

Radiazione solare e ambiente urbano

L' isola di calore urbana

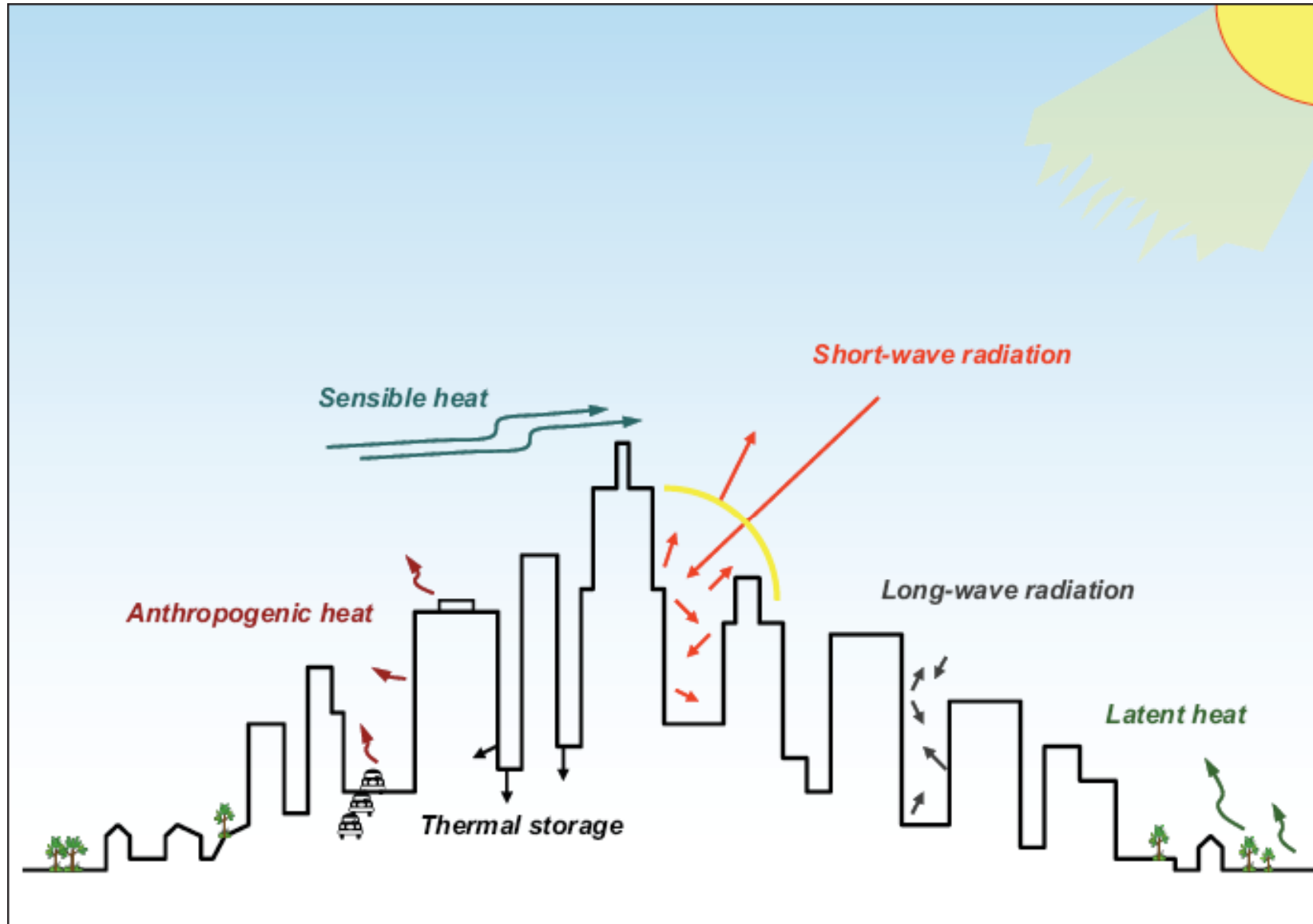
Uso di pannelli: effetti positivi e qualche problema

L' effetto della vegetazione

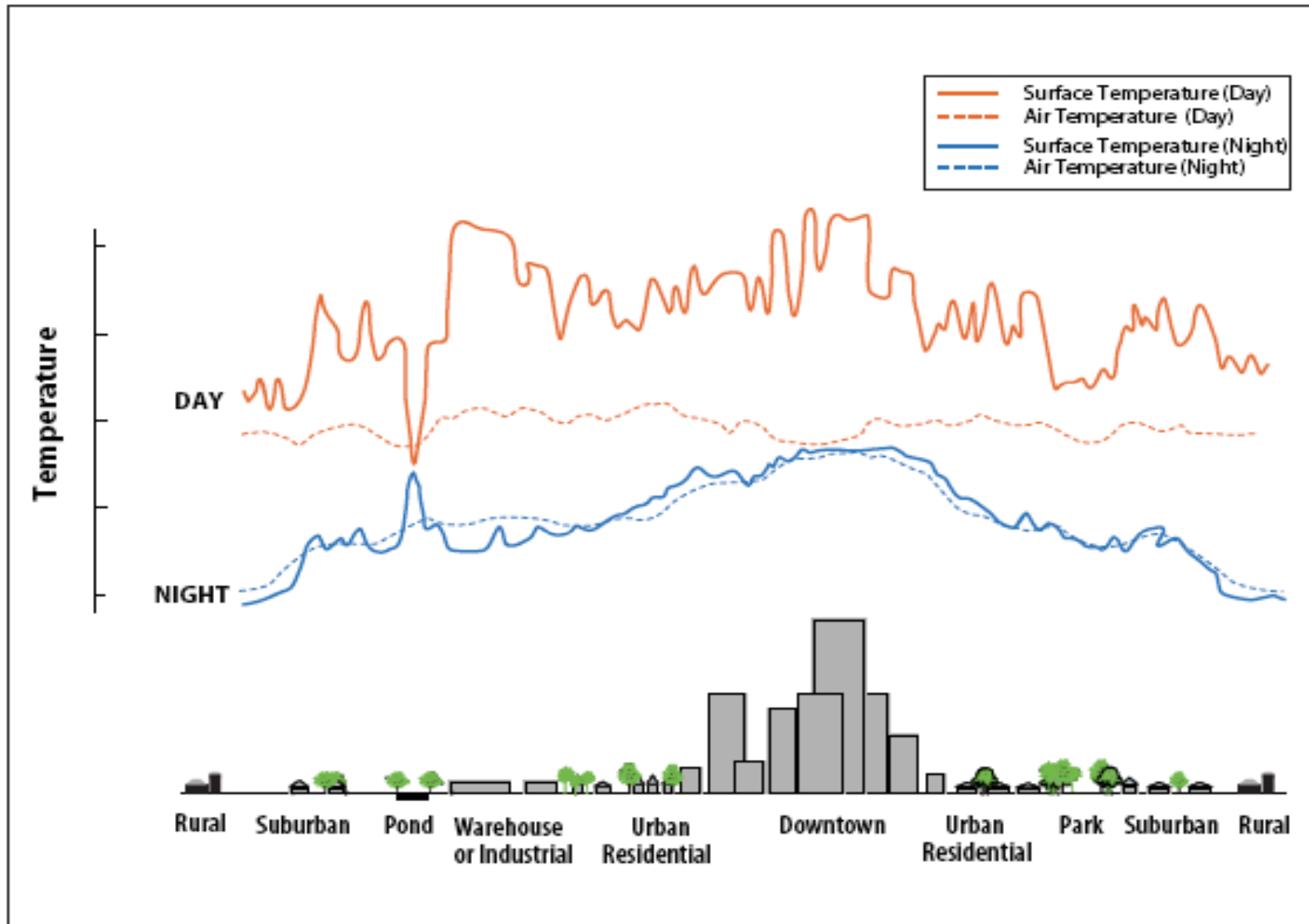
Bilancio energetico complessivo

Esempi

L'isola di calore (I)

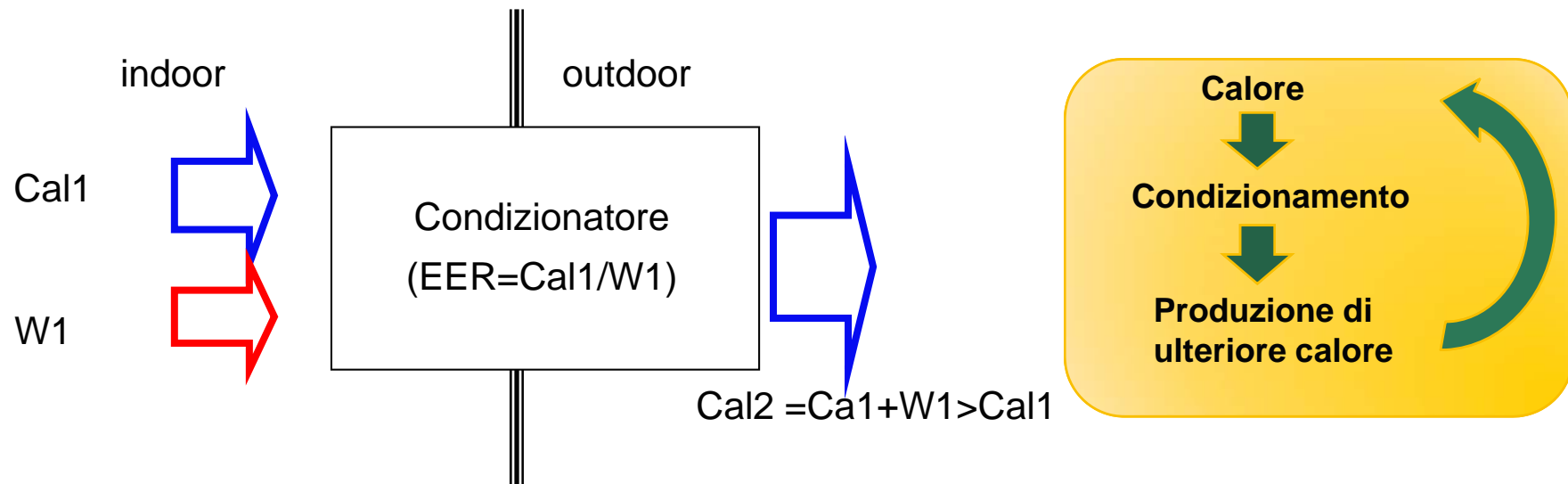


L'isola di calore (II)



