

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA IN  
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

(CLASSE DELLE LAUREE IN INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE N.8)

DIPARTIMENTO DI PIANIFICAZIONE E SCIENZE DEL TERRITORIO

ELABORATO DI LAUREA

**ISOLE DI CALORE E STRUTTURA URBANA: METODOLOGIA  
E SPERIMENTAZIONE CON TECNICHE DI  
TELERILEVAMENTO E GIS NELL'AMBITO DELLA  
PROVINCIA DI NAPOLI**

RELATORE

CH.MO PROF. ARCH.

MARIALUCE STANGANELLI

CANDIDATO

FABIO PASQUALE MIGLIACCIO

MATR. 324/188

CORRELATORE

ARCH. MARCO SORAVIA

ANNO ACCADEMICO 2010/2011

## **L'isola urbana di calore**

L'*isola urbana di calore* è un'anomalia termica che interessa gli ambiti edificati che manifestano temperature molto più elevate rispetto a quelle delle aree rurali circostanti.

L'intensità dell'isola di calore può essere quantificata come la massima differenza tra la temperatura media dell'aria urbana e quella dell'ambiente rurale circostante. Rispetto a quest'ultimo, l'incremento di temperatura è più evidente di notte che di giorno; di giorno la differenza di temperatura tra area urbana e suburbana può variare tra +1°C e +3°C mentre di notte può raggiungere valori che vanno da +7 a +12°C. Tale fenomeno si manifesta in particolar modo nelle grandi metropoli che impiegano in modo estensivo materiali da costruzione che trattengono il calore. La diffusa cementificazione, la prevalenza delle superfici asfaltate sulle aree verdi, l'uso di materiali edilizi con bassa capacità di disperdere il calore, sono tra le principali cause delle isole di calore urbane. A queste cause si aggiungono altri fattori dovuti alla localizzazione dell'area urbana (morfologia del luogo, caratteristiche del microclima, presenza di grandi masse di acqua) nonché alle attività antropiche svolte sul territorio (emissioni degli autoveicoli, degli impianti industriali, dei sistemi di condizionamento ad uso domestico).

In estate, la presenza di questo fenomeno determina numerosi problemi, che vanno dai picchi di domanda di consumo energetico, ai costi di climatizzazione, all'inquinamento e all'emissione di gas serra, ai problemi di salute che interessano soprattutto le fasce più deboli della popolazione. Il fenomeno diviene pericoloso nel corso delle ormai sempre più frequenti ondate di calore estivo che possono provocare in ambito metropolitano black out energetici e un notevole incremento della mortalità delle tra anziani e ammalati. Gli studi condotti sinora si sono principalmente soffermati sulle modalità per rilevare le temperature all'interno delle isole di calore e sulle caratteristiche termiche dei materiali edilizi. La tesi analizza come, a parità di materiali utilizzati, anche la struttura urbana possa contribuire in larga percentuale al verificarsi di questo fenomeno.

## **La metodologia di analisi**

L'incidenza della forma urbana nella determinazione delle isole di calore è ampiamente riconosciuta a livello scientifico, sebbene poco studiata in forma parametrica. Lo studio proposto analizza nello specifico la correlazione tra alcuni indicatori della forma urbana e le temperature raggiunte all'interno delle isole di calore urbano e giunge ad individuare l'incidenza dei singoli indicatori sul fenomeno. Il campo di applicazione è stato quello della provincia di Napoli.

Lo studio è stato articolato in tre fasi:

- **Raccolta ed elaborazione dei dati telerilevati** - Attraverso tecniche di telerilevamento sono state realizzate le principali cartografie di supporto allo studio quali la *Carta Termica (Termografia)* e la *Carta dell'Indice di Vegetazione (NDVI)*. Dall'analisi della termografia, sono state selezionate, come aree campione, alcune zone caratterizzate da un innalzamento della temperatura rispetto alla media stagionale.
- **Creazione di una griglia di indicatori** per la lettura delle principali caratteristiche della struttura urbana nelle aree campione.

- **Confronto tra le aree campione** ed estrapolazione di trend di variazione per la valutazione dell'incidenza di ciascuna caratteristica della struttura urbana sulla variazione di temperatura.

