

Life METRO ADAPT

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

Azione C 1.3 TRAINING

**Dall'analisi delle vulnerabilità climatiche
alle misure di adattamento con soluzione naturalistiche**

AGENDA del 17 giugno 2020

9:15 Connessione

9:30 Emilio De Vita e Cinzia Davoli (CMM – Città Metropolitana Milano)

- SALUTI E PRESENTAZIONE DELLA SESSIONE
- PROGETTO LIFE METRO ADAPT
- METRO ADAPT PLATFORM

10:00 Nicola Colaninno (Esperto dati Territoriali per CMM)

- PATTO DEI SINDACI E PAES/PAESC
- LA STRATEGIA NAZIONALE PER L'ADATTAMENTO, E LA STRATEGIA REGIONALE
- IL CONTESTO TERRITORIALE
- PERICOLI CLIMATICI E IMPATTI

10:30 Monica Palandri e Laura De Vendictis (e-GEOS S.p.A.)

- ORIGINE E TIPO DI DATI
- ANALISI DEL FENOMENO ISOLE DI CALORE URBANE
- RISCONTRO SU METRO ADAPT PLATFORM
- APPROFONDIMENTO ANALISI DATI CLIMATOLOGICI E BENESSERE DELLE COLTIVAZIONE NEL PARCO AGRICOLO SUD

11:20 Nicola Colaninno (Esperto dati Territoriali per CMM)

- ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE
- RISCONTRO SU METRO ADAPT PLATFORM

11:50 Cinzia Cesarini (CMM – Città Metropolitana Milano)

- PTM e LIFE METRO ADAPT

12:05 Lorenzo Bono (Ambiente Italia)

- ESEMPI DI MISURE DI ADATTAMENTO E NBS
- RISCONTRO SU METRO ADAPT PLATFORM

12:35 Marco Callerio (Gruppo Cap)

- AZIONI DIMOSTRATIVE DI APPLICAZIONE NBS

12:50 Q&A

13:00 Chiusura



LIFE17CCA/IT/000080



Le attività previste **dall'Azione C1** del progetto METRO-ADAPT sono state rivolte all'analisi del fenomeno delle **isole di calore urbano**, delle **alluvioni urbane**, dell'**impatto del consumo di suolo sull'aumento di temperatura** e del **rappporto tra temperatura e siccità nei territori agricoli** del Parco Sud di Milano.

Va evidenziata l'importanza dell'uso delle **tecnologie di telerilevamento satellitare** per ottenere dati aggiornati sul territorio e realizzare i prodotti cartografici richiesti per supportare l'attività di pianificazione a vari livelli.

I dati satellitari possono fornire informazioni a **varie scale**, dal livello comunale sino ad aree molto ampie, quali quelle di pertinenza dei Piani di Gestione di bacino distrettuale, Piani paesistici e piani regionali nei settori acque e dissesto (Piani di Tutela e PAI, istituiti ai sensi della Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE e quella sul Rischio Alluvioni 2007/60/CE) e **possono seguire le tempistiche di aggiornamento dei vari livelli di piano**.

Inoltre le tecnologie satellitari, consentendo **la visione sinottica delle criticità**, favoriscono l'auspicabile integrazione delle pianificazioni a diverso livello, fondamentale per **l'ottimizzazione delle risorse economiche disponibili e per la realizzazione di azioni multi-obiettivo e integrate**.

Tali mappe possono essere **periodicamente aggiornate** per tener conto dei cambiamenti di uso del suolo.



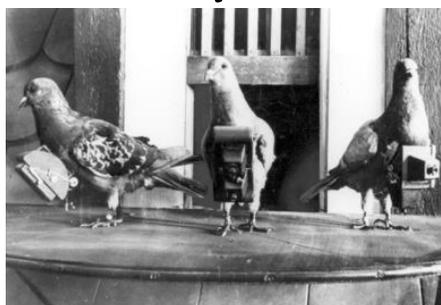
Breve storia del Telerilevamento

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



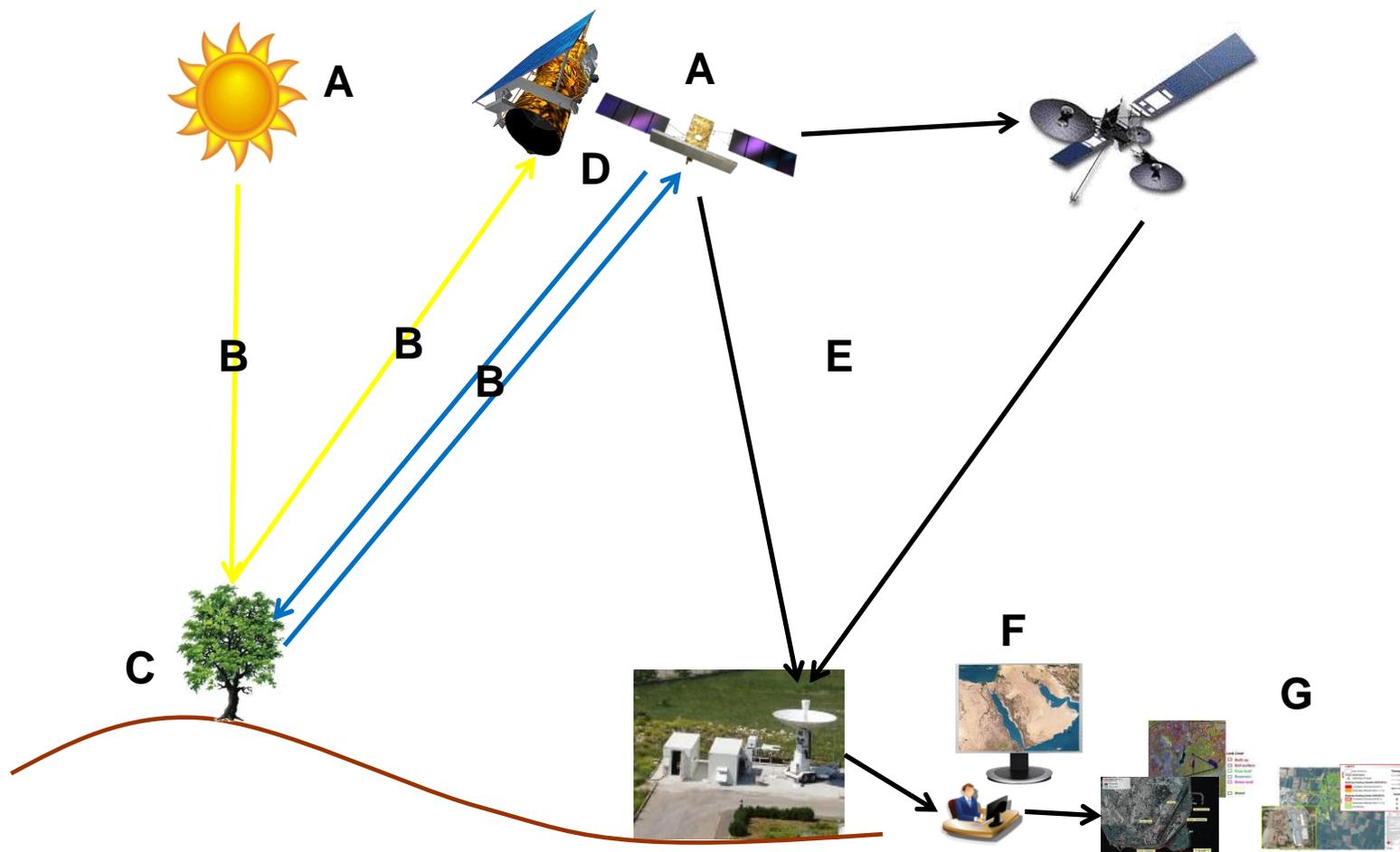
1972 – Landsat-1



e-GEOS S.p.A



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

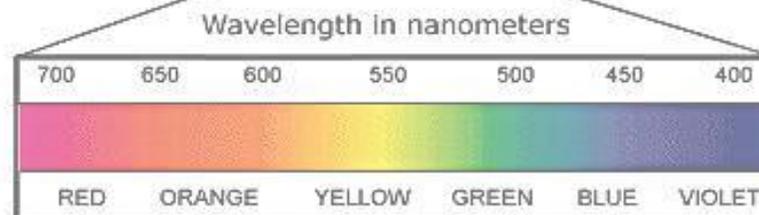
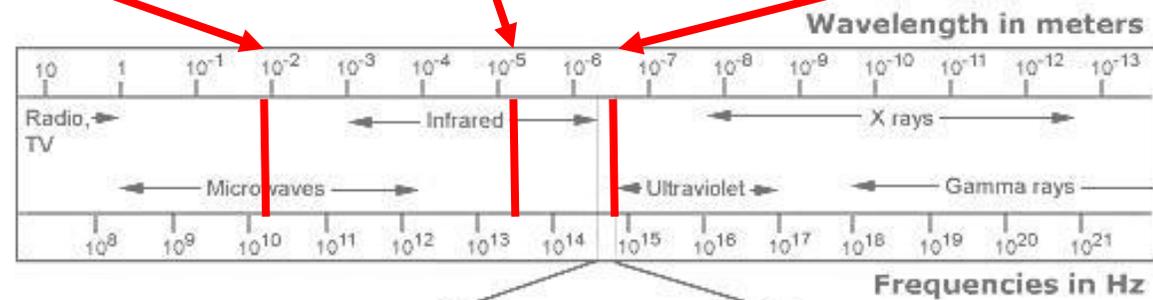
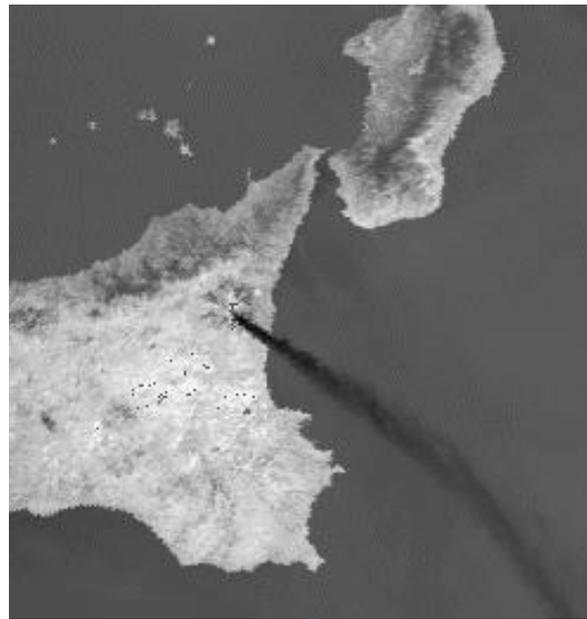
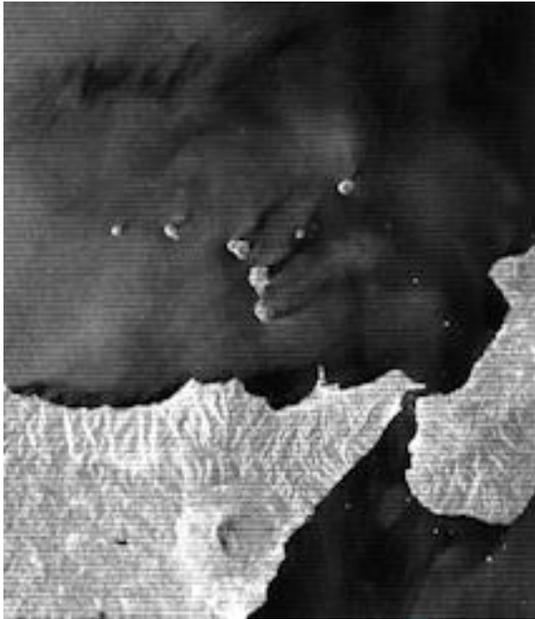
D - La «re-irradiazione» viene catturata dal sensore remoto

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

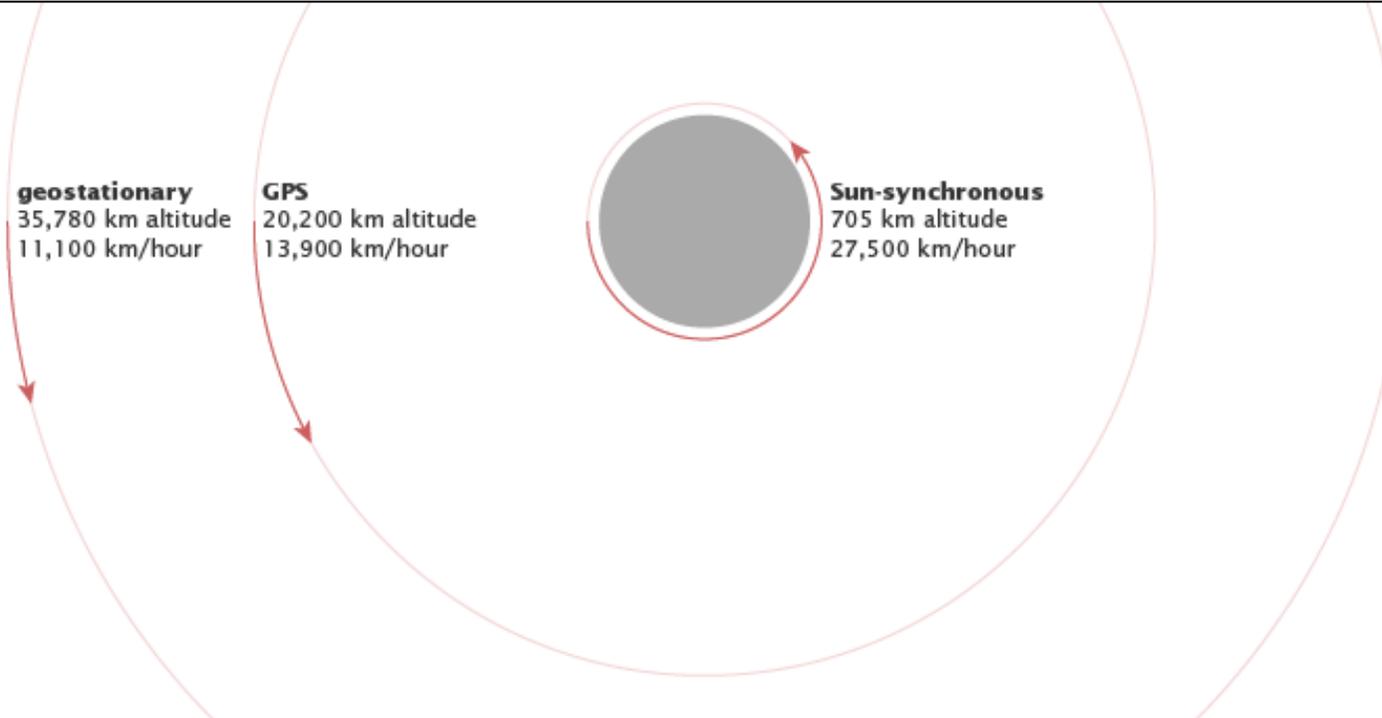
G - Le informazioni ed il Valore Aggiunto estratti vengono utilizzati per le applicazioni

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



Orbite Satellitari: All weather / all time operations **e-geos**

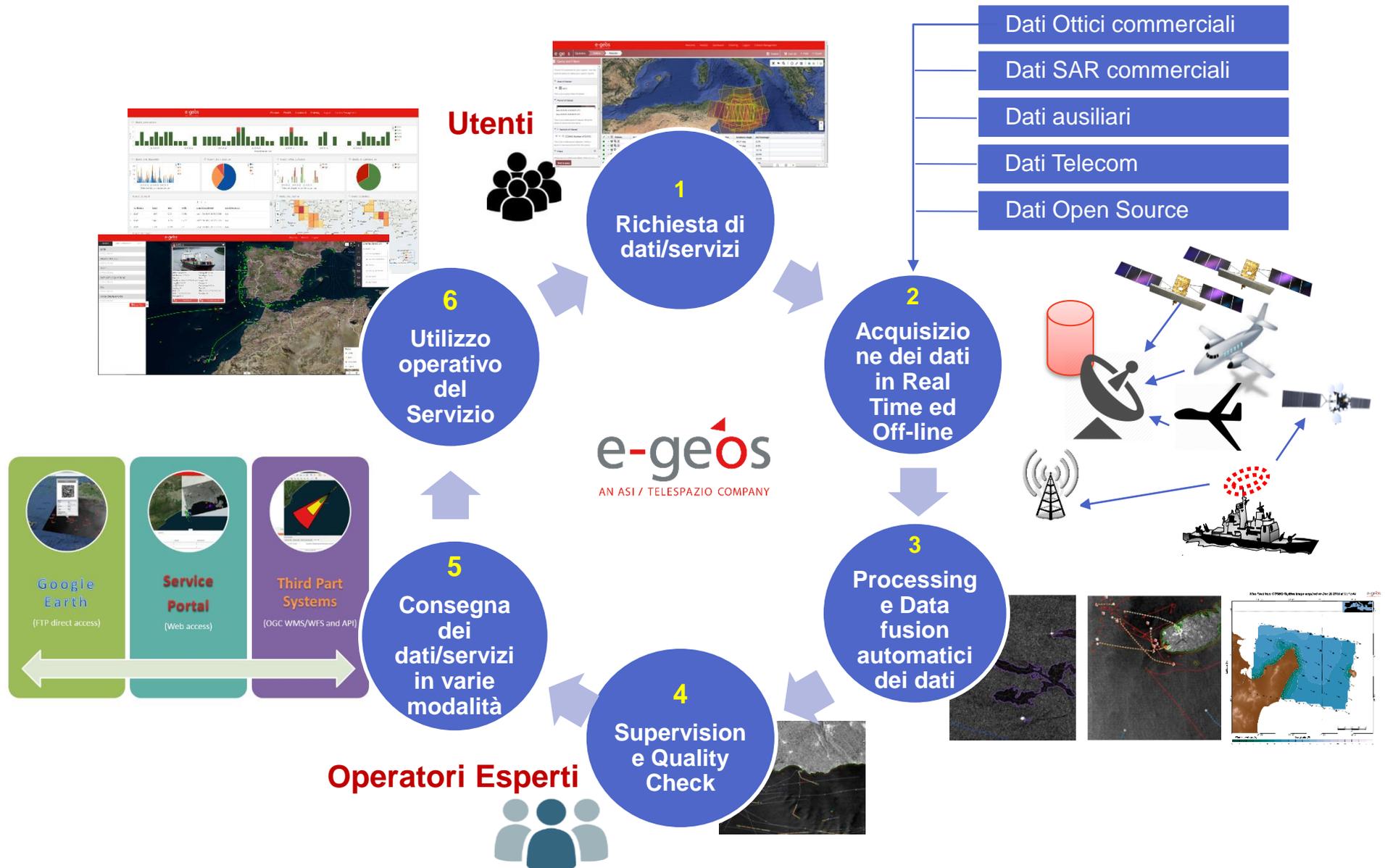
AN ASI / TELESPAZIO COMPANY



LIFE17CCA/IT/000080



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 Aqua. Per il progetto sono stati utilizzati i prodotti MYD11 e MOD11, mappati su una griglia di 1 km di risoluzione.

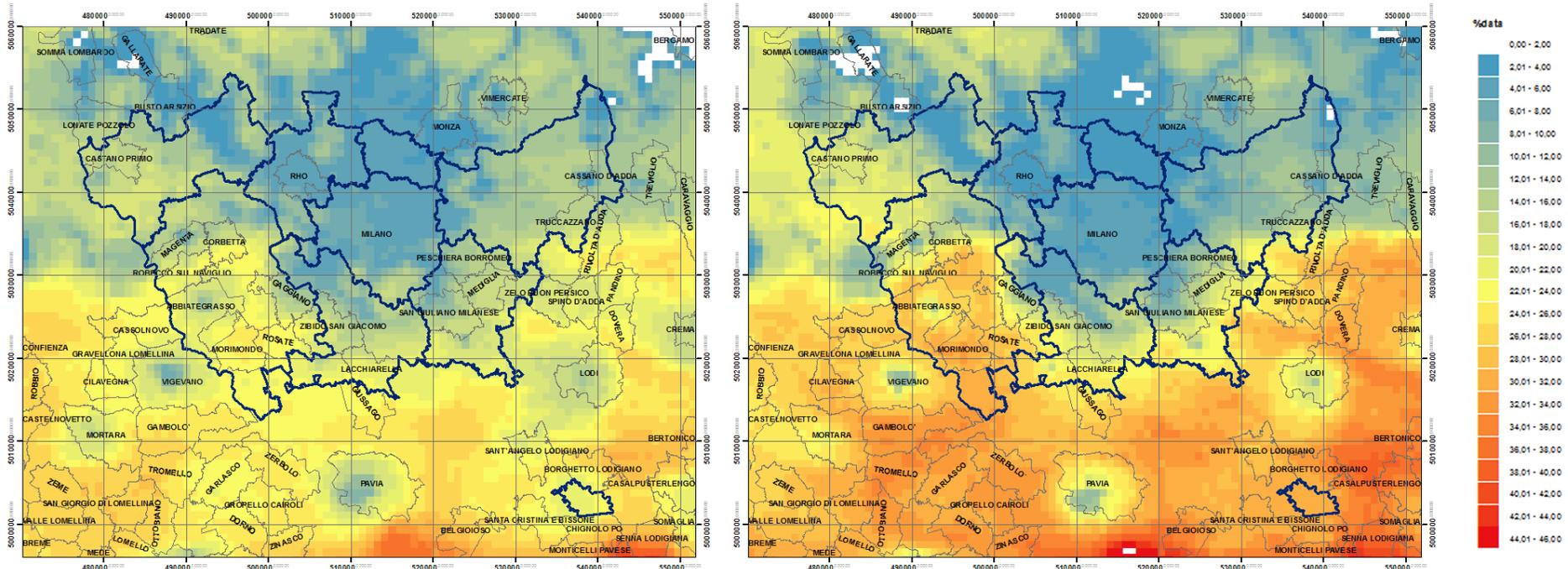
I dati MODIS sono disponibili quotidianamente, sia di giorno che di notte.



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).

Le isole di calore urbano (UHI)

Il **Cambiamento Climatico** sta mostrando sia alle pubbliche amministrazioni che all'opinione pubblica la necessità di investire in settori economici sostenibili a stili di vita ormai elevati.

E' quindi necessario fornire servizi di supporto alle decisioni in grado di **favorire l'analisi territoriale anche nell'ambito della gestione delle onde di calore urbano**, indirizzandosi verso i concetti delle "smart city".



In questo senso, a seguito dell'individuazione delle aree urbane interessate maggiormente dalle isole di calore, è necessario analizzare **i possibili interventi di adattamento e la loro efficacia**.

Inoltre queste informazioni potranno essere utilizzate per una consapevole **gestione dei mezzi e delle risorse in campo** a seguito di situazioni di allarme identificate con sistemi di previsione meteorologica.

Mappe UHI - Dati in Input

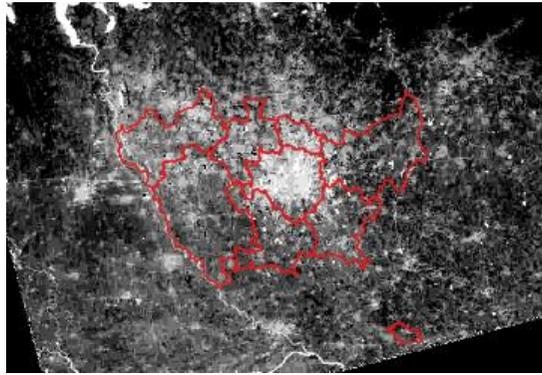


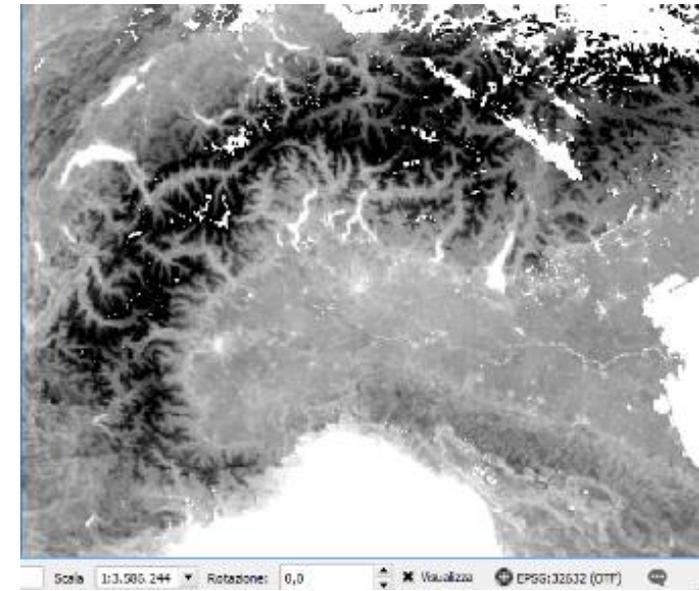
Immagine Landsat (path 194 e row 028), acquisita il 2018/08/15. Sarà utilizzata per la valutazione dell'emissività del suolo, necessaria per la stima della LST del Landsat.

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 16 giorni.

I dati Landsat e MODIS possono essere oscurati dalle nubi.



La **Temperatura Superficiale (LST)** notturna del MODIS è il prodotto **MYD11** e **MOD11**, mappato su una griglia di 1 km di risoluzione.

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

Mappe UHI - Dati in Input

USGS – Earth Explorer

<https://earthexplorer.usgs.gov/>

2. Select Your Data Set(s)
Check the boxes for the data set(s) you want to search. When done selecting data set(s), click the Additional Criteria or Results buttons below. Click the plus sign next to the category name to show a list of data sets.

Use Data Set Profiler (What's This?)

Data Set Search:

- Aerial Imagery
- AVHRR
- CEDS Legacy
- Commercial Satellites
- Declassified Data
- Digital Elevation
- Digital Line Graphs
- Digital Maps
- EO-1
- Global Fiducials
- HCMM
- ISERV
- Land Cover
- Landsat
- NASA LPDAAC Collections
- Radar
- Sentinel
- UAS
- Vegetation Monitoring
- ISRO Resourcecat

Clear All Selected Additional Criteria Results

1. Enter Search Criteria
To narrow your search area, type in an address or place name, enter coordinates or click the map to define your search area (for advanced map tools, view the help documentation) and/or choose a date range.

