



CALI DESARROLLO URBANO II

Investigando los Impactos de Cambios de
Cobertura Terrestre en el Calor Urbano y la
Vulnerabilidad Social en Cali, Colombia

Gabi Davidson-
Gomez

Brenna Bruffey

Deya Rodríguez

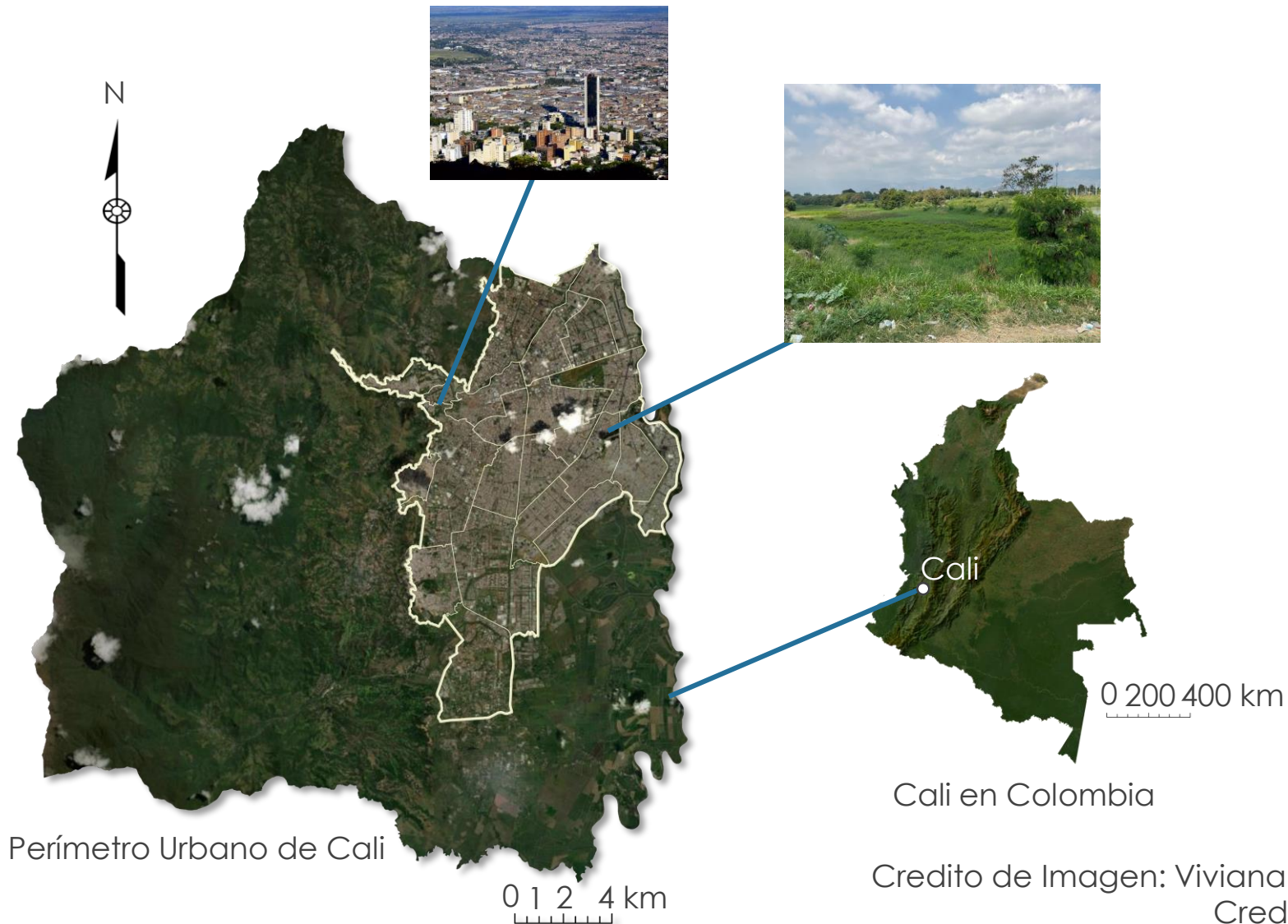
Isabelle Solórzano



California – Ames | Verano 2024



ZONA Y PERIODO DEL ESTUDIO



Zona del Estudio
Cali, Colombia

Periodo del Estudio
Principio - 1 de Enero del 2013
Fin - 31 de Diciembre del 2023



Credito de Imagen: Viviana Maria Sanchez Escobar, Worldwide Wandering
Credito de Capa de Servicio: Earthstar Geographics

SOCIOS



Departamento
Administrativo de Gestión
del Medio Ambiente
(DAGMA)

Fundación Dinamizadores
Ambientales

Credito de Imagen: Viviana María Sánchez Escobar

PREOCUPACIONES DE LA COMUNIDAD



Deforestación y
pérdida de
humedales



Temperaturas
altas en áreas
urbanas



Calor urbano
exacerbado por
varios factores
sociales



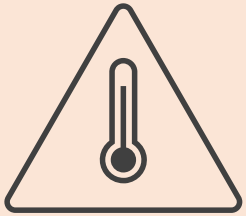
Determinar
lugares para
intervenciones
frescas

EL EFECTO DE ISLA DE CALOR URBANO

La temperatura varía según el uso del suelo porque los materiales de construcción y las superficies pavimentadas retienen más calor, lo que da como resultado ciudades que son más calurosas que sus contrapartes rurales