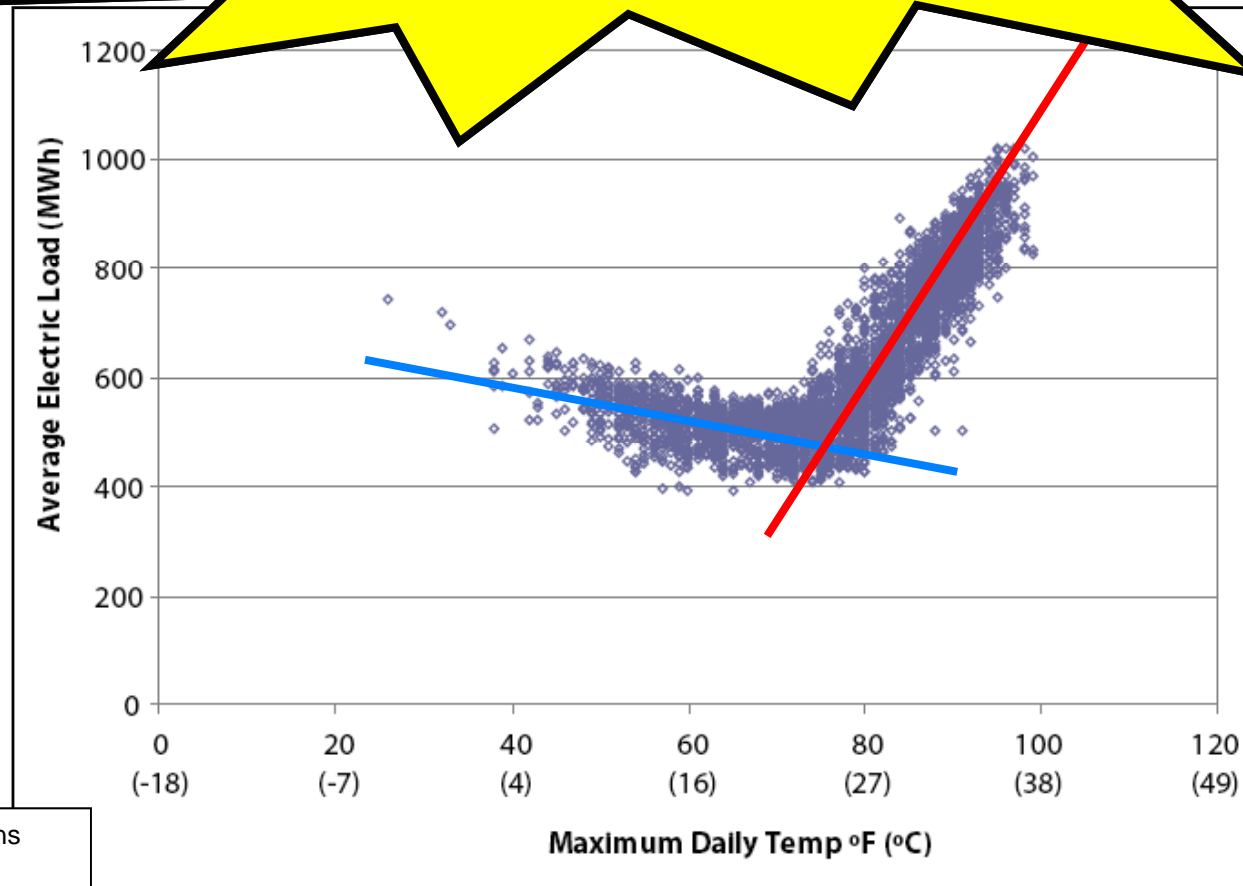
L'isola di calore (III)

- Si ha una temperatura diurna di 2-3 gradi superiore alle zone rurali circostanti
- Si ha una temperatura notturna anche di 12 gradi superiore alle zone rurali circostanti !
- D' inverno l' effetto è positivo inquanto riduce un pò i consumi per il riscaldamento
- D' estate aumenta moltissimo i consumi per il condizionamento inquanto si innesca un ciclo a retroazione positiva dovuto al basso rendimento termico dei condizionatori



L'isola di calore (IV)

**Consumo di energia in estate:
+100% !**



Ref: City of New Orleans

Source: Entergy, 2006

Uso di pannelli fotovoltaici in ambiente urbano



È un fattore positivo per sfruttare (anziché subire) la radiazione solare



I pannelli producono più energia proprio dove e quando è necessario



I pannelli ombreggiano i tetti riducendo del 5-10% la necessità di condizionamento dei piani alti



L'efficienza non è elevatissima (max 20%)



Siccome l'albedo dei pannelli è basso (circa 0.2), si aumenta il contributo all'isola di calore rispetto all'uso di coperture ad elevato albedo

I vantaggi comunque superano gli svantaggi. Occorre integrarli nel tessuto urbano opportunamente, anche dal punto di vista estetico.

Effetto della vegetazione

- Fotosintesi: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{luce} \Rightarrow \text{Carboidrati} + \text{O}_2$
- evapotraspirazione: sottrazione di energia per la traspirazione della pianta e per l' evaporazione di acqua dal suolo

FOTOSINTESI:

Trasforma

l' **energia luminosa** (**è inesauribile, è rinnovabile, è gratuita, è distribuita sul pianeta, è pulita,**

ma

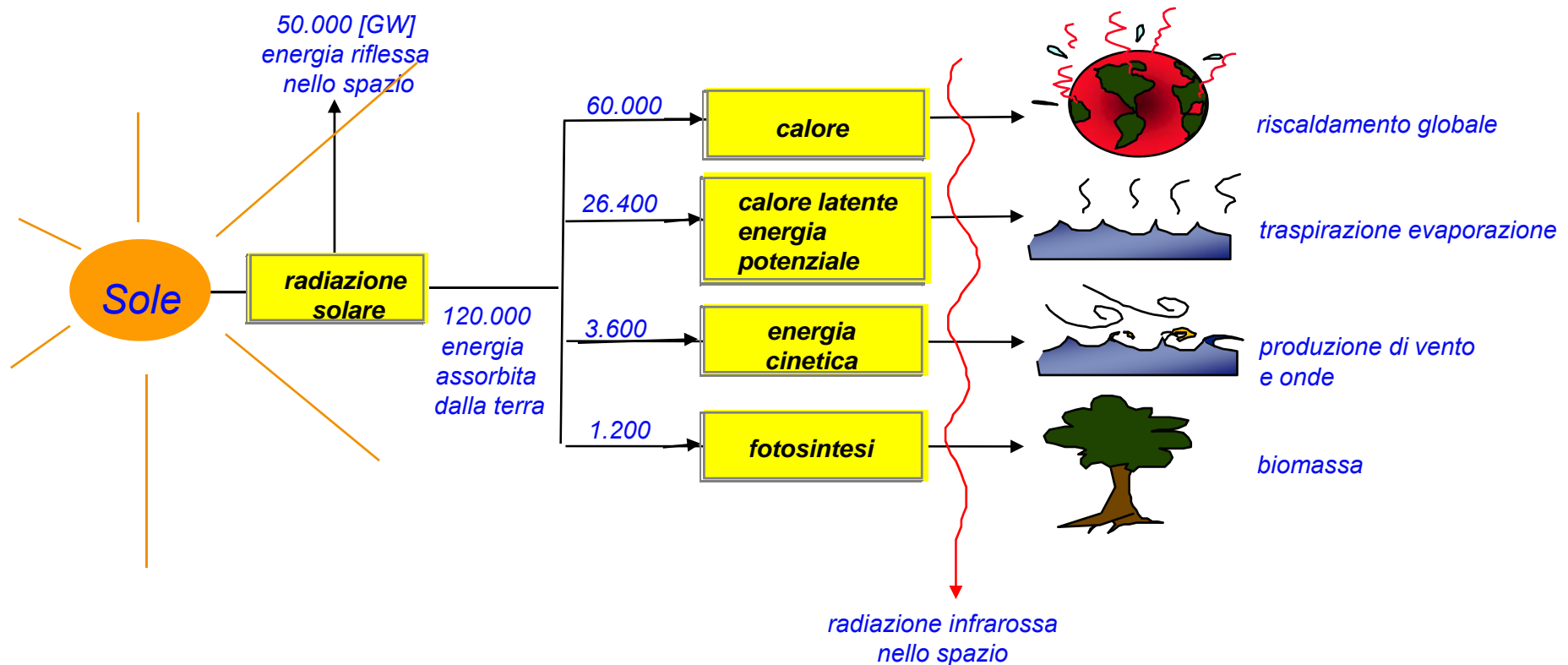
ha bassa intensità (energia/superficie), ha discontinuità temporale, non è trasportabile, non è conservabile, è difficilmente utilizzabile)

in **energia chimica** (**ha alta intensità, è trasportabile, è conservabile, è facilmente utilizzabile per diversi fini da animali, motori, macchine,....,**

