

Life
METRO
ADAPT

Strategie e misure di adattamento al cambiamento
climatico nella Città Metropolitana di Milano

FESTIVAL DELLA SOSTENIBILITA'

Milano, 23 maggio 2019

Onde di Calore Urbano: analisi degli impatti sulla popolazione mediante dati satellitari



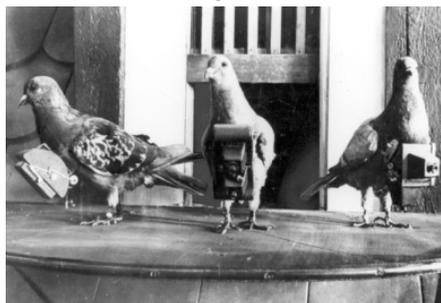
Breve storia del Telerilevamento

Earth Observation o Telerilevamento: processo di acquisizione di informazioni «da lontano», ovvero senza contatto tra il sensore e l'oggetto osservato.

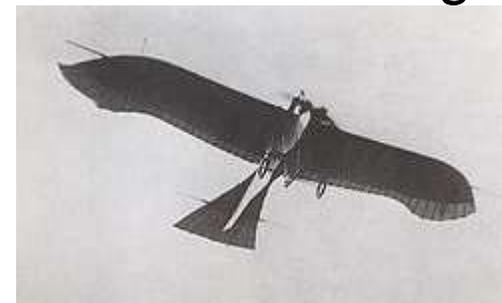
1840 - mongolfiera



1909 - piccioni



1914 - aereo da ricognizione



1943 - missili tedeschi V-2



1959 Vanguard 2, sat. meteo



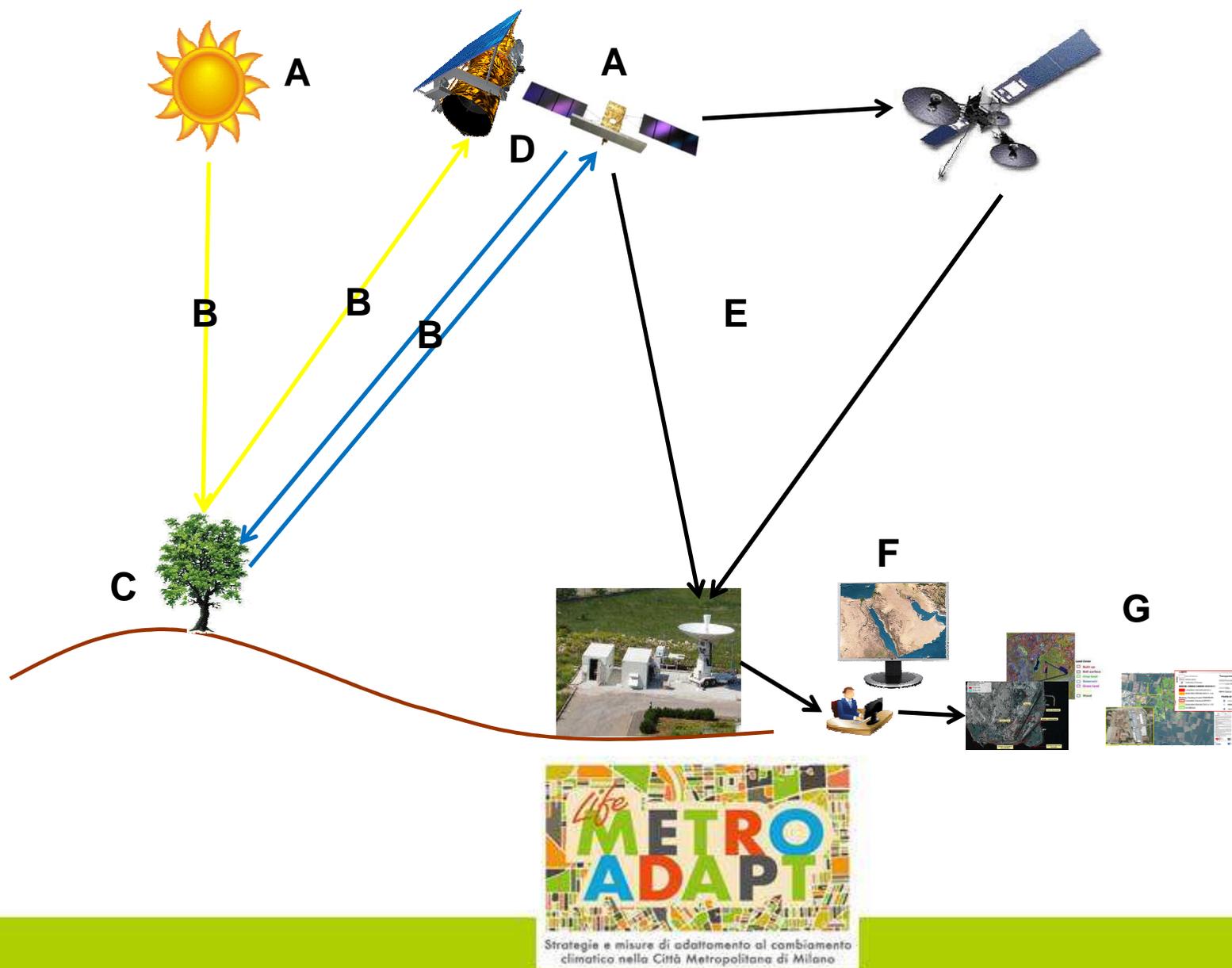
1972 - Landsat-1





Strategie e misure di adattamento al cambiamento climatico nella Città Metropolitana di Milano

Sensori Ottici e SAR: Onde elettromagnetiche



A – Fonti di energia

B - La radiazione interagisce due volte con l'atmosfera

C - Dipende dalle proprietà del target e della radiazione

D - La «re-irradiazione» viene catturata dal sensore remoto

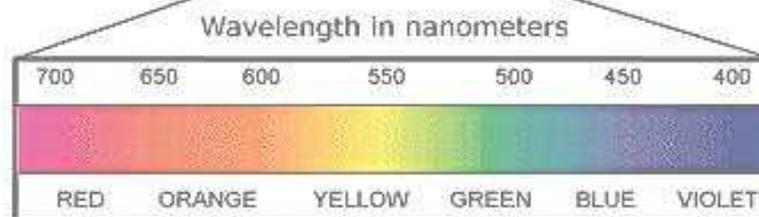
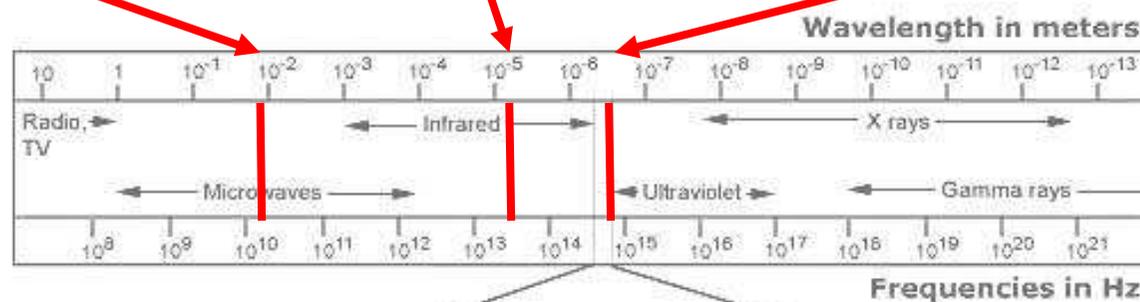
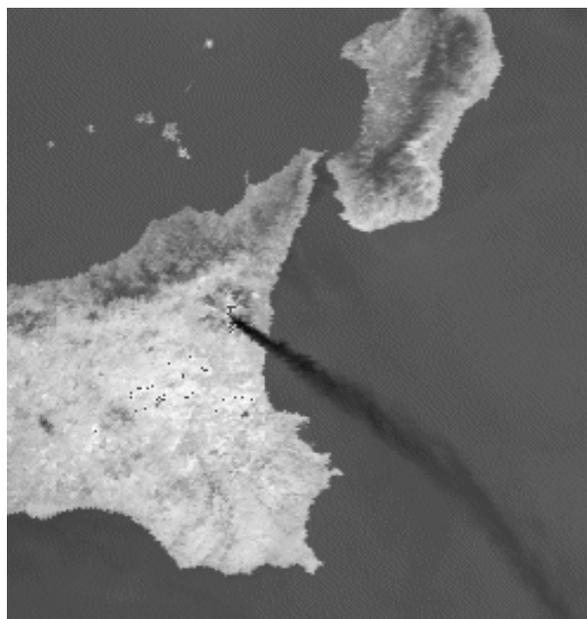
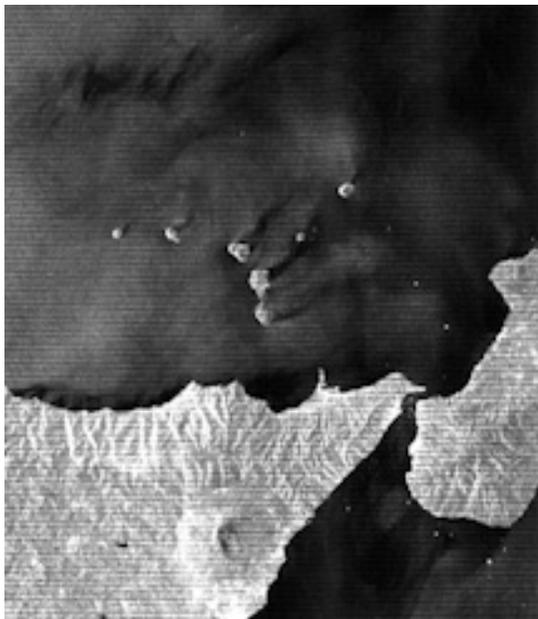
E - Il segnale (digitalizzato) viene trasmesso dal satellite ad una stazione di ricezione a terra. Ciò può avvenire sia in modo diretto sia attraverso un «data relay» satellitare

