

Il verde pensile come strumento di mitigazione dell'isola di calore urbana

Silvia Rossi, Federico Margelli, Teodoro Georgiadis
CNR-IBIMET Sezione di Bologna



IL CONTESTO DI RIFERIMENTO

L'“involucro urbano” [involucro edilizio + superfici urbane] come emettitore di segnali

- segnali out-in

elemento di mediazione

→ **involucro edilizio**

- segnali in-out

elemento di compensazione

→ **involucro urbano**

- L'involucro è un elemento caratterizzato da proprietà energetiche complesse in grado di rispondere differentemente alle forzanti climatiche e nello stesso tempo in grado di variare queste forzanti.

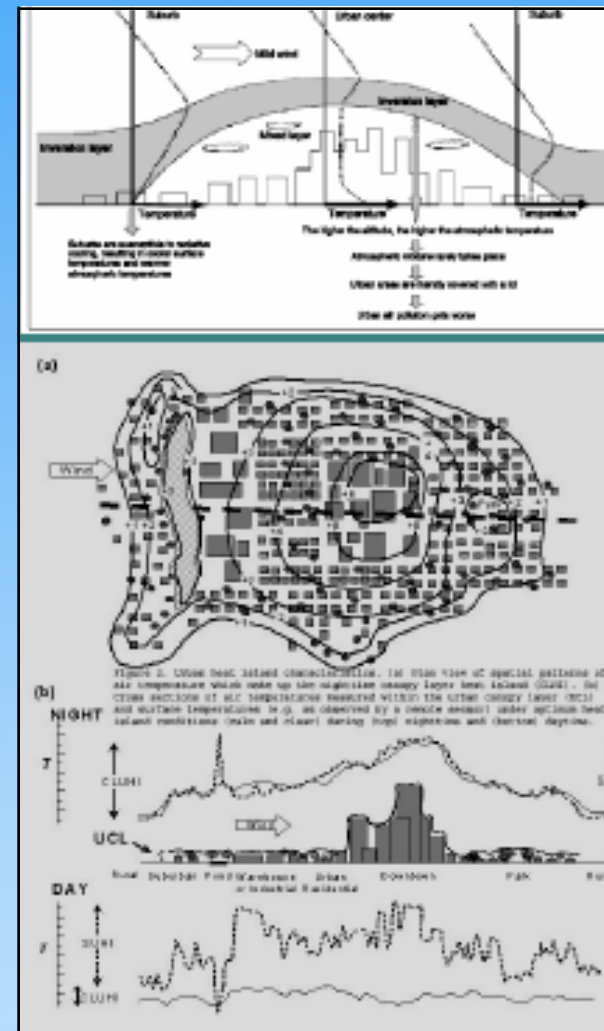
L'AMBIENTE URBANO

proprietà' chimico-fisiche

- L'ambiente urbano e' un sistema complesso nel quale gli scambi energetici sono governati dalla **radiazione incidente** e dalle **proprietà' ottiche-geometriche** delle superfici e di **conduzione termica** dei materiali.
- Questi scambi influenzeranno anche le proprietà' locali della **turbolenza** e conseguentemente anche le caratteristiche della 'urban pollution bubble'.

L'AMBIENTE URBANO proprietà' chimico-fisiche

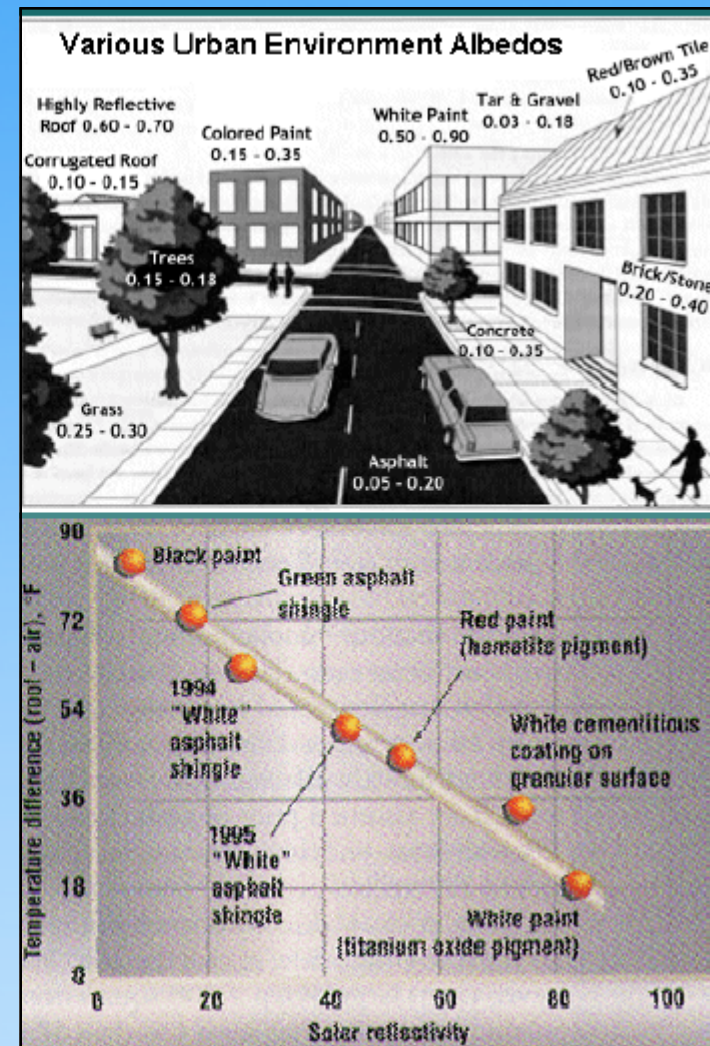
- Per sua natura l'architettura dell'ambiente e' complessa e gli **scambi energetici** avranno andamenti regolati dalla **'tessitura' ambientale** intendendo con questa tutte le caratteristiche chimico-fisiche funzionali quali: morfologia, proprietà' superficiali, topologia e uso antropico del territorio.
- L'attuale sviluppo urbano addensato è responsabile del fenomeno chiamato **"isola di calore"**. Tale fenomeno si caratterizza per una consistente alterazione degli eventi climatici e notevoli influenze sul regime di inquinamento.