Geocoder KML/Shapefile Upload

Select a Geocoding Method
Address/Place
Address/Place

Show Clear

Polygon Circle Predefined Area

Degree/Minute/Second Decimal

1. Lat: 46° 40' 19" N, Lon: 013° 15' 37" E	✓	✗
2. Lat: 46° 40' 19" N, Lon: 005° 24' 19" E	✓	✗
3. Lat: 43° 53' 24" N, Lon: 005° 24' 19" E	✓	✗
4. Lat: 43° 53' 24" N, Lon: 013° 15' 37" E	✓	✗

Use Map Add Coordinate Clear Coordinates

Date Range Result Options

Search from mm/dd/yyyy to mm/dd/yyyy

Search months: (all)

Data Sets Additional Criteria Results

4. Search Results
If you selected more than one data set to search, use the dropdown to see the search results for each specific data set.
Note: You must be logged in to download and order scenes

Show Result Controls

Data Set Click here to export your results

Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-2

1	ID1LC08_L1TP_191028_20200425_20200425_01_RT	Acquisition Date:25-APR-20	Path:191	Row:28
2	ID1LC08_L1TP_191029_20200425_20200425_01_RT	Acquisition Date:25-APR-20	Path:191	Row:29
3	ID1LC08_L1TP_191030_20200425_20200425_01_RT	Acquisition Date:25-APR-20	Path:191	Row:30
4	ID1LC08_L1TP_193027_20200423_20200423_01_RT	Acquisition Date:23-APR-20	Path:193	Row:27
5	ID1LC08_L1TP_193028_20200423_20200423_01_RT	Acquisition Date:23-APR-20	Path:193	Row:28

Search Criteria Summary (Show)

45° 47' 53" N, 015° 14' 16" E

Clear Search Criteria

DOI Privacy Policy | Legal | Accessibility | Site Map | Contact USGS

U.S. Department of the Interior | DOI Inspector General | White House | E-gov | No Fear Act | FOIA

Mappe UHI - Dati in Input

Copernicus Open Access Hub

<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

Copernicus Open Access Hub

Insert search criteria...

» Ingestion period

Mission: Sentinel-1

Satellite Platform:

Polarisation:

Relative Orbit Number (from 1 to 175):

Mission: Sentinel-2

Satellite Platform:

Relative Orbit Number (from 1 to 143):

Mission: Sentinel-3

Satellite Platform:

Product Type:

Sensor Mode:

Collection:

Cloud Cover % (e.g. [0 TO 9.4]):

Instrument:

Relative Orbit Start [1-385]:

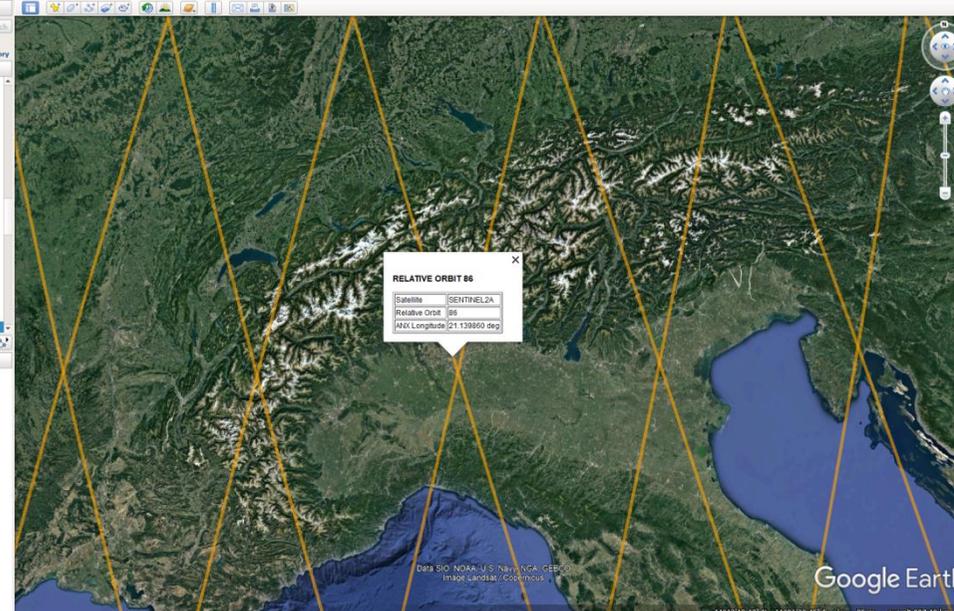
Lat Lon: 46.50, 8.32

Relative Orbits List:

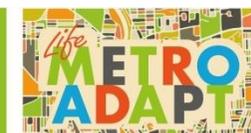
- RELATIVE ORBIT 64
- RELATIVE ORBIT 65
- RELATIVE ORBIT 66
- RELATIVE ORBIT 67
- RELATIVE ORBIT 68
- RELATIVE ORBIT 69
- RELATIVE ORBIT 70
- RELATIVE ORBIT 71
- RELATIVE ORBIT 72
- RELATIVE ORBIT 73
- RELATIVE ORBIT 74
- RELATIVE ORBIT 75
- RELATIVE ORBIT 76
- RELATIVE ORBIT 77
- RELATIVE ORBIT 78
- RELATIVE ORBIT 79
- RELATIVE ORBIT 80
- RELATIVE ORBIT 81
- RELATIVE ORBIT 82
- RELATIVE ORBIT 83
- RELATIVE ORBIT 84
- RELATIVE ORBIT 85

Relative Orbits

<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/mission/sentinel-2/satellite-description/orbit>



LIFE17CCA/IT/000080

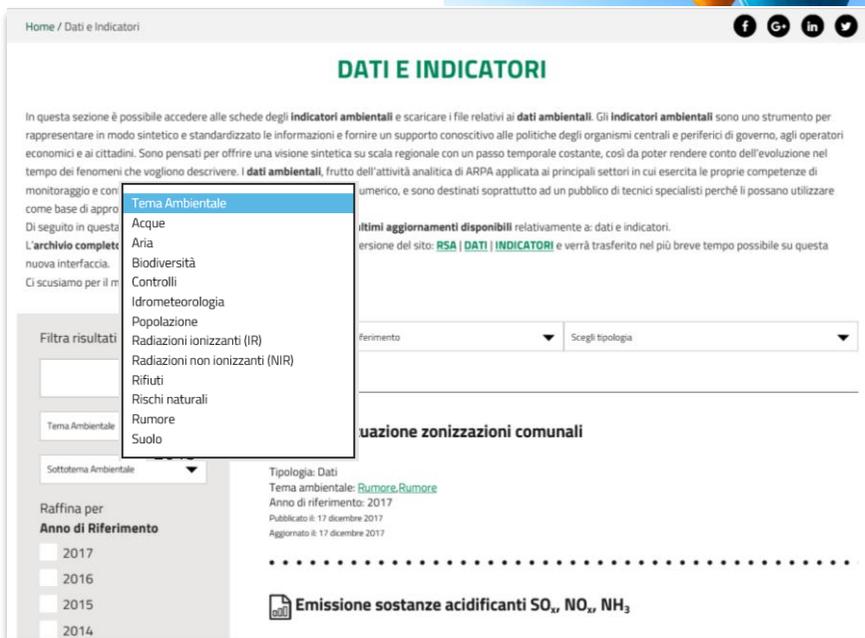
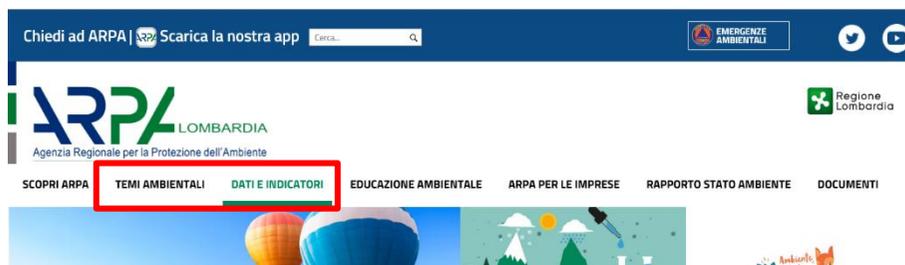


Strategie a misure di adattamento al cambiamento climatico nella Città Metropolitana di Milano

Mappe UHI - Dati in Input

ARPA Lombardia

http://www.arpalombardia.it/Pages/ARPA_Home_Page.aspx



RICHIESTA DATI MISURATI

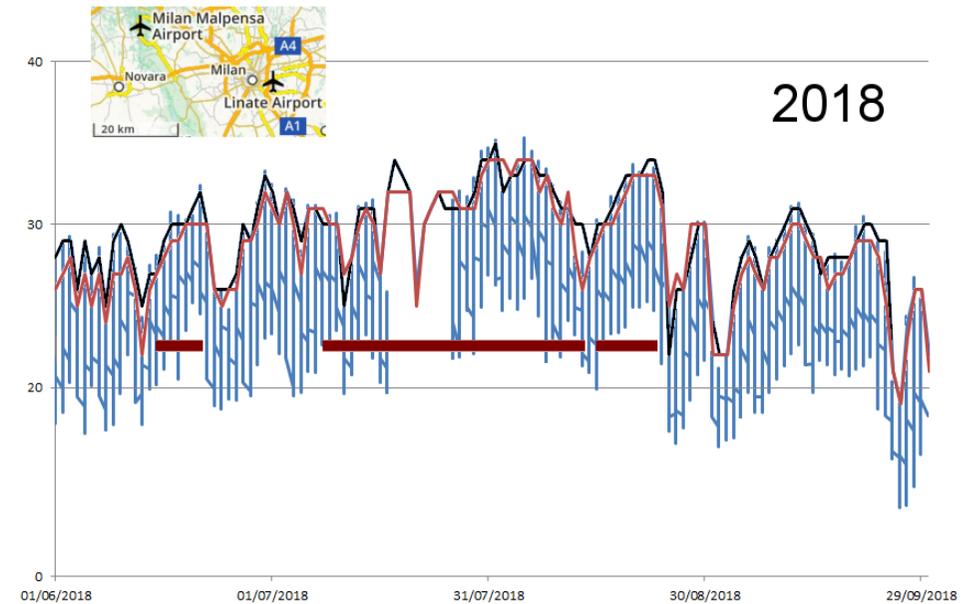
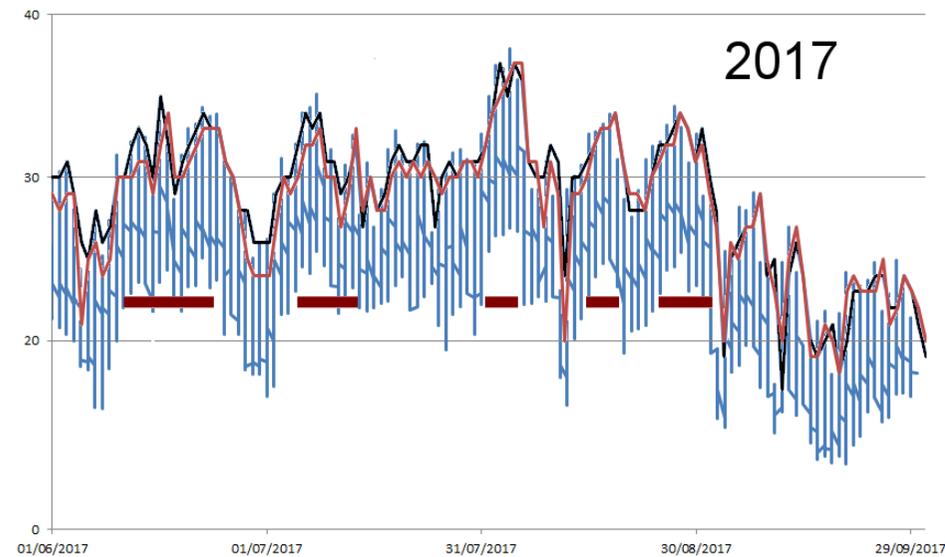
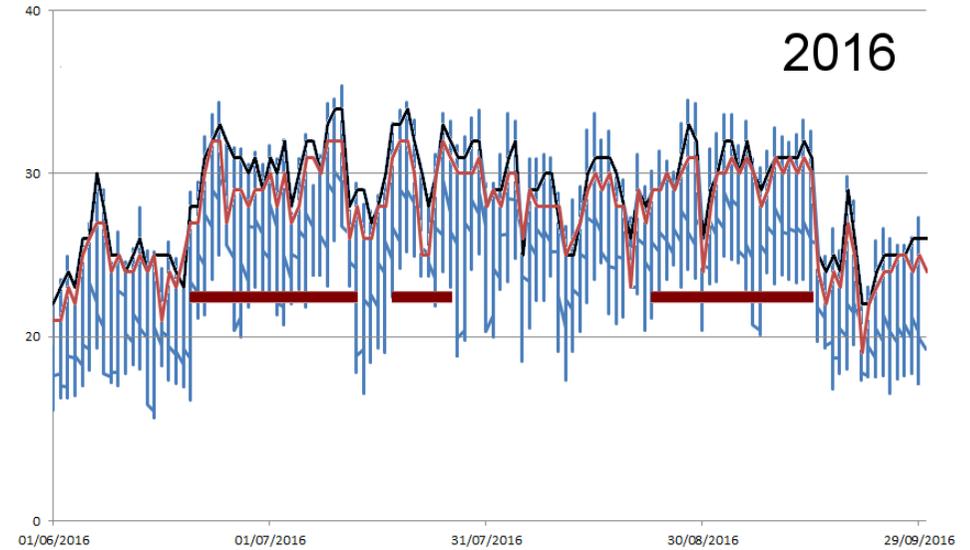
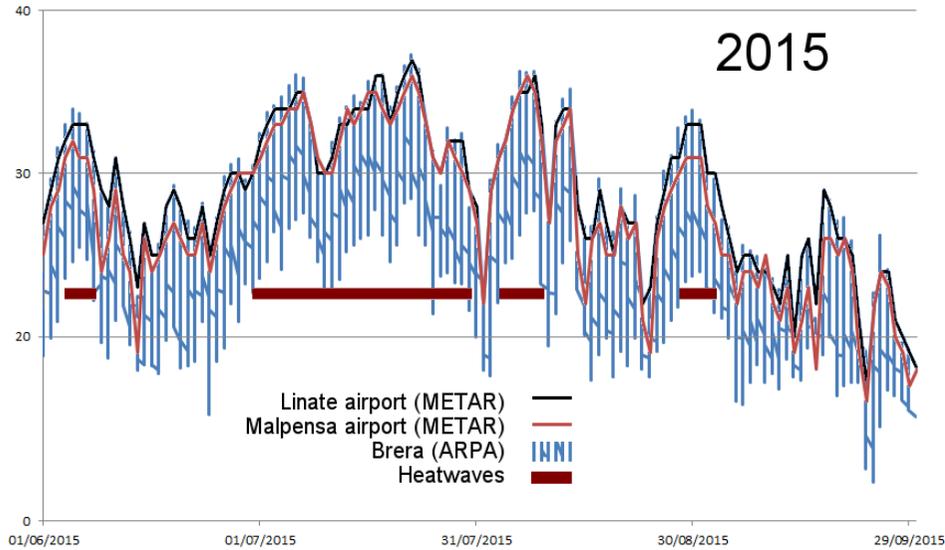


LIFE17CCA/IT/000080



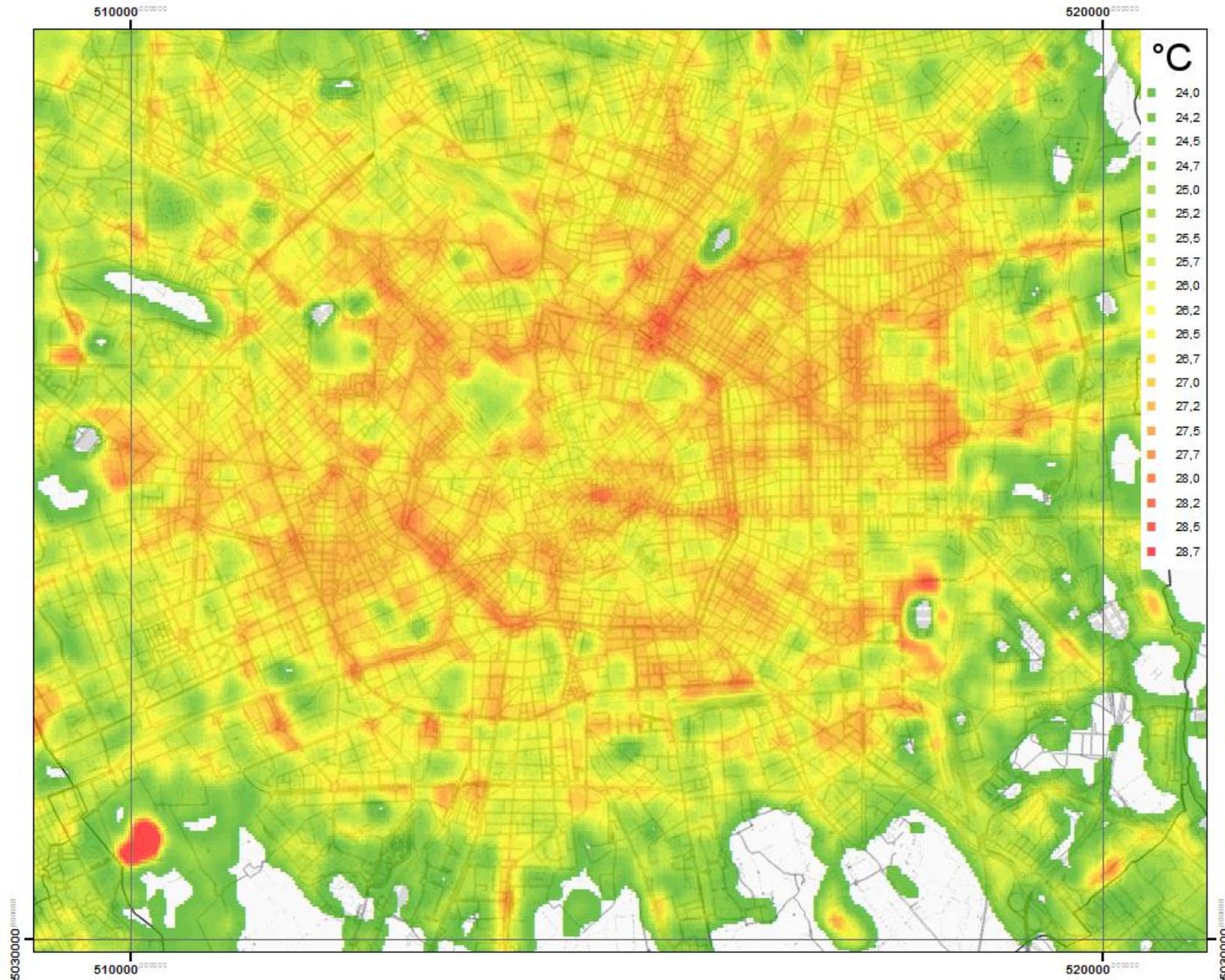
Strategie e misure di adattamento al cambiamento climatico nella Città Metropolitana di Milano

Individuazione dei periodi delle Onde di Calore



Esempio di temperatura massima nel 2018

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

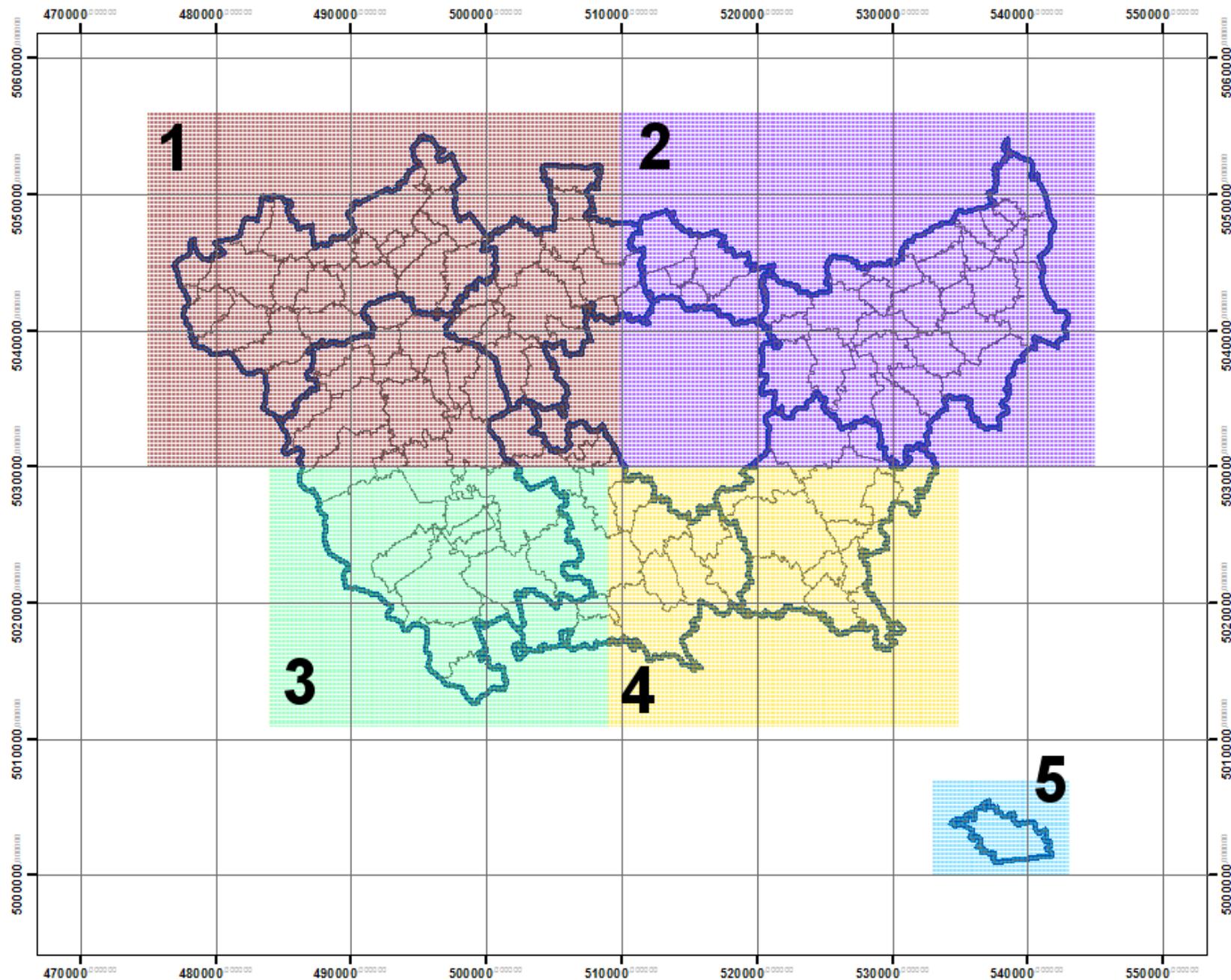


LIFE17CCA/IT

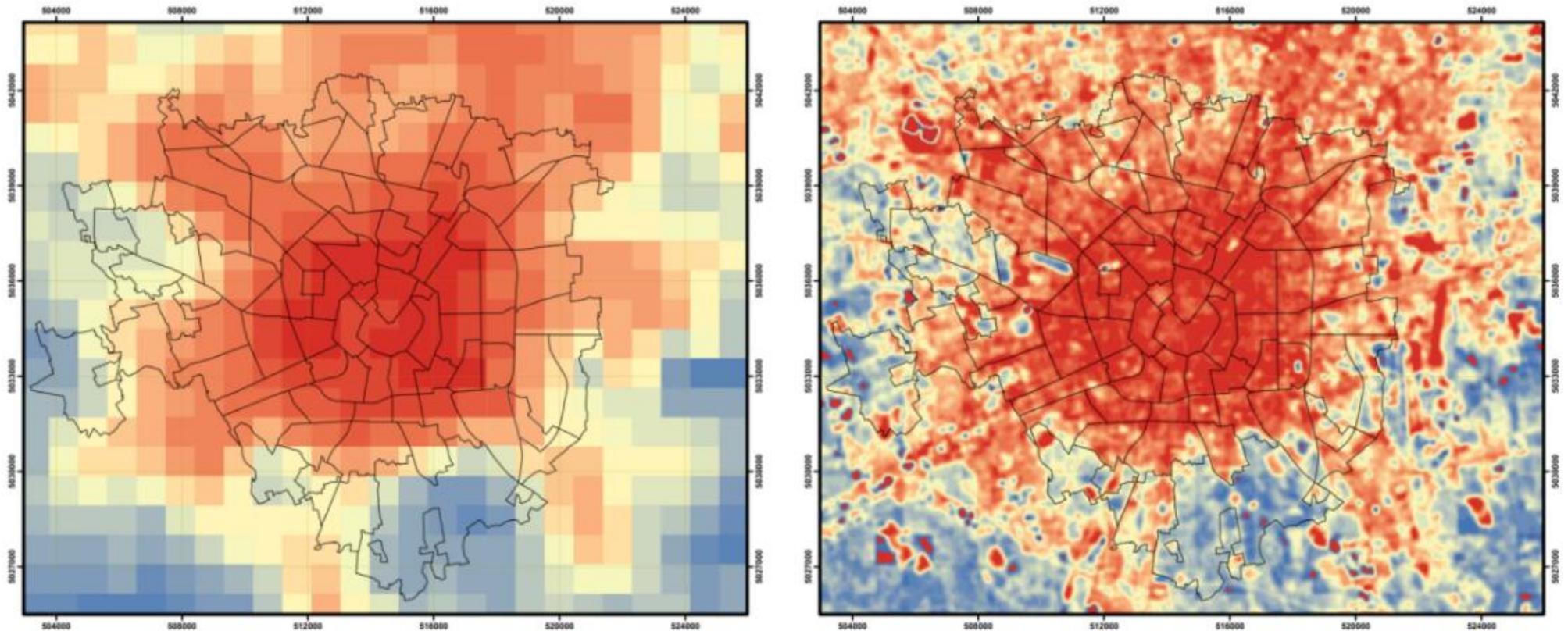


Misure di adattamento al cambiamento climatico nella Città Metropolitana di Milano

Analisi su Città Metropolitana di Milano



Mappe UHI – Esempio di Prodotto LST riscaldato

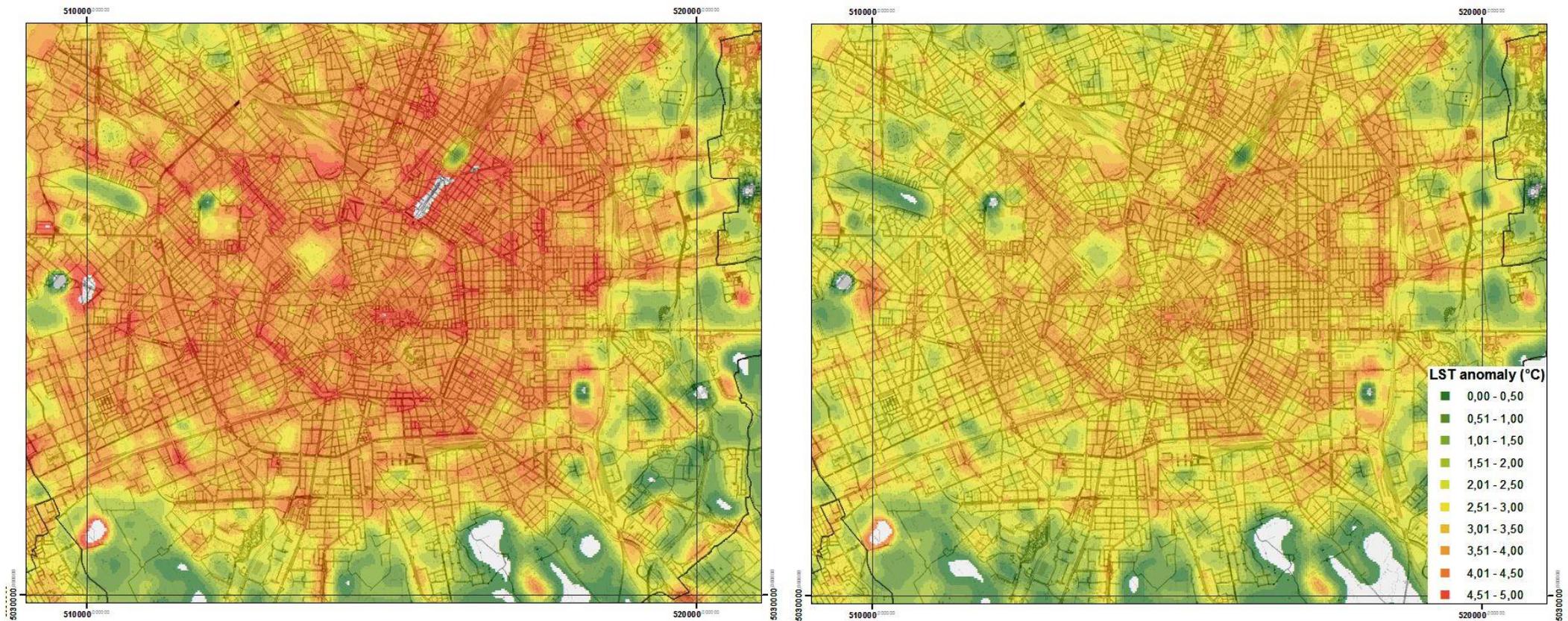


Un esempio del prodotto ottenuto. Il **MODIS LST** a 1 km è mostrato sulla sinistra e il prodotto del downscaling a **100 m di risoluzione spaziale** (ma su una griglia a 30 m) è mostrato a destra.