F - Il segnale ricevuto viene visualizzato ed elaborato per estrarre informazioni

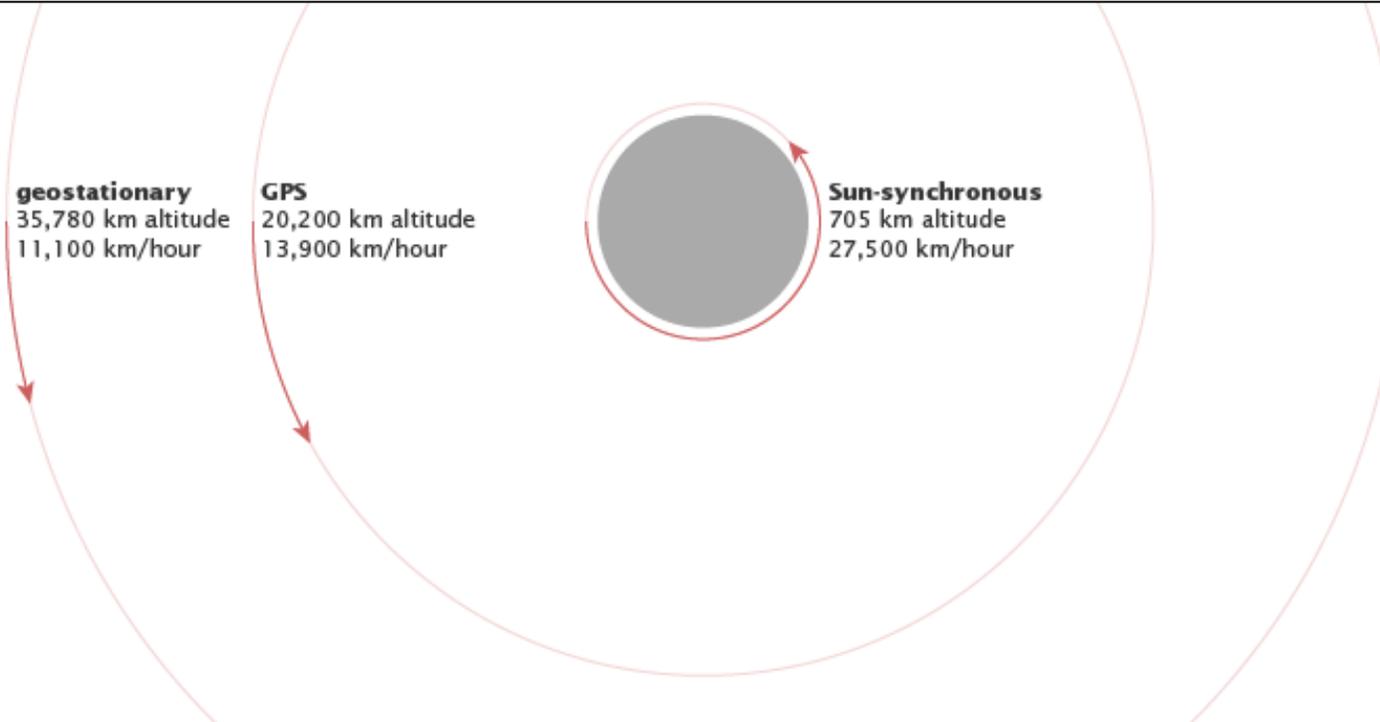
G - Le informazioni ed il Valore Aggiunto estratti vengono utilizzati per le applicazioni



Sensori Ottici e SAR: Differenze tra lunghezze d'onda e frequenze



Orbite Satellitari:



Catena del Servizio



Landsat-8: è un satellite americano di osservazione della Terra, l'ottavo satellite del programma Landsat. Nasce da una collaborazione tra la NASA e gli Stati Uniti Geological Survey (USGS).

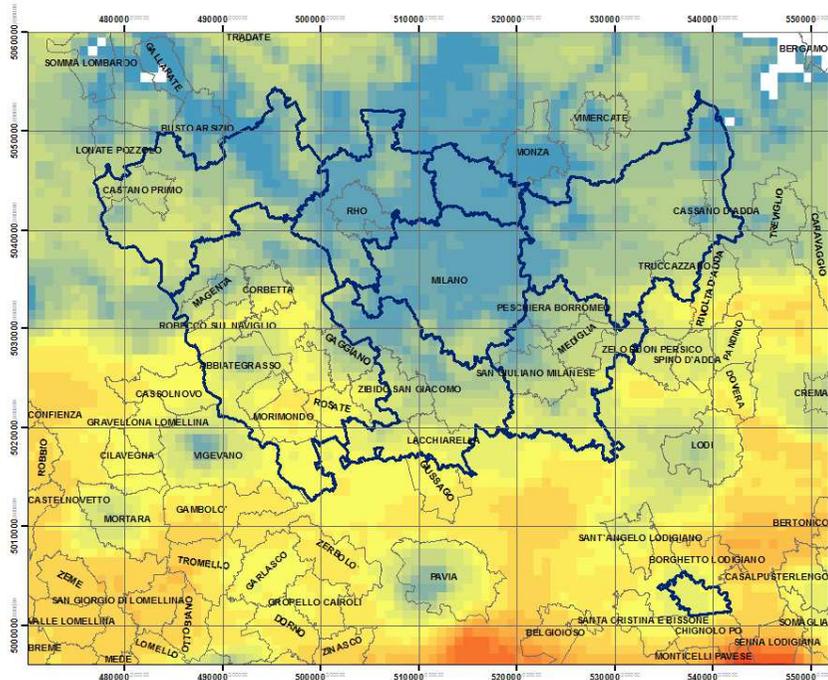
La risoluzione temporale di Landsat-8 è di circa 16 giorni (sullo stesso punto sulla superficie terrestre), con una risoluzione spaziale di 30 m in bande visibili e nel vicino infrarosso (sensore OLI) e 100 m nell'infrarosso termico (sensore TIRS).

AQUA: Il sensore MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer) è uno spettroradiometro a bordo dei satelliti Terra e Acqua. Per il progetto si usano i prodotti MYD11 e MOD11, mappato su una griglia di 1 km di risoluzione. I dati MODIS sono disponibili quotidianamente, sia di giorno che di notte.

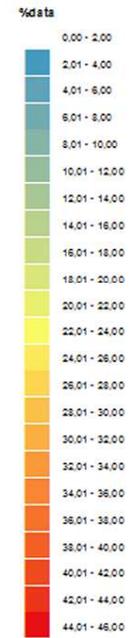
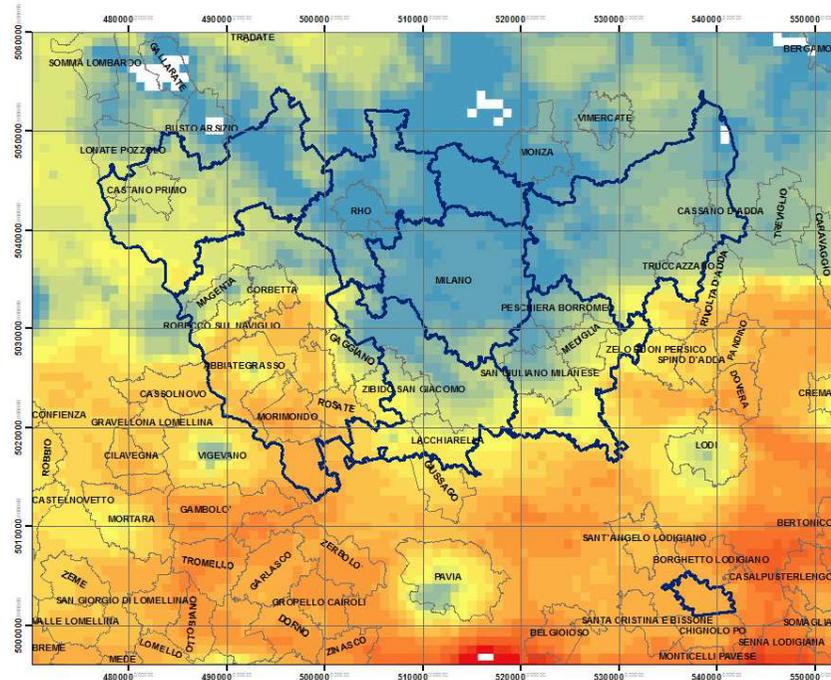


Percentuale di CLEAR SKY nei periodi GIUGNO-SETTEMBRE (120 gg.) dal 2015 al 2018 (totale 480 gg.)

TERRA



AQUA



Basse percentuali di clear sky sono presenti oltre che sull'area urbana di Milano anche su centri minori (Pavia, Vigevano, Lodi). L'assenza di clear sky è un fattore che indica la presenza di **inquinamento atmosferico** dovuto ad attività antropica (traffico e produzione di gas inquinanti).