L'INFLUENZA DELL'AMBIENTE URBANO

Le caratteristiche delle superfici dell'involucro urbano influenti sull'ambiente igro-termico:

- Riflessione
- Emissione
- Inerzia termica
- Evotraspirazione (vegetazione)
- Evaporazione (superfici liquide)



L'INFLUENZA DELL'AMBIENTE URBANO

Figure 3a: Typical Daily Summer Rural Energy Balance

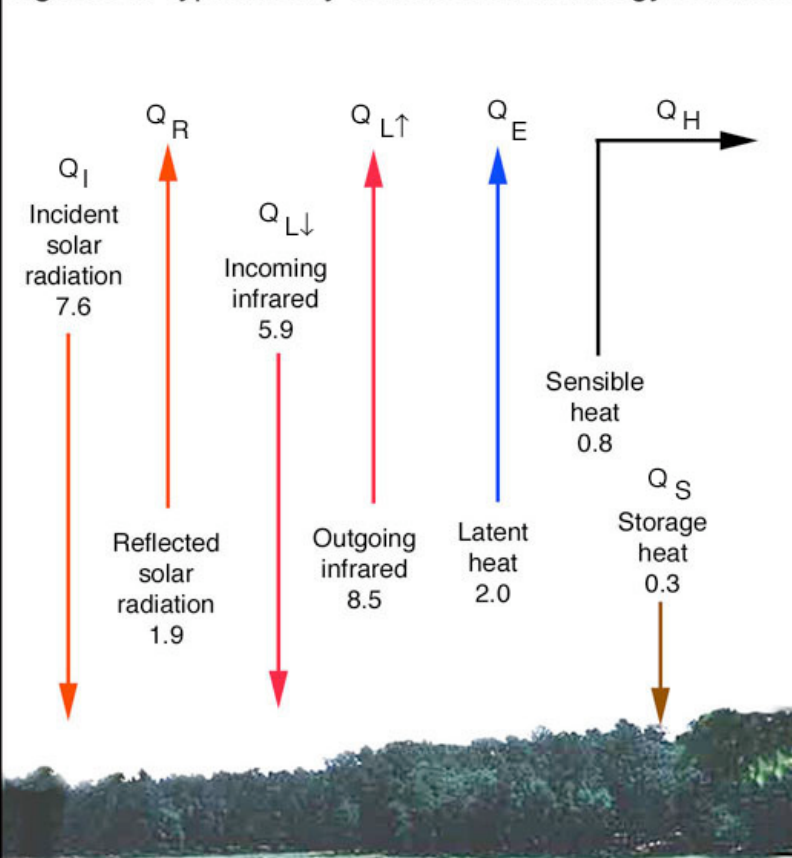
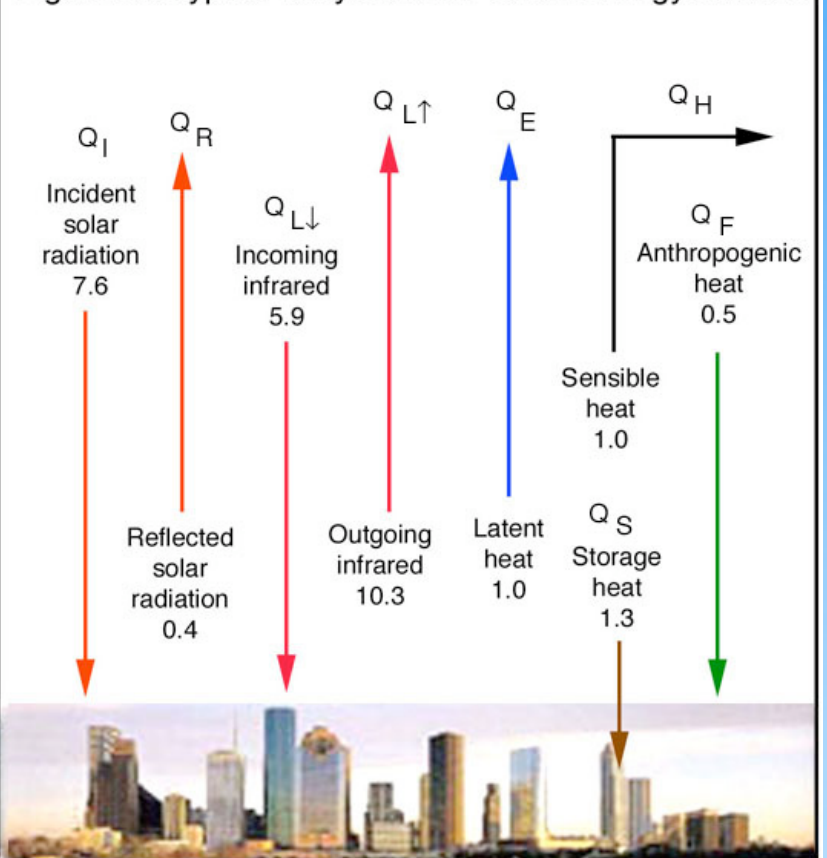
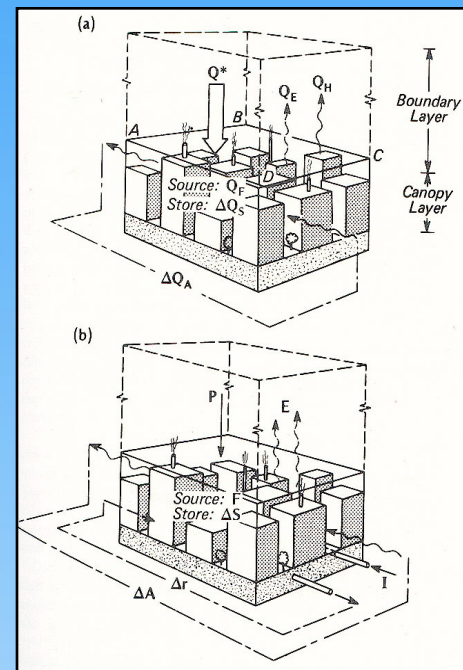
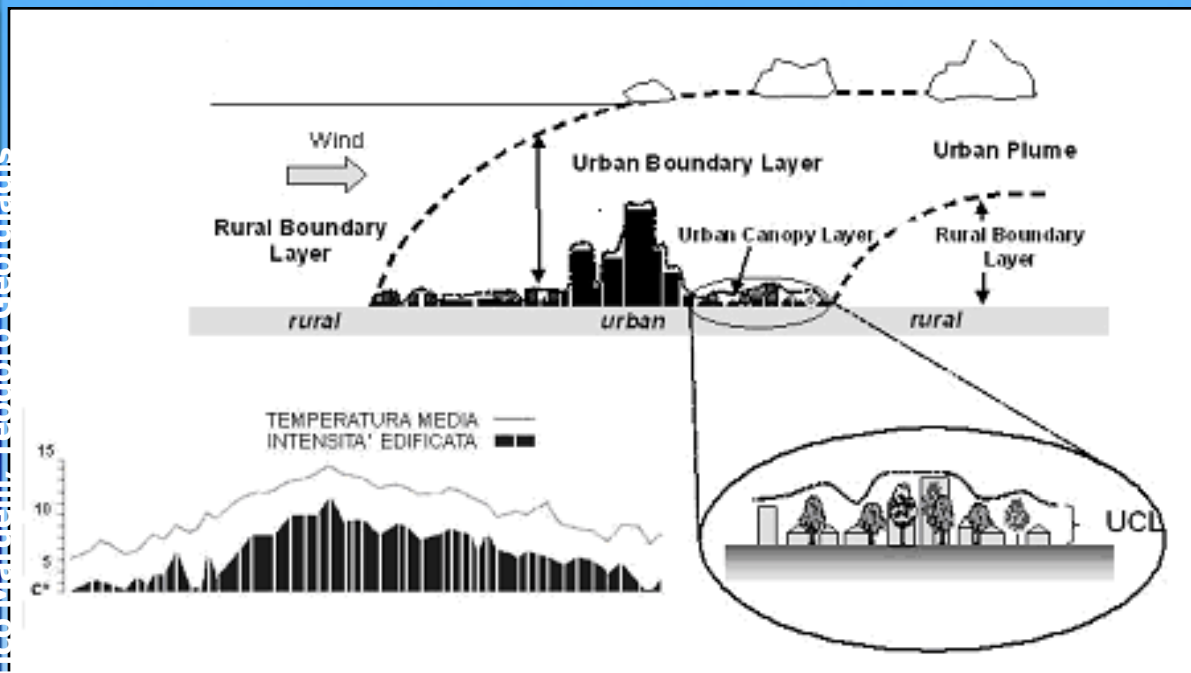