ma

produce scorie, è costosa, è esauribile

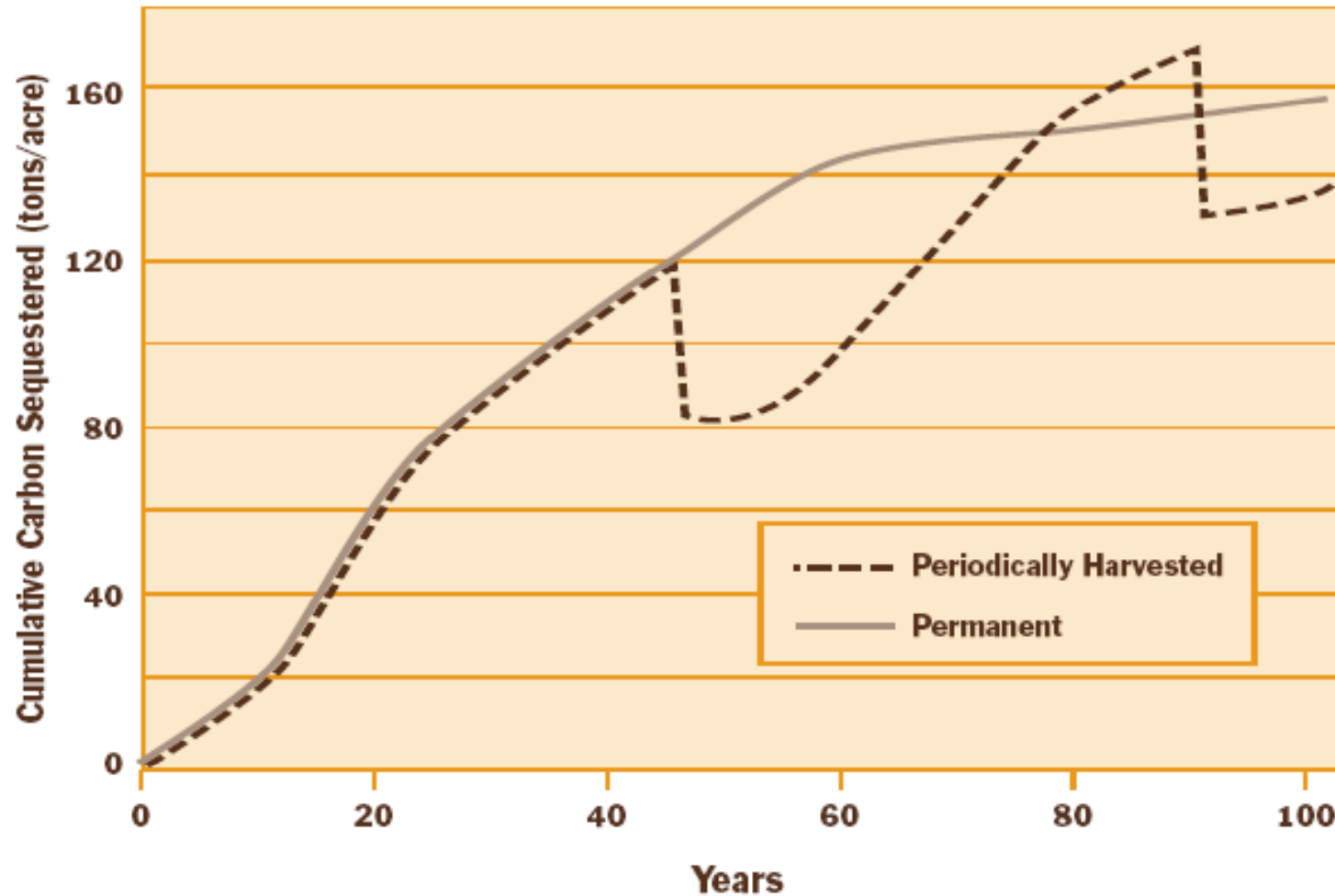
Effetti globali (I)



Flussi di energia solare (in miliardi di watt)

Anche se la fotosintesi riesce ad assorbire solo l'1% dell'energia solare che arriva sul Pianeta, riesce ad assorbire una quantità di energia pari a 9 volte il consumo energetico di tutti gli abitanti della Terra. Vale a dire che circa il 10% dei vegetali prodotti della fotosintesi, se utilizzati per produrre energia, basterebbero a soddisfare il fabbisogno energetico di tutta la popolazione mondiale

Effetti globali (II)

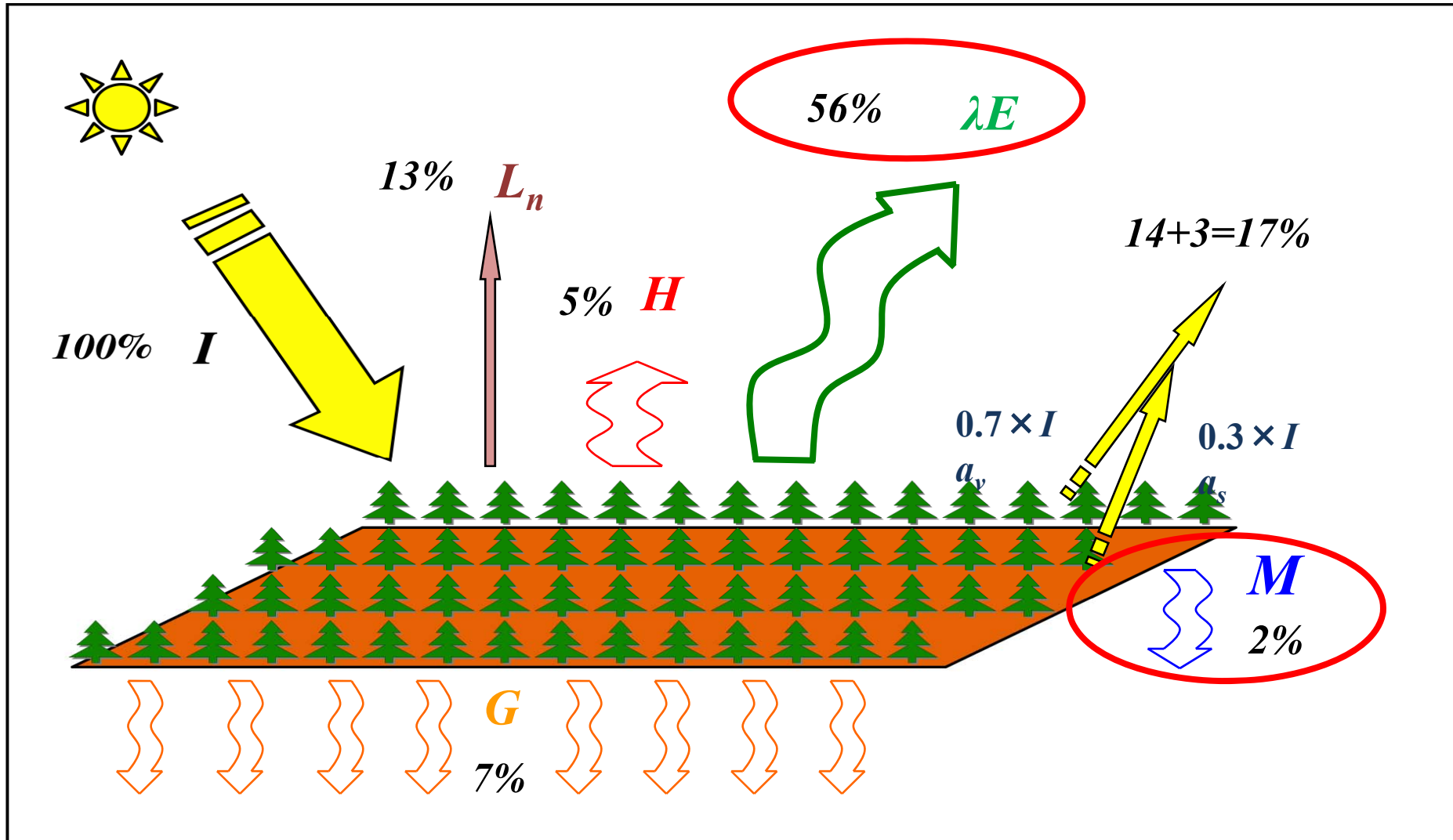


Source: Stavins (1999), based on data from Moulton and Richards (1990) and Richards (1997a).

Note: Time profile is of loblolly pine in the Mississippi Delta states region of the United States.

Effetti locali (I)

$$(1 - a_{tot})I = L_n + G + H + \lambda E + M \quad \left[\frac{W}{m^2} \right]$$



Effetti locali (II)

La vegetazione in ambiente urbano ha molteplici effetti positivi:

- Riduzione del calore ambientale
- Riduzione dell'emissione termica
- Produzione di ossigeno
- Sequestro di CO₂
- Possibilità di termovalorizzazione → produz. Energia
- Miglioramento della qualità della vita

Considerazioni sull'efficienza energetica urbana

- Si tratta di ridurre i consumi energetici sia invernali sia estivi
- Per i consumi invernali: isolamento termico. L'apporto del sole in inverno è abbastanza limitato nei nostri climi
- Per i consumi estivi: attenzione alle pareti vetrate e ai tetti
- Dal punto di vista dell'area urbana nel suo complesso occorre ridurre l'isola di calore
 - Attento studio delle orientazioni di strade ed edifici in modo da ridurre l'effetto di intrappolamento della radiazione solare
 - Utilizzo di materiali ad elevato albedo sulle pareti e sui tetti
 - Utilizzo di asfalti ad elevato albedo
 - Alberature a foglia caduca soprattutto su aree asfaltate e contro le pareti rivolte a mezzogiorno
 - Aumento delle aree verdi

Esempio: stanza con parete vetrata posta a sud

Per una stanza 4x5 ben isolata in inverno ≈ 500 kW per il riscaldamento

In estate a mezzogiorno la parete vetrata $2 \times 2 = 4 \text{ m}^2$ è esposta al sole.

Il vetro ha una trasmittanza elevata (0.9) e quindi il sole trasporta all' interno $1 \times 0.9 \times 4 \times \cos(70^\circ) = 3.6 \times 0.34 = \underline{1.2 \text{ kW}}$ (ultimo fattore dovuto all' inclinazione del sole)

Per compensare questa potenza termica occorrerà utilizzare un condizionatore (EER=3) che per controbattere solo questo calore dovrà consumare $1.2/3 = \underline{400 \text{ W}}$!

