incentivazione pubblica, è adottato per contrastare l'aumento di quasi **tre gradi** delle temperature medie annue che si e verificato nella città negli ultimi anni.



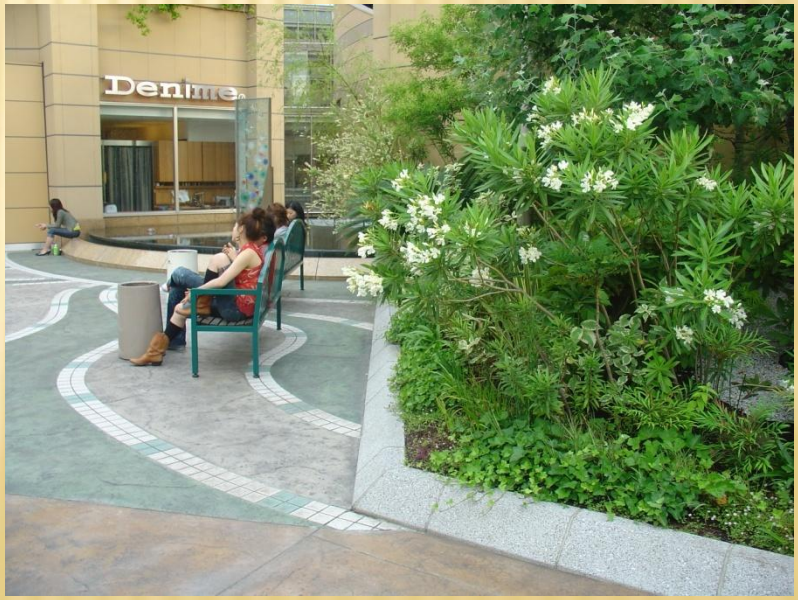
Centri commerciali

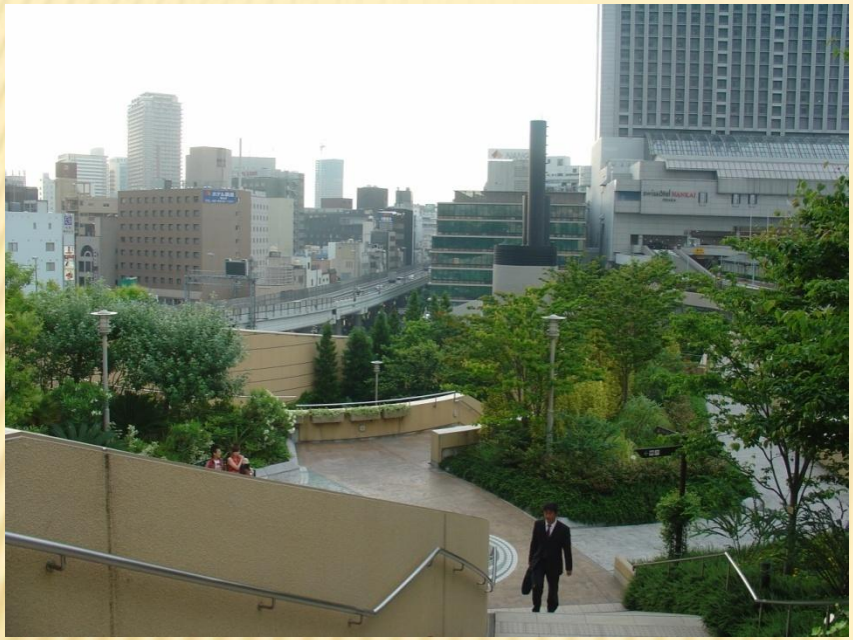
Namba parks Osaka

Al posto dell’ex stadio Nangai, sorge, con i suoi 297 000 m2 di superficie e 42 metri d’altezza, il più imponente centro commerciale del paese. La struttura a terrazze media fra il costruito tradizionale a due piani e i palazzi di nuova costruzione dei terreni adiacenti. Scopo degli architetti era creare in un contesto urbano un giardino tridimensionale nel cuore di una metropoli caratterizzata da elevata concentrazione edilizia