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



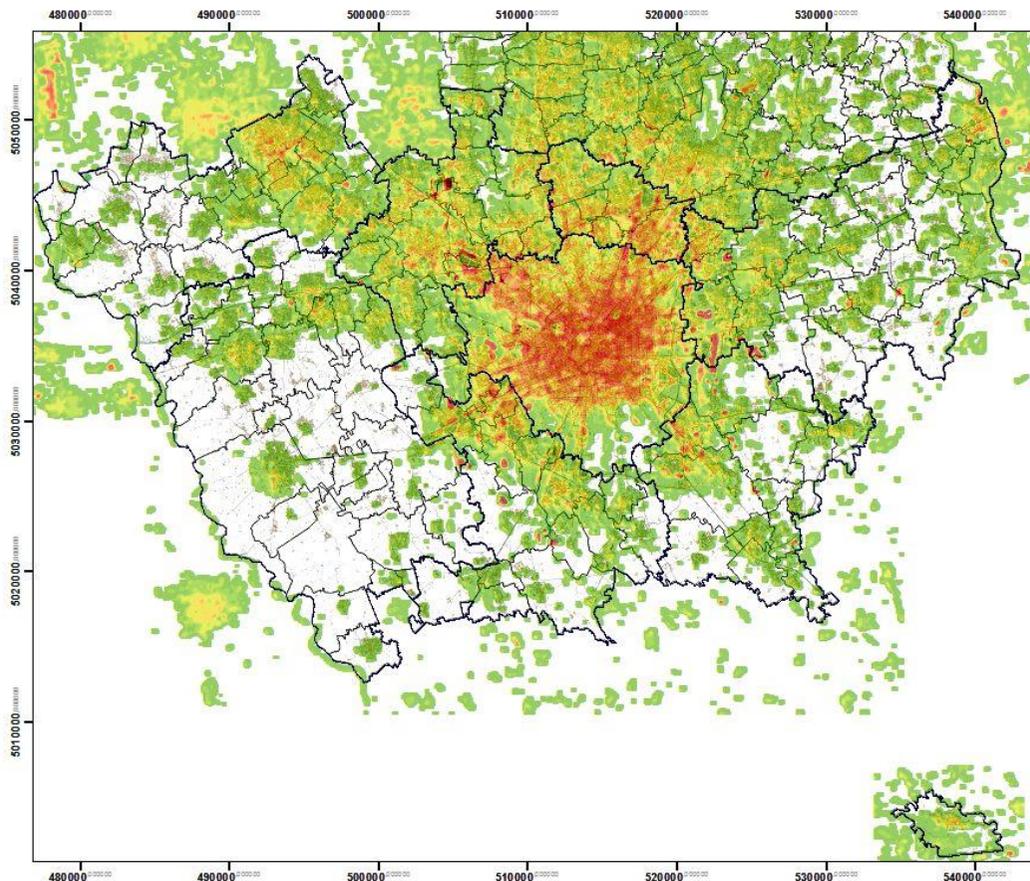
Terra MODIS (20:00 - 23:00)

Aqua MODIS (1:00 - 3:00)

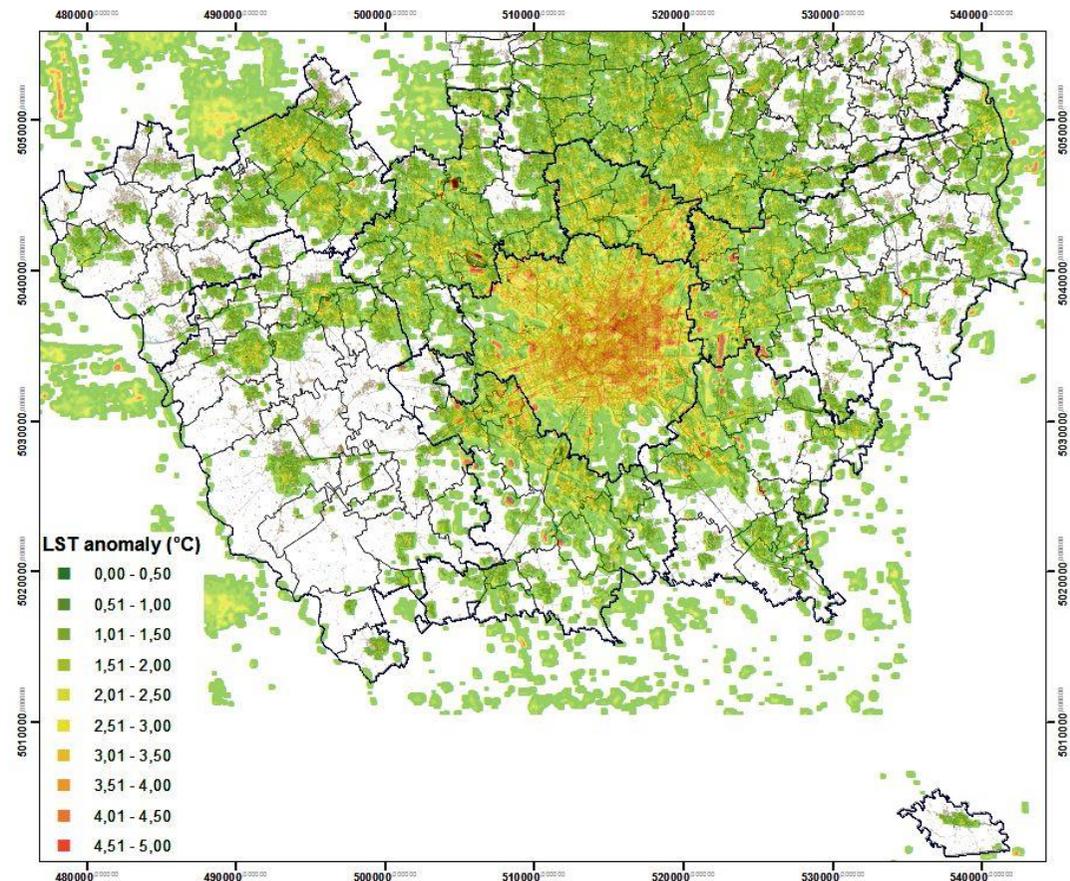
Mappe UHI – Confronto tra dato Terra e Aqua

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)

- 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, più fresche
- 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 classi di ampiezza 0,5 gradi (°C). Tale mappa rappresenta la **PERICOLOSITA'**.
- Utilizzando i dati ISTAT (censimento 2011, pubblicati 2017), 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**.
- Considerando dai dati del censimento ISTAT non la popolazione ma gli **edifici residenziali costruiti dopo il 2005**, si possono fare valutazioni sulla **situazione economica**.



Indice di Vulnerabilità - Dati in Input di CMM

Data Base Topografico

Sviluppato su specifiche INSPIRE, completa copertura del territorio, precisione 14 cm, 3D del territorio e degli edifici. Edizione 2017



Carte tematiche derivate

- Carta della copertura del suolo con dati (Corine Land Cover III livello)
- Carta soil sealing
- Carta naturalità



Indicatori territoriali

A livello di Comune, Zone omogenee, Sezioni Censuarie, Isolati:

- Morfologici
- Socioeconomici



LIFE17CCA/IT/000080

Origine e tipo di dati

DECIMETRO: Data Base Topografico CMM e carte derivate

<http://www.cittametropolitana.mi.it/DeCiMetro/DBT/index.html>

DECIMETRO > DBT > DATABASE TOPOGRAFICO (D.B.T.)



Città metropolitana di Milano / DECIMETRO

DECIMETRO SISTEMA DECISIONALE CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO

HOME
DBT
NUMERAZIONE CIVICA
CARTE TEMATICHE
INDICATORI E INFOGRAFICA
CONCERTAZIONE
NOTIZIE
CREDITS

DATABASE TOPOGRAFICO (D.B.T.)

Elenco servizi disponibili:

Intero territorio di Città Metropolitana di Milano					
Intero territorio di Città Metropolitana di Milano (con sbordo grafico)					
Comuni					
Comuni (con sbordo grafico)					

Città metropolitana di Milano / DECIMETRO

DECIMETRO SISTEMA DECISIONALE CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO

HOME
DBT
NUMERAZIONE CIVICA
CARTE TEMATICHE
INDICATORI E INFOGRAFICA
CONCERTAZIONE
NOTIZIE
CREDITS

CARTE TEMATICHE

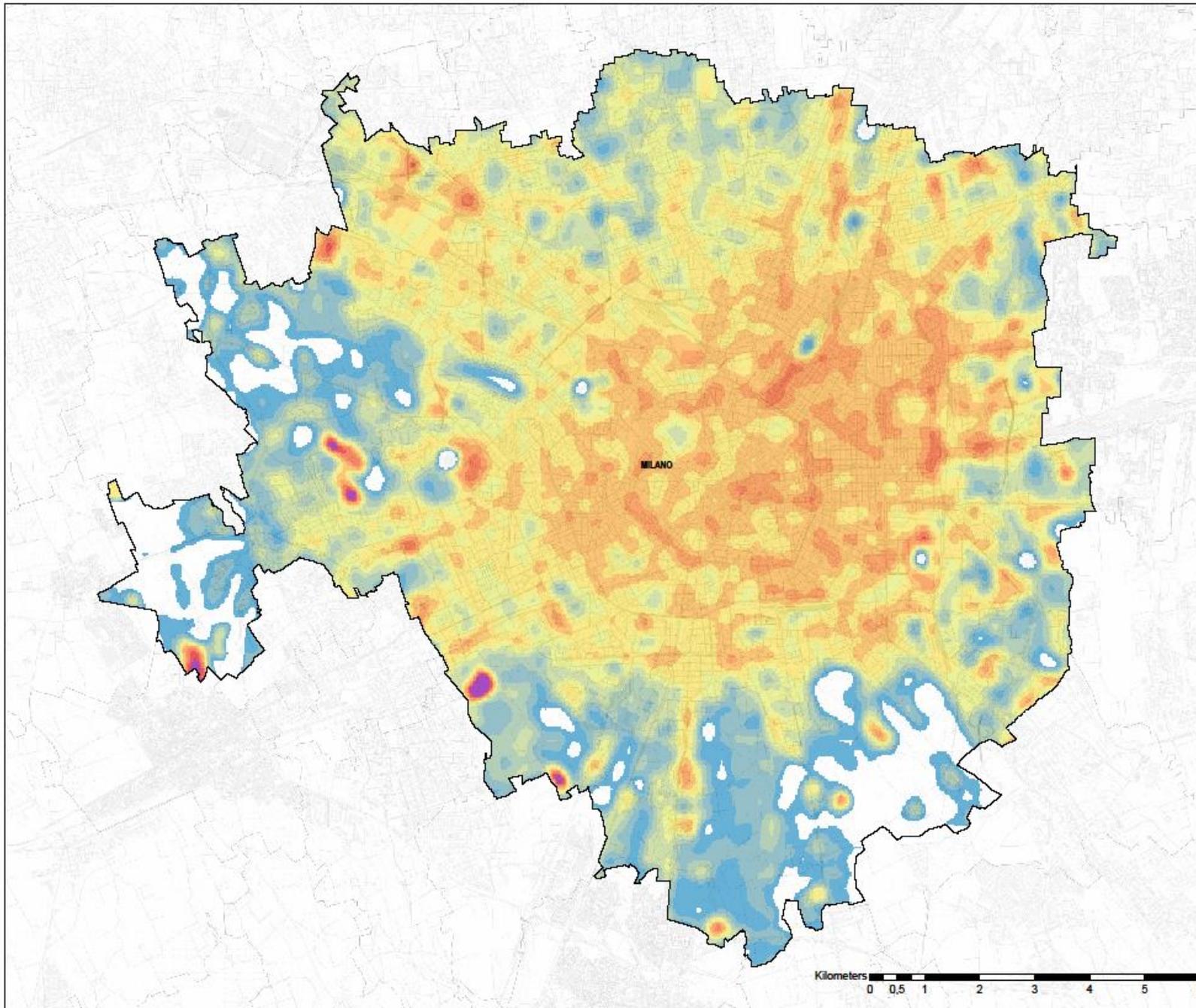
- Copertura del suolo
- Permeabilità
- Naturalità



LIFE17CCA/IT/000080



Anomalia Termica al Suolo - Milano

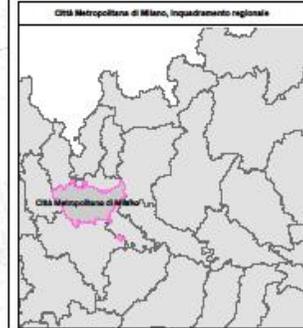


CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO
Area Pianificazione territoriale generale,
della rete infrastrutturale e
servizi di trasporto pubblico
C.M.T.
Via Piave, 93 20122 - Milano
Tel. +39 02 7740 9980 fax +39 02 7740 3088

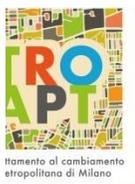
Anomalia Termica Notturna del suolo (°C)
Comune di
MILANO
Anomalia termica notturna del suolo tra centro (isola urbana di calore) e periferia (parco-isola termica verde). La mappa è stata elaborata utilizzando dati termici acquisiti nei periodi di coda di calore estivo (settimane 2018 - 2019) nella fascia oraria 01:00 - 02:00. I dati sono stati acquisiti dal sistema AQIA ad fine di risoluzione e sono stati riportati alla risoluzione normale di 30m tramite interpolazione bilineare applicata dal software LANDSAT-A.
CTR Regione Lombardia, fascicolo del DBT 2017.

Legenda
Anomalia Termica Notturna del suolo (°C)

0 - <0,5
<0,5 - 1
<1,1 - <1,5
<1,5 - <2
<2,0 - <2,5
<2,5 - <3
<3,1 - <3,5
<3,5 - <4
<4,1 - <4,5
<4,5 - <5
> 5

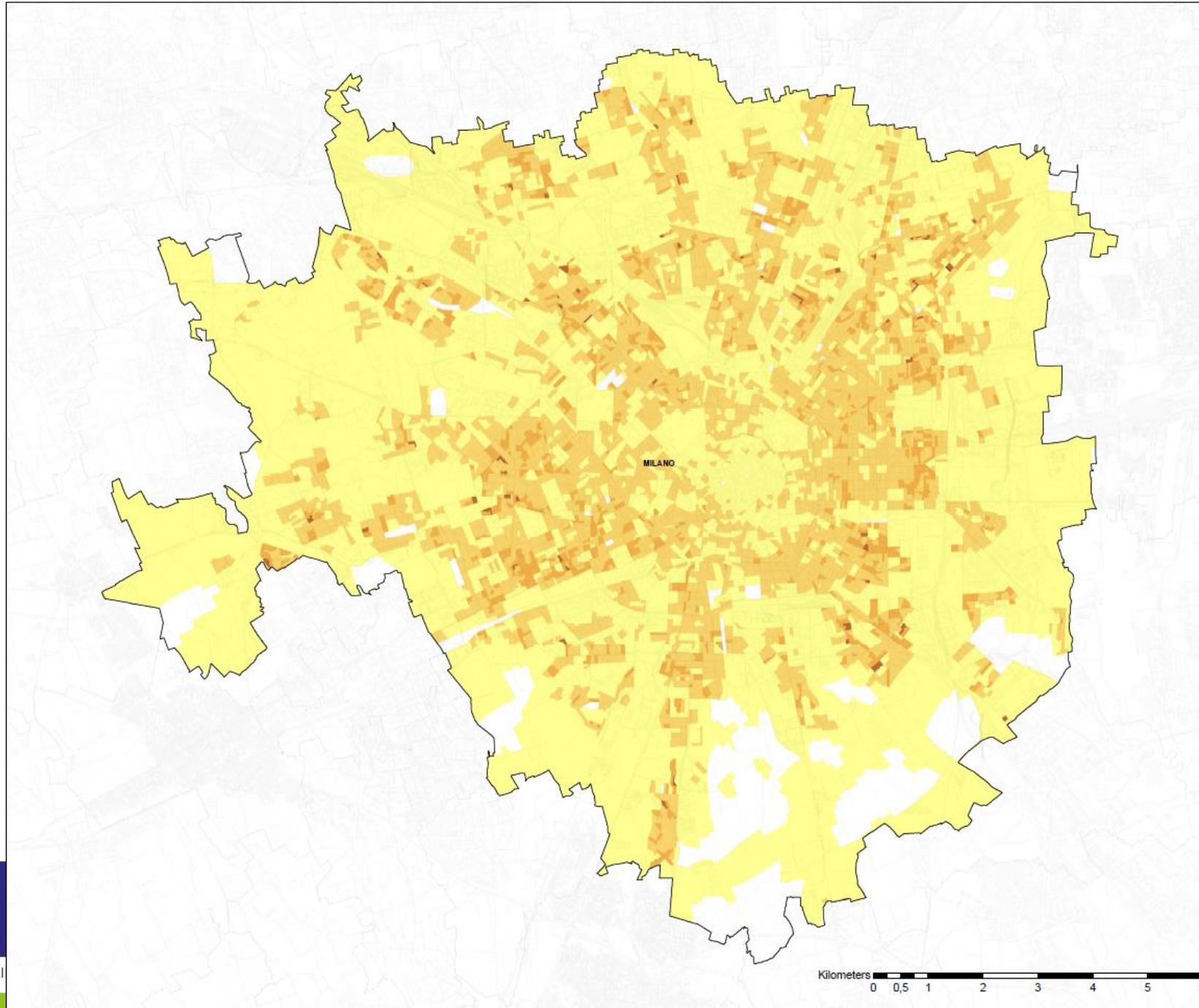


LIFE1



Forum del cambiamento
metropolitano di Milano

Indice di Vulnerabilità – Popolazione sensibile



CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO

Area Pianificazione territoriale generale,
della rete infrastrutturale e
servizi di trasporto pubblico
Città
METROPOLITANA
di Milano
Viale Pireno, 60 20122 - Milano
tel. +39 02 7740 3060 fax +39 02 7740 3066

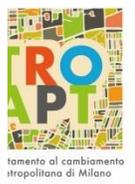
**Popolazione Sensibile alle anomalie di temperatura
Indice di vulnerabilità
Comune di MILANO**

L'indice di vulnerabilità è calcolato a partire dalla densità della popolazione residente sensibile (sotto i 65 anni e bambini sotto i 10 anni), la densità della popolazione sensibile è riferita alle sezioni di censimento ISTAT e viene normalizzata con il valore massimo individuato nell'area di riferimento (il Comune).

Dati ISTAT del censimento 2011, pubblicati l'11 Gennaio 2017.
CTR Regione Lombardia, rinvio del D8T 2017.

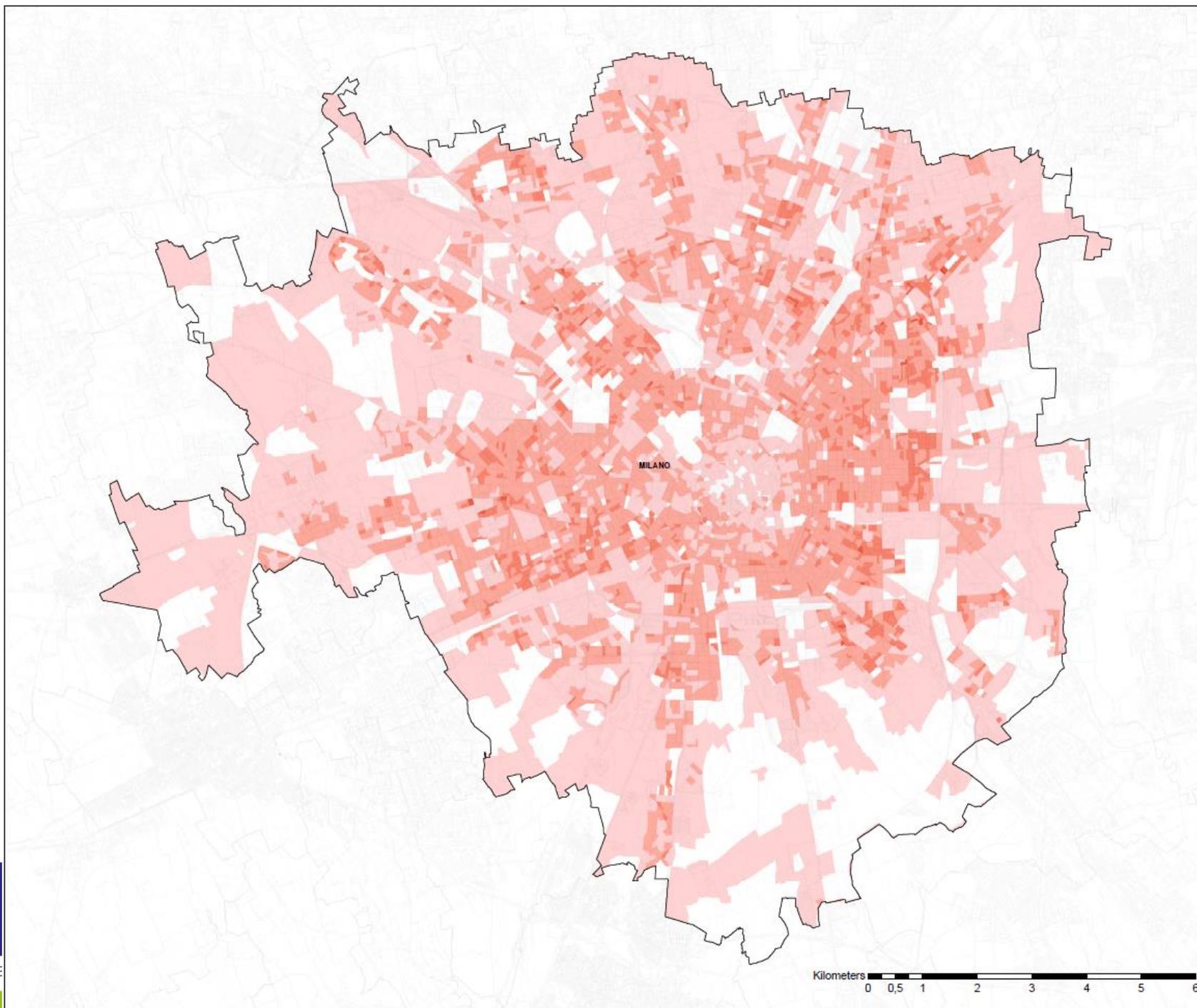
Legenda
Indice di Vulnerabilità

	molto basso
	basso
	medio
	alto
	molto alto



tomato di cambiamento
tropolitana di Milano

Indice di Rischio - Milano



CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO
Area Pianificazione territoriale generale,
delle reti infrastrutturali e
servizi di trasporto pubblico
Città
Metropolitana
di Milano
Viale Fieravento, 60 20122 - Milano
tel. +39 02 7740 8060 fax +39 02 7740 3096

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

L'Indice di Rischio (IR) è calcolato secondo la formula:
 $IR = IM \times IV$

IM è l'Indice di minaccia, 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 dalla densità della popolazione residente sensibile (adulti sopra i 70 anni e bambini sotto i 10 anni), la densità della popolazione sensibile è riferita alle sezioni di censimento (ISTAT) e viene normalizzata con il valore massimo individuato nell'area di riferimento (il Comune).