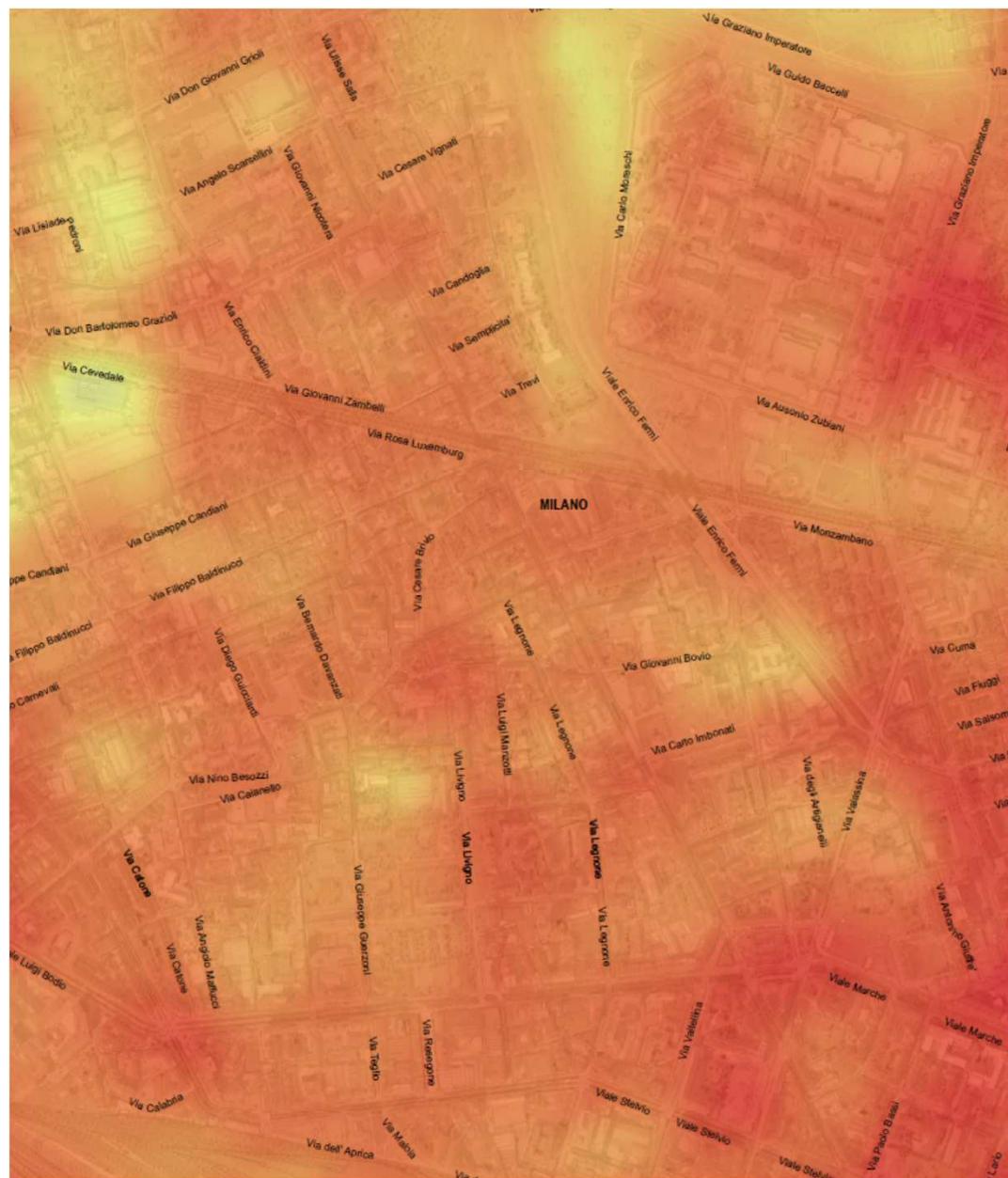


Mappe UHI – Obiettivo

Stimare le anomalie termiche del suolo.

Si tratta di mappe di **PERICOLOSITA'** che valutano l'impatto fisico delle temperature superficiali (Land Surface Temperature) nella struttura urbana.

- Aree ad alta densità di edifici costruiti, riducono lo «**Sky View Factor**», trattengono il calore nella struttura urbana
- Durante un'ondata di calore, le **temperature minime notturne elevate** in alcune aree della città sono superiori a quella nelle zone rurali che circondano l'area urbana. Questa differenza può arrivare fino a **+ 5 °C** nell'isola di calore urbana (UHI). Questo comporta un maggior rischio per la salute.
- Le mappe satellitari della temperatura della superficie terrestre notturna sono prodotte per periodi selezionati di ondate di calore durante le estati dal 2015 al 2018.



Mappe UHI - Dati in Input

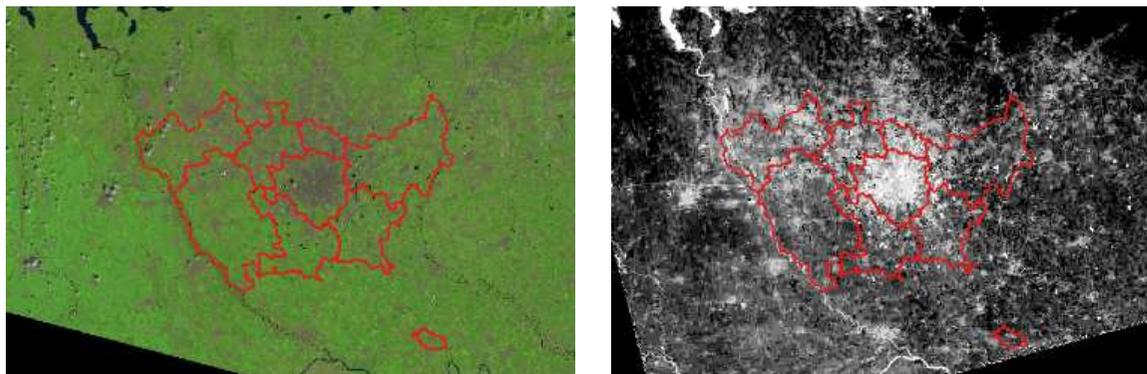


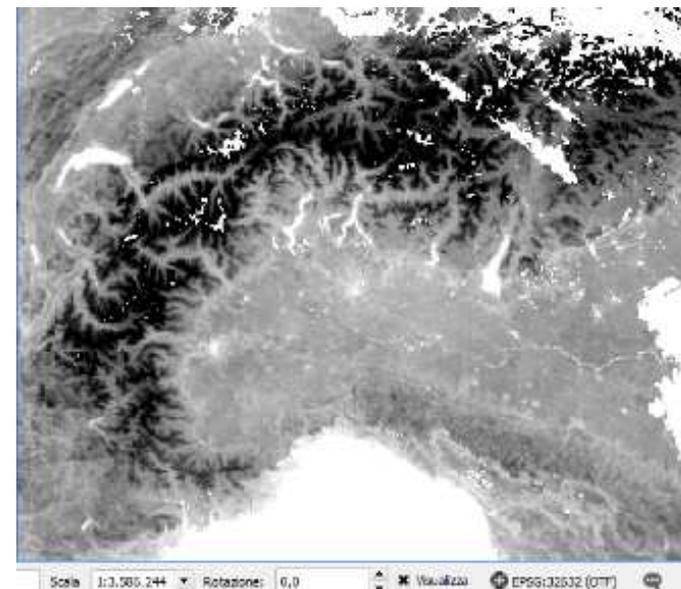
Immagine Landsat (path 194 e row 028), acquisita il 2018/08/15. Sarà utilizzata per la valutazione dell'emissività del suolo, necessaria per la stima della LST del Landsat.

L'immagine termica notturna (Thermal Channel 10) del tile Landsat (path 054 e row 216), acquisita il 2018/08/2. Sarà l'input per il ricampionamento del MODIS.

In rosso, i **confini amministrativi** della Città Metropolitana di Milano. Questi due ritagli sono quelli che coprono interamente l'area di interesse per i passaggi diurni (a sinistra) e notturni (a destra)

Le immagini Landsat-8 sono disponibili ogni 15 giorni.

Sia i dati Landsat che MODIS possono essere oscurati dalle nubi.