Figure 3b: Typical Daily Summer Urban Energy Balance



ISOLA DI CALORE

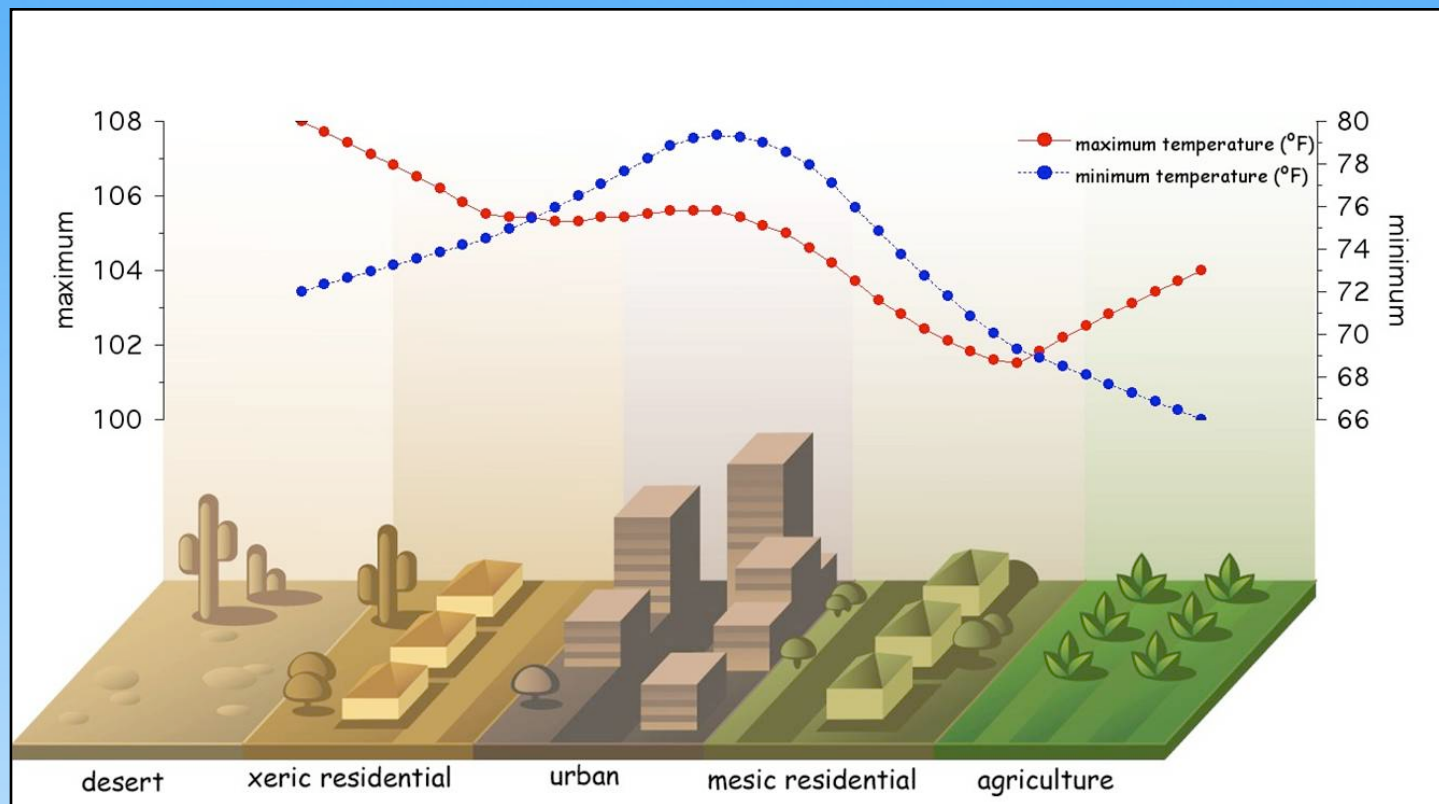
Silvia Rossi, Federico Margelli, Teodoro Georgiadis



L'isola di calore è definita come la differenza di temperatura tra l'ambiente urbano e quello circostante.

Tale gradiente termico è dovuto all'influenza che l'urbanizzazione e la presenza umana hanno sull'interazione tra il Boundary Layer (0-1000/2000 m), l'Urban Canopy Layer (0-altezza degli edifici) e il Surface Layer (superficie urbana).