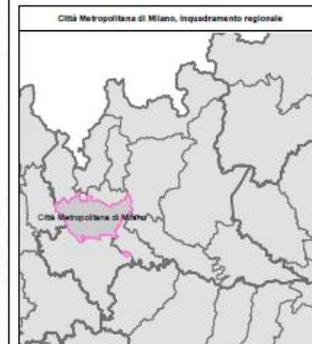
La mappa di anomalia termica notturna del suolo (LST) tra centro (Isola Lariana di Calore) e periferia (anomalia termica nulla), è stata ottenuta utilizzando dati termici notturni acquisiti nei periodi di ondate di calore estive (settimane 2018 - 2019) nella fascia oraria 01:00 - 03:00. I dati sono stati 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.
CTIR Regione Lombardia, rilevato dal DBT 2017.

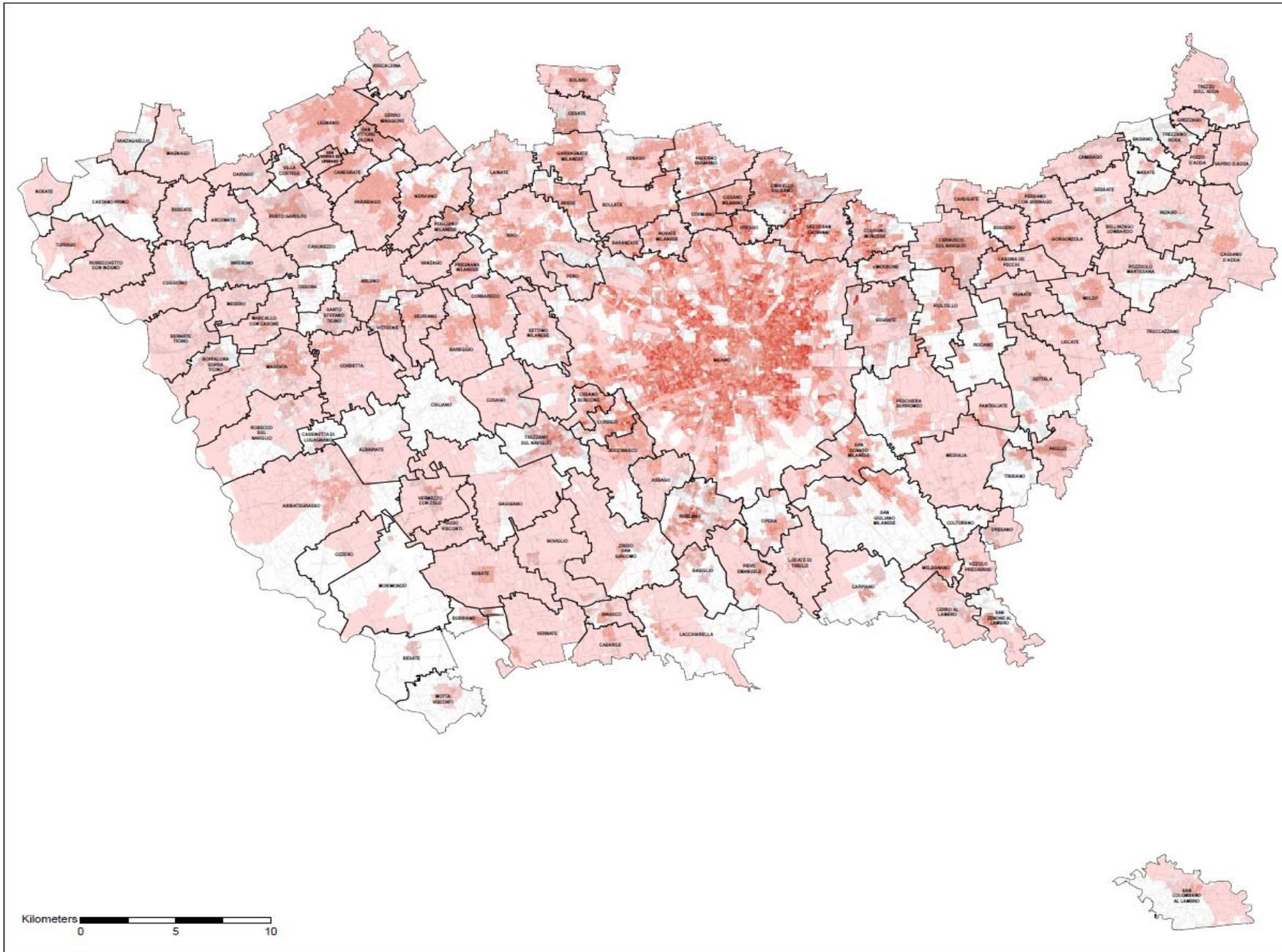
Legenda

Indice del Rischio a LST

- Nono livello
- Basso
- Medio
- Alto
- Nono alto



Indice di Rischio – Città Metropolitana di Milano



CITTÀ METROPOLITANA DI MILANO
 Città metropolitana di Milano
 Viale Pireno, 80 20122 - Milano
 tel. +39 02 7742 1

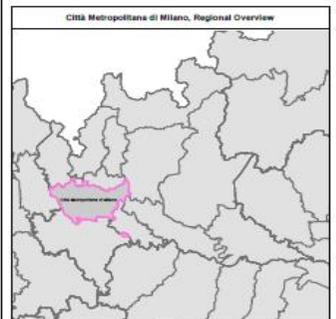
Sensitive Population to temperature anomaly Risk Index
 Città Metropolitana di Milano

The Risk Index is calculated according to the formula:
 $RI = IM * IV$
 IM is the threat index, calculated starting from the temperature values (LST), normalized with the maximum value detected in the reference area (CMM).
 IV 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 sectors, normalized with the highest value found in the reference area (CMM).
 Nighttime Land Surface Temperature (LST) anomaly over the Liven head boards of Milan are extracted from AQUA night passes (between 01:00 and 03:00) during summer heatwaves from 2015 through 2018. AQUA LSTs at 10m per pixel have been downsampled at the nominal spatial resolution of 30m by using night-time LANDSAT-8 thermal maps.
 ISTAT data of the 2011 Census, published 11 January 2017.
 Updated to the latest DBT release (2017).

Legend

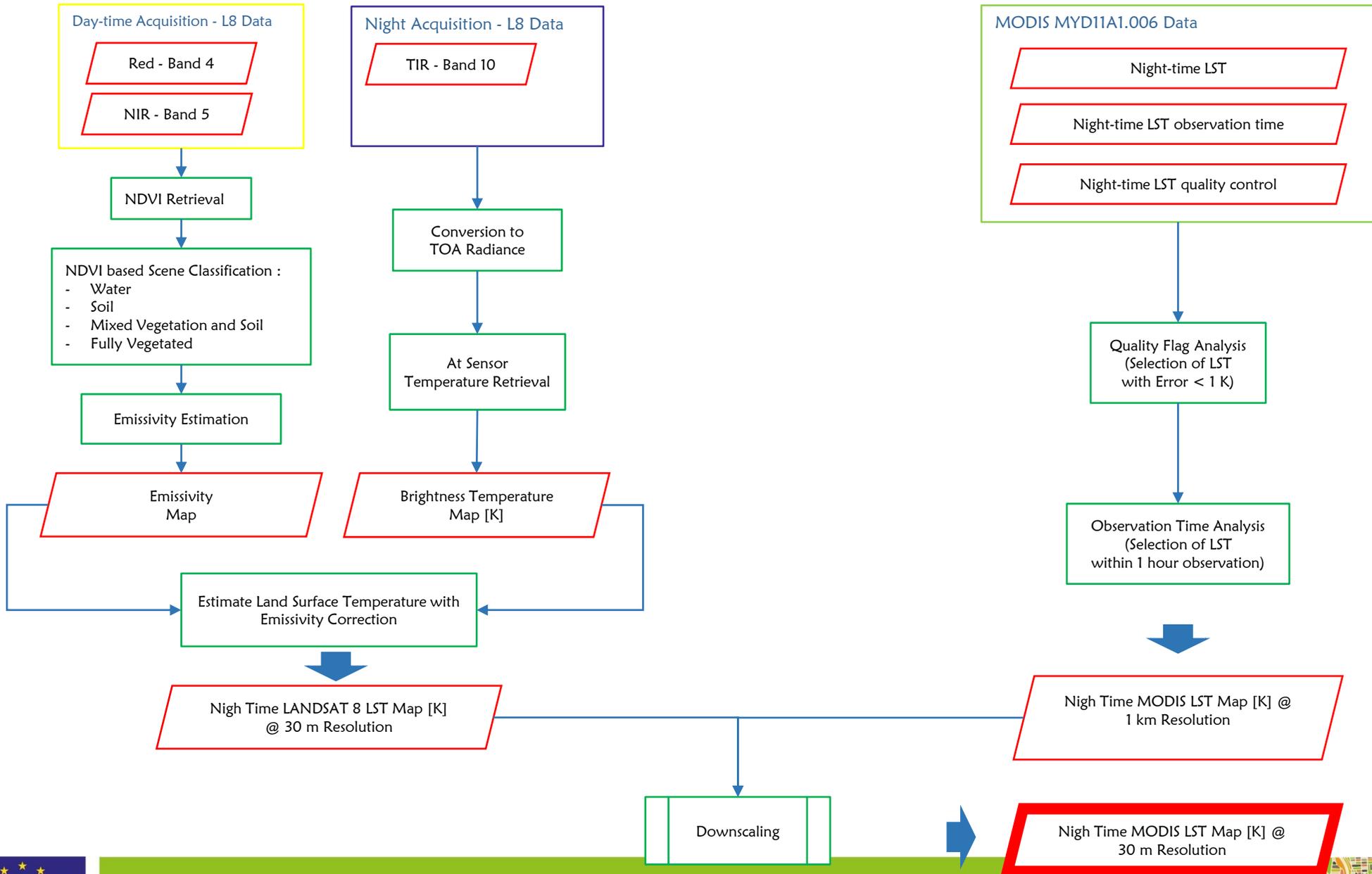
Risk Index

- Very Low
- Low
- Medium
- High
- Very High



LIFE METRO ADAPT
 enhancing climate change adaptation strategies and measures in the metropolitan City of Milan
 (LIFE 17 CCAT/00080) CUP I45E17000230007
 Technology partner: e-geos www.e-geos.it

Metodologia: LST Retrieval da LANDSAT e MODIS

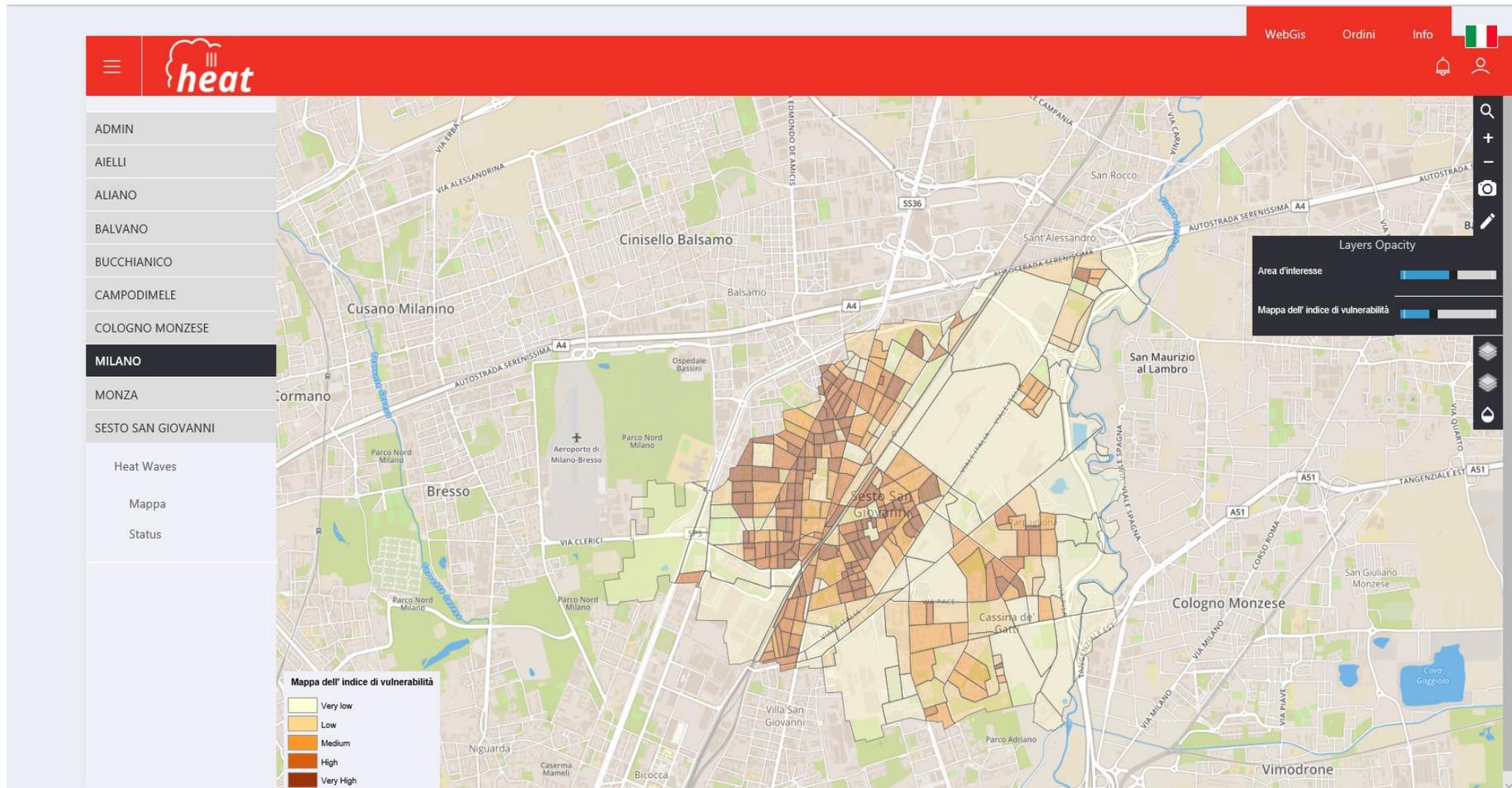


Avdan, U. and Jovanovska, G., 2016. Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data. *Journal of Sensors*, 2016.

Sobrino, J.A., Jimenez-Munoz, J.C. and Paolini, L., 2004. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of environment*, 90(4), pp.434-440.

Wang, F., Qin, Z., Song, C., Tu, L., Karnieli, A. and Zhao, S., 2015. An improved mono-window algorithm for land surface temperature retrieval from Landsat 8 thermal infrared sensor data. *Remote sensing*, 7(4), pp.4268-4289.





Esempio di schermata della Service Platform disponibile dal sito e-GEOS per l'erogazione delle Mappe delle Isole di Calore Urbano e delle Mappe di Vulnerabilità.



LIFE17CCA/IT/000080



The screenshot shows a web browser window with the URL `appseo.neats.it/#/status/sesto%20san%20giovanni/isole`. The application header is red with the 'heat' logo and navigation links for 'WebGis', 'Ordini', and 'Info'. A left sidebar lists various locations, with 'MILANO' selected. The main content area displays 'Service AOI: SESTO SAN GIOVANNI' and 'Isole di Calore' with a green checkmark and 'DISPONIBILE' status. Below this, a table lists four map services, all marked as 'DISPONIBILE':

Service Name	Status
Area d'interesse	DISPONIBILE
Mappa dell'indice di rischio	DISPONIBILE
Mappa dell' indice di vulnerabilità	DISPONIBILE
Mappa delle anomalie di temperatura superficiale (°C)	DISPONIBILE

Additional text on the page explains the 'Isole di Calore' concept: 'Zonizzazione del territorio in aree in cui, durante l'onda di calore, le temperature notturne si mantengono elevate rispetto alla periferia (anomalia termica nulla) per un certo numero di giorni consecutivi. E' possibile estrarre da questa Mappa una prima analisi di rischio in termini sociologici basata sui dati ISTAT (2011) La mappa rappresenta l'Anomalia Termica Notturna del suolo (°C) tra centro (Isola Urbana di calore) e periferia (anomalia termica nulla). La mappa si ottiene utilizzando dati termici notturni acquisiti nei periodi di onde di calore estive nella fascia oraria 01:00 - 03:00. I dati vengono acquisiti dal satellite AQUA ad 1km di risoluzione e sono riportati alla risoluzione nominale di 30m tramite immagini termiche notturne acquisite dal satellite LANDSAT-8. Le mappe degli indici di rischio sono relative alla densità di popolazione sensibile al fenomeno (bambini di età inferiore ai 10 anni e adulti di età superiore ai 70 anni).'

Esempio di schermata della Service Platform disponibile dal sito e-GEOS per l'erogazione delle Mappe delle Isole di Calore Urbano e delle Mappe di Vulnerabilità.

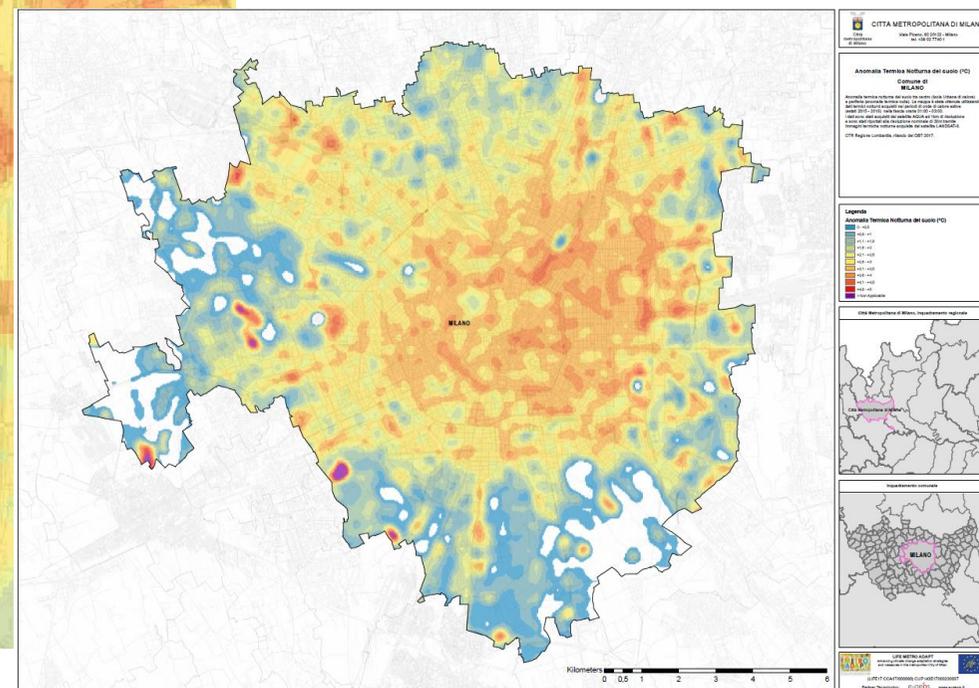
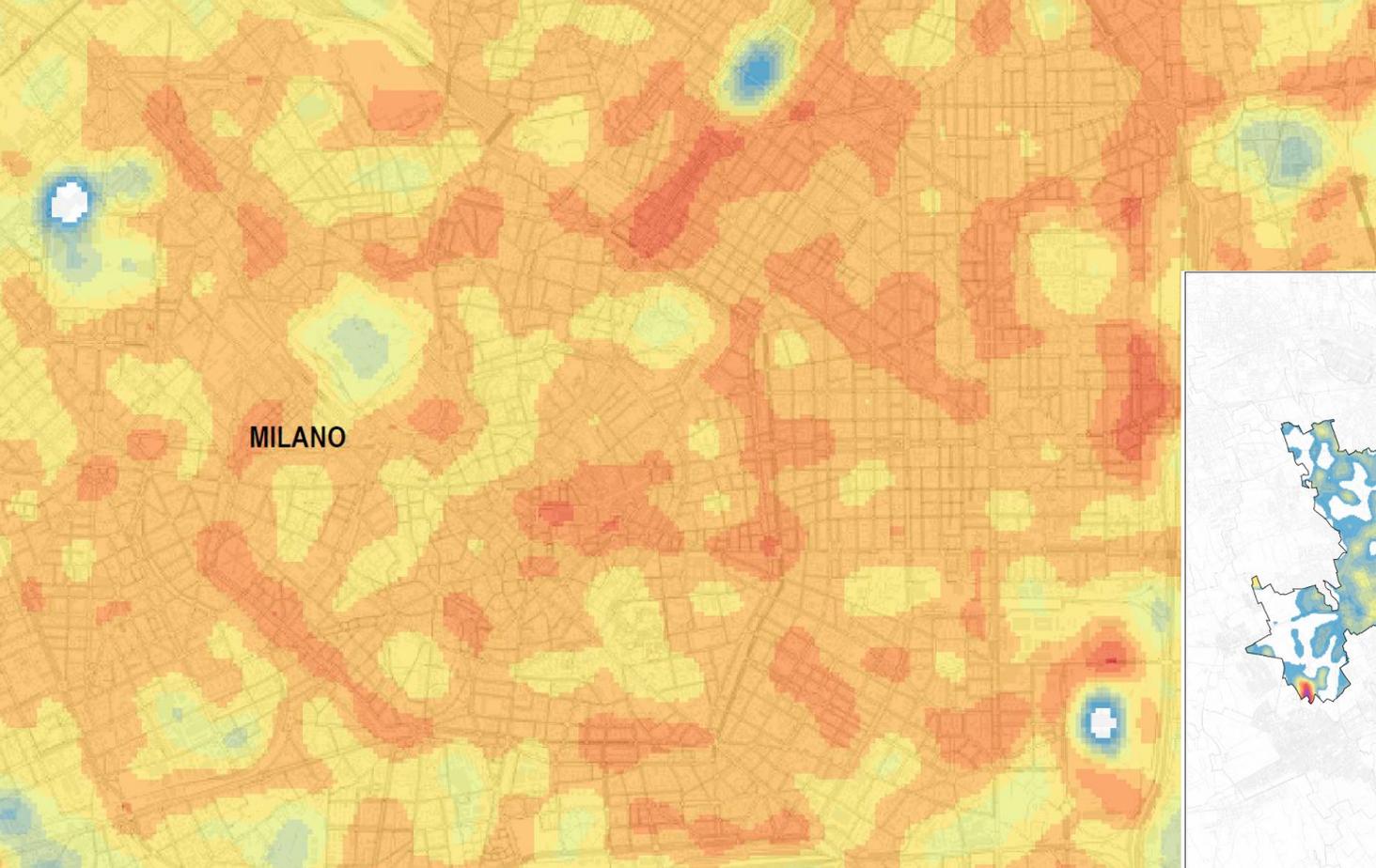


LIFE17CCA/IT/000080



- **Descrizione del prodotto:** la mappa dell’Isola di Calore Urbana (UHI) rappresenta una zonizzazione del territorio comunale in aree ove a seguito di certi eventi si manifestano forti anomalie termiche tra il territorio rurale e la parte urbanizzata. Tali anomalie sono classificate in base alla diversa intensità di temperatura al suolo in fasce di pericolosità: MEDIA-ALTA-ALTISSIMA. Viene realizzata con immagini satellitari e ha una risoluzione al suolo pari a circa 100 metri. La mappa è aggiornabile ogni volta che si presenti una forte variazione dell’indice di verde o dell’uso del suolo. E’ di fondamentale importanza per la Agenzie di Protezione Civile, a supporto della gestione dei mezzi e delle risorse da mettere in campo e agli uffici urbanistici o pianificatori dei Comuni per la scelta degli interventi strutturali da finanziare o da incentivare come misure di adattamento al fenomeno dell’aumento della temperatura.
- **La mappa è disponibile per numero di abitanti:**
 - inferiore a 100.000
 - compresa tra 100.000 e 500.000
 - superiore a 500.000
- **Tempi di consegna:** 10 gg lavorativi per ciascuna mappa
- **Eventuali vincoli:** NA
- **Prezzo:**



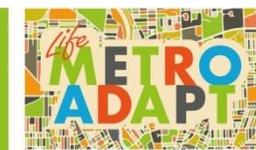


Hanno collaborato:

Pierluigi Adami, Achille Ciappa, Nicola Corsini, Maria Lucia Magliozzi, Monica Palandri.



LIFE17CCA/IT/000080



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

Obiettivo

L'obiettivo di questa analisi è stato quello di valutare **l'impatto delle anomalie termiche** in **ambito agricolo**.