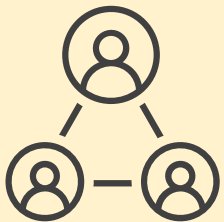
OBJETIVOS



Identificar los **lugares calientes de la temperatura** en la ciudad

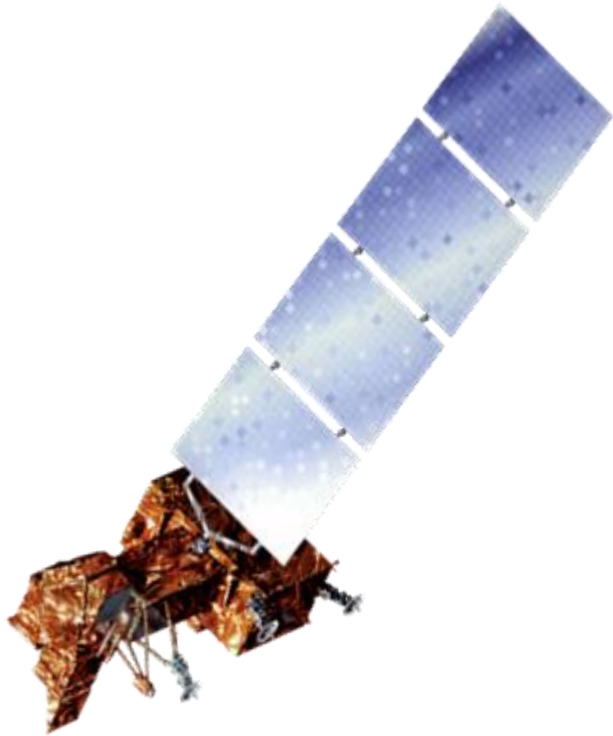


Generar unos **mapas de cobertura terrestre** para determinar los patrones del uso de suelo



Comparar la relación entre **el uso de suelo, la temperatura, y los factores sociales**