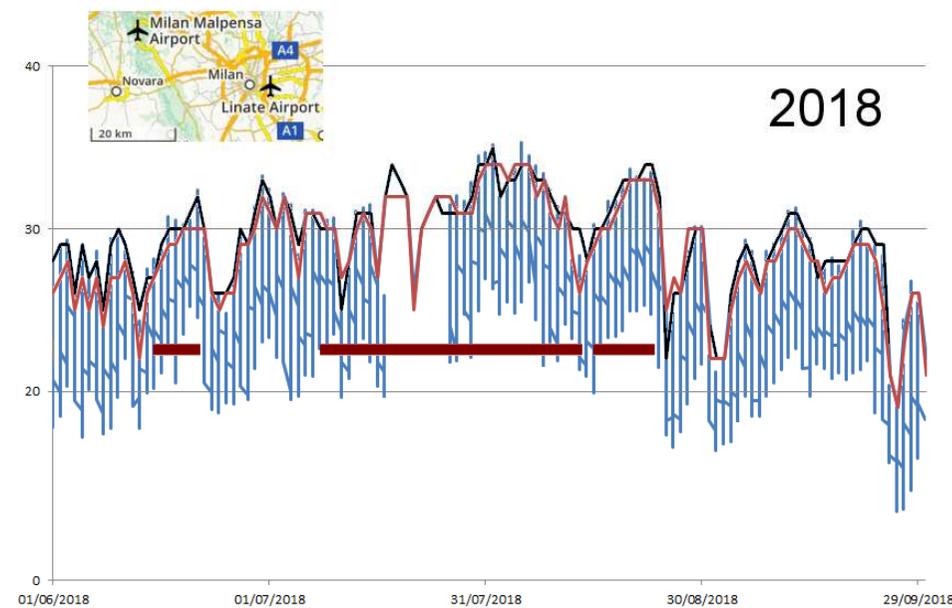
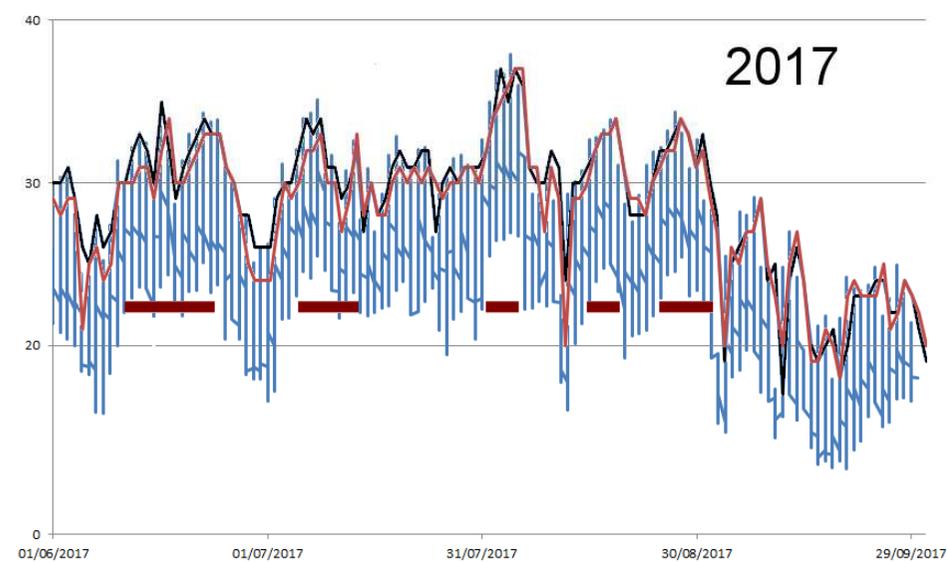
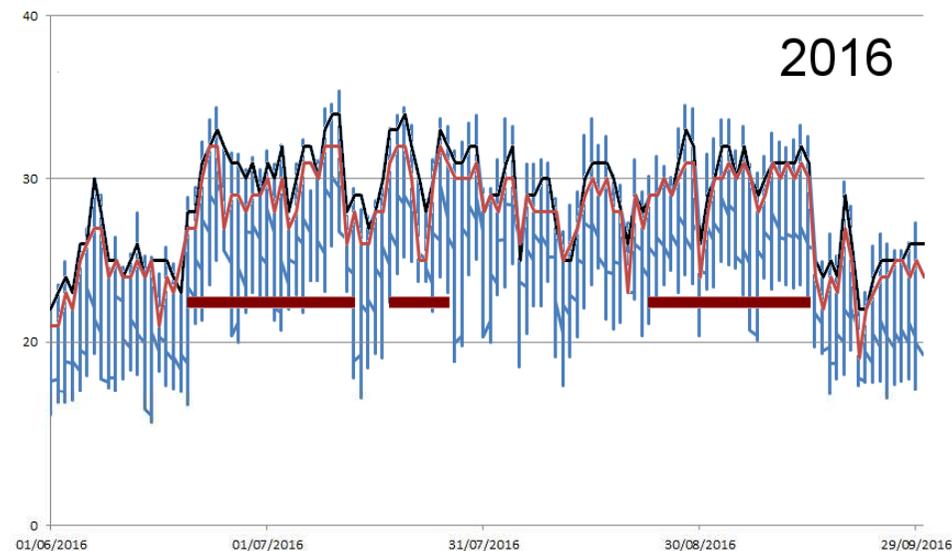
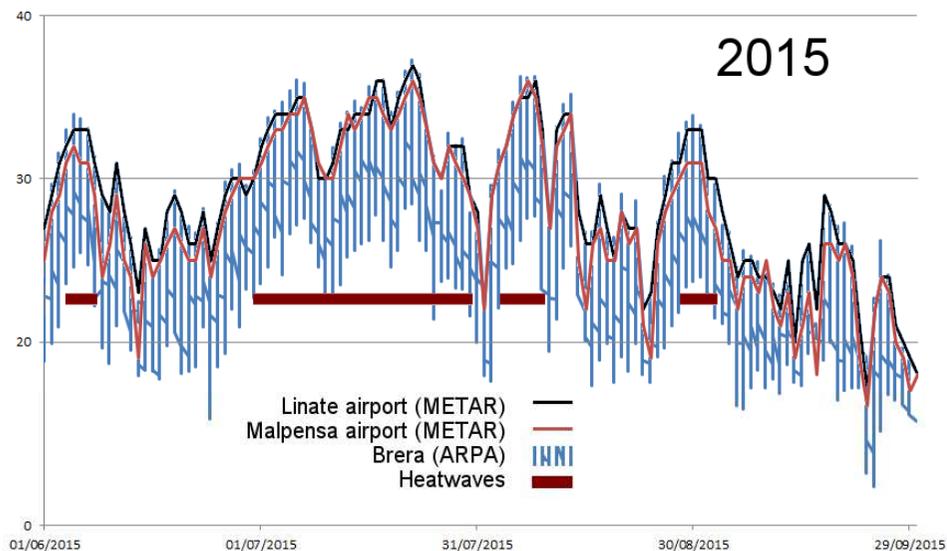


La **Temperatura Superficiale (LST)** notturna del MODIS è il prodotto **MYD11A1** e **MOD11A1**, mappato su una griglia di 1 km di risoluzione.

I dati MODIS sono disponibili quotidianamente, sia di giorno che di notte.