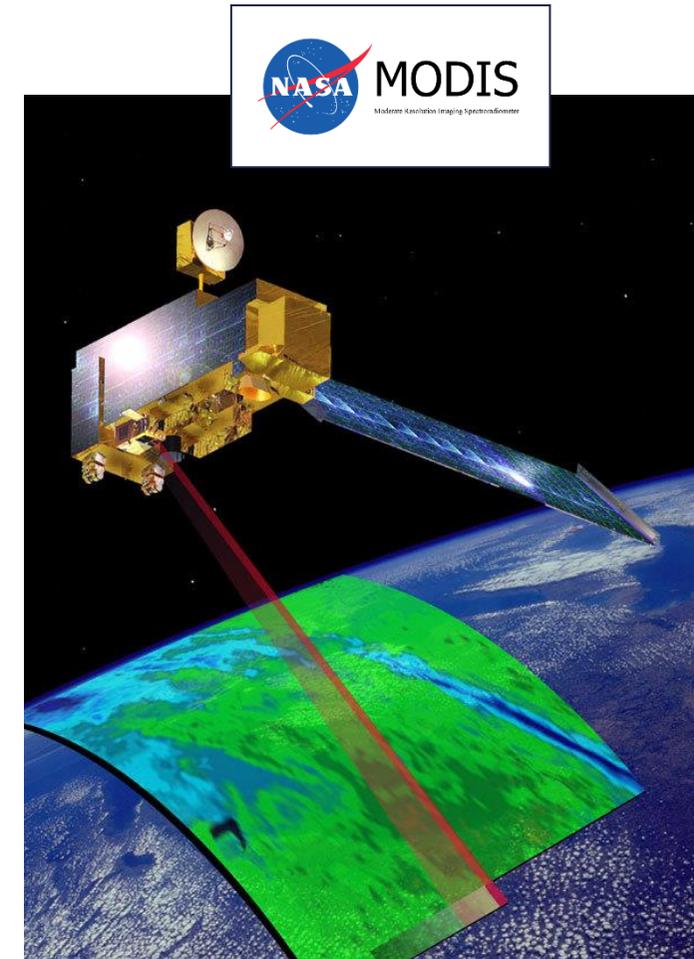
Studi precedenti hanno evidenziato come **rilevanti differenze delle temperature**, sia positive che negative, rispetto alle **medie stagionali di riferimento**, si riflettano in modo diverso sullo **stato di una coltura**, in funzione della:

- **stagione** in cui si verificano
- della **tipologia della coltura** stessa



Approccio

- Analisi della **correlazione** tra:
 - ✓ Le **anomalie** delle **temperature**
 - ✓ La presenza di **anomalie** dell'**NDVI** (Normalised Differentiation Vegetation Index), parametro biofisico strettamente associabile alla **stato del raccolto e alle riduzioni della resa**
- Serie storica di **15 anni: 2003 - 2018**



Area di studio

Oggetto di studio sono state le aree, all'interno del **Parco Agricolo Sud di Milano**, che hanno mantenuto, tra il 2003 e il 2018, una **vocazione agricola costante**



Area di studio

Sono stati reperiti tutti i dati di **copertura \ uso del suolo** disponibili nel periodo storico di interesse.

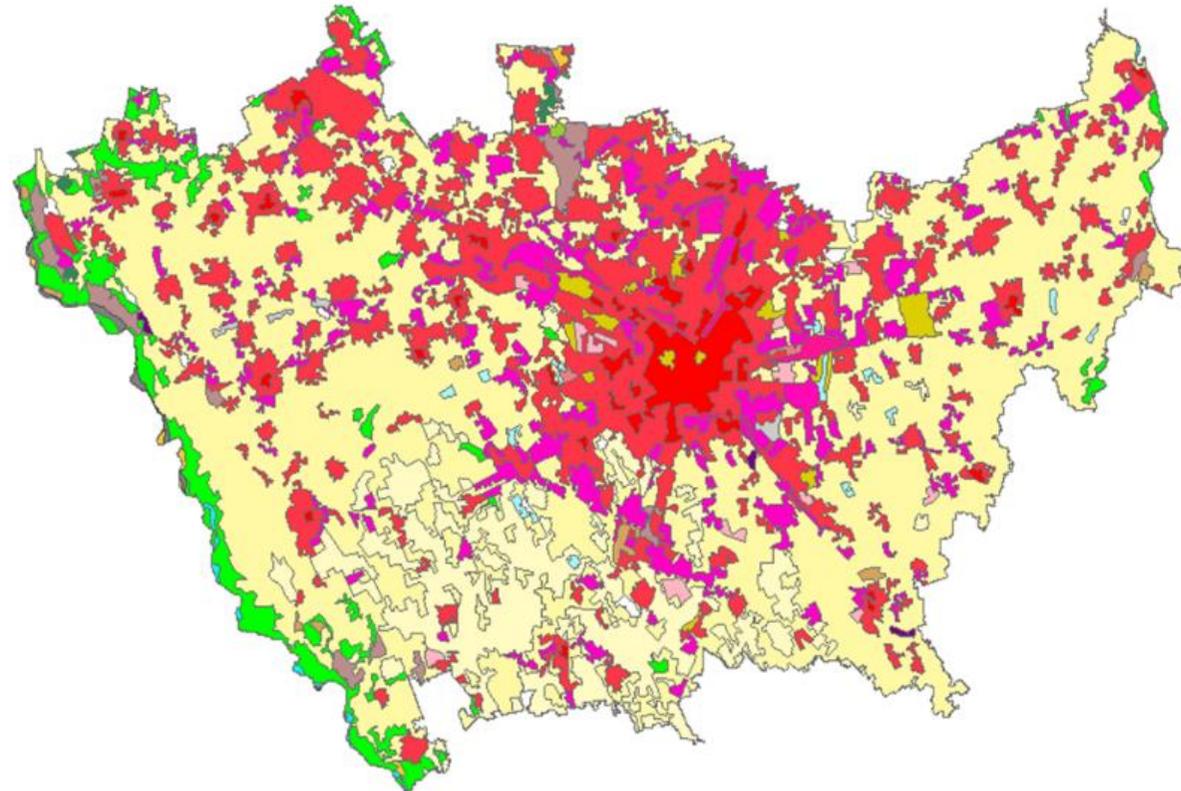
Tra il 2003 e il 2018 sono state infatti prodotti diversi aggiornamenti di due principali carte:

- la **Corine Land Cover** (CLC) III Livello
- la carta di **Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali** (DUSAF)) della Regione Lombardia

CARTA USO DEL SUOLO	ANNO DI RIFERIMENTO
Corine Land Cover III Livello	2000
Corine Land Cover III Livello	2006
DUSAF 2.1	2007
DUSAF 3.0	2009
Corine Land Cover III Livello	2012
DUSAF 4.0	2012
DUSAF 5.0	2015
Corine Land Cover III Livello da DBT regionale	2017
Corine Land Cover III Livello	2018

Selezione aree agricole

- 1.1.1. Tessuto urbano continuo
- 1.1.2. Tessuto urbano discontinuo
- 1.2.1. Aree industriali o commerciali
- 1.2.2. Reti stradali e ferroviarie e spazi accessori
- 1.2.3. Aree portuali
- 1.2.4. Aeroporti
- 1.3.1. Aree esattive
- 1.3.2. Discariche
- 1.3.3. Cantieri
- 1.4.1. Aree verdi urbane
- 1.4.2. Aree sportive e ricreative
- 2.1.1. Seminativi in aree non irrigue
- 2.1.2. Seminativi in aree irrigue
- 2.1.3. Risaie
- 2.2.1. Vigneti
- 2.2.2. Frutteti e frutti minori
- 2.2.3. Uliveti
- 2.3.1. Prati stabili
- 2.4.1. Colture annuali associate e colture permanenti
- 2.4.2. Sistemi colturali e particellari permanenti
- 2.4.3. Aree prev. occup. da colture agrarie, con spazi nat.
- 2.4.4. Aree agroforestali
- 3.1.1. Boschi di latifoglie
- 3.1.2. Boschi di conifere
- 3.1.3. Boschi misti
- 3.2.1. Aree a pascolo naturale e praterie d'alta quota
- 3.2.2. Brughiere e cespuglieti
- 3.2.3. Aree a vegetazione sclerofilia
- 3.2.4. Aree a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione
- 3.3.1. Spiagge, dune, sabbie
- 3.3.2. Rocce nude, falesie, rupi, affioramenti
- 3.3.3. Aree con vegetazione rada
- 3.3.4. Aree percorse da incendi
- 3.3.5. Ghiacciai e nevi perenni
- 4.1.1. Paludi interne
- 4.1.2. Torbiere
- 4.2.1. Paludi salmastre
- 4.2.2. Saline
- 4.2.3. Zone intertidali
- 5.1.1. Corsi d'acqua, canali e idrovie
- 5.1.2. Bacini d'acqua
- 5.2.1. Lagune
- 5.2.2. Estuari



Selezione aree agricole

2. Agricultural areas

2.1 Arable land

-  2.1.1. Non-irrigated arable land
-  2.1.2. Permanently irrigated land
-  2.1.3 Rise

2.2 Permanent crops

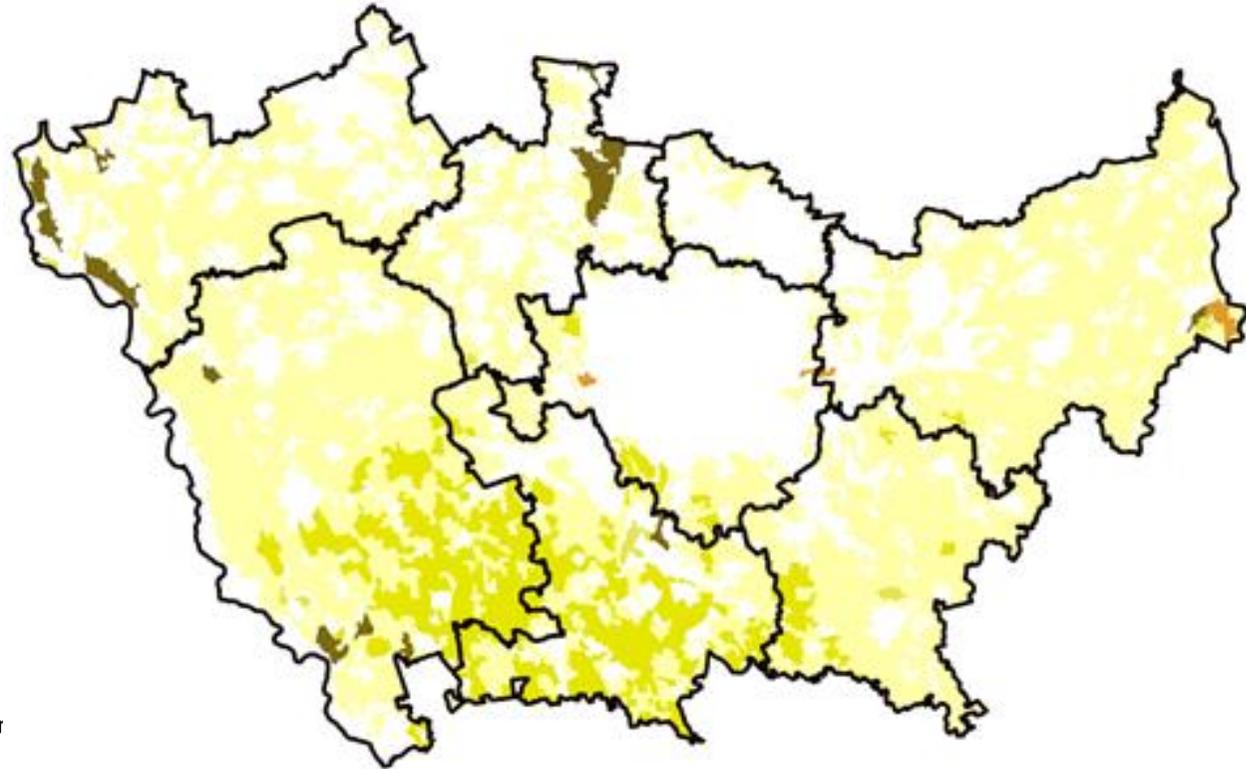
-  2.2.1. Vineyards
-  2.2.2. Fruit trees and berry plantations
-  2.2.3. Olive groves

2.3 Pastures

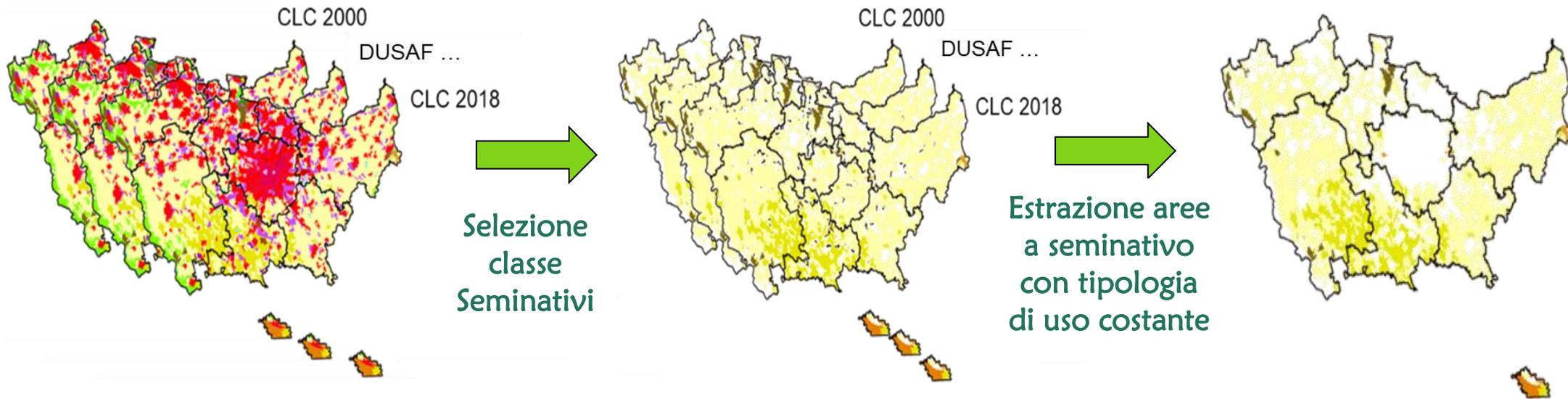
-  2.3.1. Pastures

2.4 Heterogeneous agricultural areas

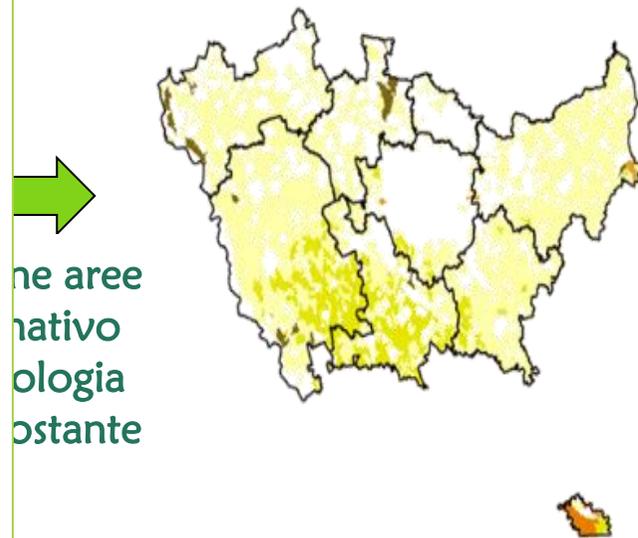
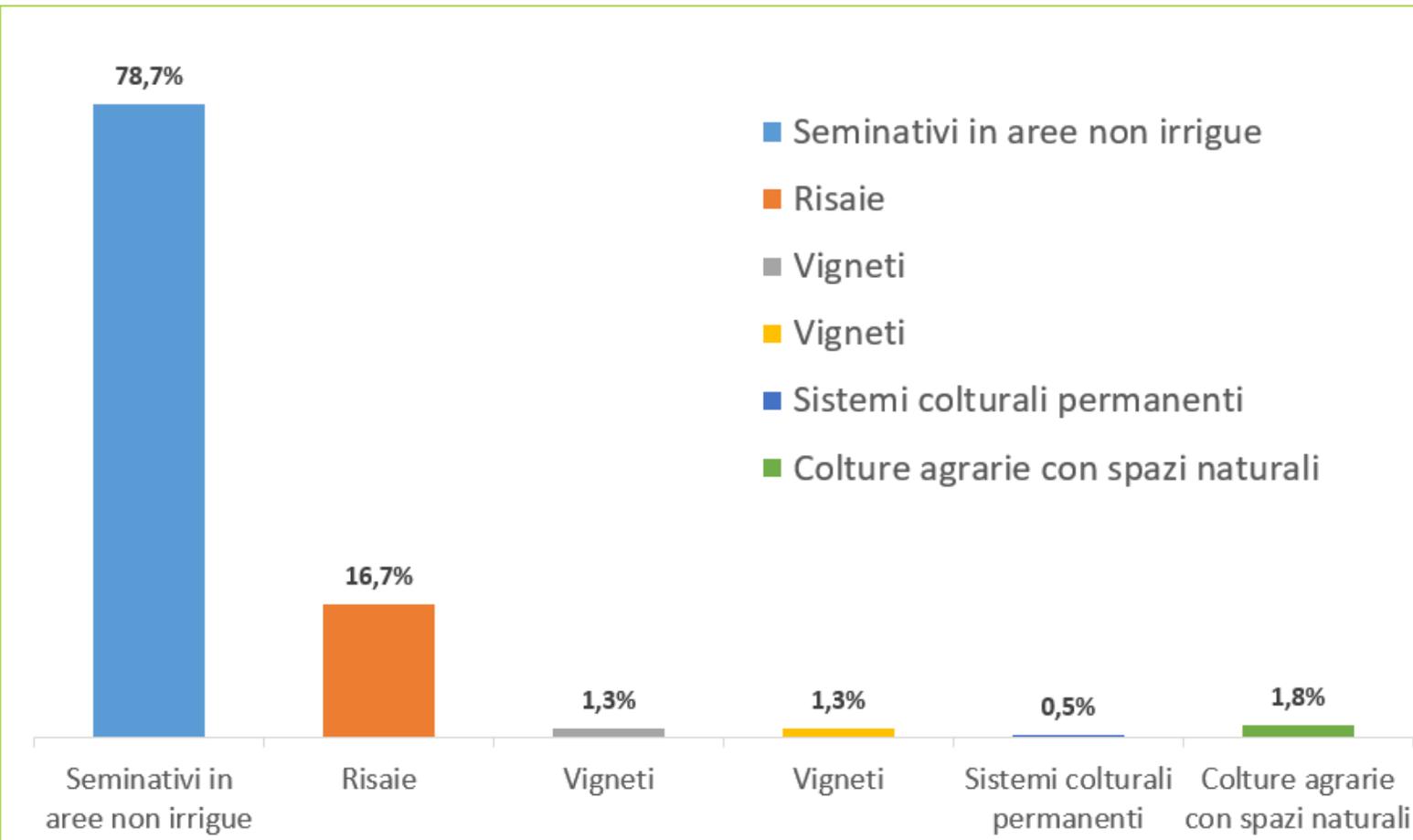
-  2.4.1. Annual crops associated with permanent cr
-  2.4.2. Complex cultivation patterns
-  2.4.3. Land principally occupied by agriculture
-  2.4.4. Agro-forestry areas



Selezione aree agricole



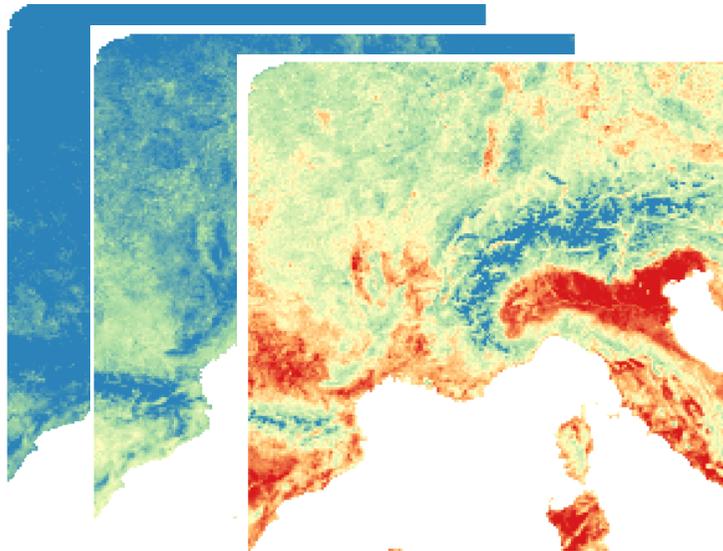
Selezione aree agricole



Estrazione serie temporali di Temperatura e NDVI

Dal sito della **NASA** Earth Data (<https://landsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/search/>) sono state scaricate le serie temporali 2003-2018 dei **prodotti MODIS** di:

Land Surface Temperature (LST)



2003 - ...

- Frequenza: Mensile diurna\notturna
- Risoluzione: 6 km

NDVI



2003 - ...

- Frequenza: 16 gg
- Risoluzione: 250 m

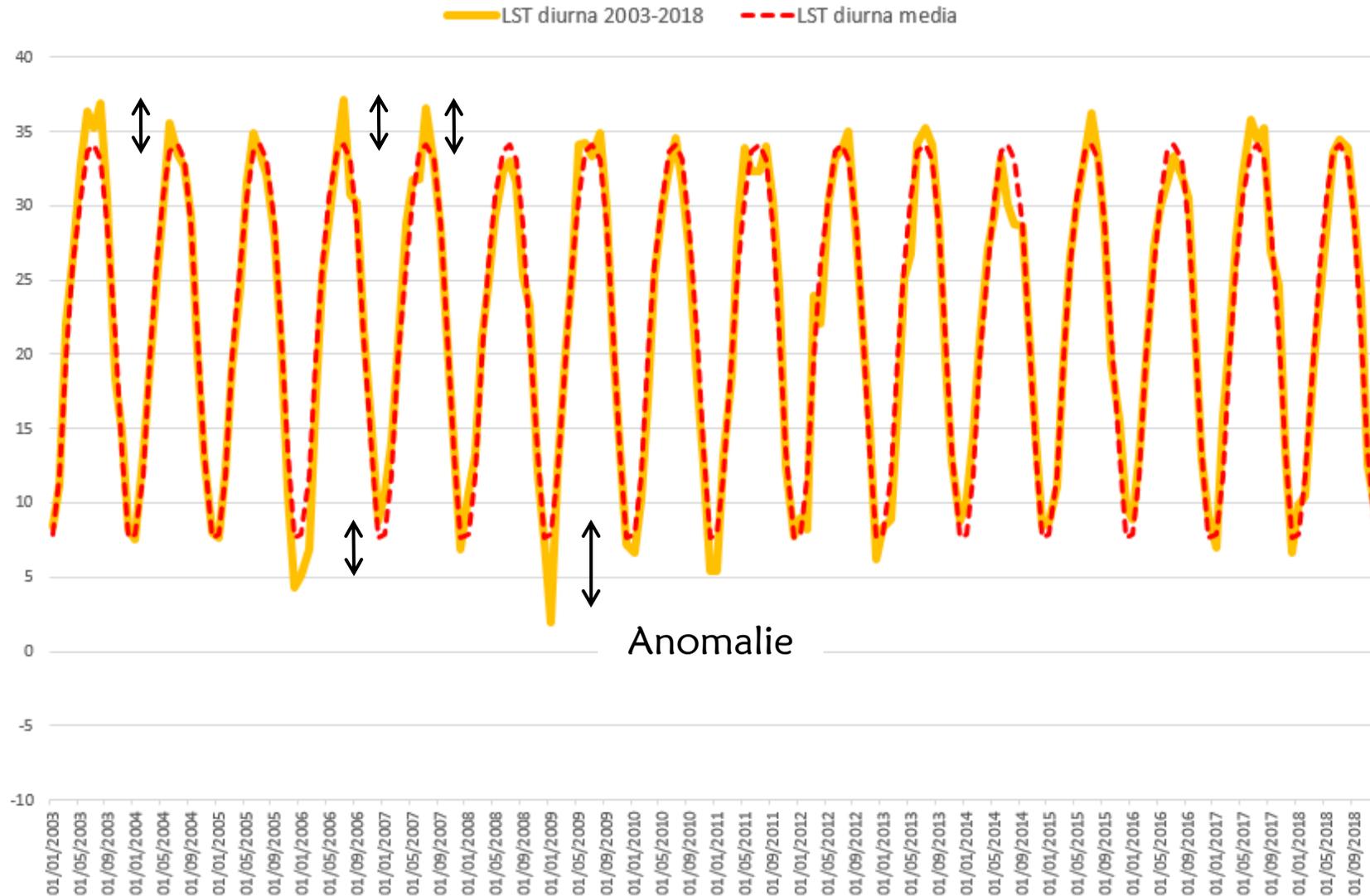
Estrazione medie di riferimento di Temperatura e NDVI

A partire dalle serie storiche di Temperatura e NDVI, sulle aree agricole precedentemente selezionate sono state calcolate, rispettivamente:

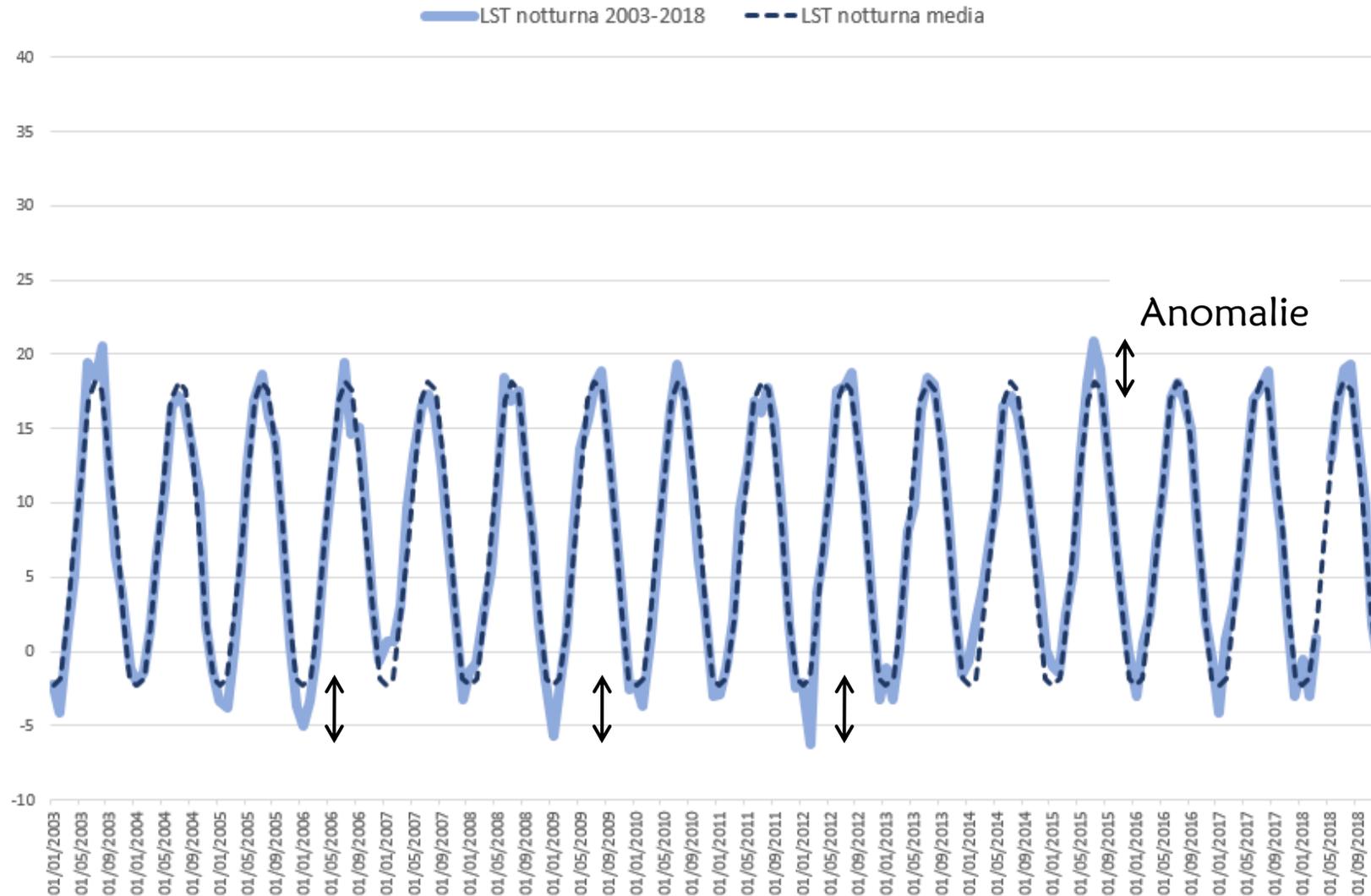
- le **medie di riferimento mensili e stagionali** delle **temperature (LST) diurne e notturne**
- le **medie di riferimento mensili e stagionali** (a partire dai dati a 16 giorni) dell'**NDVI**