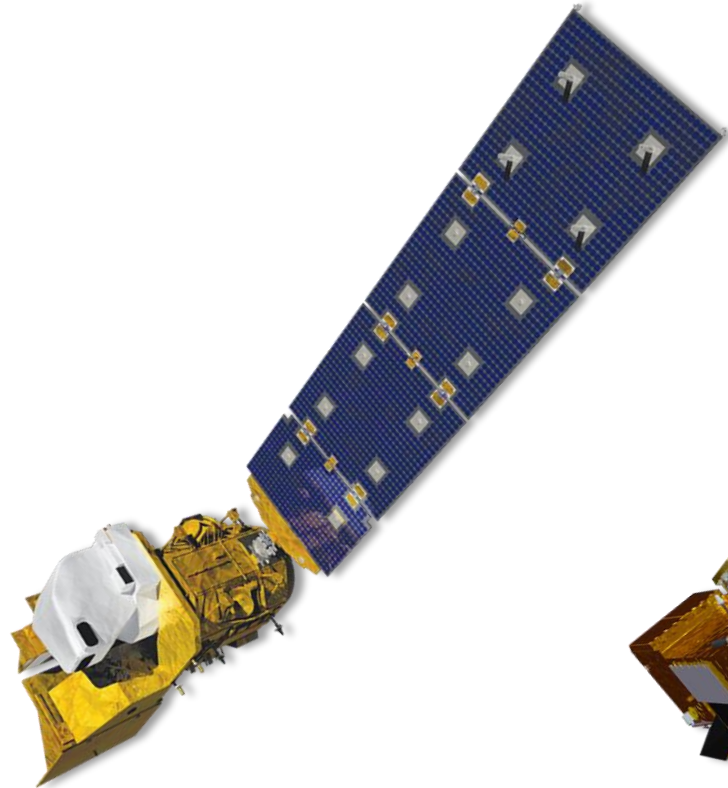
OBSERVACIONES PLANETARIAS



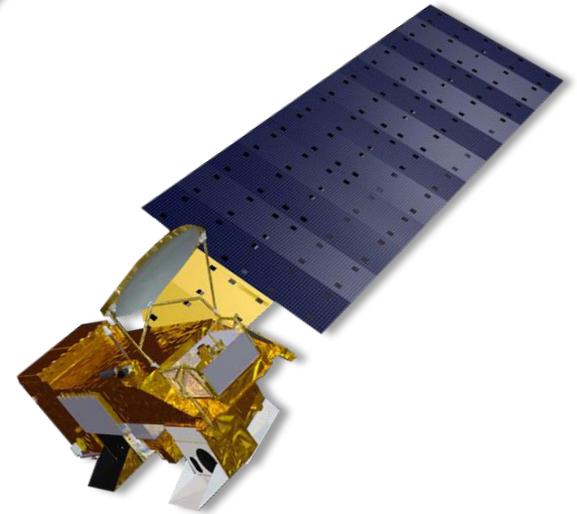
Landsat 7
ETM+



Landsat 8
OLI/TIRS



Landsat 9
OLI-2/TIRS-2



Aqua
MODIS

METODOLOGÍA: Calor Urbano

Adquisición

UHEAT 2.0 Codigo

Imágenes Landsat
7, 8 y 9

Imágenes MODIS

Procesamiento

Código