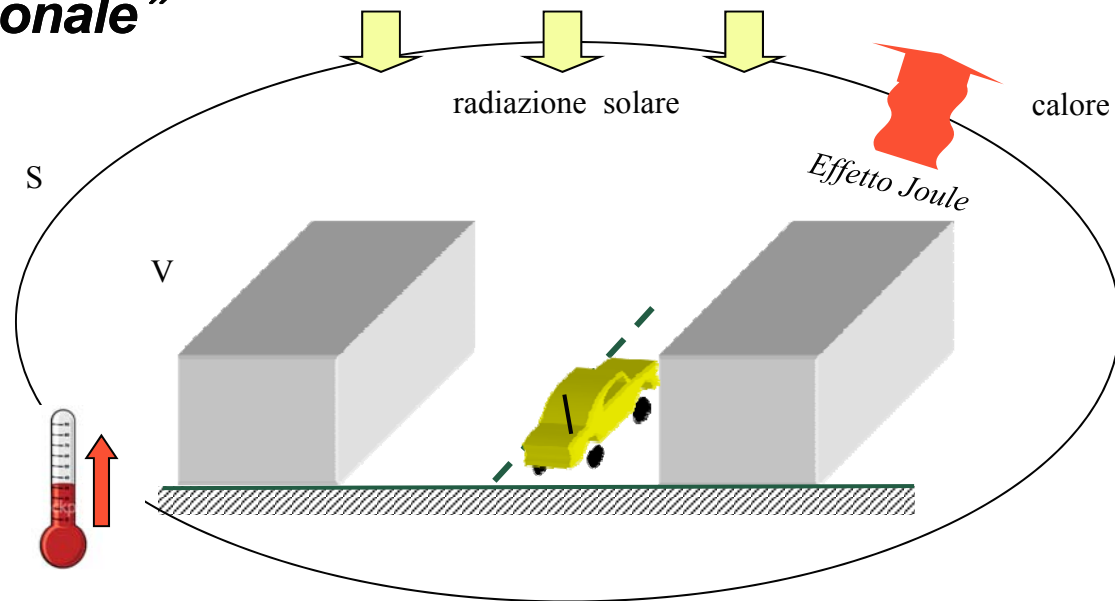
Montando delle barriere frangisole si potrebbe evitare quasi del tutto questo consumo. Se su tali barriere si montassero pannelli solari, si produrrebbe per di più energia...

es: $1 \times 4 \times 0.34 \times 0.2 \sim 300 \text{ W}$



Esempio: sezione di area urbana stilizzata

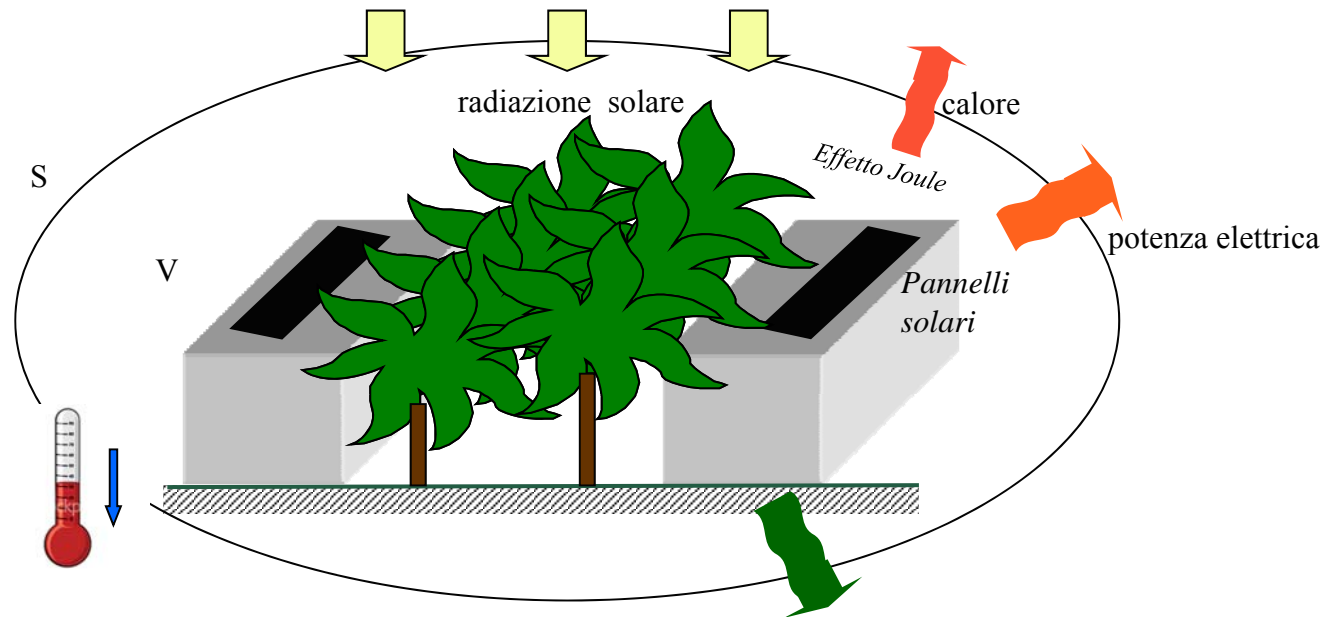
Area urbana "Tradizionale"



Supponiamo nel complesso la strada + edifici adiacenti abbia un' area di 1 ha (ettaro) = 10000m^2 , divisa a metà in superficie edificata e strade. Se il sole è allo zenit, come ai tropici nel solstizio (per semplicità) sulla zona incide una potenza di $1\text{KW} \times 10000 = 10\text{MW}$ (10 megawatt!!).

calcolo...

Esempio: sezione di area urbana stilizzata “geo-ingegnerizzata”



potenza ceduta a fenomeni di natura non elettromagnetica:
accrescimento degli alberi, produzione di ossigeno,
evaporazione

Ora i tetti (50% della superficie) sono coperti da pannelli fotovoltaici. Le strade (restante 50% della superficie) sono totalmente alberate...

calcolo...

Valutazione dell'efficienza energetica urbana in relazione alla radiazione solare