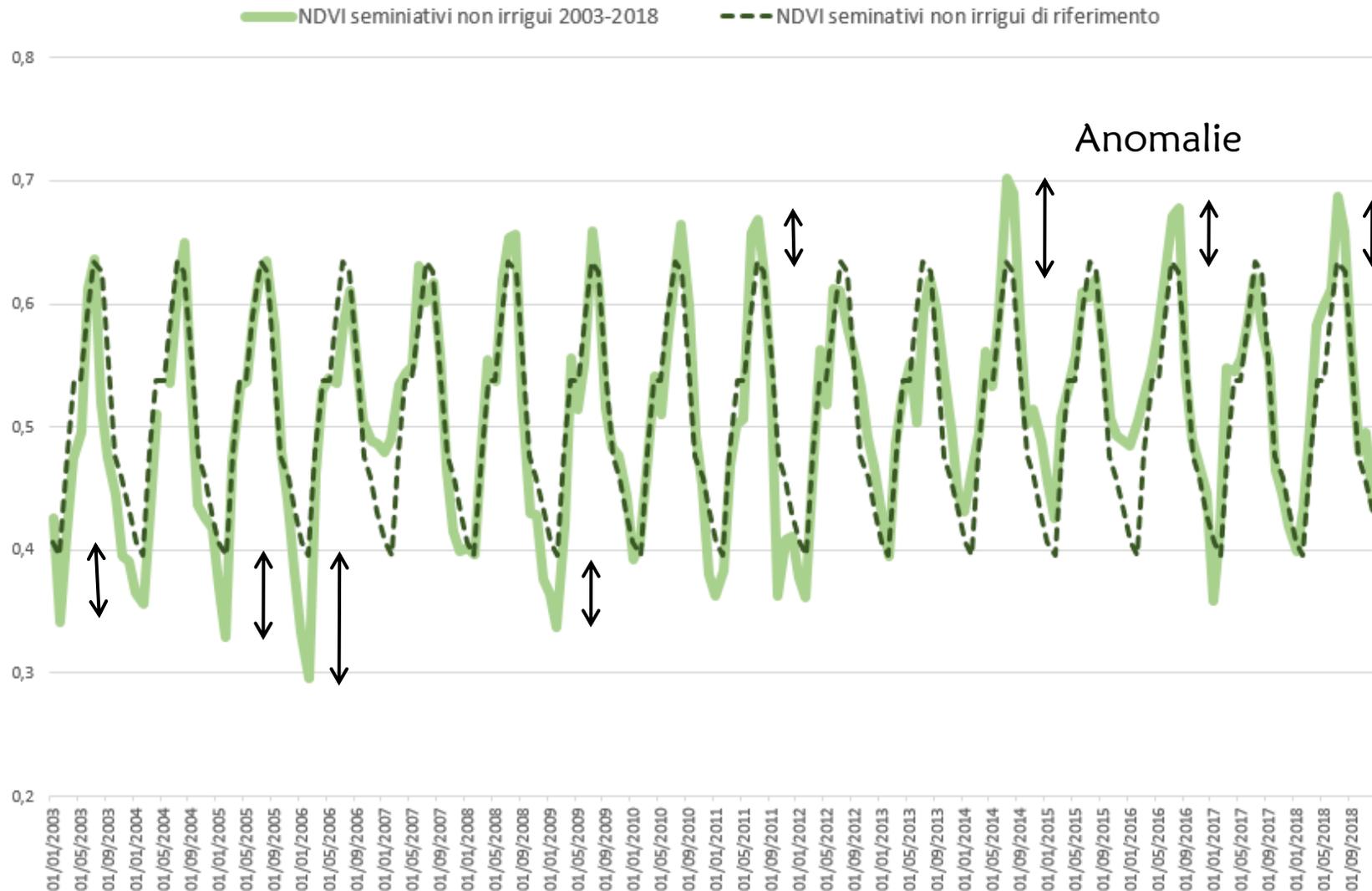
Estrazione medie di riferimento della Temperatura diurna



Estrazione medie di riferimento di Temperatura notturna



Estrazione medie di riferimento di NDVI



Analisi della correlazione tra le anomalie di Temperatura e di NDVI

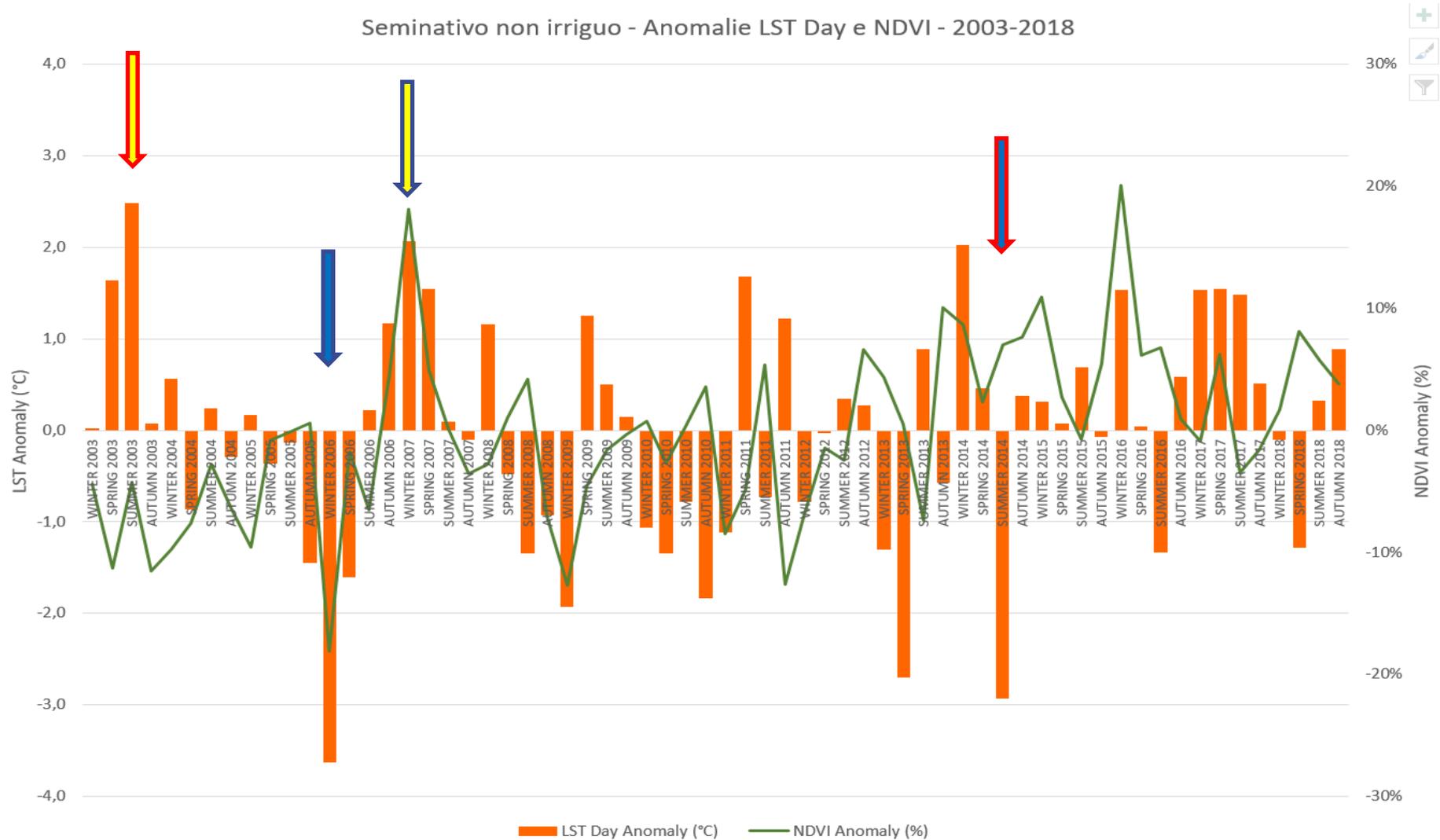
Al fine e di individuare le **anomalie** di temperatura e di NDVI e una loro eventuale correlazione sono state calcolate e confrontate, **le differenze tra i valori mensili\stagionali dell'intera serie storica esaminata (2003-2018) e i rispettivi valori mensili\stagionali di riferimento**, rispettivamente per l'LST e l'NDVI.

Questo confronto è stato condotto considerando separatamente i trend e le relative differenze per le **differenti classi agricole della CLC**, al fine di indagare eventuali comportamenti specifici dipendenti dal tipo di coltura.

Si è deciso di **focalizzarsi sui valori stagionali**, anziché quelli mensili, che rappresentano adeguatamente il fenomeno ed evidenziano in modo più chiaro le correlazioni.



Analisi della correlazione tra le anomalie di Temperatura e di NDVI

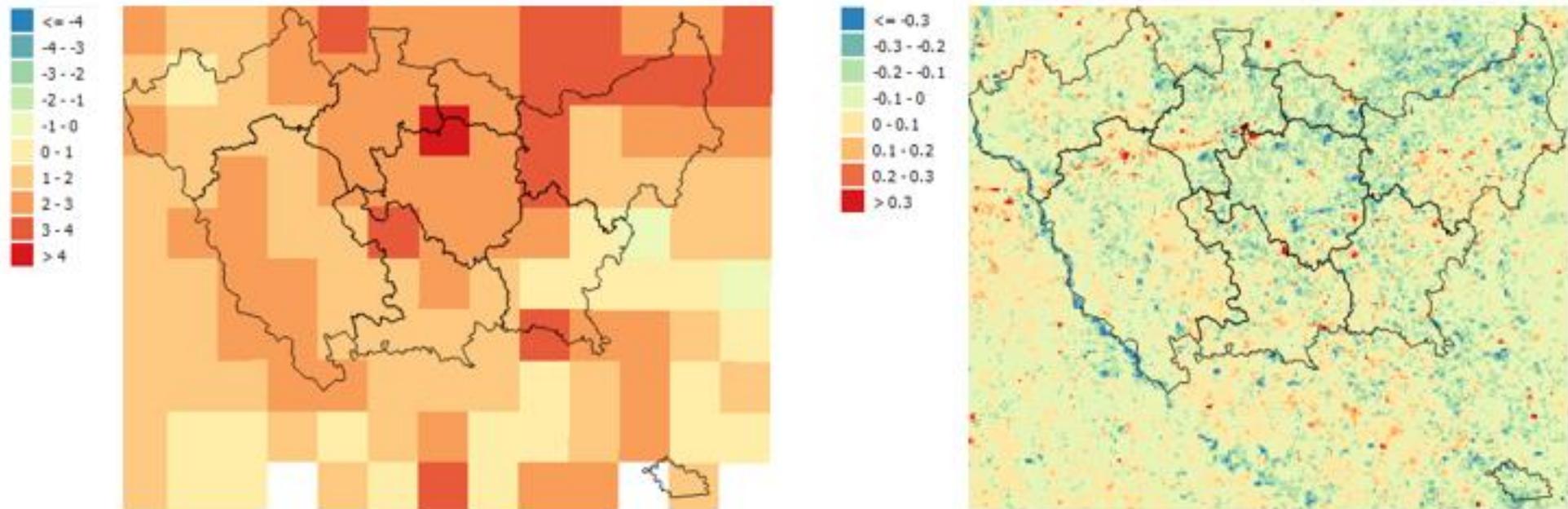


LIFE17CCA/IT/000080



Correlazione stagionale: estate calda

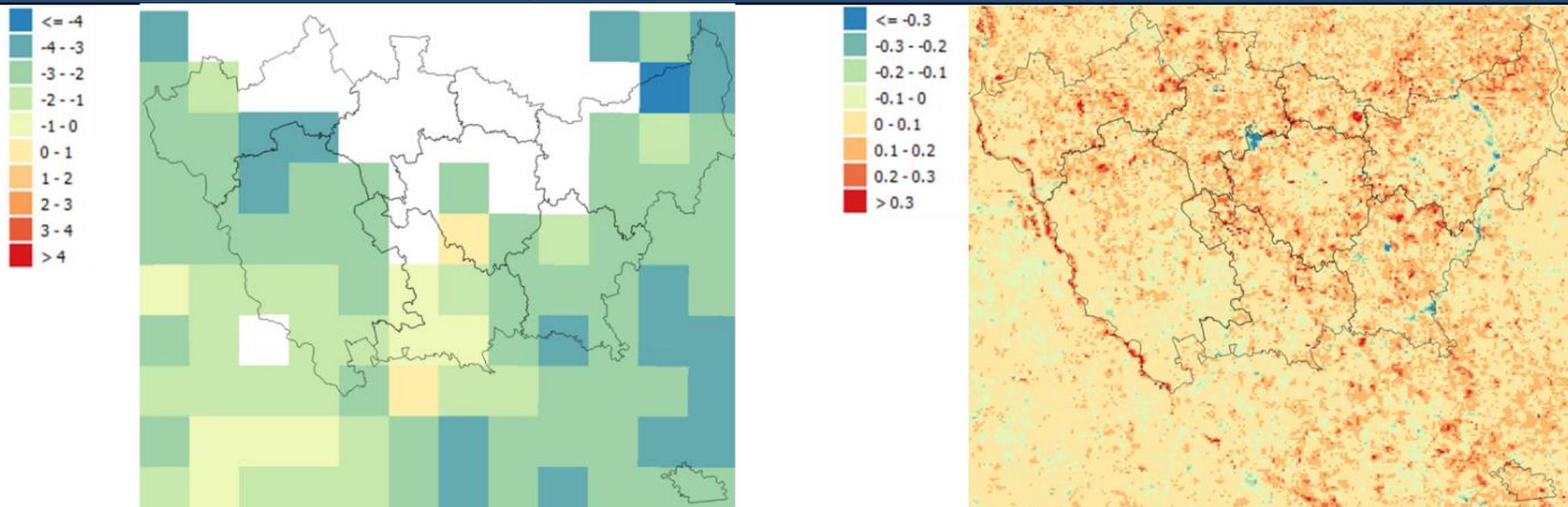
Caso 1: Anomalia termiche estive positive anomalia di NDVI negative (2003)



Anomalie termiche estive positive comportano, generalmente, anomalie negative dell'NDVI. Tale effetto è probabilmente imputabile al fatto che le **alte temperature, spesso associate a fenomeni di siccità, stressano la crescita** della coltura, soprattutto per i seminativi estivi o non irrigui

Correlazione stagionale: estate fredda

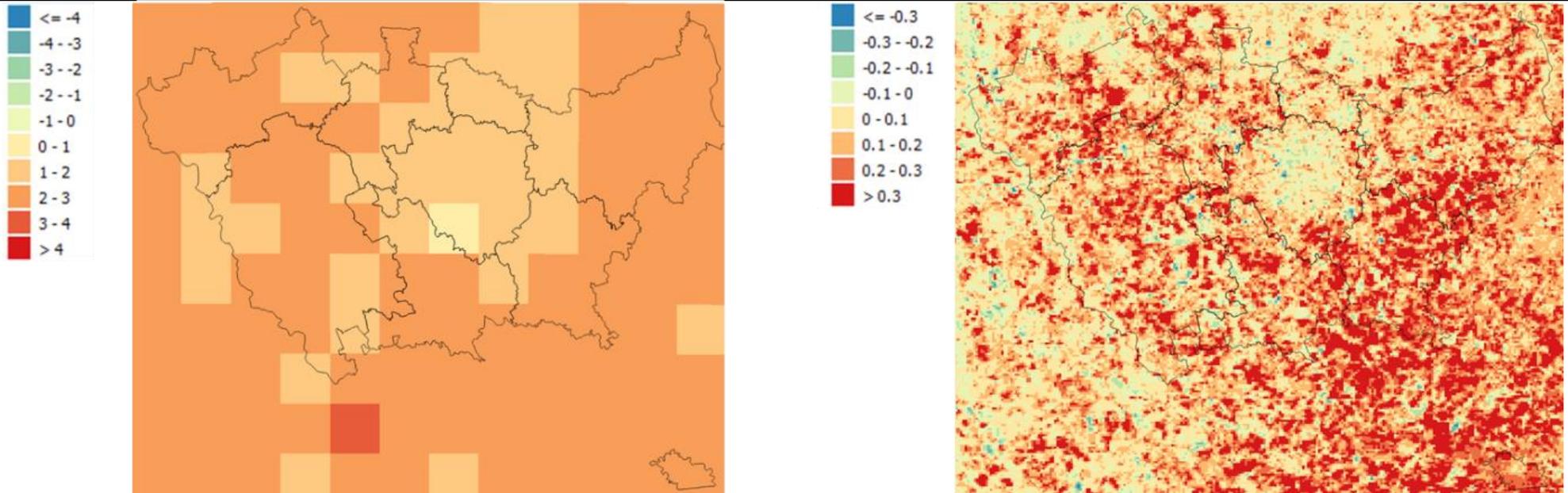
Caso 2: Anomalia termiche estive negative e anomalia di NDVI positive (2014)



Anomalie termiche estive negative, al contrario, comportano valori più elevati di NDVI e quindi di benessere della coltura. Una temperatura più bassa d'estate è probabilmente dovuta a fenomeni di pioggia più frequente, che generalmente favoriscono lo sviluppo della coltura nel periodo estivo

Correlazione stagionale: inverno caldo

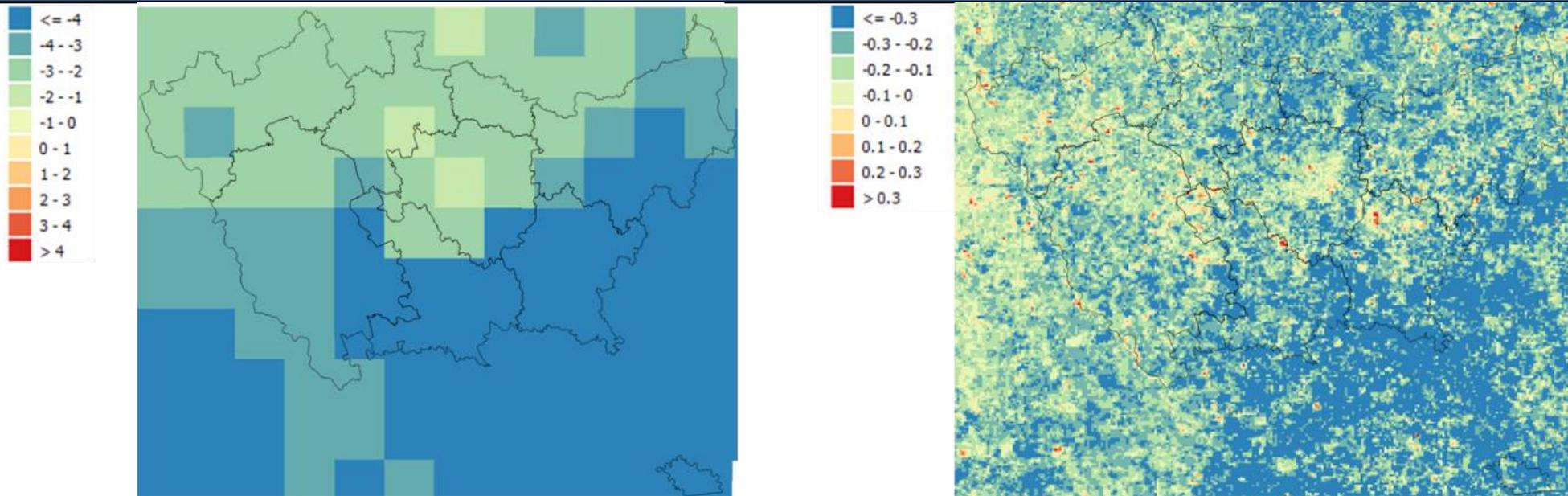
Caso 3: Anomalia termiche invernali positive e anomalia di NDVI positive (2007)



Temperature più alte in inverno favoriscono probabilmente un maggiore sviluppo della coltura

Correlazione stagionale: inverno freddo

Caso 4: Anomalia termiche invernali negative e anomalia di NDVI negative (2006)

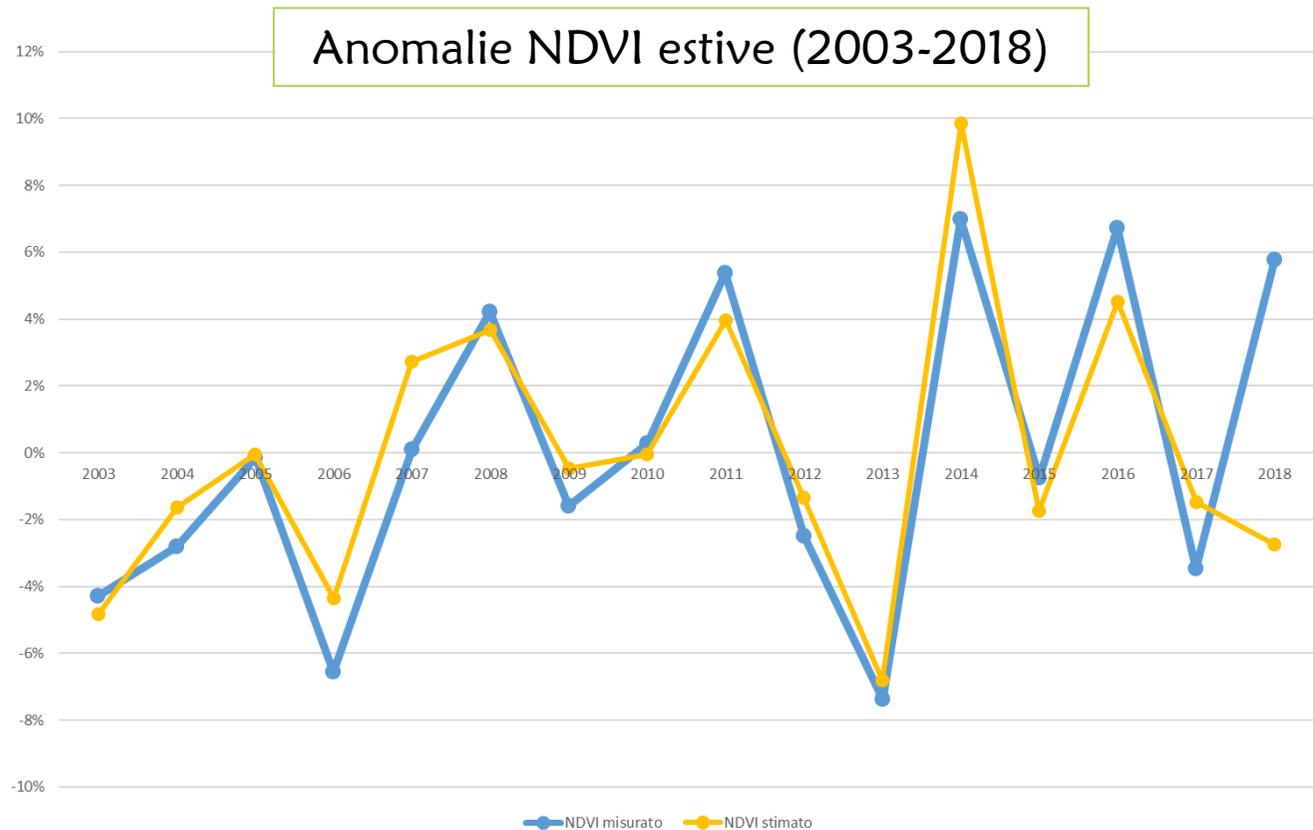


Temperature più basse in inverno, rispetto alla media hanno impatti negativi sul ciclo fenologico delle colture, comportando un decremento dell'NDVI rispetto alle medie stagionali di riferimento

Stima delle anomalie di NDVI tramite modelli

Infine, è stato condotto un breve studio per **analizzare l'effetto che si ha sull'NDVI** in estate, periodo in cui si verifica il picco della crescita della maggior parte delle colture (estive), in base alla **diversa combinazione dell'inverno e della primavera precedente**.

E' stato derivato un **modello preliminare** che permetterebbe di **simulare, le anomalie di NDVI atteso d'estate** in funzione delle anomalie termiche delle stagioni precedenti.



ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

Per l'analisi di pericolosità idraulica è stato preso in considerazione la **capacità del terreno di ritenzione di acqua piovana**, in base alle caratteristiche di **uso/copertura del suolo** e **caratteristiche pedologiche** del terreno.

Il valore calcolato, e mappato, stima il volume di **pioggia rifiutata per unità territoriale**, a seguito di un **evento meteorico**. In pratica, ad ogni **unità territoriale**, rappresentato da una cella quadrata (pixel) di grandezza 30 metri, su una dato raster, è stimata la **quantità d'acqua non assorbita** dal terreno.