reescrito de
Python a
JavaScript

Combinar
colecciones de
imágenes en GEE

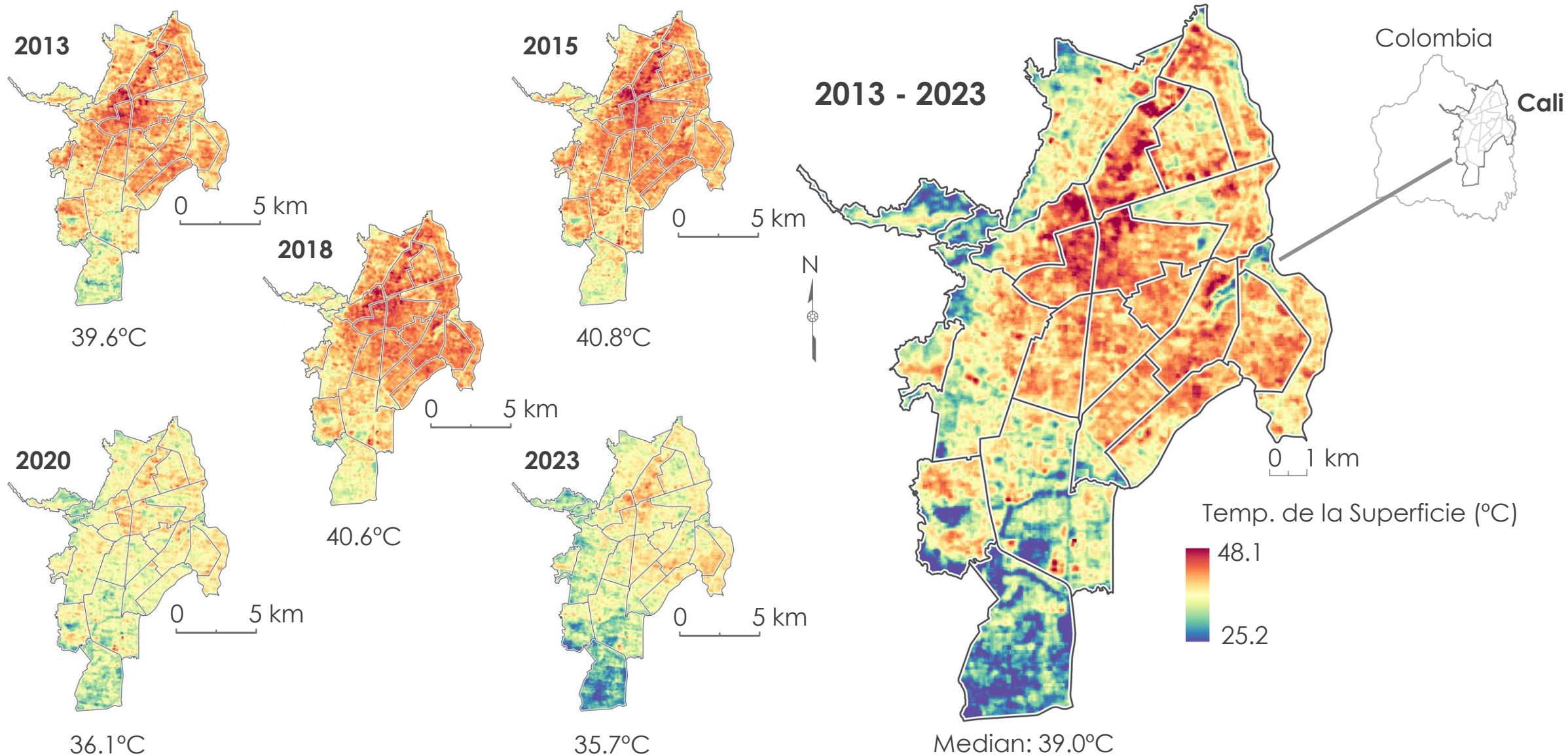
Máscara de nube
aplicada en GEE

Análisis

Estadísticas
Zonales por
Comuna

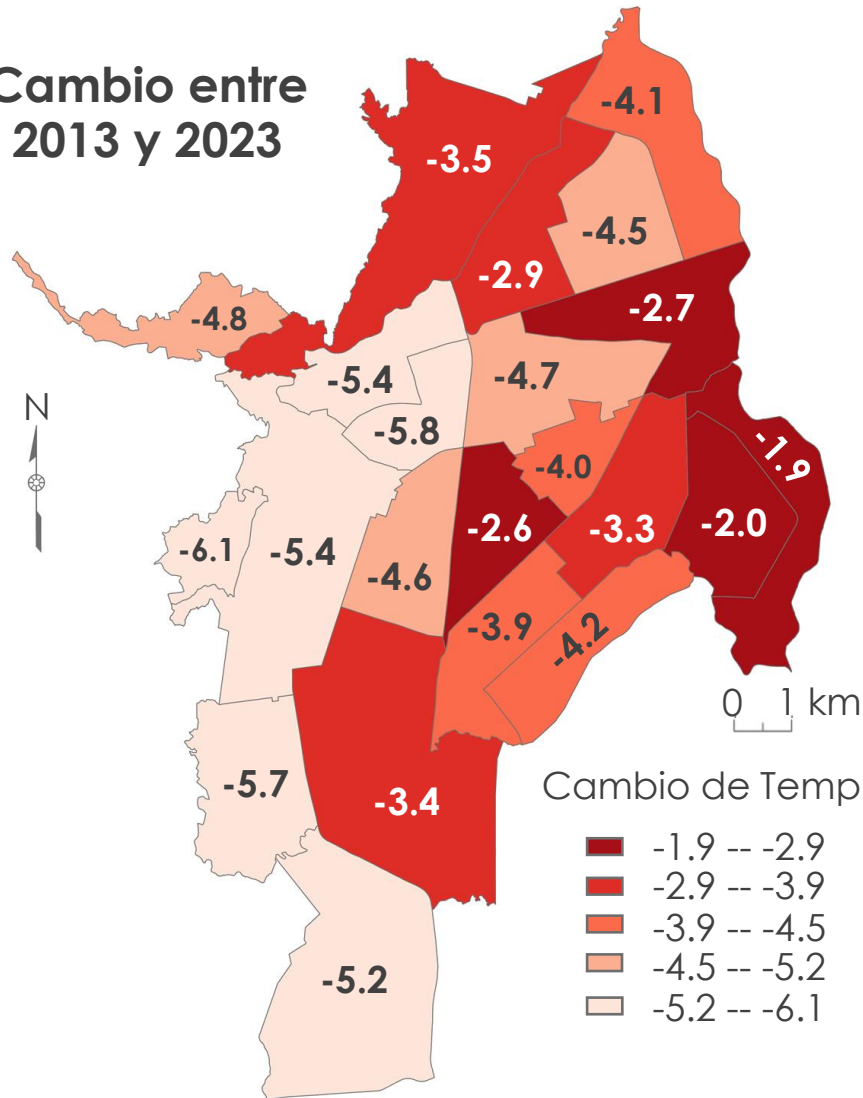
Comprobación de
validez mediante
MODIS y evaluación
de calidad
de temperatura