Nuovo approccio alla efficienza energetica urbana

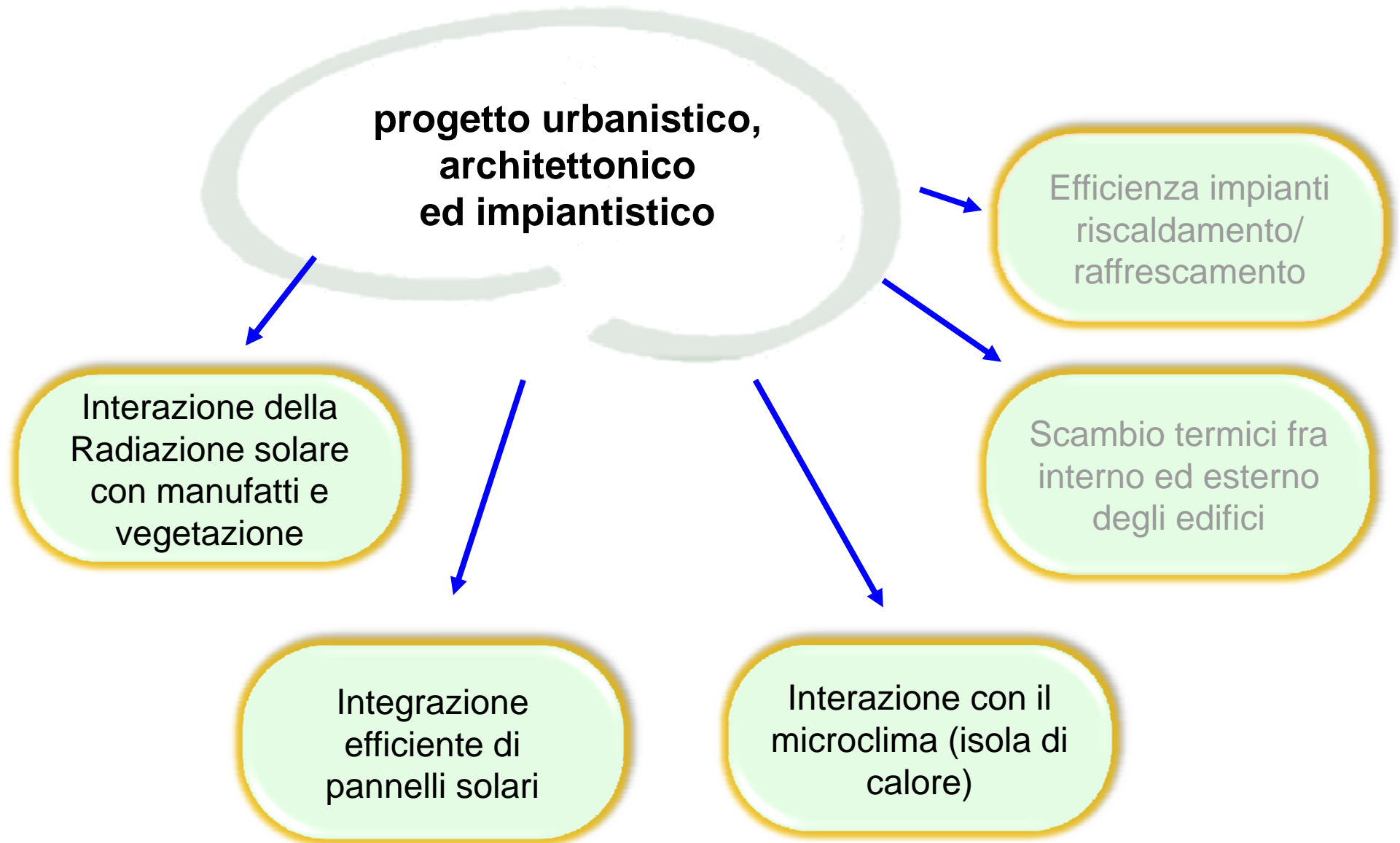
Mappe urbane e ray tracing

Esempi di calcolo del calore assorbito

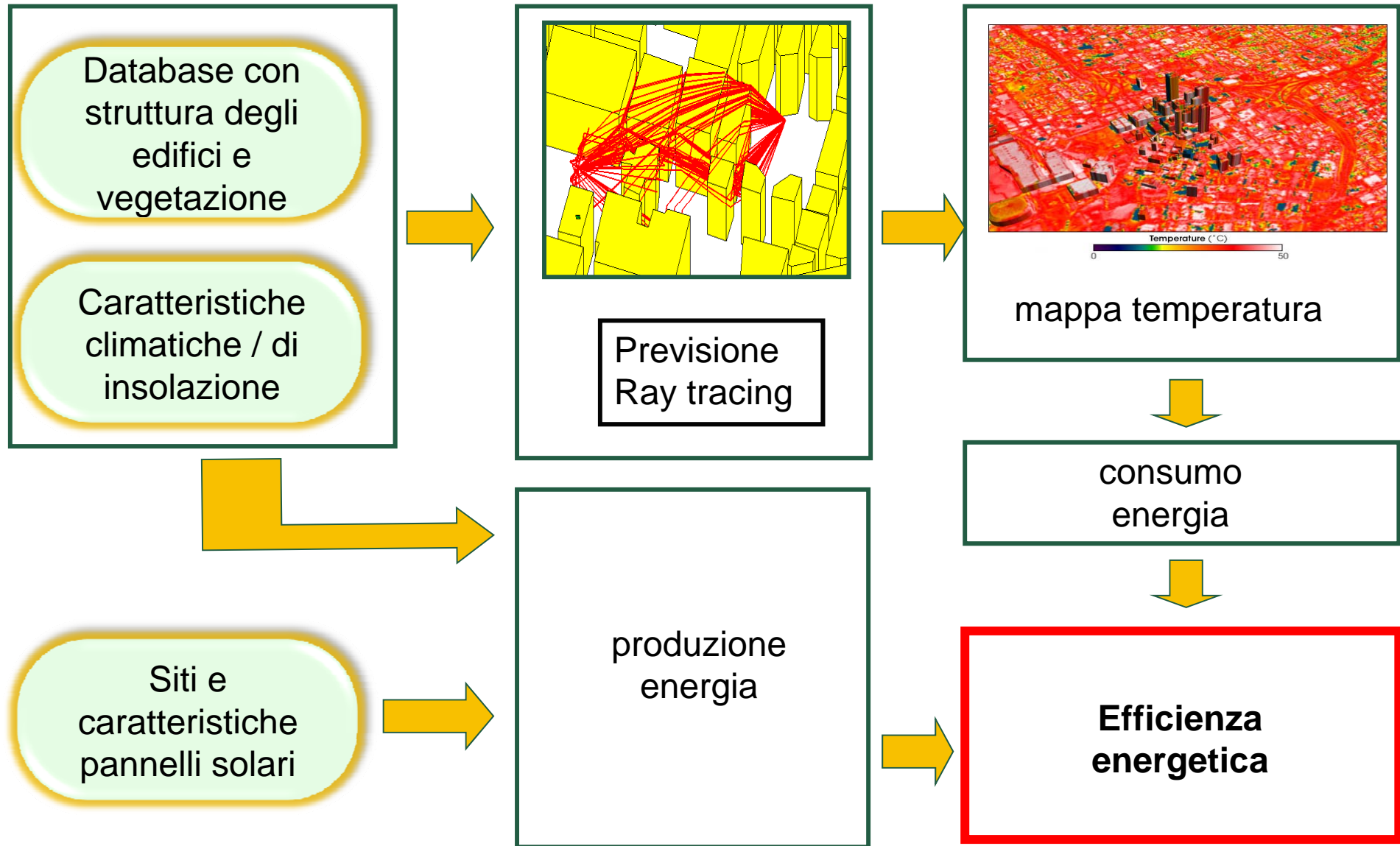
Esempio di calcolo della temperatura raggiunta dalle superfici

Sviluppi futuri

Nuovo approccio all'efficienza energetica urbana

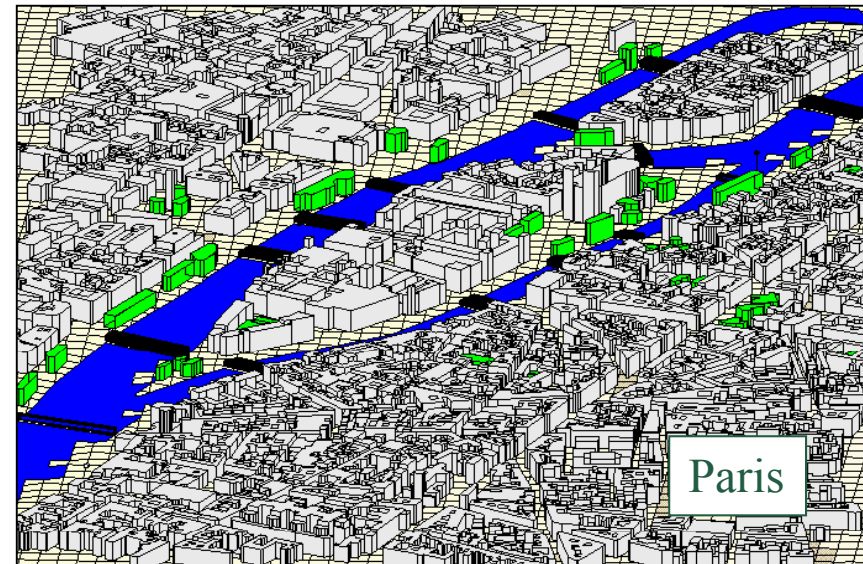
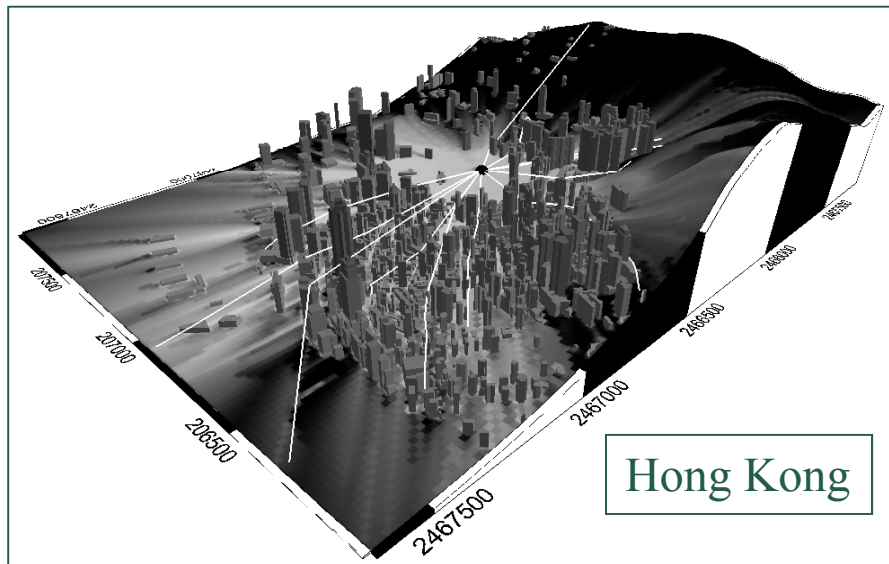


Valutazione della efficienza energetica di un' area urbana in relazione alla radiazione solare

