

Estimation of apparent thermal inertia of roofing materials from aerial thermal imagery

Emanuele Mandanici¹[0000-0003-4822-1577], Gabriele Lo Grasso²[0009-0004-7206-3235], Maria A. Tini³[0000-0001-7745-640X] e Antonio Zanutta⁴[0000-0003-4872-5222]

¹ Università di Bologna, Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali, emanuele.mandanici@unibo.it

² Università di Bologna, Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali, gabriele.lograsso2@unibo.it

³ Università di Bologna, Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali, mariaalessandra.tini@unibo.it

⁴ Università di Bologna, Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali, antonio.zanutta@unibo.it

Abstract. La rapida espansione dei centri abitati ha portato negli anni allo sviluppo di un fenomeno altamente nocivo per la salute dell'essere umano, noto come "Urban Heat Island (UHI)" o isole di calore.

In ambito urbano i materiali da costruzione giocano un ruolo importante nella determinazione del microclima, per via della loro capacità di trattenere o di emettere calore. A tal proposito, una importante proprietà che descrive il comportamento termico delle superfici è l'inerzia termica che risulta particolarmente significativa per la mitigazione delle isole di calore. Tuttavia, la stima di tale parametro tramite le tecniche di remote sensing è praticamente impossibile in quanto non è possibile definire le grandezze fisiche che la determinano a livello puntuale sul territorio.

Di conseguenza, per ovviare a tale problema è stato introdotto il concetto di inerzia termica apparente "Apparent Thermal Inertia (ATI)" [1], calcolabile una volta note la differenza di temperatura delle superfici (valutata tra la massima e la minima in un ciclo giornaliero) e l'albedo degli oggetti al suolo.

Il presente studio, attualmente concluso, si pone l'obiettivo di proporre una metodologia per il calcolo dell'ATI per le classi predominanti che costituiscono i tetti dell'area di studio, e di derivarne dei valori caratteristici mediante informazioni statistiche. Quest'ultimo passaggio è stato realizzato in ambiente GIS dove, grazie alla carta tecnica comunale della città di Bologna, sono stati assegnati dei valori medi delle grandezze in gioco ad ogni edificio.

Il dataset è costituito da circa duemila immagini termiche ottenute tramite campagne di rilievo aero-fotogrammetrico, compiute di giorno e di notte, nella città metropolitana di Bologna. Il dimensionamento del rilievo ha permesso di ottenere una dimensione del pixel a terra, "Ground sampling distance (GSD)", pari a cinquanta centimetri, in modo da garantire un'alta risoluzione spaziale.

Le immagini termiche aeree sono state sottoposte ad elaborazione fotogrammetrica, e grazie a dei "Ground Control Points (GCPs)" rilevati in campagna con strumentazione GNSS, mediante tecnica "Network Real Time Kinematic (NRTK)", sono stati ricavati

quattro ortomosaici a valenza metrica mediante la procedura “Structure from Motion (SfM)”.

Gli ortomosaici così ottenuti sono stati poi corretti dal punto di vista radiometrico e atmosferico, in maniera tale da ricavare l’effettiva temperatura delle superfici al suolo [2].

I valori di albedo, altro parametro fondamentale per la determinazione dell’ATI, sono stati ricavati inizialmente a livello di singolo pixel [3] su di un’immagine WorldView-3.

In figura viene illustrato il workflow impiegato per l’analisi del presente studio (vedi Fig. 1.).

I valori di ATI ottenuti per le diverse classi di materiali risultano compresi tra 0.03 e 0.09 K^{-1} , tuttavia si è riscontrato come in alcuni casi la variabilità interna ad una classe sia maggiore rispetto a quella tra classi diverse, a riprova dell’importanza della determinazione di questo parametro per l’identificazione delle UHI.

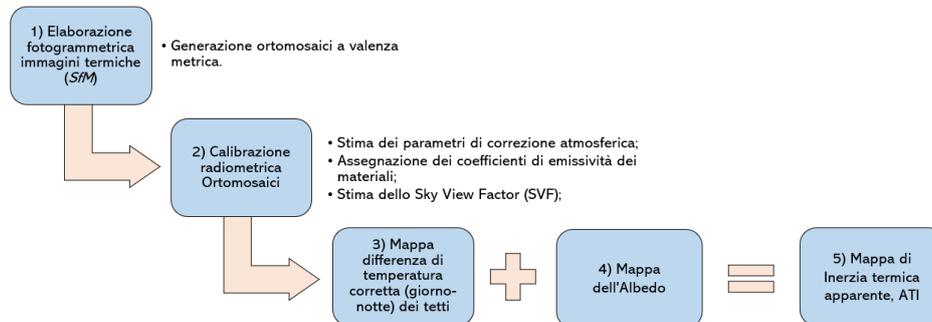


Fig. 1. Workflow adottato per il ritrovamento delle mappe di inerzia termica apparente.

Riferimenti bibliografici

1. Kuenzer, C., Dech, S.: Theoretical background of thermal infrared remote sensing. In: Kuenzer, C., Dech, S. THERMAL INFRARED REMOTE SENSING: SENSORS, METHODS, APPLICATIONS, REMOTE SENSING AND DIGITAL IMAGE PROCESSING, vol. 17, pp. 1-26. Springer, Netherlands (2013).
2. Mandanici, E. et al.: Integration of aerial thermal imagery, LiDAR data and ground surveys for surface temperature mapping in urban environments. Remote sensing 8, 880 (2016)
3. Costanzini, S. et al.: Identification of SUHI in urban areas by remote sensing data and mitigation hypothesis through solar reflective materials. Atmosphere 13, 70 (2021).