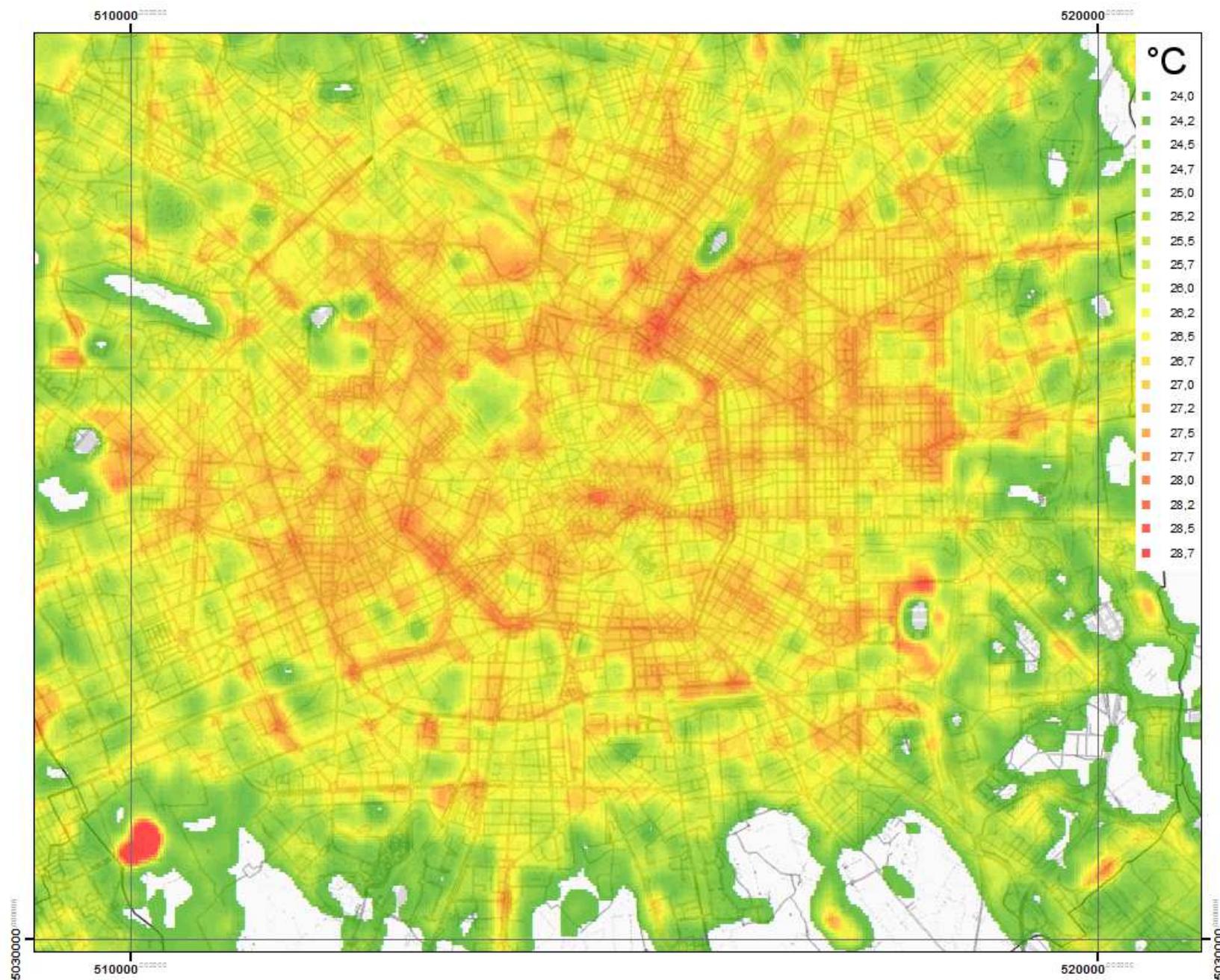


Individuazione dei periodi delle Onde di Calore



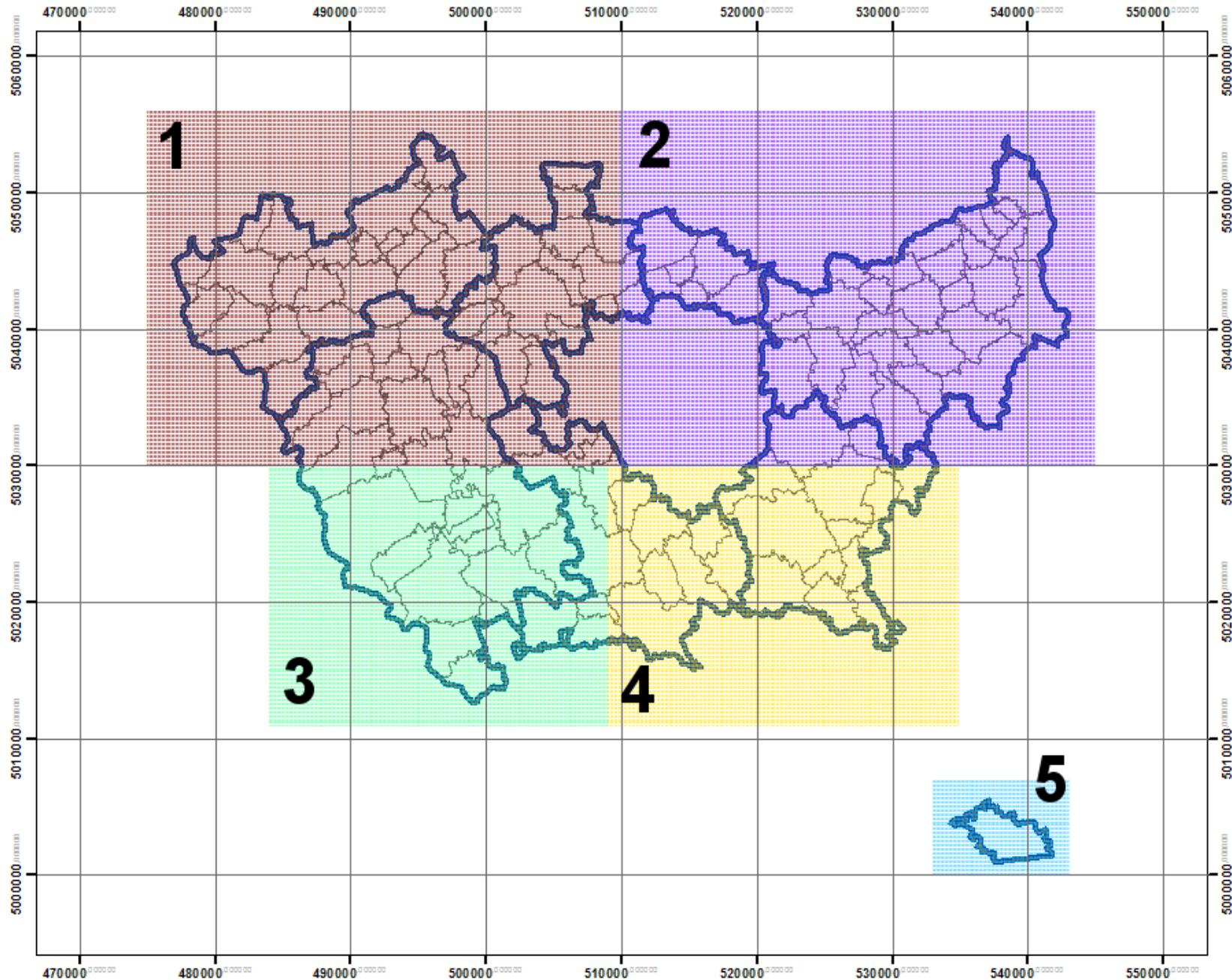
Esempio di temperatura massima nel 2018

Temperatura notturna del suolo - satellite AQUA - 2018-08-01 02:12

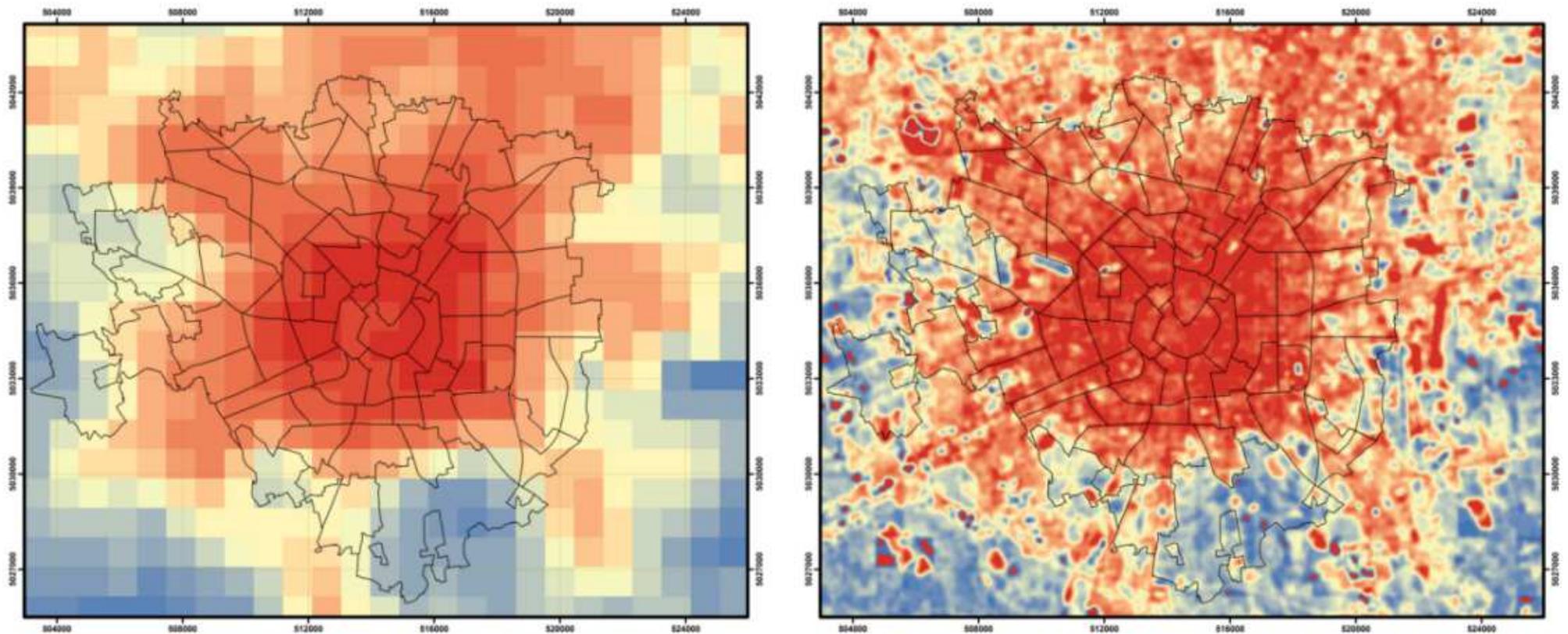


Analisi da eseguire su Città Metropolitana di Milano

AN ASI / TELESPAZIO COMPANY



Mappe UHI – Esempio di Prodotto LST riscaldato



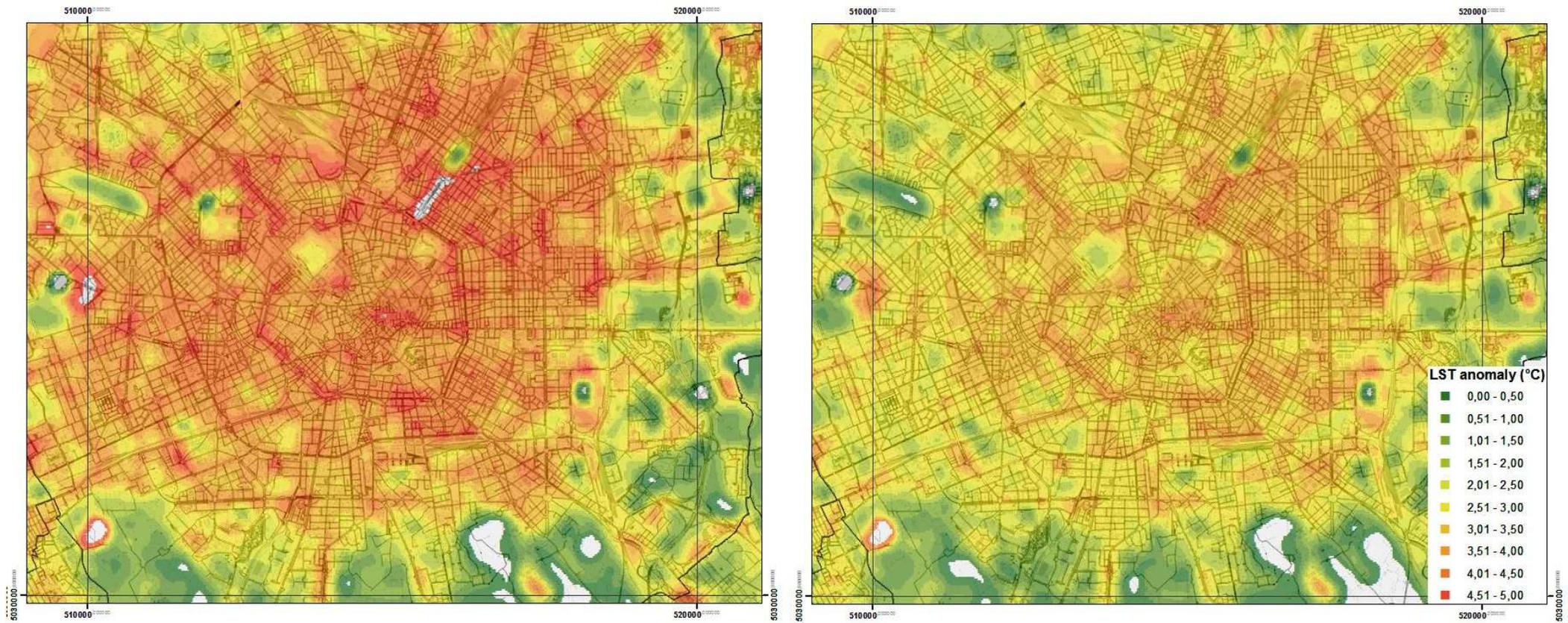
Un esempio del prodotto ottenuto. Il MODIS LST a 1 km è mostrato sulla sinistra e il prodotto del downscaling a 100 m di risoluzione spaziale (ma su una griglia a 30 m) è mostrato a destra.