RESULTADOS: Calor Urbano

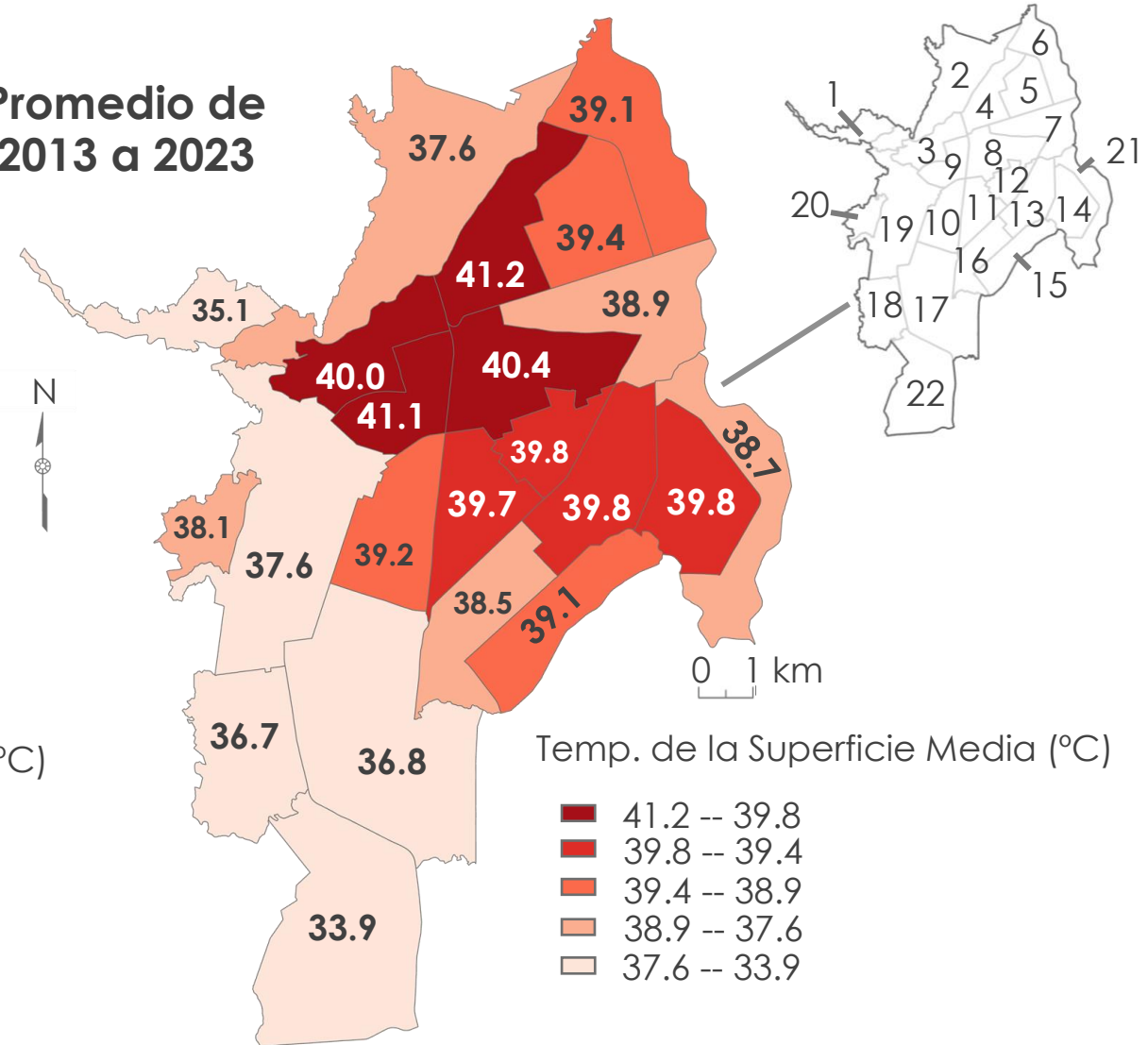


RESULTADOS: Calor Urbano Medio

Cambio entre
2013 y 2023



Promedio de
2013 a 2023



METODOLOGÍA: Cobertura Terrestre

Adquisición

Imágenes de
Landsat 8

Procesamiento

Máscara de nube
aplicada
en ArcGIS Pro

Modelo
de Aprendizaje
Profundo para
Classificacion de
la Tierra

Análisis

Estadísticas
Zonales por
Comuna

Herramienta de
Detección de
Cambios

RESULTADOS: Cobertura Terrestre

2013

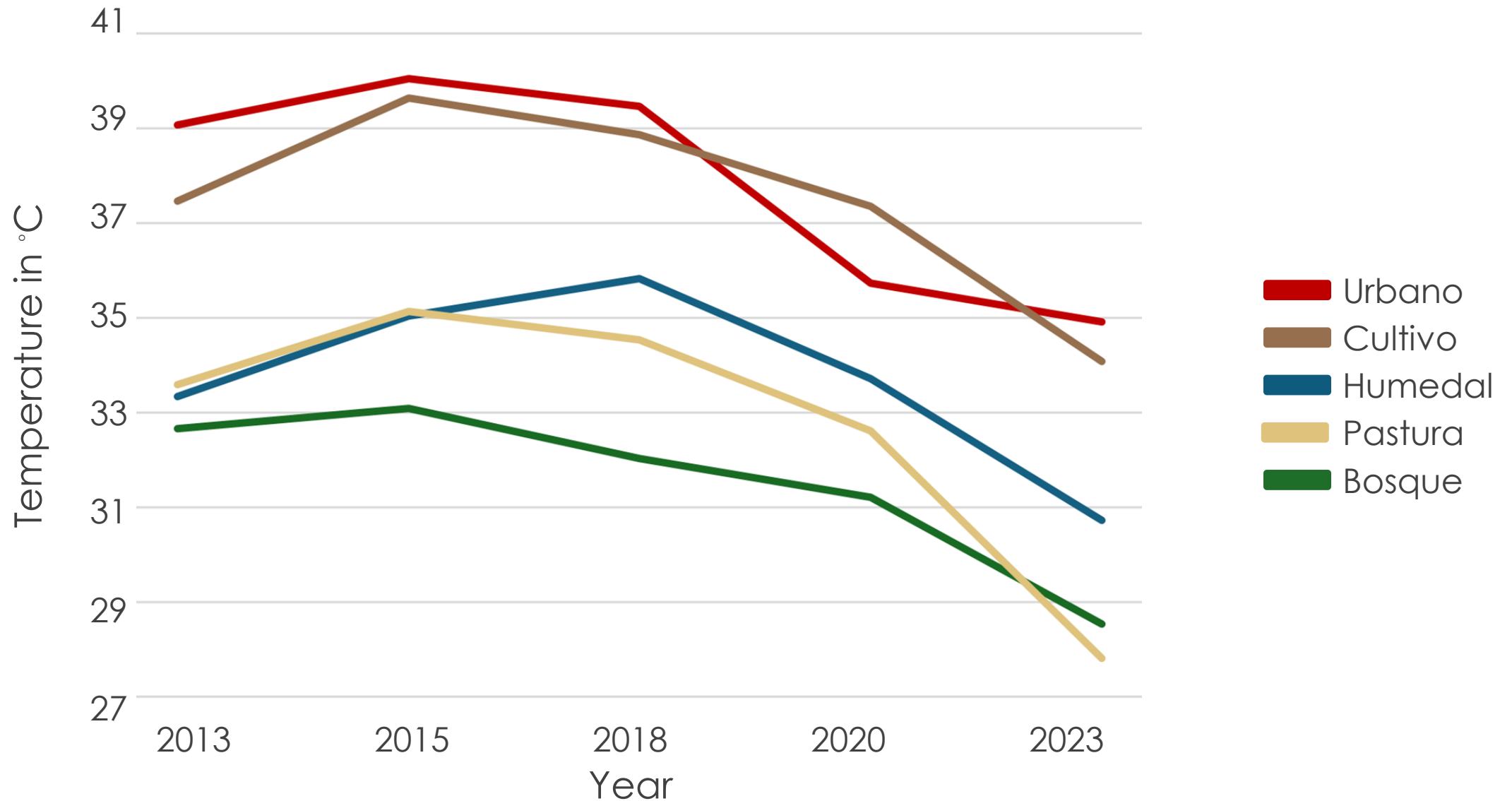


- Agua Abierta
- Desarrollado, Espacio Abierto
- Desarrollado, Intensidad Baja
- Desarrollado, Intensidad Media
- Desarrollado, Intensidad Alta
- Tierra Estéril
- Caducifolio
- Perennifolio
- Mixto
- Matorral
- Herbáceo
- Pastos
- Agricultura
- Humedales Boscosos
- Humedales Emergentes