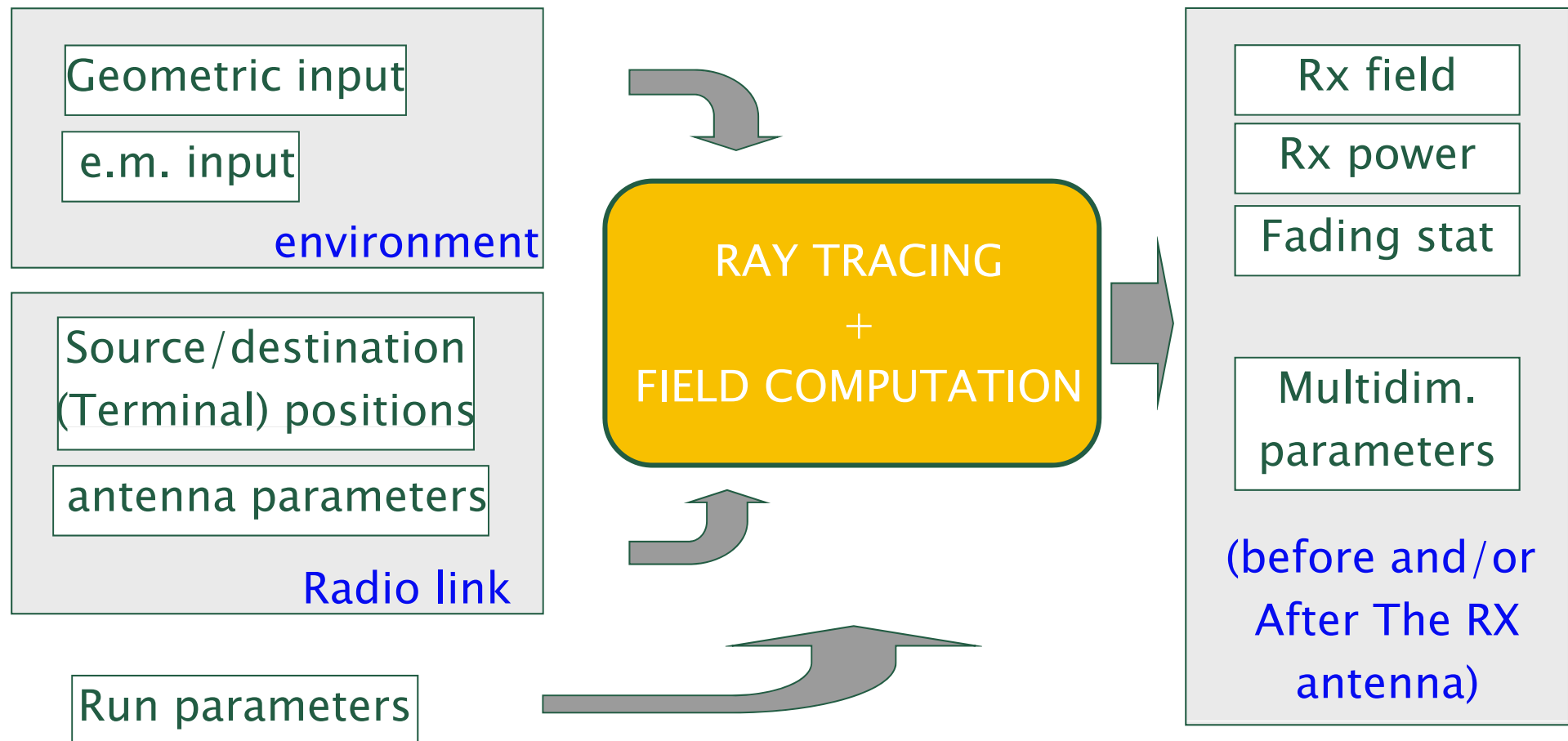


Mappe urbane digitalizzate

Modelli di propagazione deterministici richiedono mappe digitalizzate



Schema di un programma di ray tracing

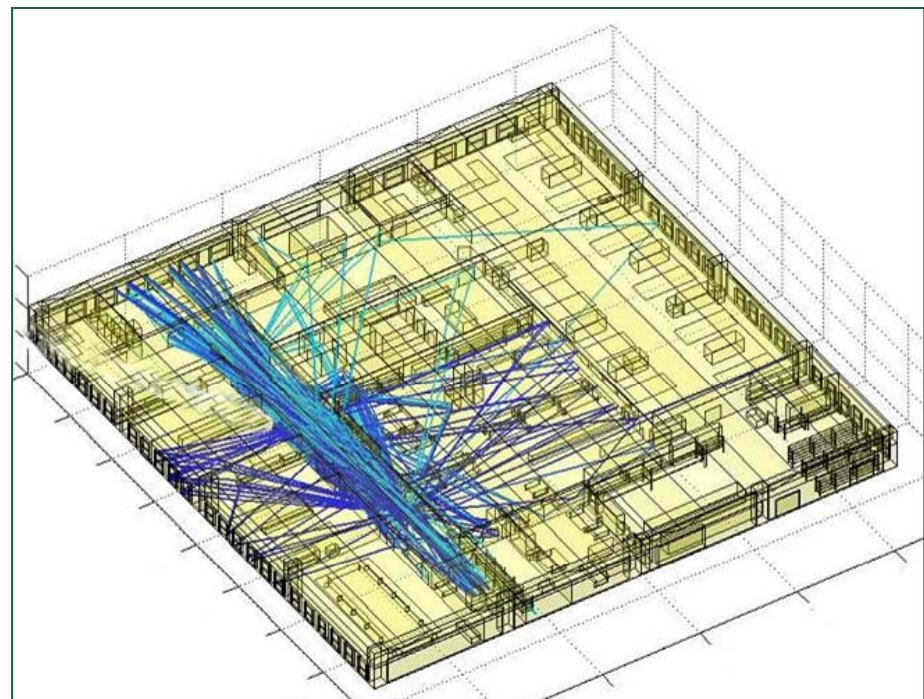


Esempi di tracciamento di raggi

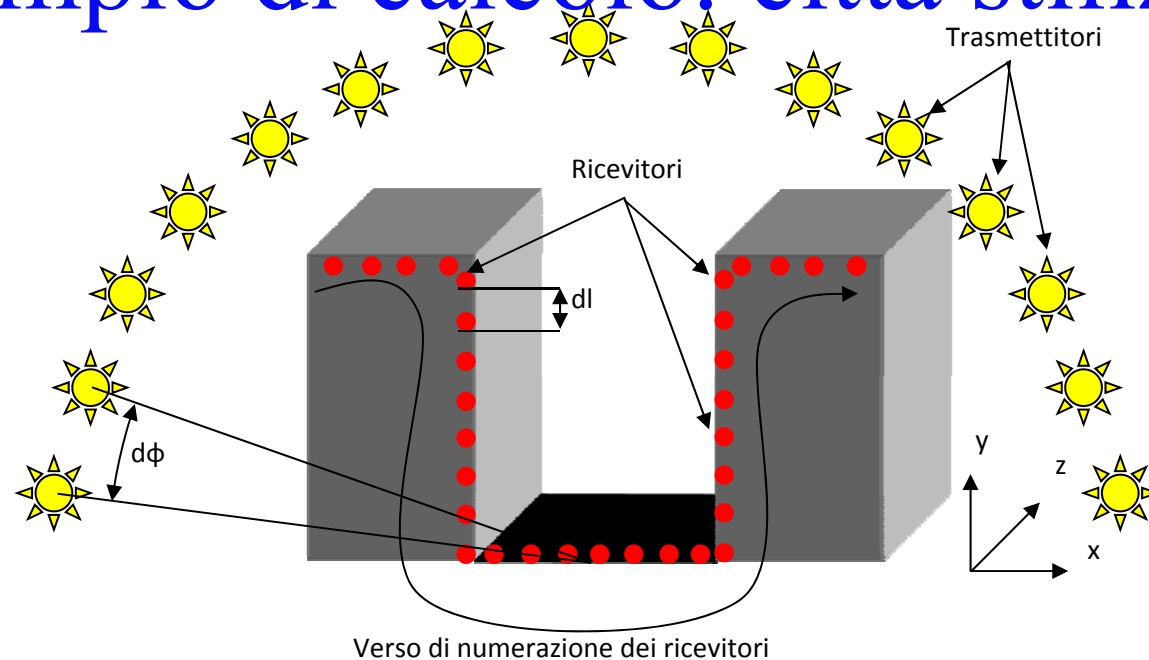
outdoor



indoor



Esempio di calcolo: città stilizzata

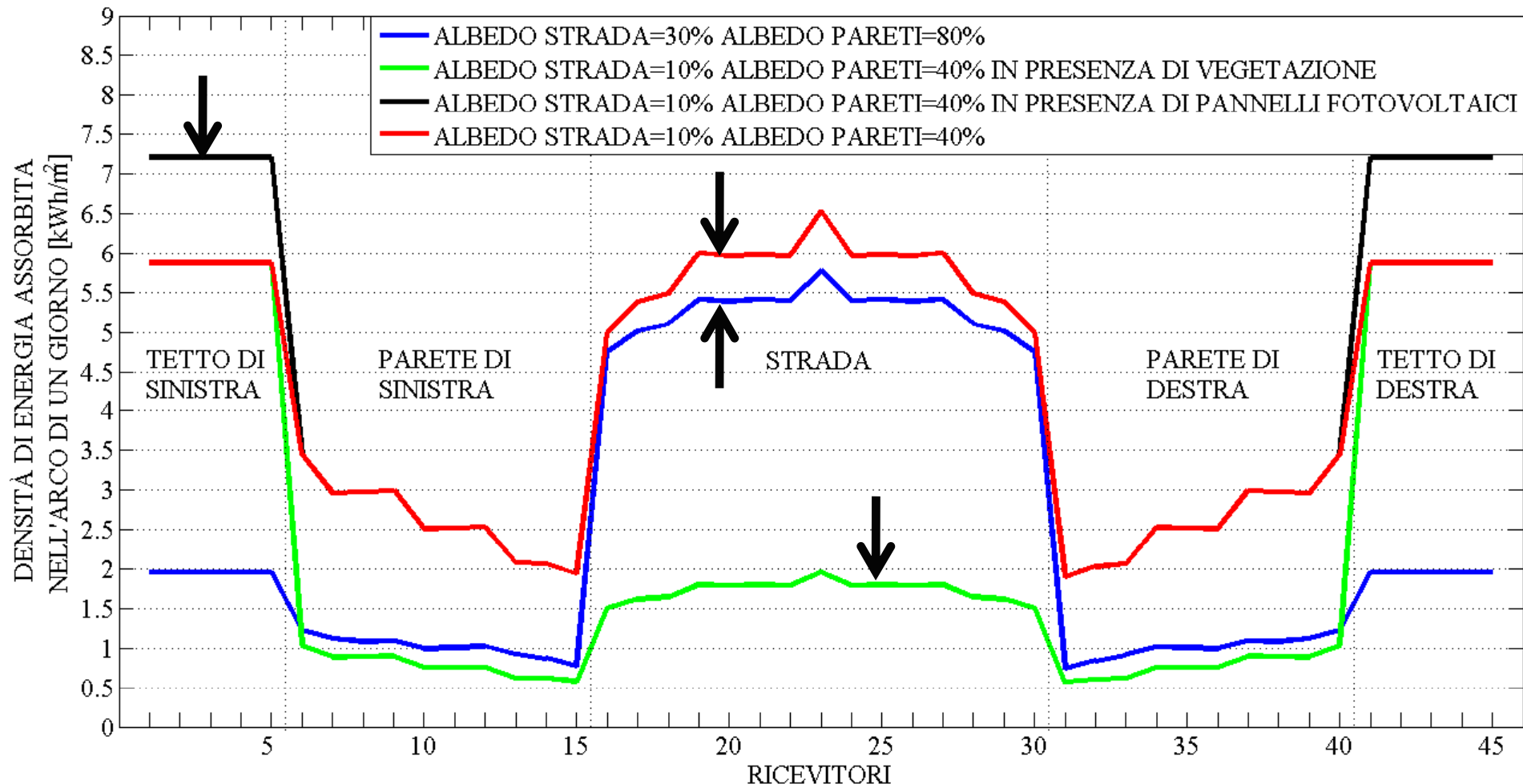


Lo scenario utilizzato per modellare l'ambiente urbano è composto da:

- Due edifici separati da una strada in direzione nord-sud
- Ricevitori disposti sulla strada, sulle pareti e sui tetti degli edifici
- Trasmittitori disposti lungo una semicirconferenza