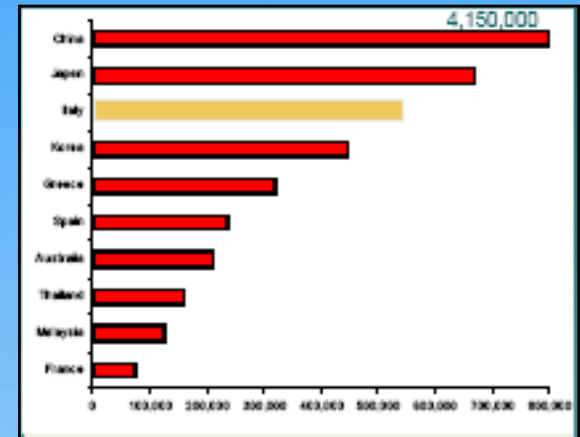
ISOLA DI CALORE



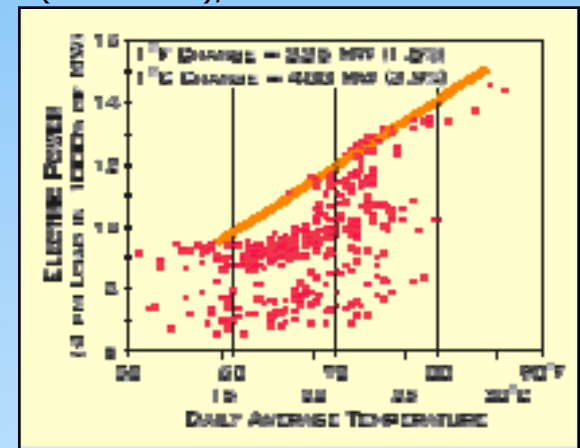
L'ISOLA DI CALORE

- L'isola di calore, in particolare, incide sulle condizioni ambientali e quindi sul benessere degli abitanti sia negli spazi esterni urbani sia nell'ambiente confinato.
- Correlato al fenomeno "isola di calore" è l'aumento dei consumi di energia (raffrescamento).

On warm afternoons in Los Angeles; the demand for electric power rises nearly 2% for every degree Fahrenheit the daily maximum temperature rises (fonte: www.eetd.lbl.gov/HeatIsland/EnergyUse/)



Top ten fastest growing minisplits markets, volume increases (cumulative), 2000-2004



QUALITA' URBANA E QUALITA' DEL COSTRUITO

Il tema del miglioramento della QUALITA' delle condizioni ambientali degli spazi urbani e degli spazi confinati costituisce un problema che l'urban design deve affrontare nella messa a punto di logiche di sviluppo delle città.

MITIGAZIONE DEL FENOMENO SECONDO TRE ASPETTI:

1_ tipo MACRO – pianificazione territoriale

2_tipo MESO – pianificazione urbana (qualità ambientale outdoor e controllo delle forzanti sul costruito)

3_tipo MICRO – progettazione edilizia (qualità ambientale spazio confinato, modello di funzionamento energetico dell'organismo edilizio, correlazione edificio-ambiente).

QUALITA' URBANA E QUALITA' DEL COSTRUITO

Analisi della città e la sua risposta alle forzanti climatiche.

A fronte della forzante macroclimatica la qualità delle condizioni ambientali degli spazi urbani dipende da:

- Fattori morfologici
- Fattori naturalistici
- Fattori antropici

Figure 5 : Urban heat island mitigation measures

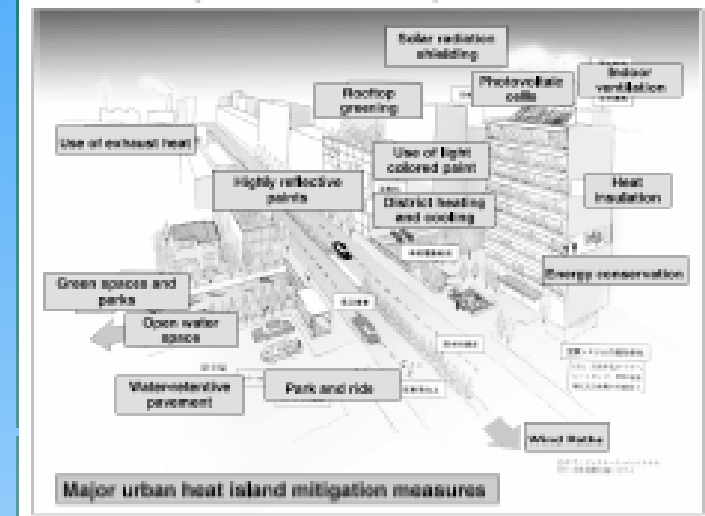
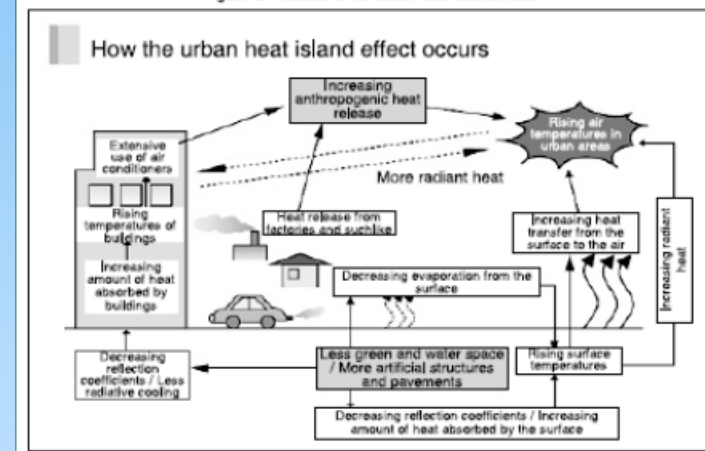


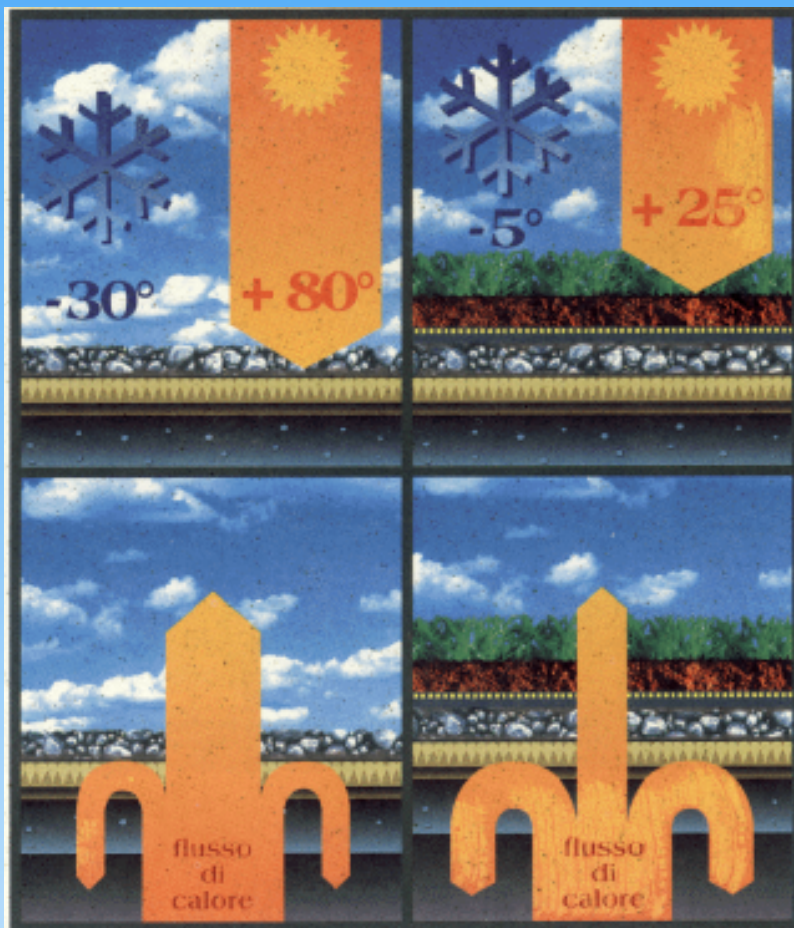
Figure 2 : Causes of the urban heat island effect