Mappe UHI – Confronto tra dato Terra e Aqua

Un esempio del confronto tra le medie dei dati di Anomalia Termica al suolo a **Milano** relativamente alle acquisizioni serali (**TERRA**) e notturne (**AQUA**).

Milano - Land Surface Temperature anomaly



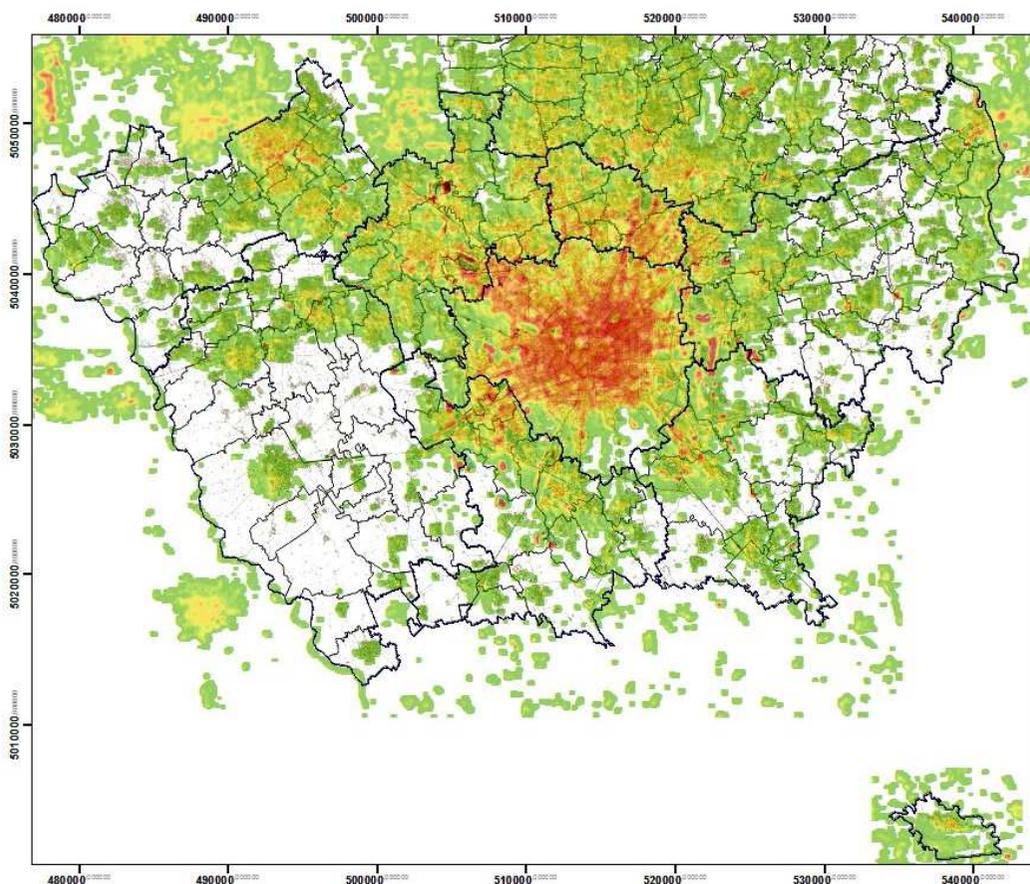
Terra MODIS (20:00 - 23:00)

Aqua MODIS (1:00 - 3:00)

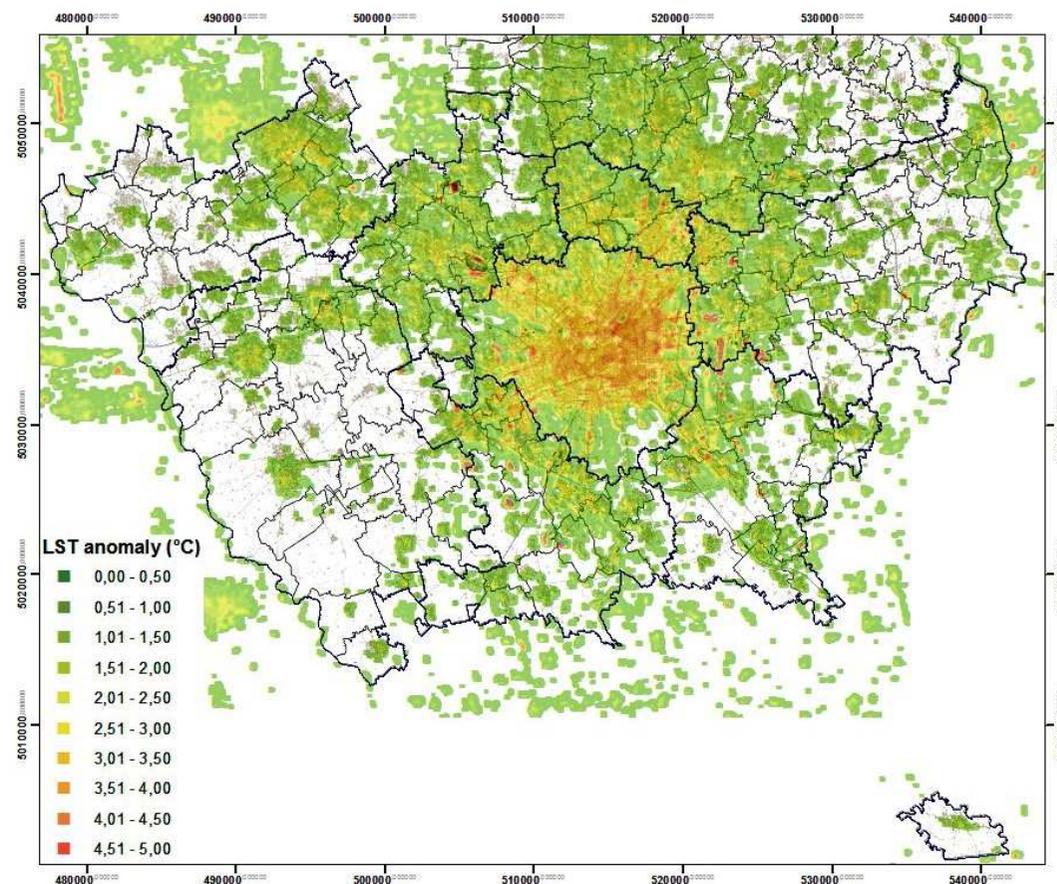
Mappe UHI – Confronto tra dato Terra e Aqua

Un esempio del confronto tra le medie dei dati di Anomalia Termica al suolo su CMM relativamente alle acquisizioni serali (TERRA) e notturne (AQUA).

Città Metropolitana di Milano - Land Surface Temperature anomaly



Terra MODIS (20:00 - 23:00)



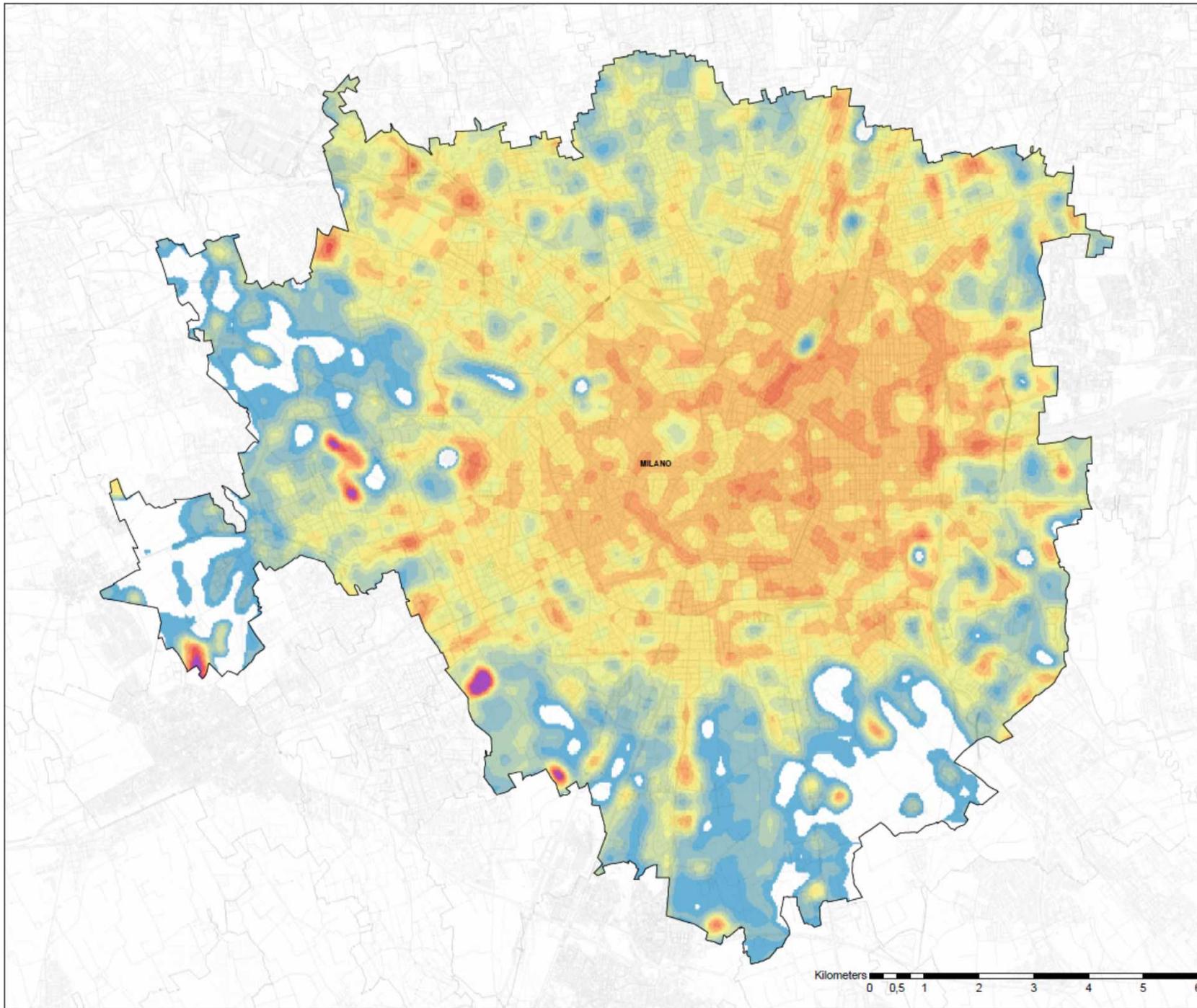
Aqua MODIS (1:00 - 3:00)