Il primo step affrontato è stato quello relativo all'individuazione di aree soggette al fenomeno dell'isola di calore urbana. Attraverso tecniche di telerilevamento è stata ricavata la LST( Land Surface Temperature ), temperatura superficiale del terreno, caratterizzato dalla presenza di superfici impermeabili ( edificato e strade ) e di coperture vegetali. In estate le superfici urbane possono raggiungere temperature anche superiori a 50 °C. A tale fase é seguita poi la realizzazione di una termografia dell'intero territorio provinciale la temperature di tutti gli elementi, naturali o antropici presenti. Tecniche di telerilevamento sono state utilizzate anche per l'individuazione delle aree verdi. Le piante, attraverso il processo di evapotraspirazione, sottraggono energia solare all'ambiente circostante determinando l'abbassamento della temperatura. La vegetazione é facilmente riconoscibile attraverso osservazioni satellitari perché il comportamento della stessa rispetto alla radiazione solare in tutto lo spettro elettromagnetico produce una specifica firma spettrale caratterizzata da uno specifico andamento del coefficiente di riflettanza. Ciò ha permesso la realizzazione della Carta dell'Indice di Vegetazione mostrandone l'intera copertura vegetale del territorio. La termografia ha consentito di individuare delle aree campione in cui il fenomeno dell'innalzamento della temperatura rispetto all'ambiente circostante era particolarmente evidente. Le aree prescelte sono tutte di uguale forma e dimensione (1 km<sup>2</sup>), simili nelle destinazioni d'uso prevalente e nei materiali costruttivi utilizzati ma presentano diversi valori di temperatura media e diverse caratteristiche della geometria urbana, in modo da ridurre il numero di parametri che possono influenzare l'effetto isola di calore urbano ai soli indicatori elaborati.

Gli indicatori utilizzati in ogni area campione sono:

- **Indice di impermeabilità delle superfici non edificate:** rapporto tra le superfici non permeabili (strade, cortili, parcheggi ossia di superfici asfaltate e pavimentate) e la superficie totale non edificata dell'area;
- **Percentuale di vegetazione** sulla superficie totale dell'area;
- **Rapporto di copertura territoriale:** rapporto tra la superficie coperta totale e la superficie territoriale. La superficie coperta totale rappresenta la somma delle aree risultanti dalle proiezioni sul piano orizzontale delle sagome degli edifici cioè delle parti fuori terra;
- **Localizzazione geografica:** indica la posizione geografica di ogni area campione in relazione alle zone limitrofe, cioè se si tratta di un'area interna o di un'area costiera;
- **Densità edilizia territoriale:** rappresenta il rapporto tra la somma dei volumi dei fabbricati, espressa in m<sup>3</sup> e la superficie totale dell'area espressa in m<sup>2</sup>;
- **Quota media sul livello del mare:** rilevata per ogni area campione, indica l'altitudine media della superficie terrestre rispetto al livello del mare ;
- **Altezza media dell'edificato:** espressa in metri, fornisce la misura dell'altezza media di tutti gli edifici presenti all'interno di ogni area di studio.

Il confronto tra i valori che ciascun indicatore assume nelle diverse aree e la temperatura media rilevata dalla termografia ha consentito l'analisi delle correlazioni tra struttura urbana e variazioni di temperatura.

### La struttura urbana delle aree campione

Dalla Carta Tecnica Regionale Numerica sono stati ricavati i valori dei principali indicatori della struttura urbana per ciascuna area, riportati in tabella:

Area campione	Rapporto di copertura territoriale	Percentuale di vegetazione [%]	Indice di impermeabilità delle superfici non edificate	Temperatura media [°C]	Localizzazione geografica	Altezza media dell'edificato [m]	Densità edilizia territoriale [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ]	Quota media s.l.m. [m]
1	0,441	13,05	0,767	42,5	area interna	7,49	4,17	97,15
2	0,25	31,55	0,58	39	area interna	5,01	2,016	111,23
3	0,18	51,94	0,37	38,1	area interna	4,92	1,23	112,44
4	0,425	18,51	0,678	40,48	area interna	5,34	2,67	102,1
5	0,43	15	0,735	36	area costiera	12,35	6,45	48,98
6	0,192	49,98	0,38	35,8	area costiera	6,94	1,71	61,55
7	0,5	2,35	0,95	39,75	area costiera	21,65	12,25	18,74
8	0,11	73,83	0,168	34,5	area costiera	6,87	1,14	86,03