GREENROOF COME STRUMENTO DI MITIGAZIONE



GREENROOF COME STRUMENTO DI MITIGAZIONE

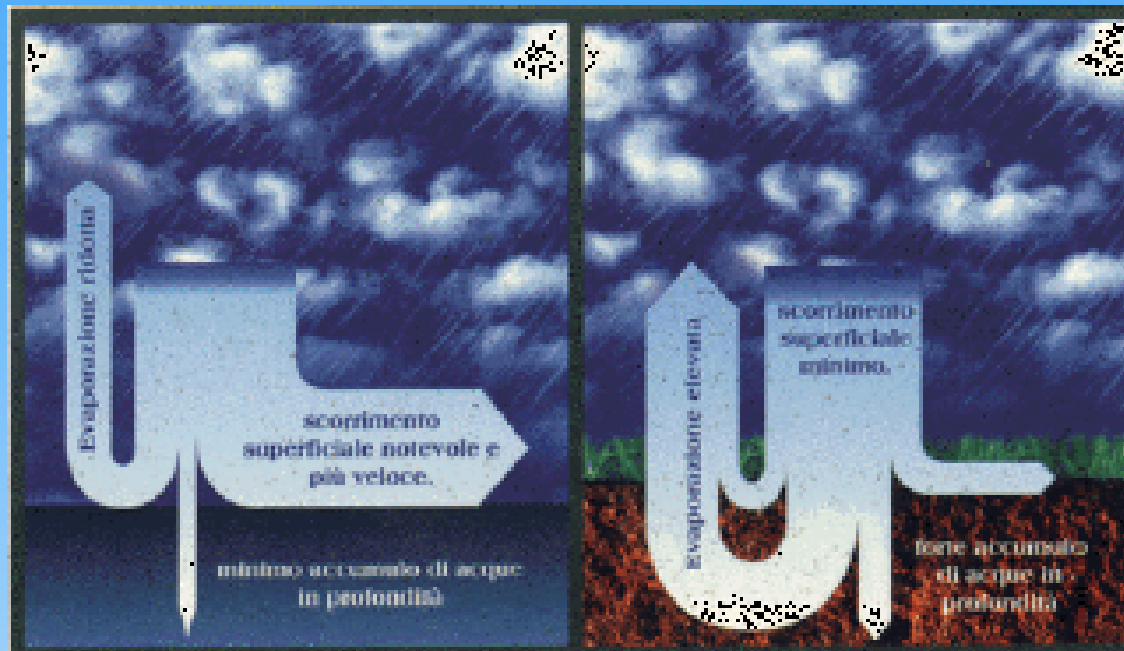


- **INERZIA TERMICA**

- $DT = T_{\text{max estiva}} - T_{\text{min}} = 110$ gradi per un tetto spoglio

- $DT = T_{\text{max estiva}} - T_{\text{min}} = 30$ gradi per un tetto inverdito

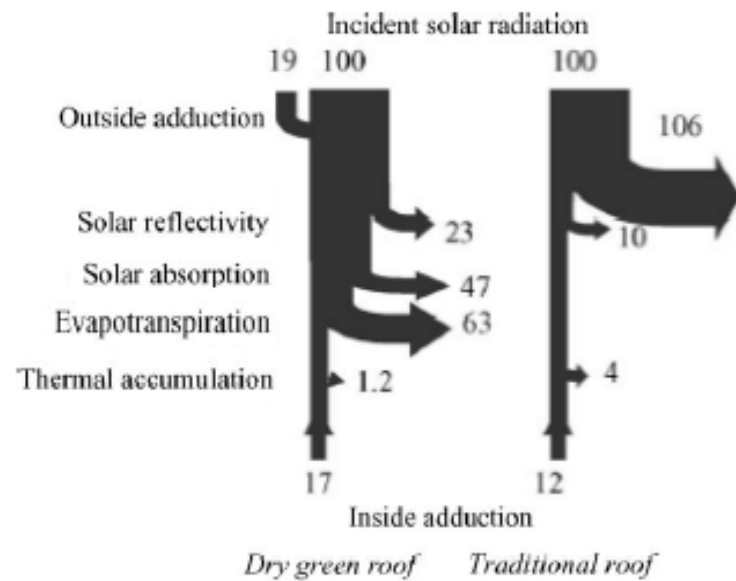
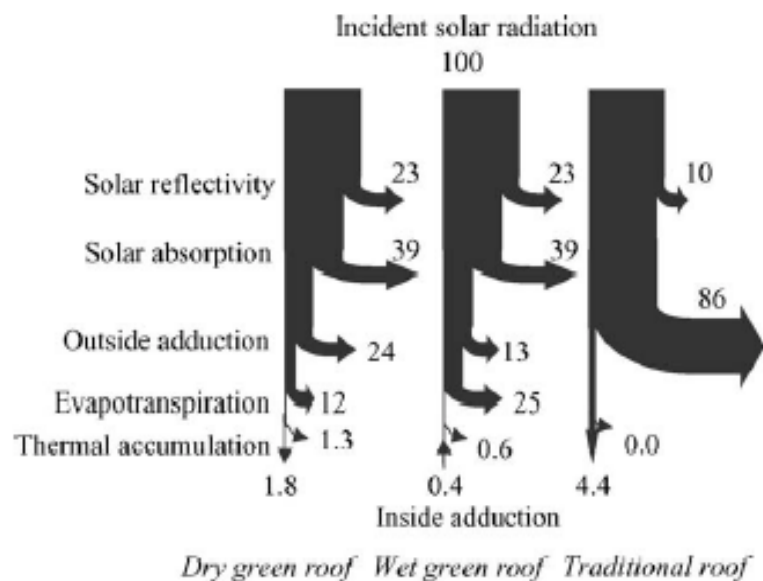
GREENROOF COME STRUMENTO DI MITIGAZIONE



- Si riduce inoltre il carico che grava sulla rete di smaltimento delle acque piovane, la quale viene assorbita dalle piante.