Valutazione del Rischio della popolazione alle isole di calore

- Dalla sintesi tra i vari eventi **UHI (2015-2018)** è stata prodotta una singola mappa termica delle differenze di temperature tra le zone urbane e quelle rurali.
- La differenza viene calcolata tra le temperature notturne nell'area urbana e una temperatura minima notturna di riferimento misurata nelle zone rurali circostanti. Può essere classificata in gruppi di ampiezza 0,5 gradi (°C). Tale mappa rappresenta la **Pericolosità**.
- Utilizzando i dati ISTAT (censimento 2011), è stato calcolato **l'indice di vulnerabilità** a partire dalla popolazione residente sensibile (adulti sopra **70 anni** e bambini sotto **10 anni**). La densità di popolazione sensibile è riferita alle sezioni di censimento ISTAT ed è normalizzata con il valore massimo individuato nell'area di riferimento (il Comune).
- Dalla combinazione dei due dati precedenti, pericolosità e indice di vulnerabilità è stato calcolato **l'indice di rischio della popolazione sensibile alle anomalie di temperatura**.



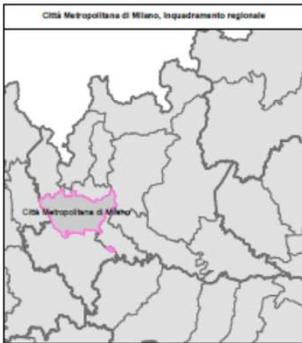
Anomalia Termica al Suolo - MILANO



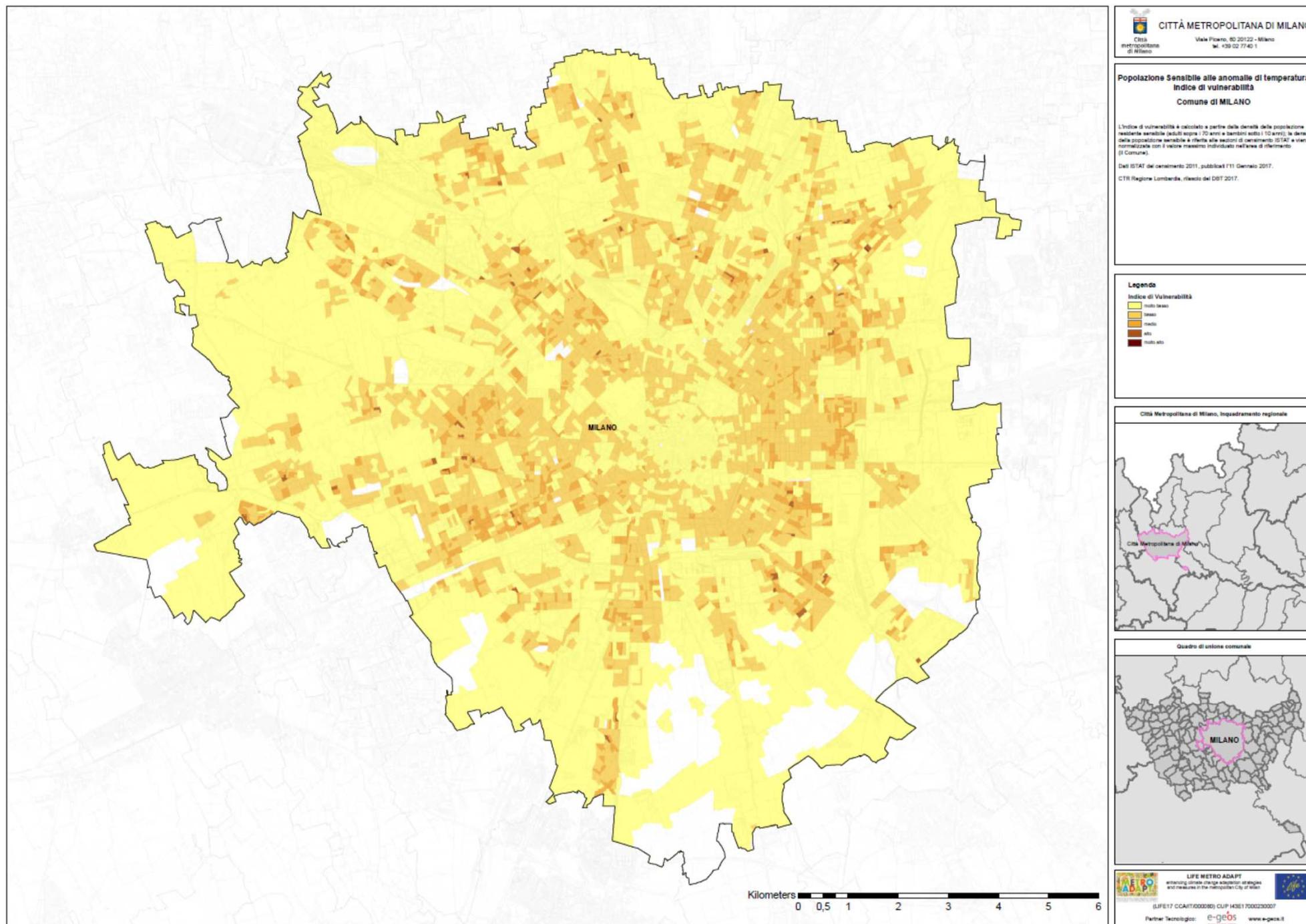
 **CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO**
Viale Piave, 85 20122 - Milano
tel. +39 02 7740 1

Anomalia Termica Notturna del suolo (°C)
Comune di MILANO

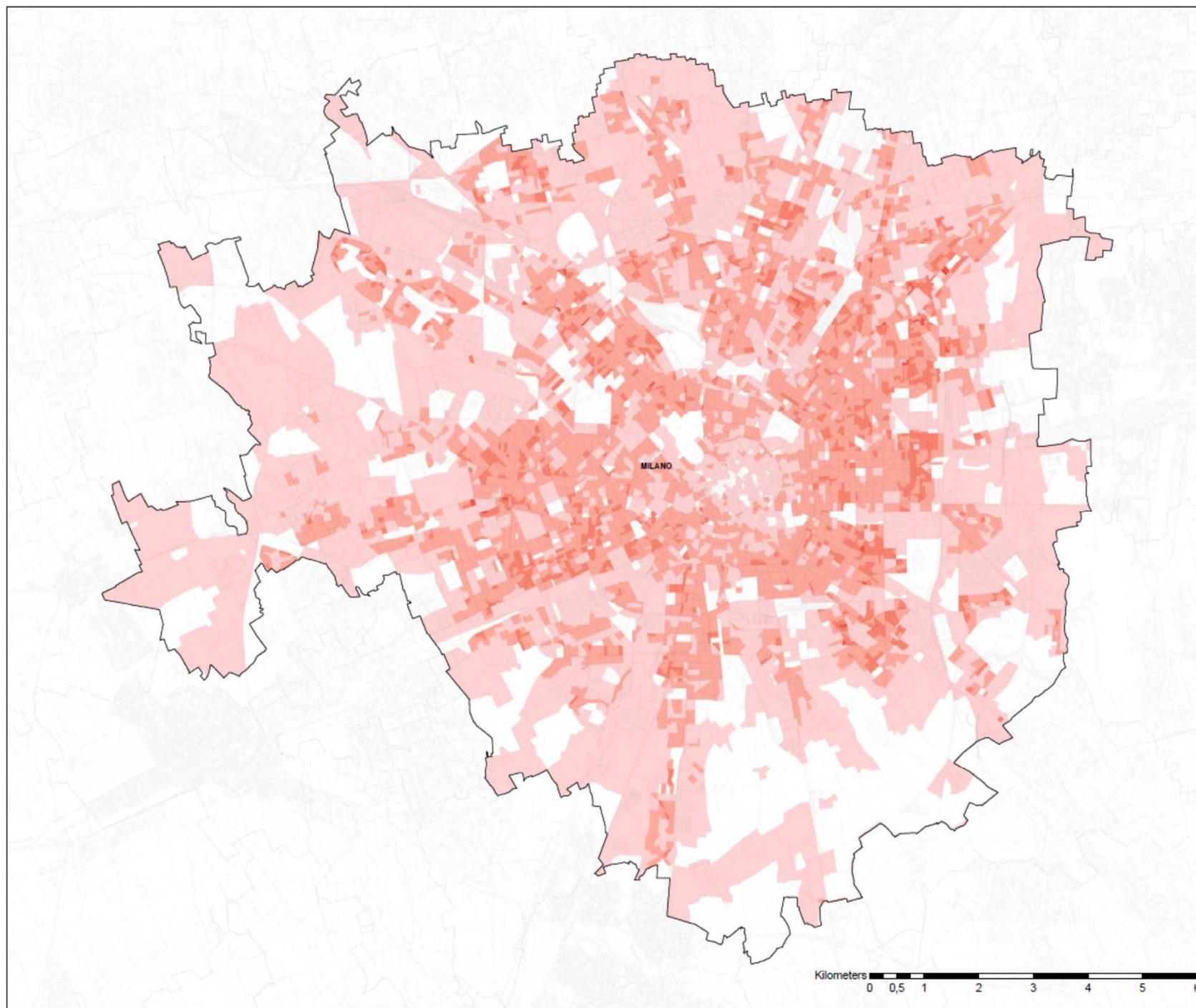
Anomalia termica notturna del suolo tra centro (Isola Urbana di calore) e periferia (anomalia termica nulla). La mappa è stata elaborata utilizzando dati termici notturni acquisiti nei periodi di ondate di calore estive (estate 2015 - 2018) nella fascia oraria 01:00 - 03:00. I dati sono stati acquisiti dal satellite AQUA ad 1 km di risoluzione e sono stati riportati alla risoluzione nominale di 30m tramite immagini termiche notturne acquisite dal satellite LANDSAT-8.
CTR Regione Lombardia, rilascio del DST 2017.