**Figura 2** Tabella dei valori degli indicatori delle aree campione.

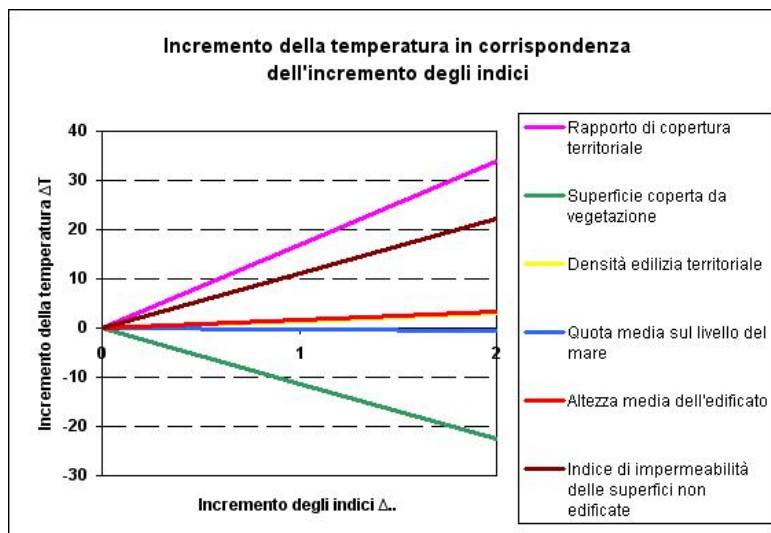
Per ciascun indicatore si è studiata la correlazione con la temperatura media dell'area ricavata dalla distribuzione gaussiana dei valori di temperatura presente all'interno della termografia ed espressa in °C.

La "Percentuale di vegetazione", per esempio, incide in maniera positiva sulla diminuzione della temperatura. Nelle aree costiere il valore della temperatura passa da 39,75 °C a 34,5 °C in corrispondenza rispettivamente delle percentuali di verde del 2,35 % e 73,83 %. La correlazione inversa non è di tipo lineare in quanto sulla temperatura incide notevolmente anche l'esposizione rispetto al mare. Nelle aree interne, invece, l'andamento decrescente è pressoché lineare: qui la riduzione di temperatura è influenzata solo dalla superficie vegetale. Ad una temperatura media di 42,5 °C corrisponde una superficie coperta dalla vegetazione pari a 13,05 %, mentre ad una temperatura di 38,1 °C corrisponde un 51,98 % di superficie vegetata. Al crescere della superficie coperta vegetata di circa al 40 % corrisponde una diminuzione della temperatura di circa 4 unità.



**Figura 3** Dettaglio della sovrapposizione della termografia alla ortofoto digitale

La definizione delle relazioni che evidenziano l'incremento o decremento di temperatura  $\Delta T(u)$  correlato ad un incremento unitario degli indicatori esaminati  $\Delta \dots$ , può trovare giustificazione nella realizzazione di un abaco che consente di stimare le variazioni di temperatura attese all'incremento di ciascun indicatore.



**Figura 5** Abaco dell'incremento della temperatura di un'area campione interna di in funzione dell'incremento unitario degli indici.

A parità di materiali utilizzati e condizioni morfologiche, ovvero ad esempio per un'area interna di pianura con altezza sul livello del mare intorno ai 100 metri, tale abaco può risultare utile per stimare gli incrementi di temperatura attesi desumibili da alcuni parametri di progettazione urbanistica. Nell'immediato, gli interventi principali per ridurre sensibilmente il fenomeno delle Isole di Calore Urbane risultano essere: il raffreddamento dei tetti degli edifici utilizzando materiali più chiari; il raffreddamento delle pavimentazioni urbane utilizzando asfalti chiari; l'aumento delle aree verdi.