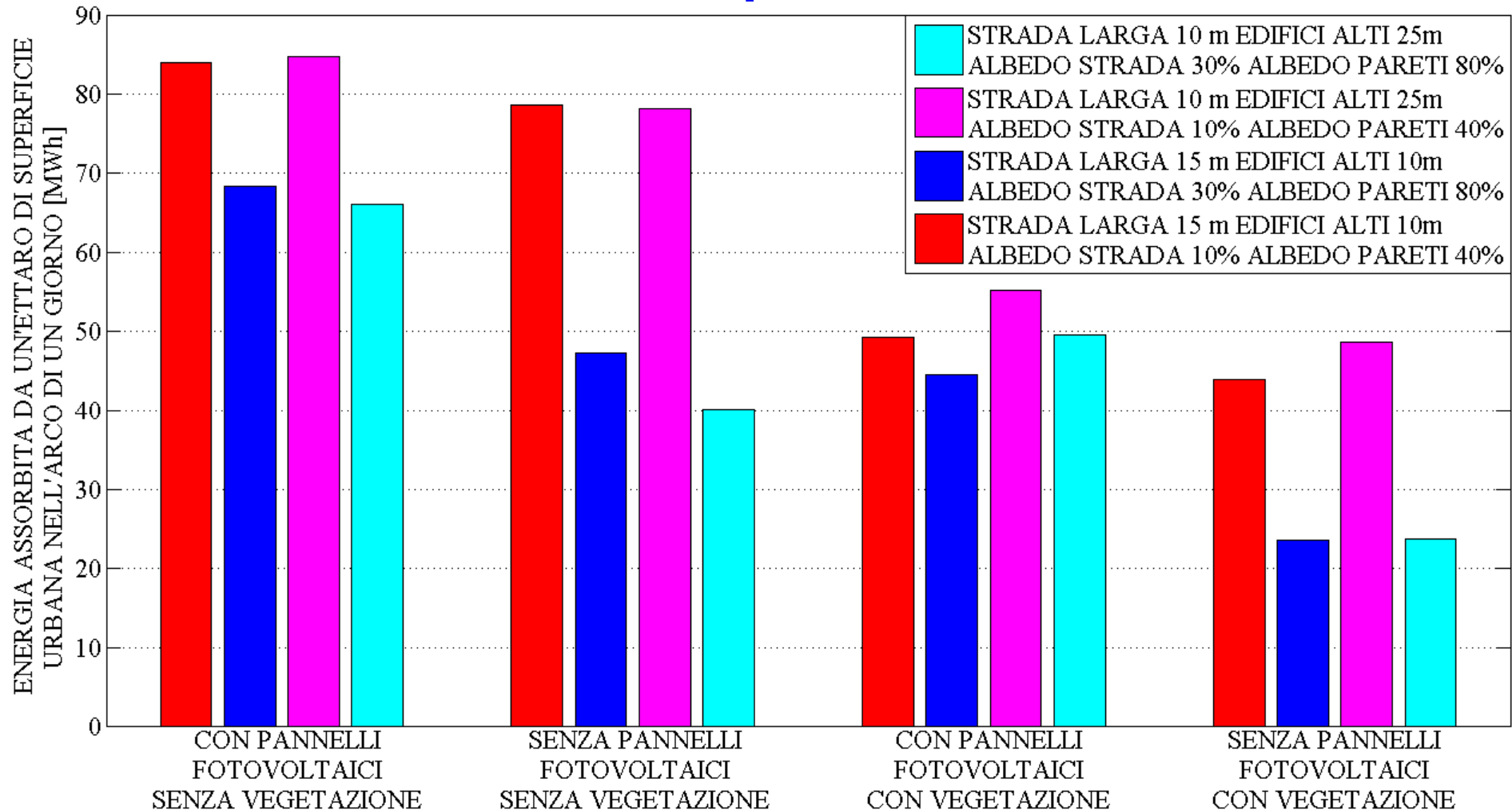
Energia assorbita sulla sezione del dominio

MESE DI GIUGNO ALTEZZA EDIFICI 10 m LARGHEZZA STRADA 15 m



Il grafico sopra mostra l'andamento della densità di energia assorbita in un giorno lungo le diverse superfici in diverse condizioni.

Es: calcolo tramite ray tracing della radiazione solare dissipata in calore



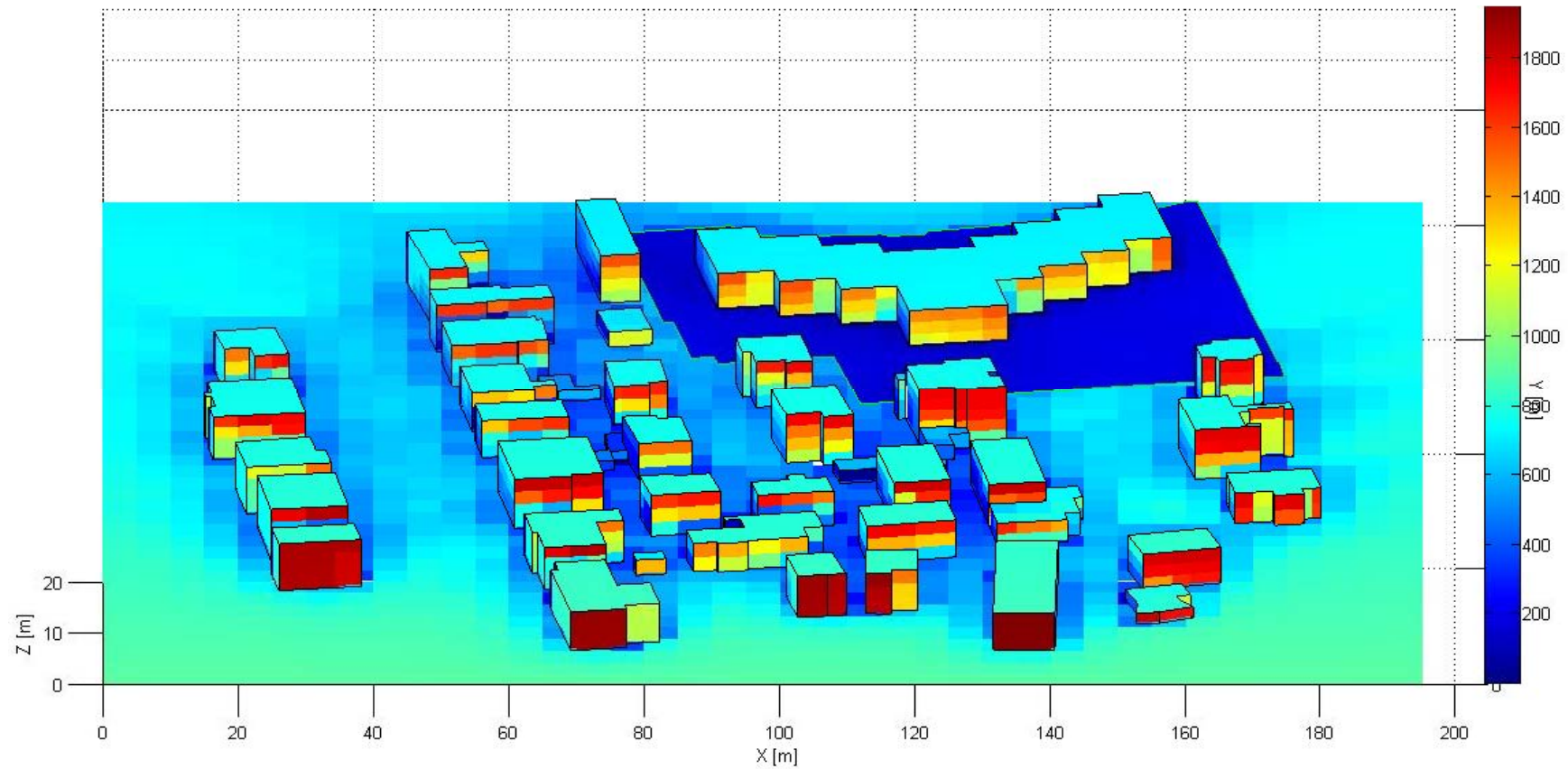
Il grafico mostra l'energia dissipata in un giorno da un ettaro di un modello di superficie urbana nel mese di giugno per diverse combinazioni dei parametri

Esempio di calcolo: città reale (I)



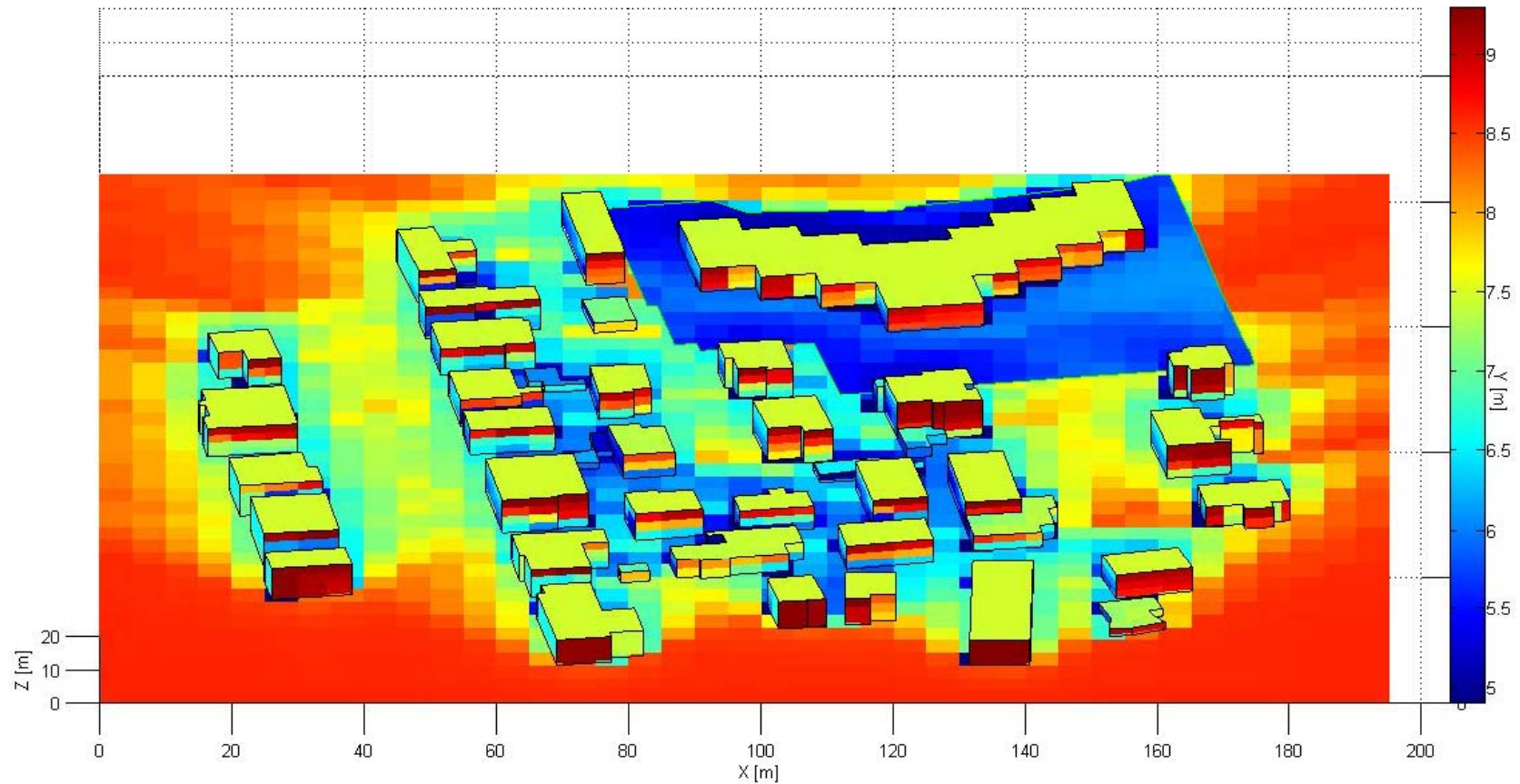
Cesena (zona ippodromo)