Indice di Vulnerabilità-Popolazione sensibile



Indice di Rischio



 **CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO**
Città metropolitana di Milano
Viale Fiorini, 80 20122 - Milano
Tel. +39 02 7740 1

Popolazione Sensibile alle anomalie di temperatura Indice del rischio Comune di MILANO

L'Indice di Rischio (IR) è calcolato secondo la formula:

$$IR = IM * IV$$

IM è l'Indice di minacce, calcolato a partire dai valori di anomalia termica (LST), normalizzati con il valore massimo individuato nell'area di riferimento (il Comune).

IV è l'Indice di vulnerabilità, calcolato a partire dalle densità della popolazione residente sensibile (adulti sopra i 70 anni e bambini sotto i 10 anni), le densità della popolazione sensibile e riferita alle sezioni di censimento ISTAT e viene normalizzato con il valore massimo individuato nell'area di riferimento (il Comune).

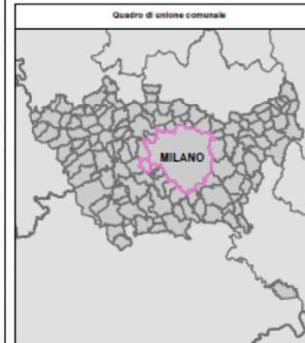
La mappa di anomalia termica notturna del suolo (LST) in centro (Ciclo Listina di calore) e periferia (anomalia termica notturna), è stata ottenuta utilizzando dati termici notturni acquisiti nei periodi di ondate di calore estive (estate 2015 - 2016) nella fascia oraria 01:00 - 03:00. I dati sono stati acquisiti dal satellite AQUA ad 1km di risoluzione e sono stati riportati alla risoluzione nominale di 30m tramite immagini termiche notturne acquisite dal satellite LANDSAT-8.

Dati ISTAT del censimento 2011, pubblicati l'11 Gennaio 2017.
CTR Regione Lombardia, rilascio del DBT 2017.

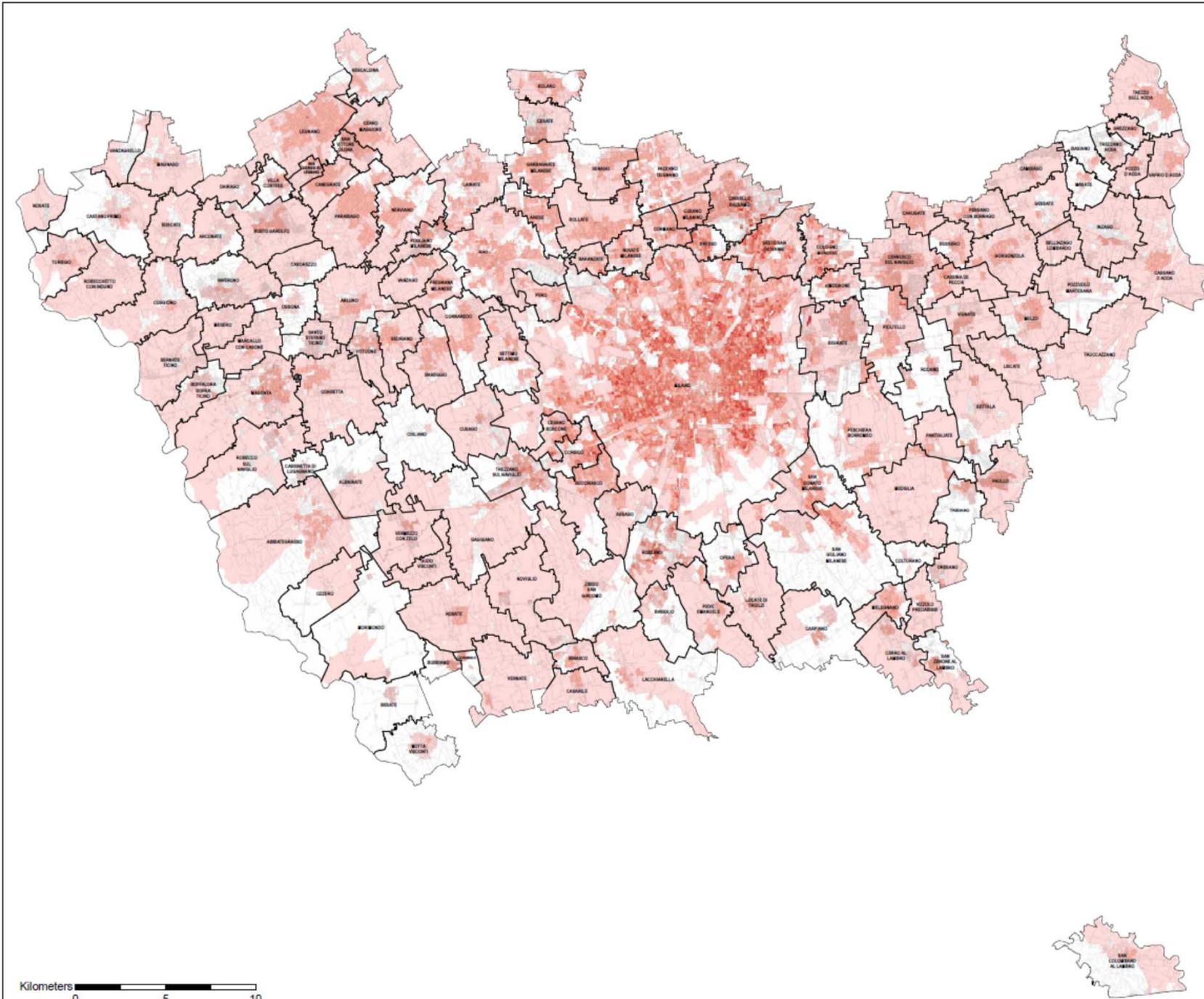
Legenda

Indice del Rischio a LST

- molto basso
- basso
- medio
- alto
- molto alto



Indice di Rischio



CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO
Città Metropolitana di Milano
Viale Piave, 80 20122 - Milano
Tel. +39 02 7740 1

Sensitive Population to temperature anomaly Risk Index
Città Metropolitana di Milano

The Risk Index is calculated according to the formula:

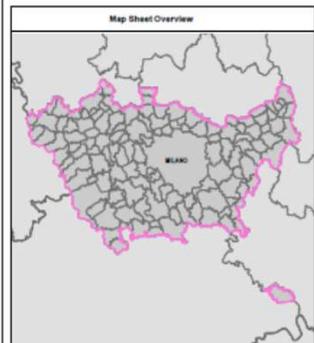
$$R = (M \times V) / I$$

M is the threat index, calculated starting from the temperature values (LST), normalized with the maximum value detected in the reference area (CMM).

V is the vulnerability index, calculated starting from the density of the most sensitive resident population (adults over 70 and children under 10), in the ISTAT census sections, normalized with the highest value found in the reference area (CMM).

Night-time Land Surface Temperature (LST) anomaly over the Urban Heat Island of Milan are extracted from AQUA night passes (between 01:00 and 03:00) during summer heatwaves from 2015 through 2016. AQUA LSTs at 10m per pixel have been downsampled at the nominal spatial resolution of 30m by using neighborhood LANGSAT-8 thermal maps.

ISTAT date of the 2011 Census, published 11 January 2017
Updated to the latest DDT release (2017).





Strategie e misure di adattamento al cambiamento
climatico nella Città Metropolitana di Milano

Grazie

Pierluigi Adami

Achille Ciappa

Nicola Corsini

Maria Lucia Magliozzi

Monica Palandri