Il **rifiuto potenziale di acqua** (quantità di acqua che diventa ruscellamento) è stato calcolato secondo il metodo **Curve Number** (CN) del **Soil Conservation Service** (CN-SCS) del Ministero dell'agricoltura degli Stati Uniti [U.S. Dept. Agric., Soil Conservation Service, 1972]^{1,2,3}

Sono state prodotte **due mappe di rifiuto potenziale**, una per un **evento critico**, riferito ad una giornata di pioggia intensa (5 Novembre 2017), ed una per un **dato annuale** che tiene conto del massimo valore di pioggia caduto per unità territoriale.

1. Rosso, R. (2004). SHAKEUP-2: Mappatura dell'Indice di Assorbimento e del Massimo Volume Specifico di Ritenzione Potenziale del Terreno (In Italian), 133. Retrieved from <http://idro.arpalombardia.it/manual/cn.pdf>
2. Xiao, B., Wang, Q. H., Fan, J., Han, F. P., & Dai, Q. H. (2011). Application of the SCS-CN model to runoff estimation in a small watershed with high spatial heterogeneity. *Pedosphere*, 21(6), 738–749. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(11\)60177-X](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(11)60177-X)
3. Zhan, X., & Huang, M. L. (2004). ArcCN-Runoff: An ArcGIS tool for generating curve number and runoff maps. *Environmental Modelling and Software*, 19(10), 875–879. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2004.03.001>

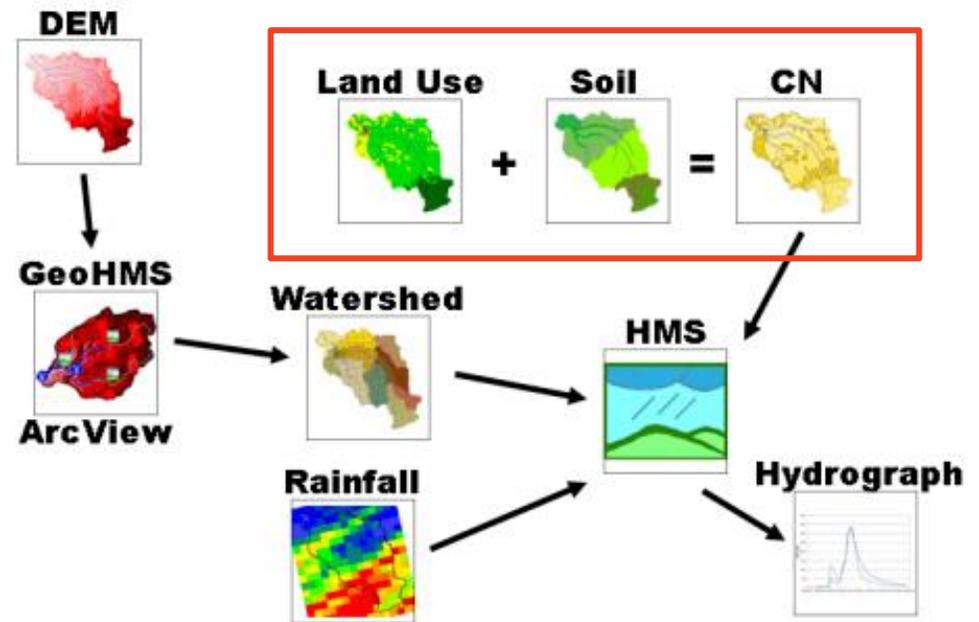


ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

Per simulare i processi di deflusso delle precipitazioni nei bacini di drenaggio vengono usati i Sistemi di Modellazione Idrologica (**HMS**)

In questo lavoro abbiamo utilizzato il plugin **HEC-GeoHMS** implementato in **ArcMAP**

In questa fase abbiamo calcolato il **CN** e lo abbiamo combinato con un evento critico per identificare zone critiche in relazione al Land Use/Land Cover.



<https://onerain.com/wp-content/uploads/2018/06/2002-integration-of-radar-rainfall-into-hydrologic-models.pdf>

Fleming, M. J., & James, H. D. (2013). HEC-GeoHMS Geospatial Hydrologic Modeling Extension Version 10.1, (February). Retrieved from <http://files/262/Fleming, James - 2013 - HEC-GeoHMS Geospatial Hydrologic Modeling Extension Version 10.1.pdf>

ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

Il metodo Soil Conservation Service (SCS) Curve Number (CN) viene utilizzato per stimare la **quantità di precipitazione che diventa deflusso** (ruscellamento o runoff) e la quantità che si infiltra nel terreno.

Il SCS-CN dipende dalla **copertura del suolo/uso del suolo** e dai **GRUPPI IDROLOGICI DEL SUOLO** (HSG):

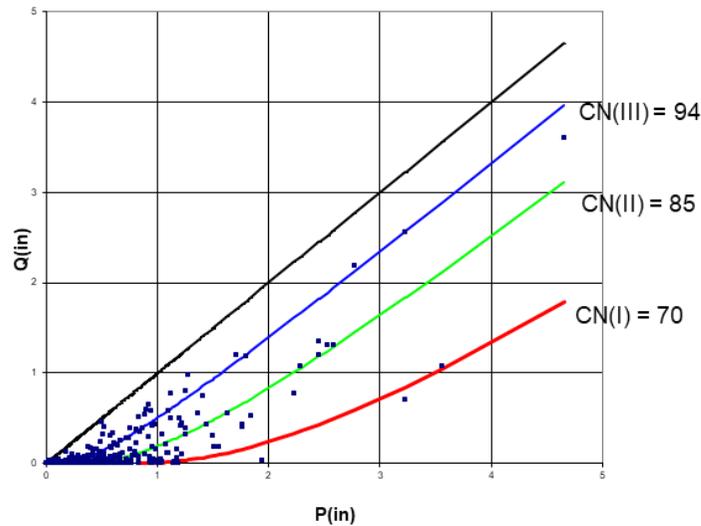
- A. Alto tasso di infiltrazione e basso potenziale di deflusso (**BASSO**)
- B. Moderata infiltrazione e moderato deflusso (**MODERATAMENTE BASSO**)
- C. Potenziale di deflusso moderatamente alto (**MODERATAMENTE ALTO**)
- D. Impermeabile con deflusso elevato (**ALTO**)

Il ruscellamento è **misurato in millimetri** (mm) **di pioggia rifiutata** per unità territoriale e unità di tempo.



ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

CURVE NUMBER



The SCS-CN method depends on:

- Soil – Hydrological Soil Groups (HSG)
- Land Cover
- Rainfall (Event)

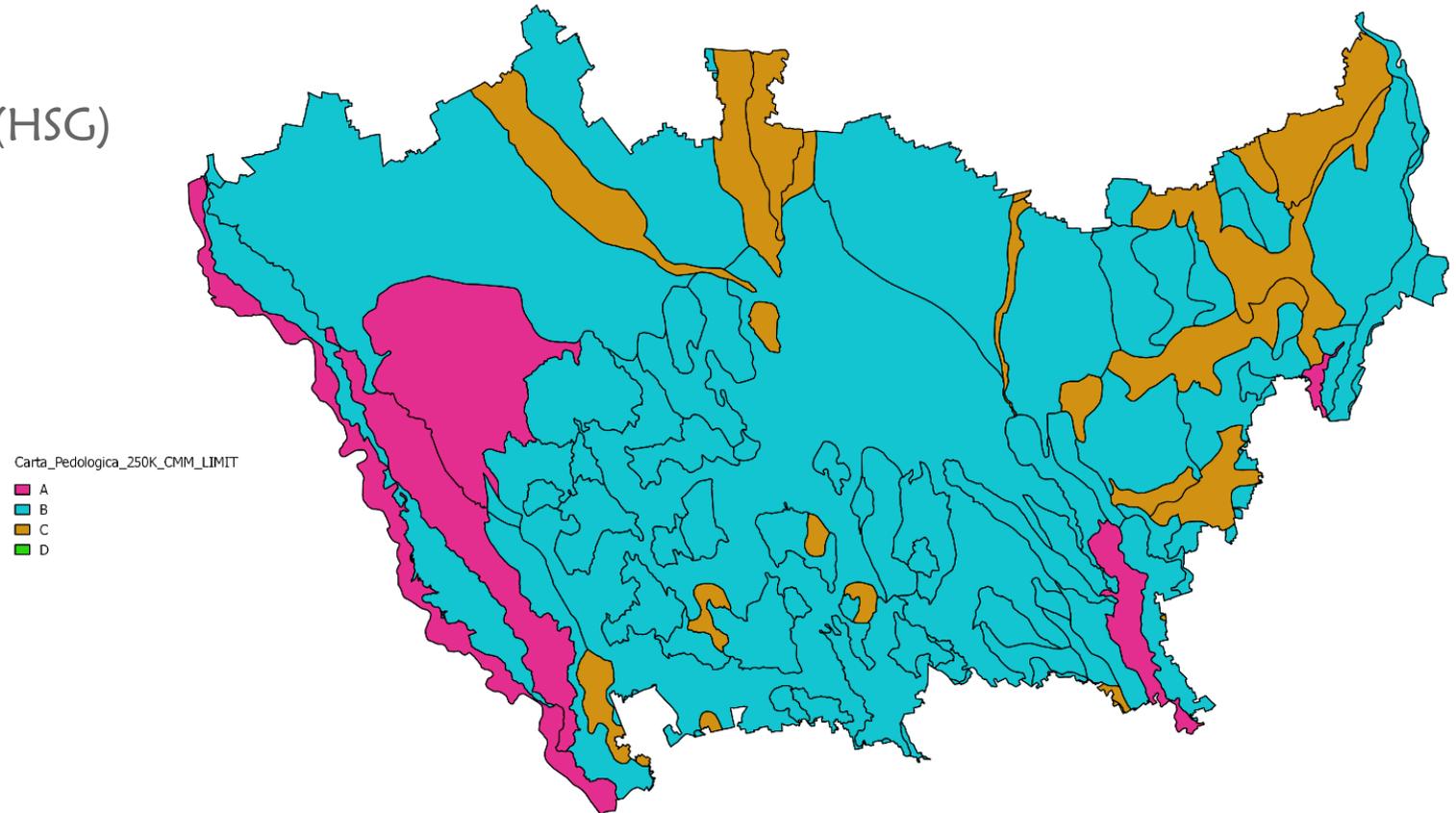
Soil – Hydrological Soil Groups (HSG)

Legenda della Carta dei Gruppi Idrologici dei suoli

Gruppo Idrologico	Deflusso superficiale potenziale	Caratteri tipici dei suoli della pianura emiliano-romagnola nei Gruppi Idrologici
A	BASSO	Questi suoli hanno tipicamente tessitura sabbiosa, sabbioso franca o franco sabbiosa almeno fino alla profondità di 100 cm. Quando sono completamente umidi il deflusso superficiale potenziale è basso e l'acqua attraversa il suolo liberamente.
B	MODERATAMENTE BASSO	Questi suoli hanno tipicamente tessitura franco sabbiosa o franco argilloso sabbiosa almeno fino alla profondità di 100 cm. Quando sono completamente umidi il deflusso superficiale potenziale è moderatamente basso e l'acqua attraversa il suolo senza impedimenti.
C	MODERATAMENTE ALTO	Questi suoli hanno tipicamente tessitura franco sabbiosa, franca, o franco argilloso sabbiosa almeno fino alla profondità di 100 cm. Quando sono completamente umidi il deflusso superficiale potenziale è moderatamente alto e l'acqua attraversa il suolo con qualche limitazione.
D	ALTO	Questi suoli hanno tipicamente tessitura franca, franco limosa, limosa, franco argilloso limosa, argilloso limosa o argillosa entro la profondità di 100 cm. Quando sono completamente umidi il deflusso superficiale potenziale è alto e l'acqua attraversa il suolo con forti limitazioni.

ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

Hydrological Soil Groups (HSG)



Mappa Pedologica Regione Lombardia 1:25.000

ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

Land Cover/Land Use (DUSAF 2015)

Levels generalization based on the work provided by Rosso (2004)

Rosso, R. (2004). SHAKEUP-2: Mappatura dell'Indice di Assorbimento e del Massimo Volume Specifico di Ritenzione Potenziale del Terreno (In Italian), 133. Retrieved from <http://idro.arpalombardia.it/manual/cn.pdf>

Dusaf LEVEL I	Dusaf CODE	Dusaf NOMENCLATURE
Artificial areas	111	Tessuto Urbano Continuo
	1121	Tessuto Residenziale Discontinuo
	1122	Tessuto Residenziale Rado e Nucleiforme
	1123	Tessuto Residenziale Sparso
	12111	Insedimenti Industriali Artigianali Commerciali
	12112	Insedimenti Produttivi Agricoli
	1212	Grandi Impianti di Servizi Pubblici e Privati
	12124	Cimiteri
	122	Reti Stradali Ferroviarie e Spazi Accessori
	13	Aree Estrattive Discariche Cantieri
	124	Aeroporti ed Eliporti
	1411	Parchi e Giardini
	1412	Aree Verdi Incolte
	142	Aree Sportive e Ricreative
Rural Areas	211	Seminativi Semplici
	2112	Seminativi Arborati
	2115	Orti Familiari
	213	Risaie
	221	Vigneti
	222	Frutteti e Frutti Minori
	223	Oliveti
	224	Arboricoltura da Legno
	23	Prati Permanenti
	23	Prati Permanenti
Forest/Natural Areas	311	Boschi di latifoglie
	312	Boschi di conifere
	313	Boschi Misti di Conifere e Latifoglie
	314	Rimboschimenti Recenti
	322	Cespuglieti e Arbusteti
	3222	Vegetazione di Greti e Zone Spondali
	324	Aree in Evoluzione verso Forme Forestali
	331	Spiagge Dune ed Alvei Ghiaiosi
	331	Spiagge Dune ed Alvei Ghiaiosi
Wetlands	411	Vegetazione Aree Umide e Torbiere
Water	511	Alvei Fluviali e Corsi Acqua Artificiali
	512	Bacini Idrici



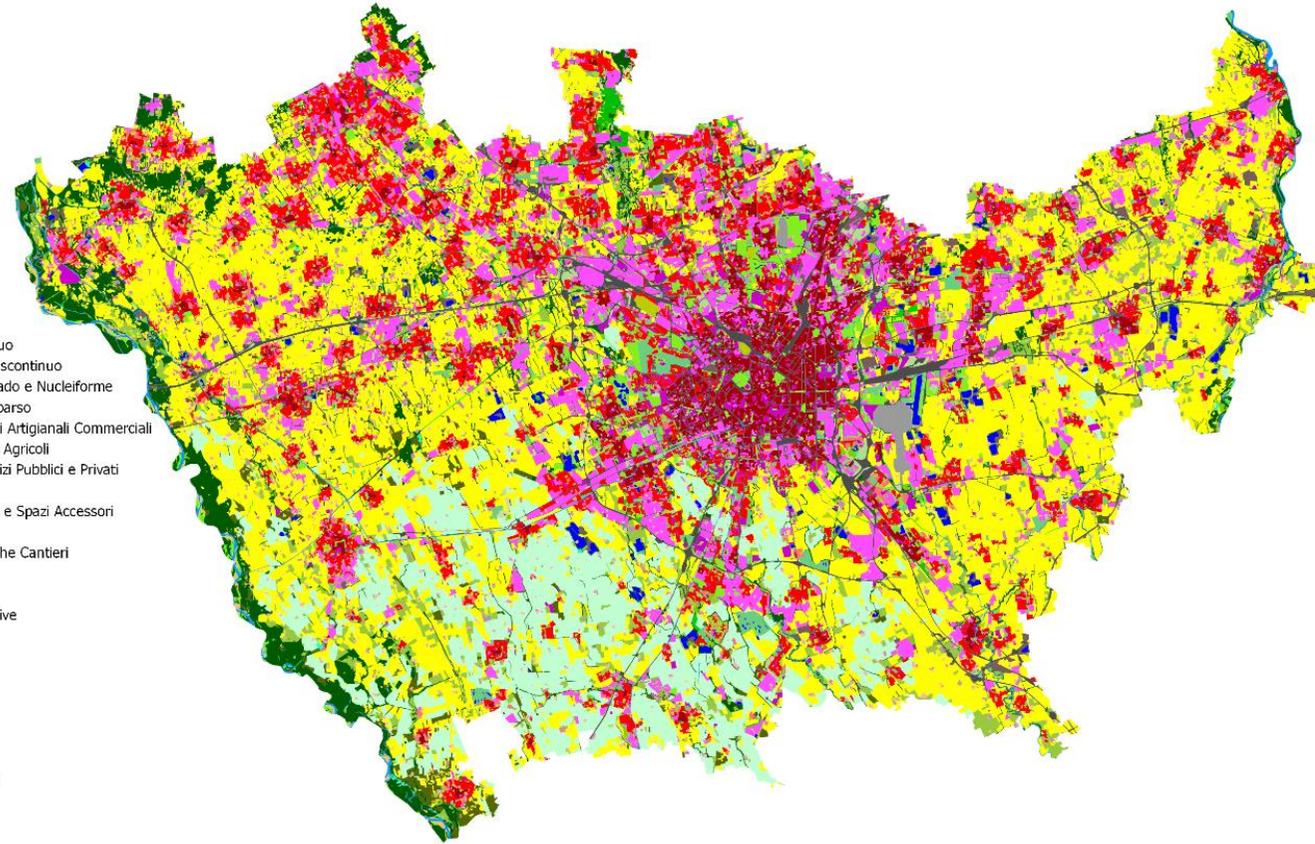
ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

Land Cover/Land Use
(DUSAF 2015)

Levels generalization based on the work
provided by Rosso (2004)

CMM_Dusaf5_uso_suolo

- Tessuto Urbano Continuo
- Tessuto Residenziale Discontinuo
- Tessuto Residenziale Rado e Nucleiforme
- Tessuto Residenziale Sparso
- Insiediamenti Industriali Artigianali Commerciali
- Insiediamenti Produttivi Agricoli
- Grandi Impianti di Servizi Pubblici e Privati
- Cimiteri
- Reti Stradali Ferroviarie e Spazi Accessori
- Aeroporti ed Eliporti
- Aree Estrattive Discariche Cantieri
- Parchi e Giardini
- Aree Verdi Incolte
- Aree Sportive e Ricreative
- Seminativi Semplici
- Seminativi Arborati
- Orti Familiari
- Risale
- Vigneti
- Frutteti e Frutti Minori
- Oliveti
- Arboricoltura da Legno
- Prati Permanenti
- Boschi di latifoglie
- Boschi di conifere
- Boschi Misti di Conifere e Latifoglie
- Rimboschimenti Recenti
- Cespuglieti e Arbusteti
- Vegetazione di Greti e Zone Spondali
- Aree in Evoluzione verso Forme Forestali
- Spiagge Dune ed Alvei Ghiaiosi
- Vegetazione Aree Umide e Torbiere
- Alvei Fluviali e Corsi Acqua Artificiali
- Bacini Idrici



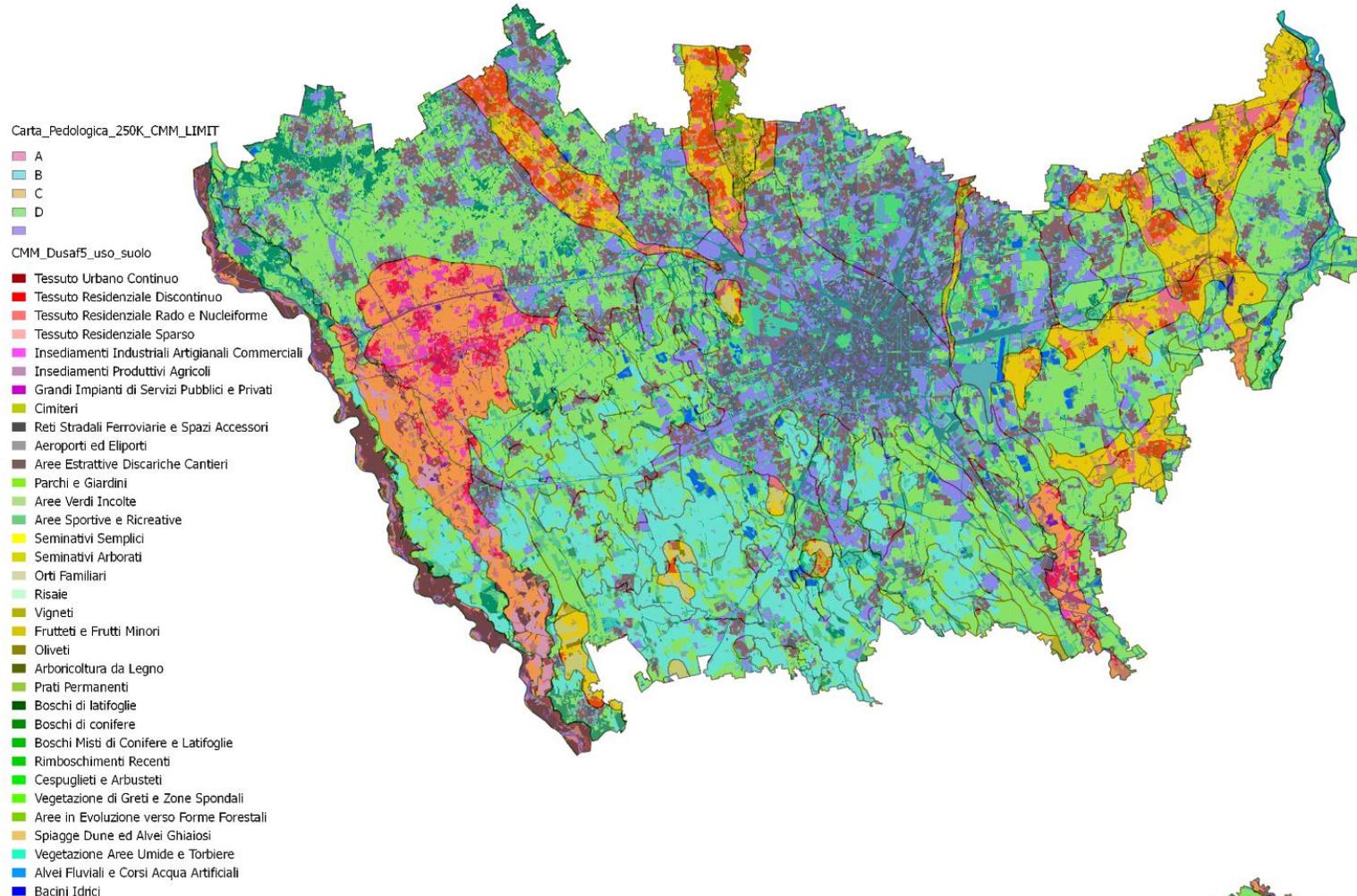
LIFE17CCA/IT/000080

ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

To create the **Curve Number (CN)** map for the CMM we employed the **HEC-GeoHMS** implemented as a tool within the **ArcMAP** platform.

The tool allows to retrieve a CN map based on 3 inputs:

- Hydro DEM
- Soil/Land Use map
- CN Lookup Table (DUSAF+HSG)

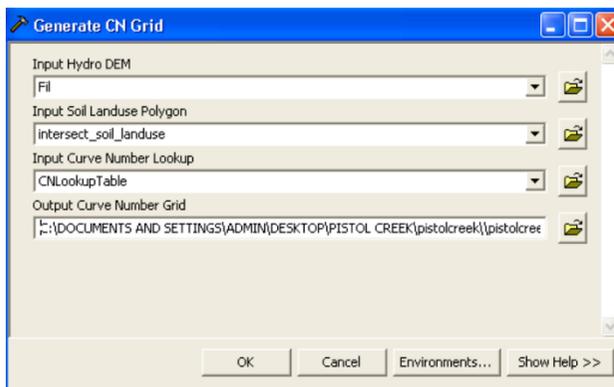


ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

The **Curve Number (CN)** map for the CMM

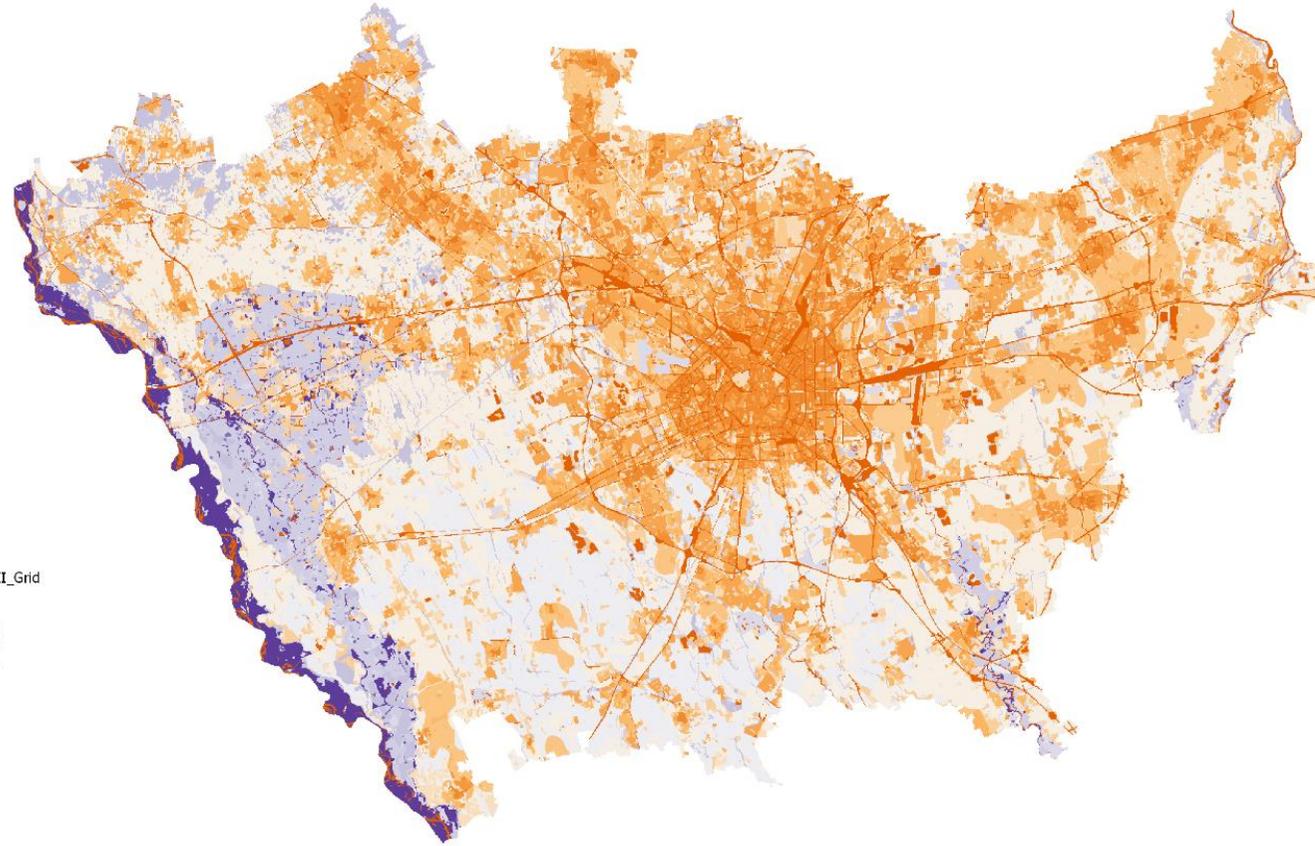
- Il CN un **metodo ad evento**
- Fornisce una **mappa differenziale**: Quanto cambia il deflusso in funzione del Land Cover

The **HEC-GeoHMS** tool



CN-AMCII_Grid

- 49
- 61.2
- 73.5
- 85.7
- 97.9



ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

Il **Curve Number (CN)** viene dapprima calcolato per condizioni di umidità antecedente normali (Antecedent Moisture Conditions) AMC II (12,7 - 27,94 mm). Quindi AMC III e I sono derivati da AMC II

Antecedent Moisture Condition (AMC), raggruppato in 3 condizioni:

- AMC-I. Bassa umidità (secco)
- AMC-II. Condizioni di umidità media
- AMC-III. Elevata umidità, forti piogge nel corso di pochi giorni (umido)

AMC	5 days rain storm (mm)	
	Dormant Season	Growing Season
I	< 12.70	< 35
II	12.70 – 27.94	35 – 52.5
III	> 27.94	> 52.5

ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

I dati utilizzati per la creazione di mappe per il **CN** e la definizione di aree di criticità, in relazione al **Land Use/Land Cover**, sono state elaborate dai dati disponibili ai seguenti link:

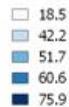
DATO	FONTE	ACCESSO	LINK
Interpolazione Osservazioni Precipitazioni	ARPA	Open Data Lombardia	https://dati.lombardia.it/
DUSAF (Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali)	Regione Lombardia/ E.R.S.A.F.	Geoportale Lombardia	http://www.geoportale.regione.lombardia.it/en/download-dati
Basi informative dei suoli (Mappa pedologica)	Regione Lombardia	Geoportale Lombardia	http://www.geoportale.regione.lombardia.it/en/download-dati
DEM (Digital Elevation Model) - SRTM Shuttle Radar Topography Mission	USGS (United State Geological Service)	EarthExplorer	https://earthexplorer.usgs.gov/

Il dato finale, riferito ad una griglia regolare (raster) con risoluzione di 30 metri per pixel (unità territoriale), può essere coerente con una scala operativa di 1:100.000. La mappa finale è disponibile in formato GeoTIFF, con sistema di riferimento spaziale WGS84/UTM32N.

ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

INTERPOLAZIONE PRECIPITAZIONI - ARPA

La mappa per evento critico, si riferisce al giorno **05 novembre 2017** e tiene conto del dato di interpolazione delle precipitazioni generato a partire dai dati rilevati dalle stazioni meteo ARPA Lombardia, e prodotto da ARPA stesso, su un dato raster con **risoluzione di 1.5 km** per pixel



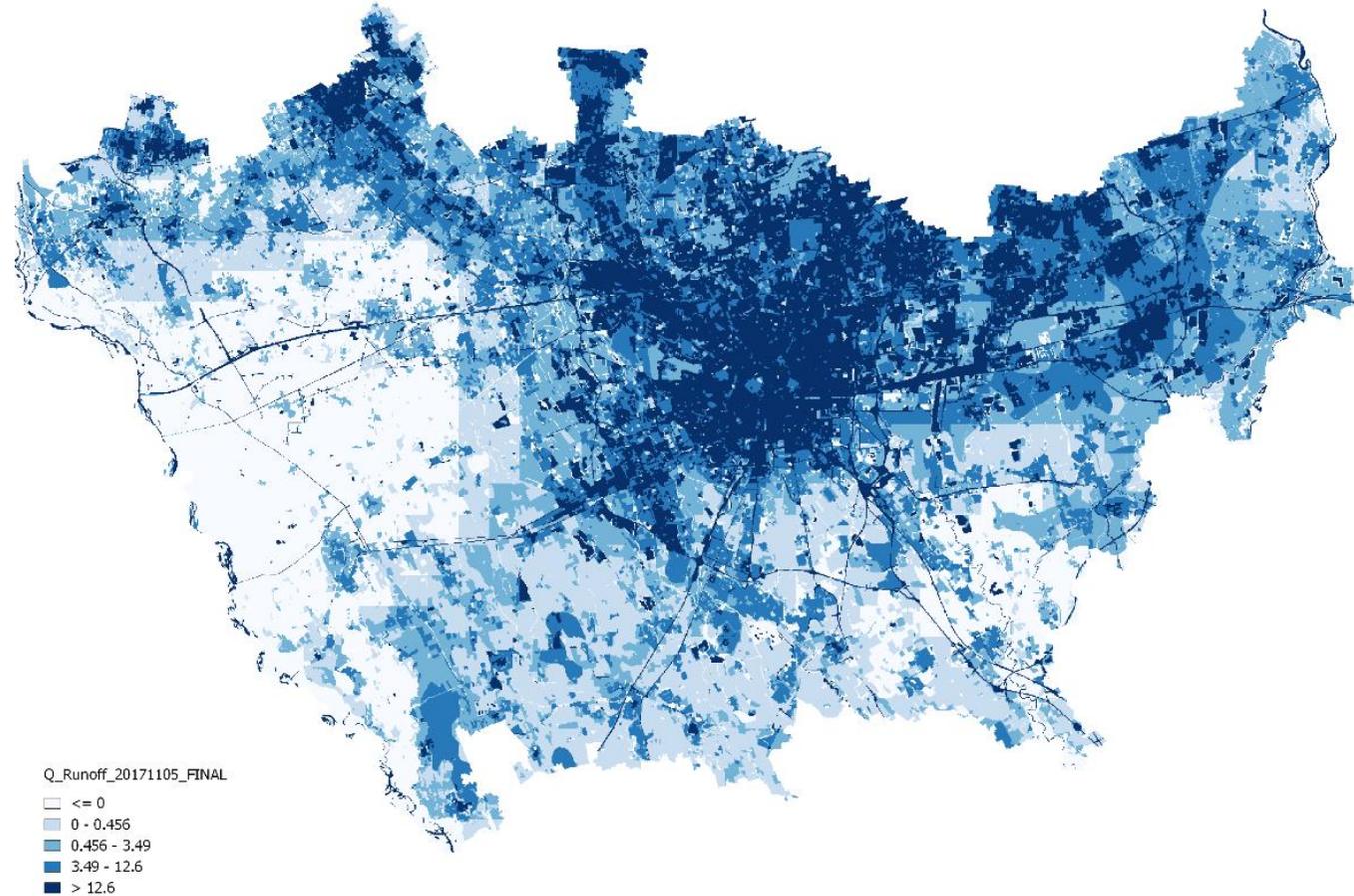
Massimo valore in millimetri di acqua caduto durante la giornata del 05 novembre 2017 (Fonte: Interpolazione ARPA)

ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

RIFIUTO POTENZIALE

Ricavato combinando un **modello digitale di elevazione** a 30 metri pixel di risoluzione spaziale, **l'uso del suolo** (fornito dal progetto DUSAF Lombardia) e la **carta pedologica** dei terreni.

Il risultato è una mappa con risoluzione 30 metri pixel



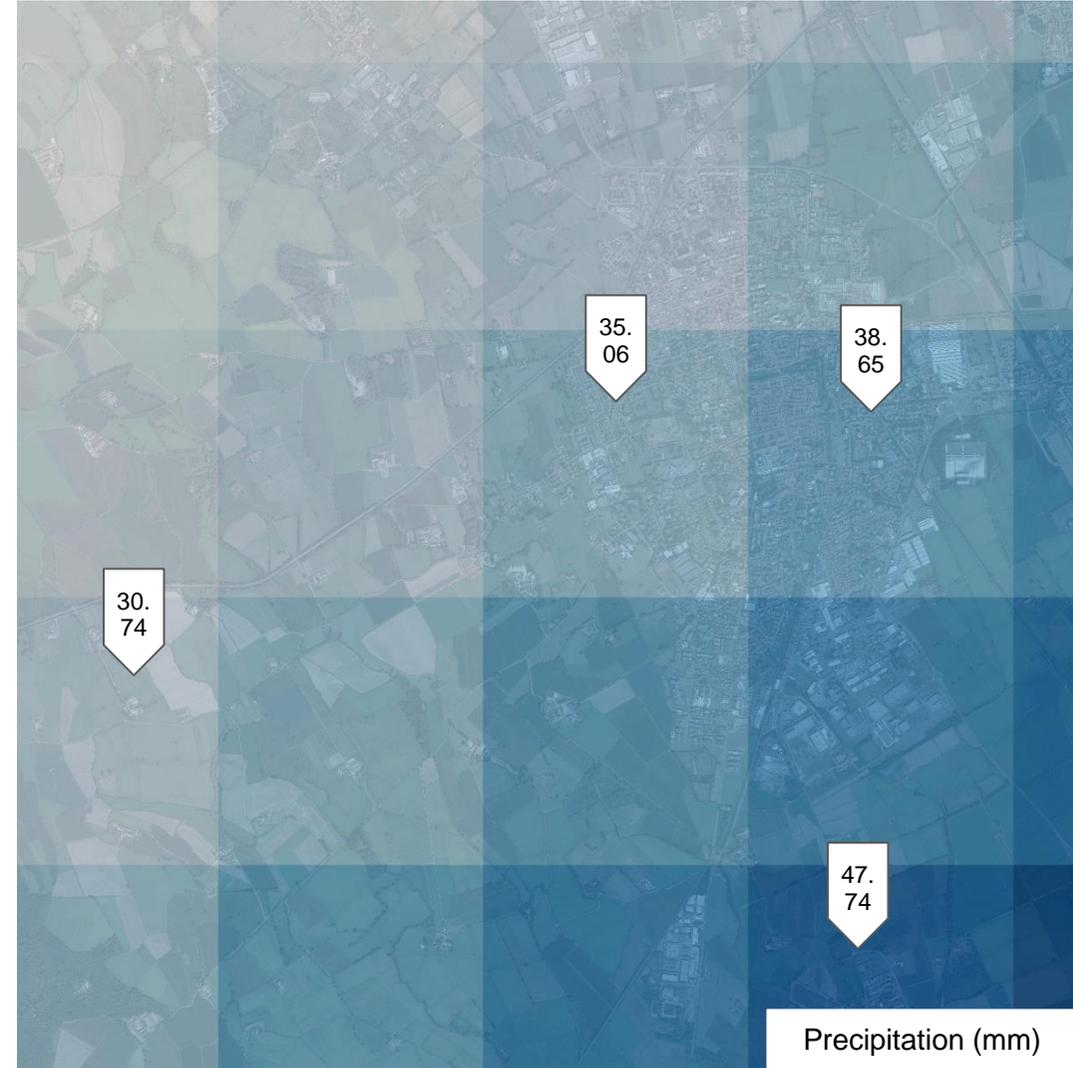
Stima del runoff potenziale per unità territoriali di 30 metri, per il giorno 05 novembre 2017

ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

RIFIUTO POTENZIALE – ZOOM



Google Satellite



Precipitation (mm)

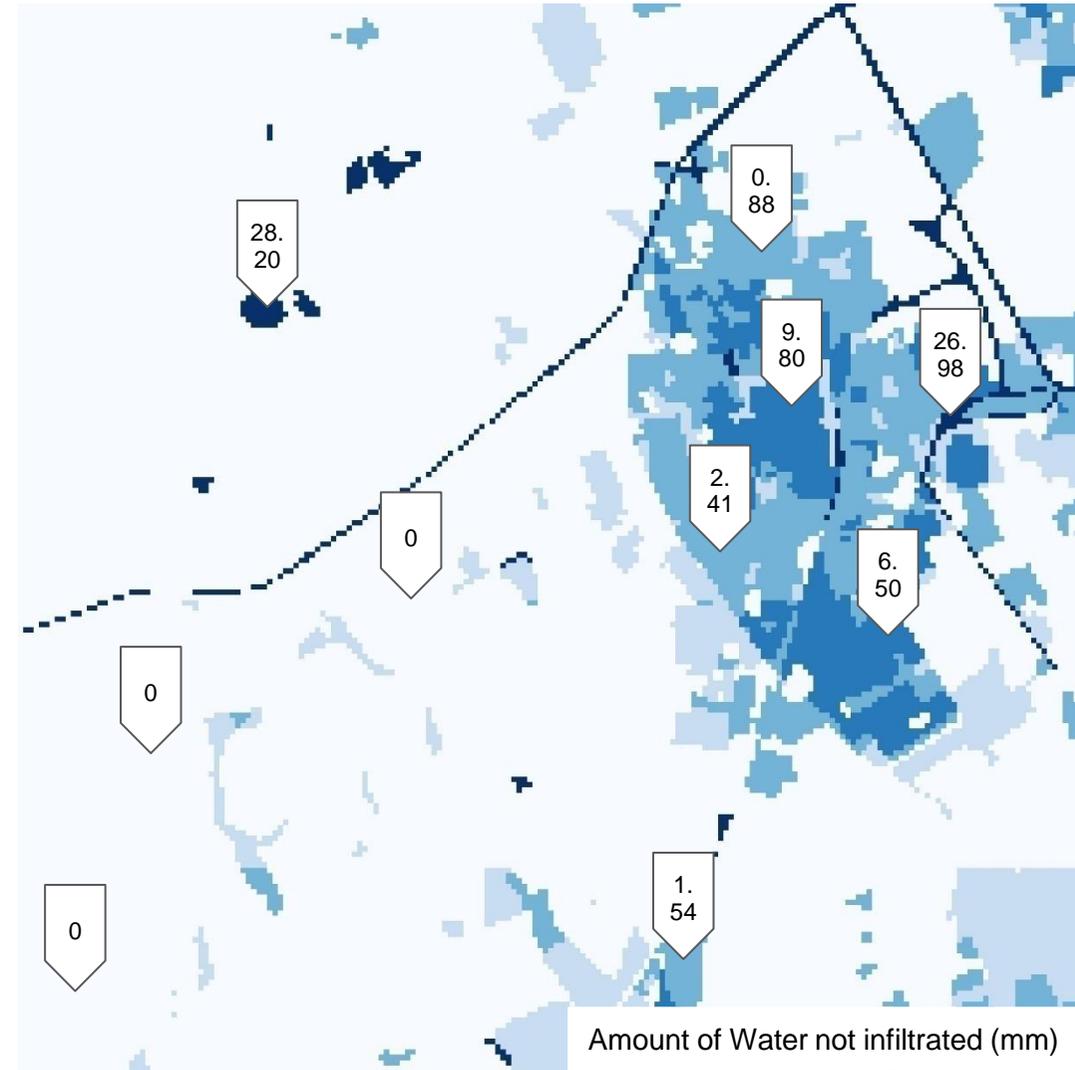


LIFE17CCA/IT/000080



ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

RIFIUTO POTENZIALE – ZOOM



LIFE17CCA/IT/000080



ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

- Il dato restituisce un **valore statico**, quindi tiene conto dei **mm di acqua** potenzialmente **non assorbiti** in ogni cella (unità territoriale), in seguito ad un **accumulo giornaliero**. In altre parole, il dato quantifica i **mm di acqua** potenzialmente **rifiutati dal terreno** (ruscellamento)
- Il dato **non** tiene conto delle caratteristiche geometriche della **rete di drenaggio** urbana e del **reticolo idrografico**
- Il dato restituisce una **mappa di attenzione** per l'individuazione di aree dove intensificare interventi di **Drenaggio Urbano Sostenibile (SUDS)** e/o **de-impermeabilizzazione** del suolo
- Il ruscellamento, è un dato fondamentale per strutturare mappe di attenzione per **delimitare aree potenzialmente esposte a rischio allagamento** da piogge intense in relazione all'**uso/copertura del suolo** in associazione con le **caratteristiche pedologiche** del terreno
- Il ruscellamento è uno degli aspetti chiave da tenere in considerazione per la mappatura della vulnerabilità rispetto agli allagamenti. Inoltre, la lettura del pericolo necessita una **lettura integrata** sulla base di ulteriori informazioni quali **Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)**, e gli esiti dell'attività prevista **dall'art. 14 del RR 7/2017** di redazione dei Documenti Semplificati e degli Studi Comunali del Rischio Idraulico

ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

Caratteristiche principali delle **soluzioni di drenaggio urbano sostenibile (SUDS)** che si possono utilizzare per la **laminazione degli afflussi meteorici** in relazione alle richieste del **Regolamento regionale n. 7/2017 – Invarianza Idraulica**

La tabella riporta indicazioni qualitative circa i costi e la frequenza di manutenzione richiesta (F=frequente, S=scarsa)

GI	DISPOSITIVO	Tipologia di intervento				Processo				Controllo dei deflussi				Controllo degli inquinanti					
		Puntuale	Estensivo	Superficiale	Sotterraneo	Infiltrazione	Detenzione	Trasporto	Riutilizzo	Controllo locale	Controllo nell'intorno	Controllo territoriale	Riduzione corpi sospesi	Riduzione nutrienti	Riduzione metalli pesanti	Valore estetico	Valore ecologico	Costi	Manutenzione
1	Cisterne																		
1A	Cisterne superficiali	X		X			X		X	X			No	No			€	S	
1B	Cisterne sotterranee	X			X		X		X	X			No	No			€€	S	
2	Sistemi modulari geocellulari		X		X	X	X				X		No	No			€€€	S	
3	Pozzi perdenti o d'infiltrazione	X			X	X				X	X	-	No	No			€€	S	
4	Gallerie d'infiltrazione																		
4A	Caditoie filtranti	X		X		X		X			X	-	Si	Si	Alto	Medio	€	F	
4B	Cunette filtranti	X		X		X		X			X	-	Si	Si	Alto	Medio	€	F	
5	Superfici permeabili		X	X		X				X	X	-	No	Si	Basso	Basso	€€	S	
6	Bacini d'infiltrazione e di bioritenzione		X	X		X	X		X		X	-	No	Si	Alto	Alto	€	S	
7	Bacini di detenzione		X	X			X		X		X	-	No	Si	Alto	Alto	€€	S	
8	Verde pensile																		
8A	Verde pensile estensivo	X								X		-	Si	Si	Alto	Basso	€€	S	
8B	Verde pensile intensivo	X								X		-	Si	Si	Alto	Basso	€€€	S	

Il Manuale è disponibile al link:
https://www.gruppocap.it/FileFolder/c4337907-c08e-4155-b548-245d23322578/File/Attivita/Ricerca%20E%20Sviluppo/Ricerca%20universitaria/Manuale%20SuDS_ese_LR.pdf

Caratteristiche delle tipologie di soluzioni di drenaggio sostenibili. Fonte: CAP Holding, *Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile*, edizione 2019

ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

Il **ruscellamento potenziale** (runoff) è stato calcolato a partire dall'uso del suolo fornito dal **DUSAF**. In analogia a questo approccio, la tabella seguente fornisce un'indicazione qualitativa circa l'idoneità delle diverse tipologie di **dispositivi per la laminazione delle acque meteoriche** in relazione agli **usi del suolo**, con riferimento alla classificazione DUSAF stessa.

Fonte dati	Categoria	Cisterne superficiali	Cisterne sotterranee	Sistemi modulari	Pozzi perdenti	Gallerie d'infiltrazione	Superfici permeabili	Bacini d'infiltrazione	Bacini di detenzione
Dusaf	Tessuto residenziale denso, insediamenti ospedalieri.	medio	medio	medio	alto	basso	basso	basso	basso
Dusaf	Reti stradali e spazi accessori, reti ferroviarie e spazi accessori.	-	-	-	alto	alto	-	-	-
Dusaf	Tessuto residenziale continuo mediamente denso, tessuto residenziale discontinuo, insediamenti industriali, artigianali, commerciali e agricoli con spazi annessi, insediamenti di grandi impianti di servizi pubblici e privati, insediamenti industriali, artigianali, commerciali, impianti di servizi pubblici e privati, impianti tecnologici.	medio	medio	medio	alto	medio	medio	medio	medio
Dusaf	Parchi e giardini, tessuto residenziale sparso, tessuto residenziale rado e nucleiforme, cascine, insediamenti produttivi agricoli, aree degradate non utilizzate, aree verdi incolte, campeggi e strutture turistiche e ricettive, parchi divertimento	alto	alto	alto	alto	alto	medio	alto	alto
Dusaf	Aree agricole	-	-	-	-	-	-	Alto	alto
Soggiacenza della falda	Minore di 5 m	-	basso	basso	basso	basso	basso	basso	basso
Soggiacenza della falda	Tra 5 e 10 m	-	medio	medio	medio	medio	medio	medio	medio
Soggiacenza della falda	Maggiore di 10 m	-	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto

Idoneità dei dispositivi di drenaggio in funzione degli usi del suolo. Fonte: CAP Holding, *Manuale sulle buone pratiche di utilizzo dei sistemi di drenaggio urbano sostenibile*, edizione 2019

Il Manuale è disponibile al link:
https://www.gruppcap.it/FileFolder/c4337907-c08e-4155-b548-245d23322578/File/Attivita/Ricerca%20E%20Sviluppo/Ricerca%20universitaria/Manuale%20SuDS_ese_LR.pdf.



LIFE17CCA/IT/000080



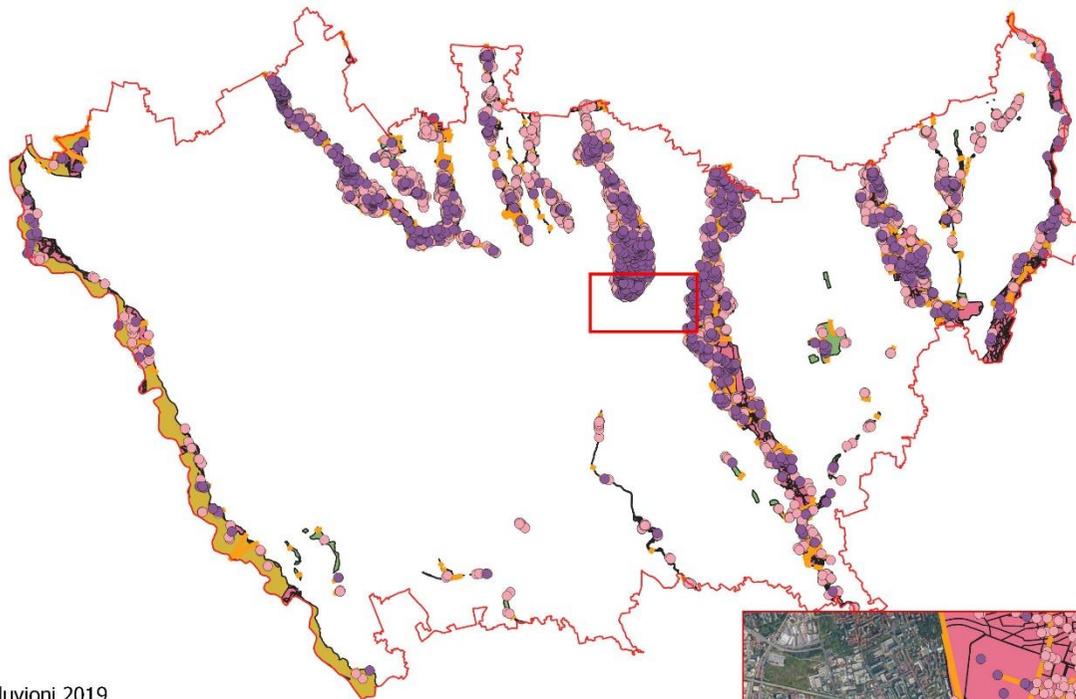
ANALISI DI ATTENZIONE PER PERICOLO ALLAGAMENTO DA PIOGGE INTENSE

Ulteriori dati di interesse disponibili <http://www.geoportale.regione.lombardia.it/download-ricerca>

Direttiva Alluvioni 2019

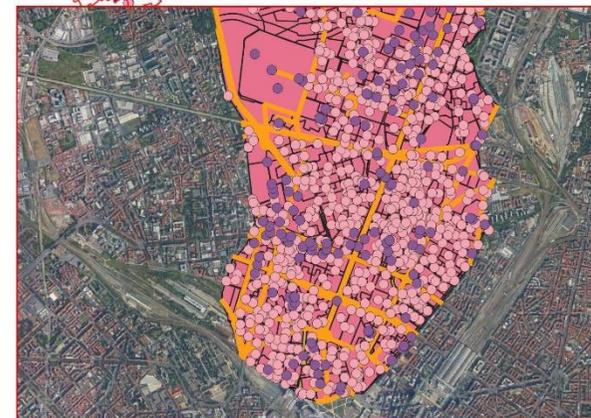
Direttiva Alluvioni 2019

Esondazioni Storiche Ticino e Adda



Direttiva Alluvioni 2019

- Ampliamenti riduzioni con ricadute normative
- Aree Potenziale Rischio Significativo APSFR
- Categorie rischio elementi esposti lineari
- Categorie rischio elementi esposti poligonali
- Categorie rischiomax elementi esposti puntiformi
- Numero abitanti
- Pericolosità Aree Costiere Lacunari scenari
- Pericolosità Reticolo Principale scenari
- Pericolosità Reticolo Sec. Collinare Montano scenari
- Pericolosità Rericolo Sec. Pianura scenari





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

Thank you

Lorenzo Bono (Ambiente Italia)

Marco Callerio (Gruppo CAP)

Cinzia Cesarini (Città Metropolitana di Milano)

Nicola Colaninno (Città Metropolitana di Milano)

Cinzia Davoli (Città Metropolitana di Milano)

Emilio De Vita (Città Metropolitana di Milano)

Laura De Vendictis (e-GEOS)

Monica Palandri (e-GEOS)