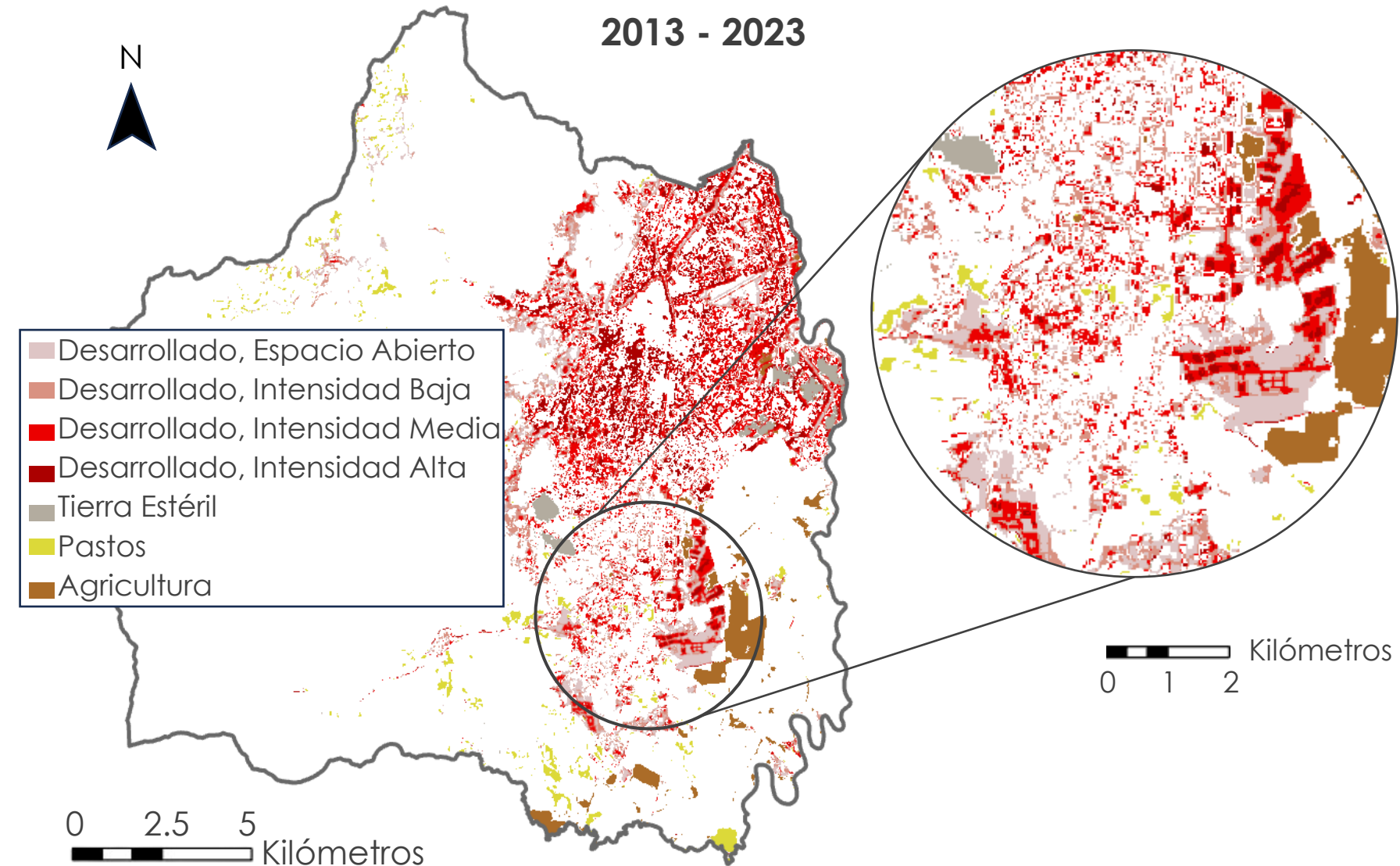
2023

0 2.5 5
Kilómetros

RESULTADOS: Calor Urbano & Uso del Suelo



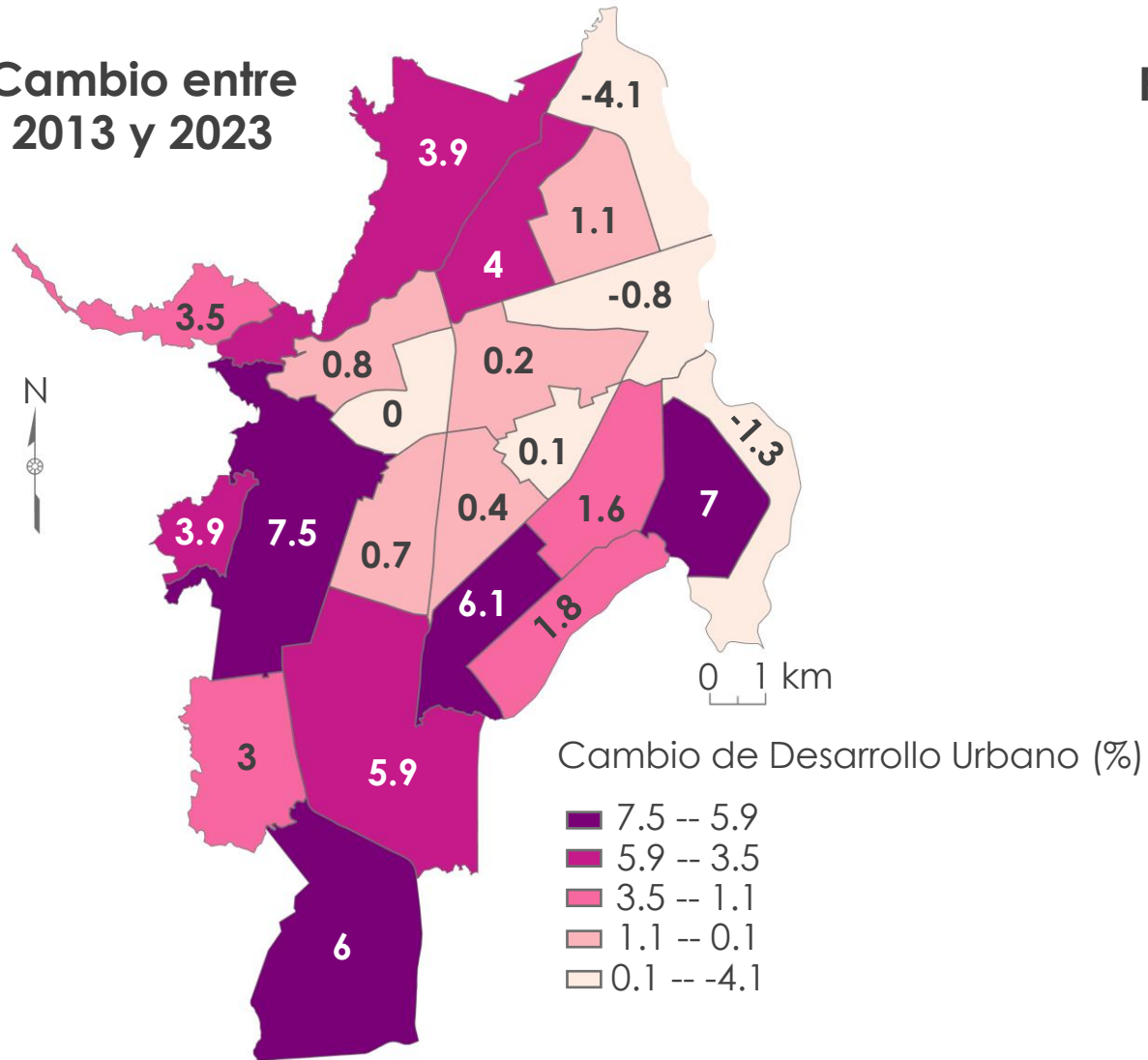
RESULTADOS: Cambios de Cobertura Terrestre