GREENROOF COME STRUMENTO DI MITIGAZIONE

Silvia Rossi, Federico Margelli, Teodoro Georgiadis



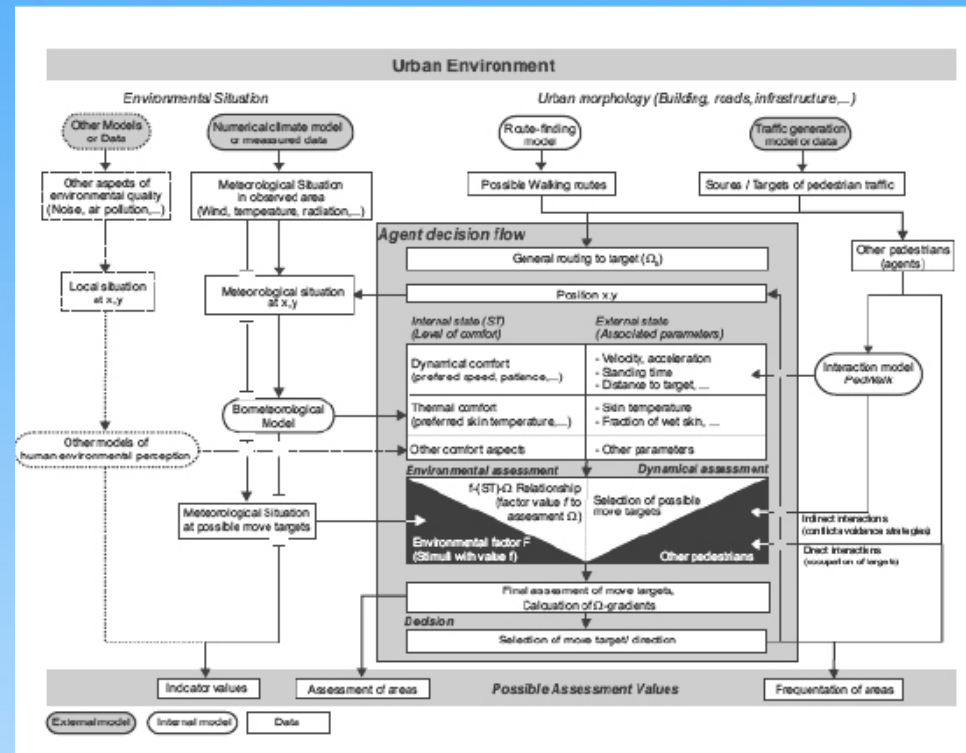
Confronto dello scambio energetico tra un Green Roof e un tetto tradizionale (sinistra: estate, destra: inverno). Nella figura si è normalizzato a 100 le unità energetiche in ingresso. (R.M.Lazzarin, F.Castellotti, F.Busato Experimental measurements and numerical modelling of a green roof Energy and Buildings 37, 2005)

MACRO-MESO-MICRO ASPETTI DI UN SISTEMA INTERATTIVO

Morfologia urbana, materiali, tecnologie, clima costituiscono gli elementi di un sistema interattivo che influisce sullo stato dinamico che caratterizza il topoclimate della città.

Progettazione edilizia e progettazione urbana viaggiano normalmente su percorsi separati.