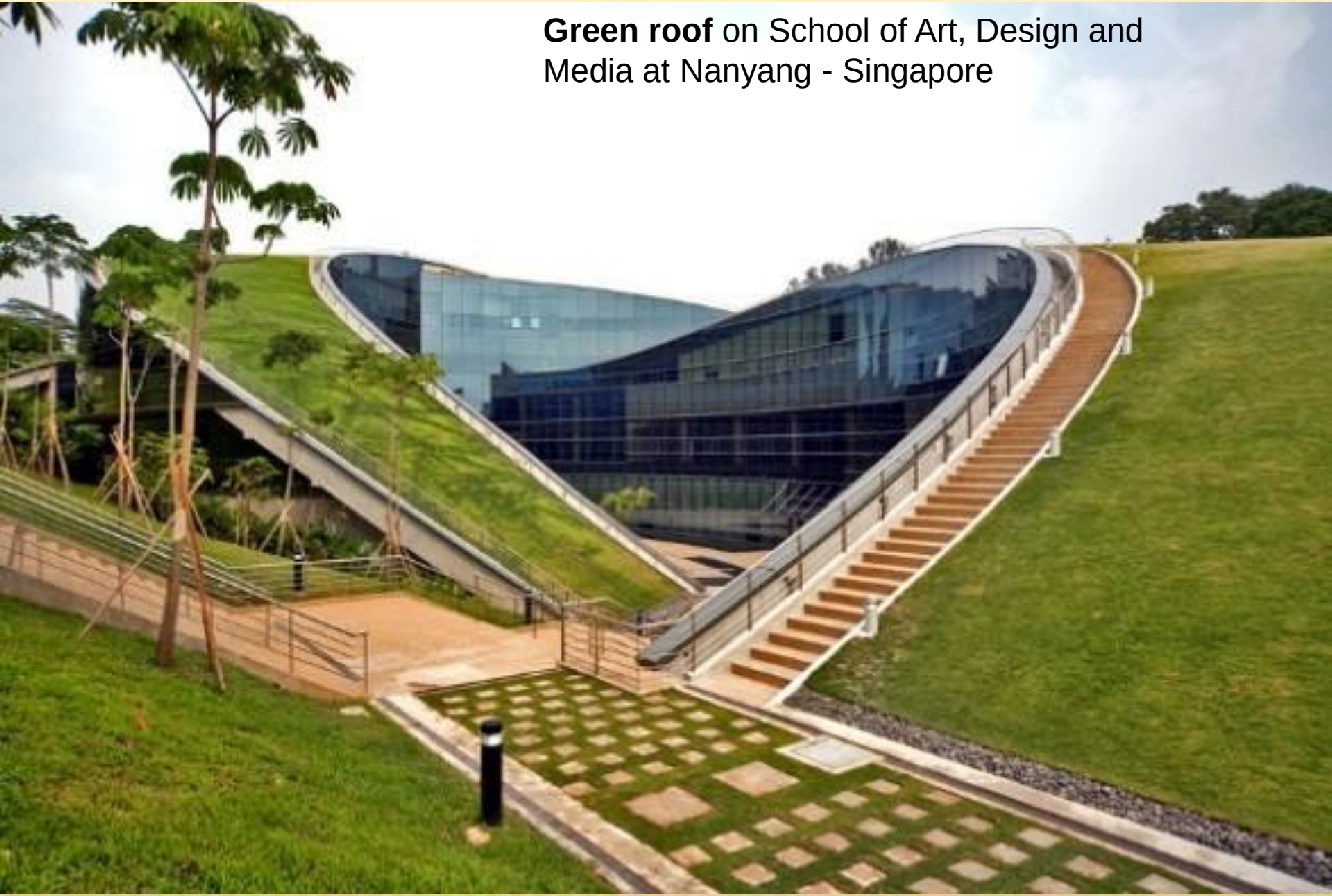
Progettisti: Jerde Parnership

L’anf ni





Il sistema di rampe per l’accesso e collegamento delle singole terrazze



Green roof on School of Art, Design and Media at Nanyang - Singapore

Risparmio energetico e contenimento delle emissioni atmosferiche.

Edifici pubblici

Nuovo ospedale pediatrico Meyer Firenze

Il Nuovo Meyer, l'Ospedale Pediatrico costruito nel complesso di Villa Ognissanti (Careggi), **ai piedi delle colline fiorentine**, osserva tutti i canoni della compatibilità ambientale.

Progettisti: CSPE (Centro Studi Progettazione Edilizia) Paolo Felli (capogruppo),

Vista panoramica del complesso ospedaliero

Panoramiche del giardino sommitale

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il **contenimento energetico** conseguito con i tetti verdi produce effetti che risultano di fondamentale importanza per la salute ambientale e umana, in particolare:

- la diminuzione di produzione di ***CO2, principale responsabile dell'innalzamento*** globale delle temperature,
- la diminuzione di immissione di particolato primario in atmosfera, causa del fenomeno degli ***aerosol urbani o PM10,***
- la diminuzione del fenomeno delle ***isole di calore in ambiente urbano***.

Le città che ci attendono offrano un ampio spazio a questa tecnologia!

Renzo Piano, Academy of Sciences, California USA

Grazie per l’attenzione