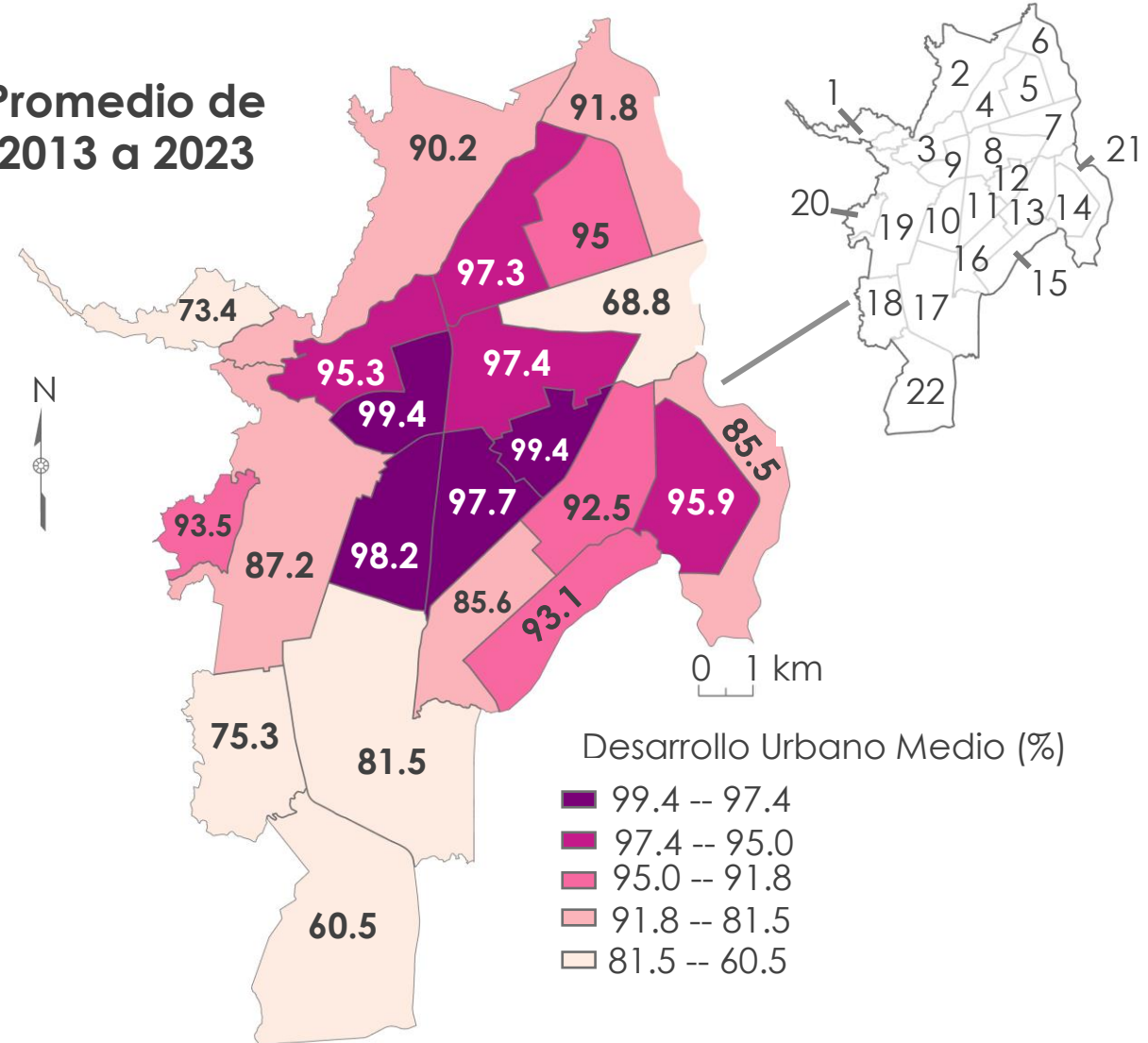
- **52.8 km²** experimentan desarrollo aumentado
- **8.4 km²** de bosques caducifolios fueron convertidos para usos humanos