Silvia Rossi, Federico Margelli, Teodoro Georgiadis

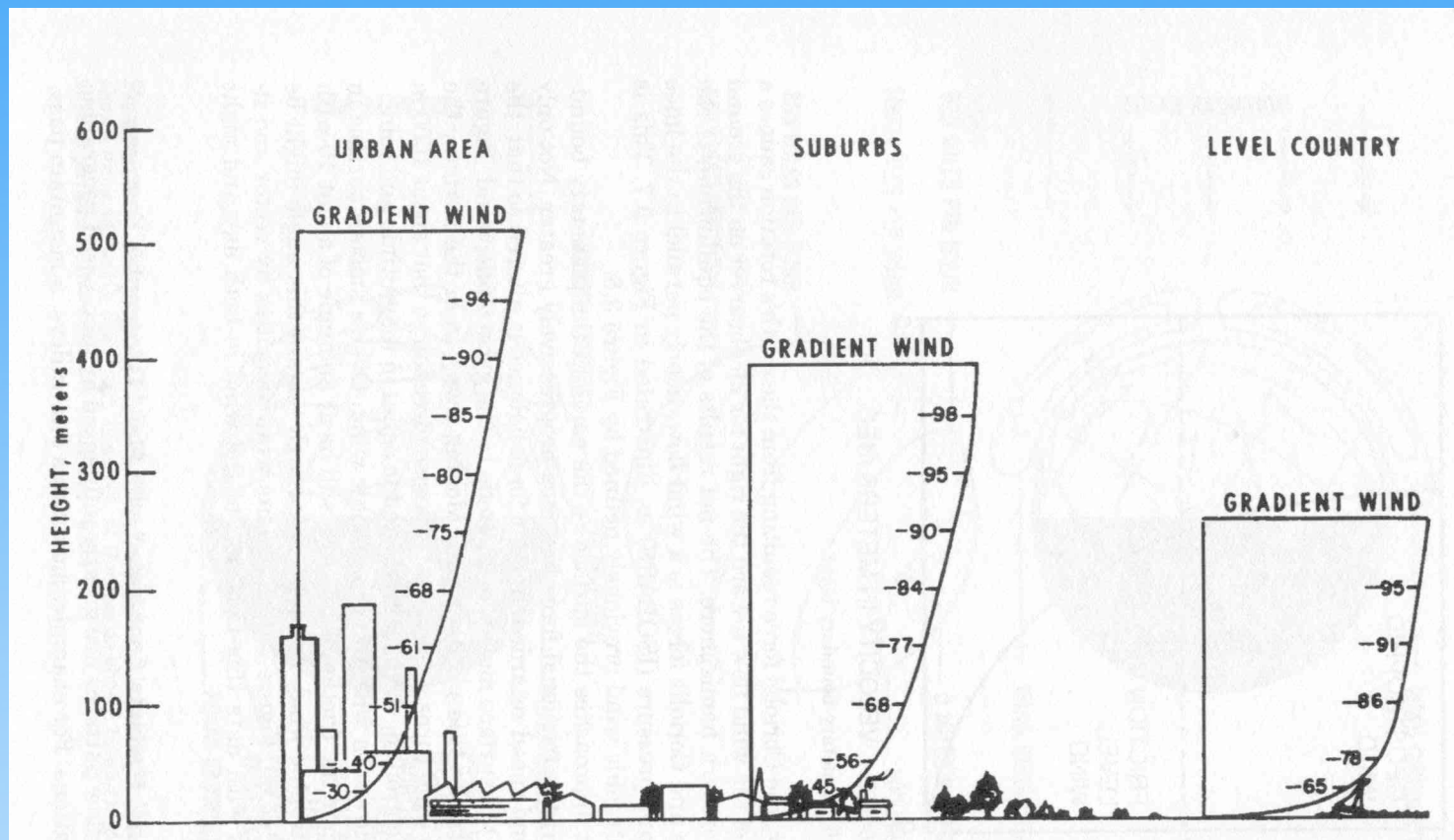


IL PROGETTO



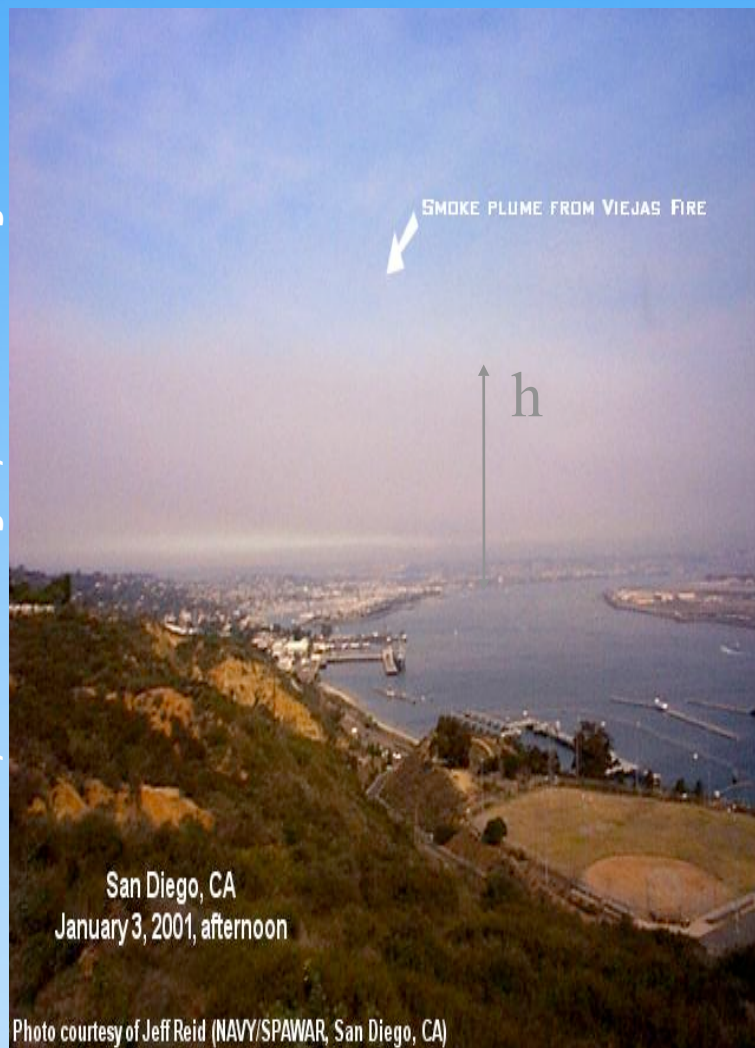
Il progetto edilizio viene quindi ad assumere nuove funzioni e nuove modalità di sviluppo rispetto a quelle classiche orientate ad analisi del manufatto in se stesso.

L'INFLUENZA SUL/DEL VENTO



I profili del flusso medio del vento sono modificati dalla rugosità della superficie sottostante e con loro anche gli scambi di quantità fisiche. In particolare la città opera un forte cambiamento.