Esempio di calcolo: città reale (II)



Densità energetica in un giorno invernale [Wh/m²/giorno]

Esempio di calcolo: città reale (III)



Temperatura media superficiale nel mese di Dicembre [C°]

Esempio di calcolo: comparazione pannelli fotovoltaici e barriere frangisole

Quanto si può risparmiare utilizzando pannelli
fotovoltaici o barriere frangisole?

Valutazione su 1m^2 di superficie tramite ray tracing

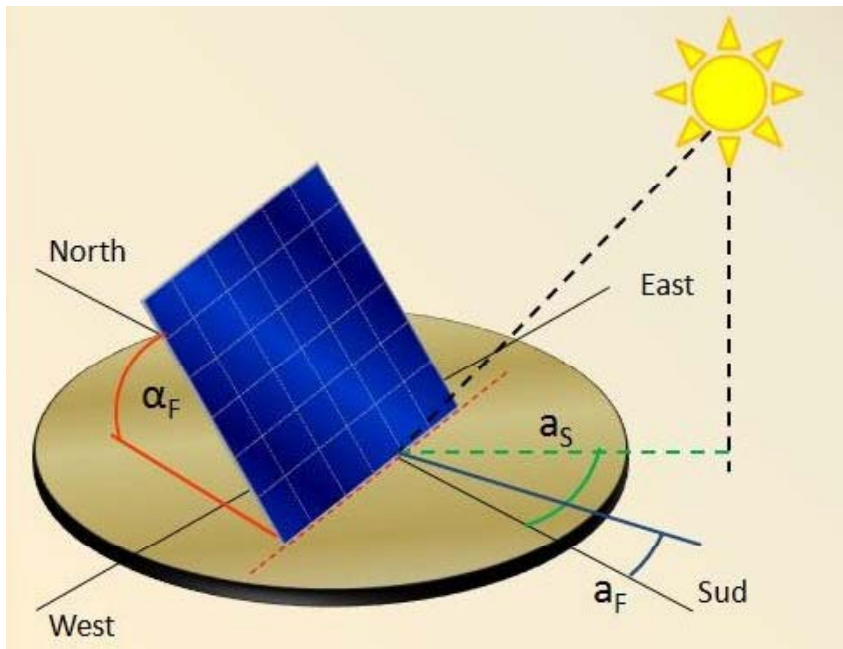
● PANNELLO FOTOVOLTAICO

● *Superficie pannello:* **1m²**

● *Efficienza pannello:*
15%

● α_F = *angolo di tilt*

● *Costo KWh considerato:* **0.25€**



Posizionament o	Resa energetica ed economica					Totale
Periodo	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Mag - Set
Parete Est/Ovest	13.90	14.76	15.43	13.90	9.717	67.726 KWh
	3.48	3.69	3.86	3.48	2.43	16.93 €
Parete Sud	8.28	7.21	7.86	9.44	10.447	43.25 KWh
	2.07	1.80	1.97	2.36	2.61	10.81 €
Tetto Tilt=30° SUD	24.61	25.70	26.76	23.836	17.72	118.628 KWh
	6.15	6.43	6.69	5.96	4.43	29.66 €
Tetto	24.20	26.148	26.865	22.52	15.22	114.955 KWh



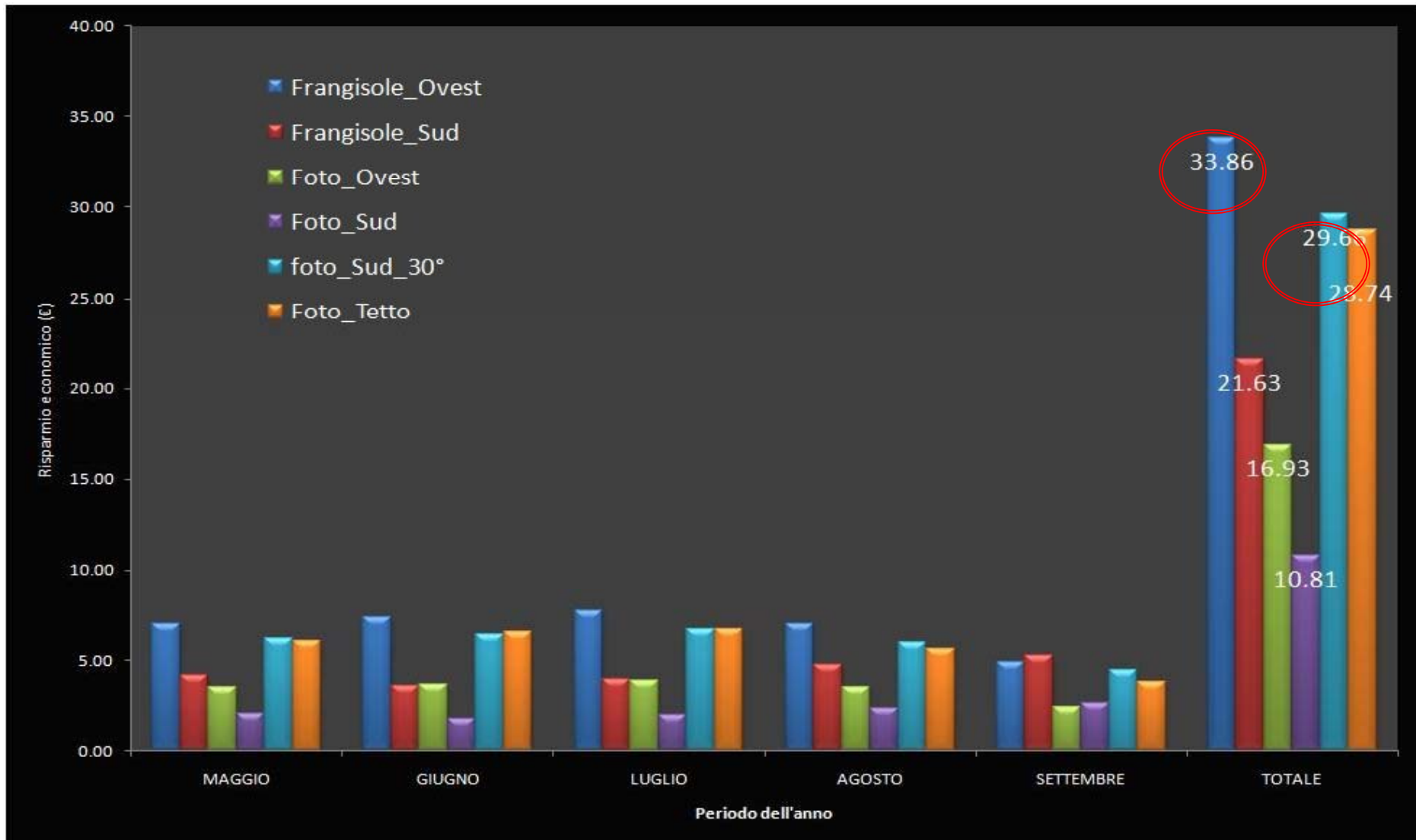
● BARRIERA FRANGISOLE

- *Barriera frangisole ad orientamento automatico: calcolo di massima del risparmio economico ottenibile per 1m² di superficie vetrata*
- *Ipotesi semplificativa: orientamento ottimo delle pale frangisole → schermatura perfetta del sole diretto nei mesi “caldi” e quindi risparmio sul condizionamento*

Posizionamento	Risparmio energetico ed economico					Totale
Periodo	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Mag - Set
Finestra su Parete Est/Ovest	83.41	88.58	92.601	83.455	58.306	406.356 KWh
	6.95	7.38	7.72	6.95	4.86	33.86 €
Finestra su parete Sud	49.686	43.281	47.201	56.649	62.686	259.504 KWh
Risparmio economico (€)	4.14	3.61	3.93	4.72	5.22	21.63

Un risultato inatteso!

- Le barriere frangisole ad orientamento automatico portano a un risparmio maggiore di quello ottenibile mediante l'uso di un impianto fotovoltaico di pari area



Sviluppi futuri

- Migliorare il calcolo della temperatura delle superfici
- Passare al calcolo della temperatura dell'aria (tenendo conto dei moti di convezione e del vento) in collaborazione con CNR-ISAC
- Fare un calcolo complessivo della efficienza energetica di un'area urbana tenendo conto di tutti i fattori
- Si avrà così un tool di verifica e anche di progetto di un'area urbana