LO STRATO LIMITE

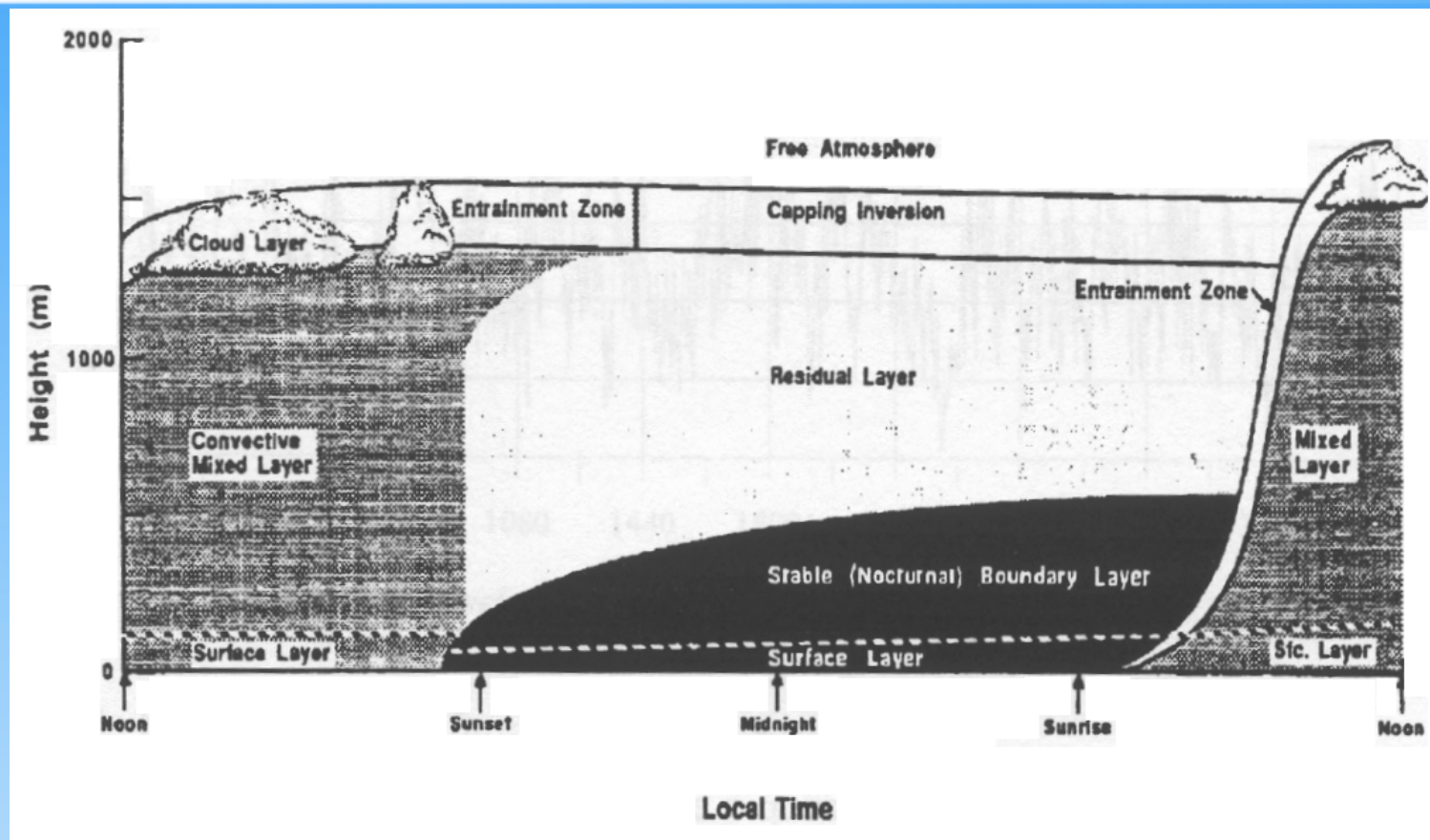


Lo scambio è regolato principalmente dalle condizioni di stabilità atmosferica:

- instabilità che si forma durante le ore più soleggiate a causa del riscaldamento della superficie;
- neutralità che si verifica principalmente durante giornate coperte e ventose
- stabilità caratteristica della notte.

Durante queste diverse condizioni di stabilità l'altezza dello strato limite planetario, quella dove viene rimescolato l'inquinamento e il calore, varia da molte centinaia di metri (instabilità) e poche decine di metri (forte stabilità).

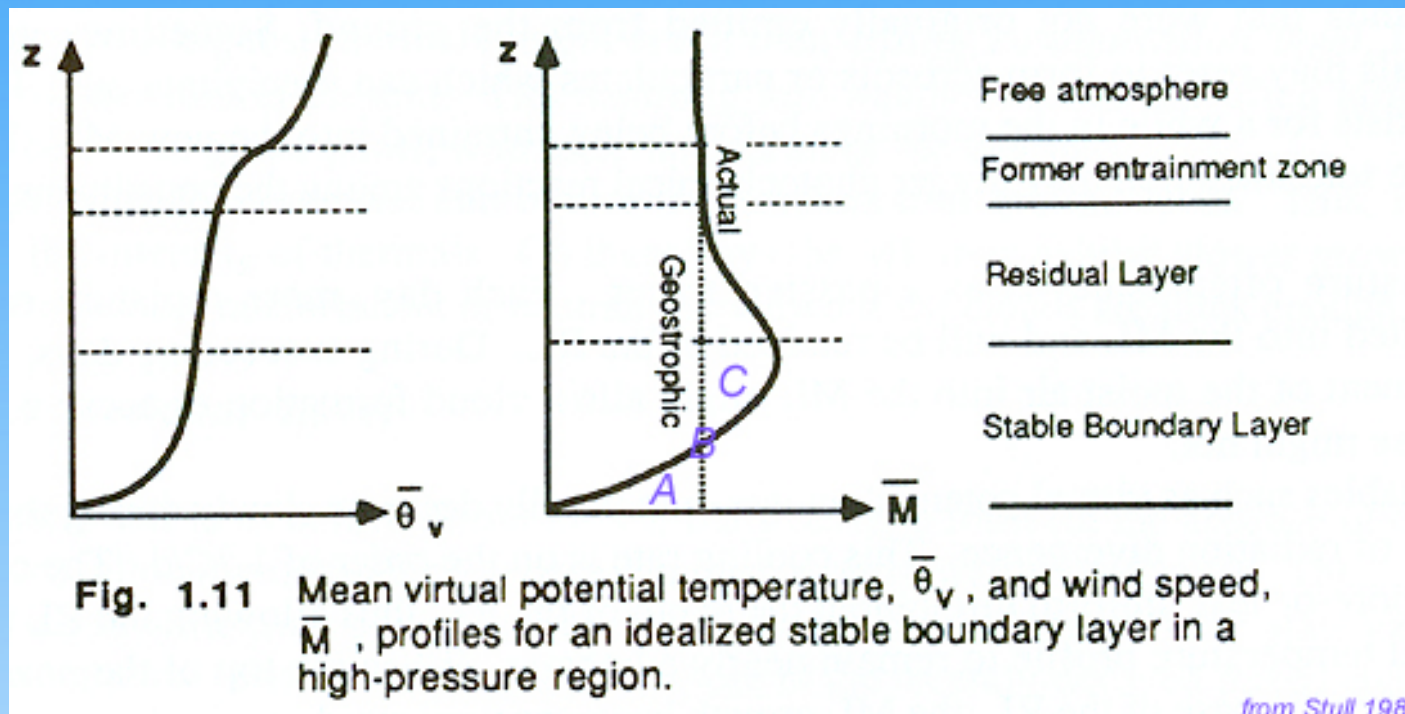
TURBOLENZA



Evoluzione giornaliera dello strato limite planetario. Durante la stabilità (zona nera) la turbolenza è quasi completamente soppressa e con lei gli scambi di tutte le quantità fisiche.

L'aria è immobile.

STRATIFICAZIONE DELL'ATMOSFERA



... e il profilo del vento mostra un netto disaccoppiamento tra lo strato più vicino al suolo e quelli superiori...

LE CONDIZIONI PEGGIORI PER GLI INQUINANTI

Silvia Rossi, Federico Margelli, Teodoro Georgiadis



I VENTI KATABATICI



Sperimentazione dell'esistenza di venti fortissimi, chiamati katabatici, che hanno una origine orografica, ovvero nascono perche' sul plateau molto alto e freddo le masse d'aria di raffreddano piu' del resto dell'atmosfera e diventando così più dense precipitano verso valle. Facendolo per molte migliaia di chilometri sono in grado di raggiungere velocita' di 200 km/h

I GIARDINI PENSILI E I VENTI KATABATICI

Ma una applicazione, chiaramente di più modeste intensità, può essere fatta anche grazie ai giardini pensili. A causa dell'evapotraspirazione le masse d'aria poste in alto negli edifici vengono a contatto con la superficie più fredda del materiale vegetato e raffreddandosi scendono verso il suolo generando un vento di parete. Una volta raggiunto il suolo innescano una specie di turbolenza artificiale che rimescola l'aria immobile vicino alla strada facendo così diminuire le concentrazioni di inquinanti e rinfrescando l'ambiente.