RESULTADOS: Cambios Urbanos

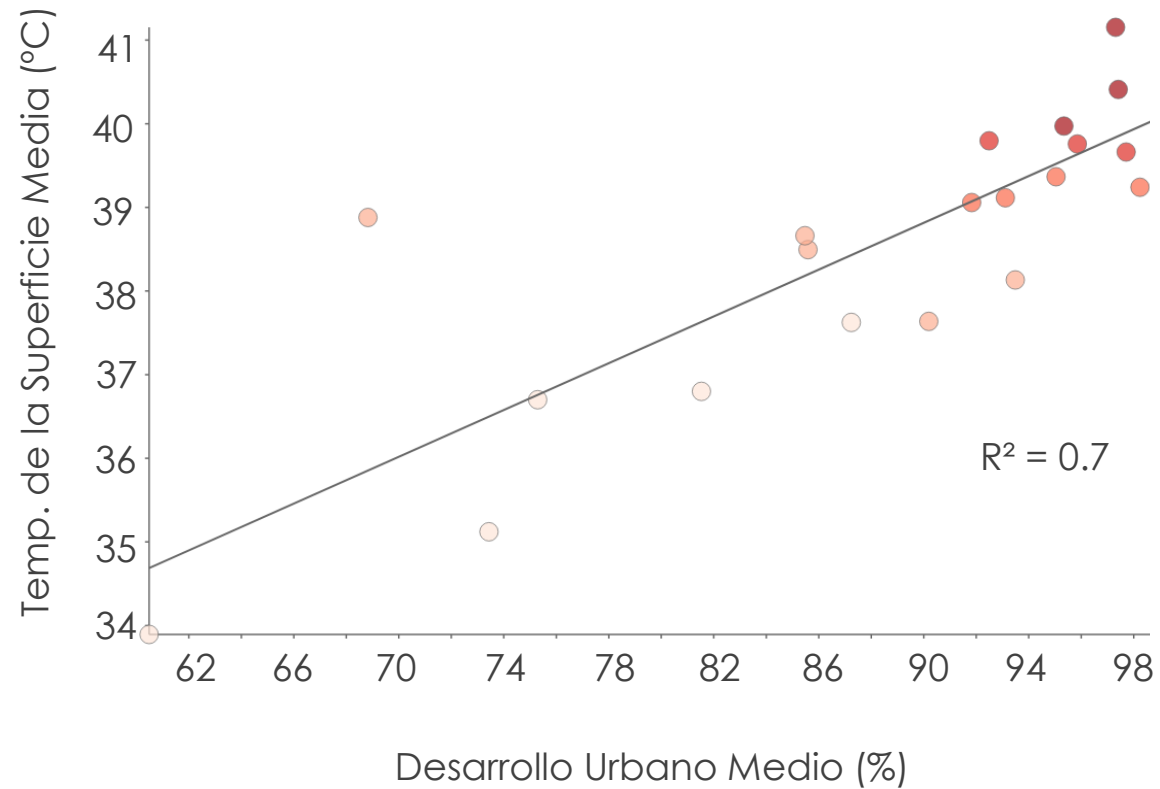
Cambio entre
2013 y 2023



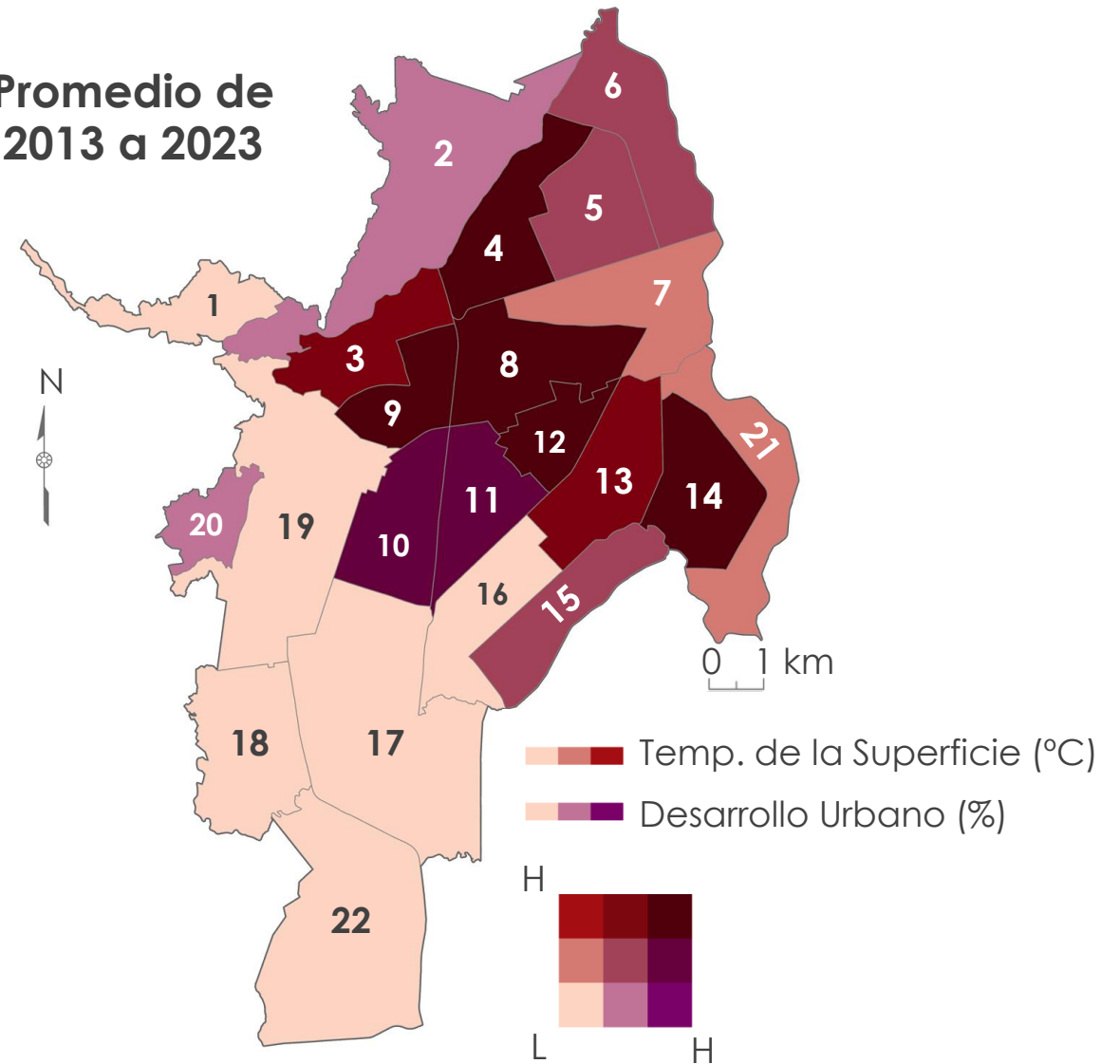
Promedio de
2013 a 2023



RESULTADOS: Desarrollo Urbano vs Calor



Promedio de
2013 a 2023



METODOLOGÍA: Vulnerabilidad Social

Adquisición

Datos demograficos de "Cali en Cifras" y algunos otros datos municipales

Procesamiento

Datos numéricos de población convertidos a porcentajes

Acceso a Zonas Verdes Calculado en QGIS

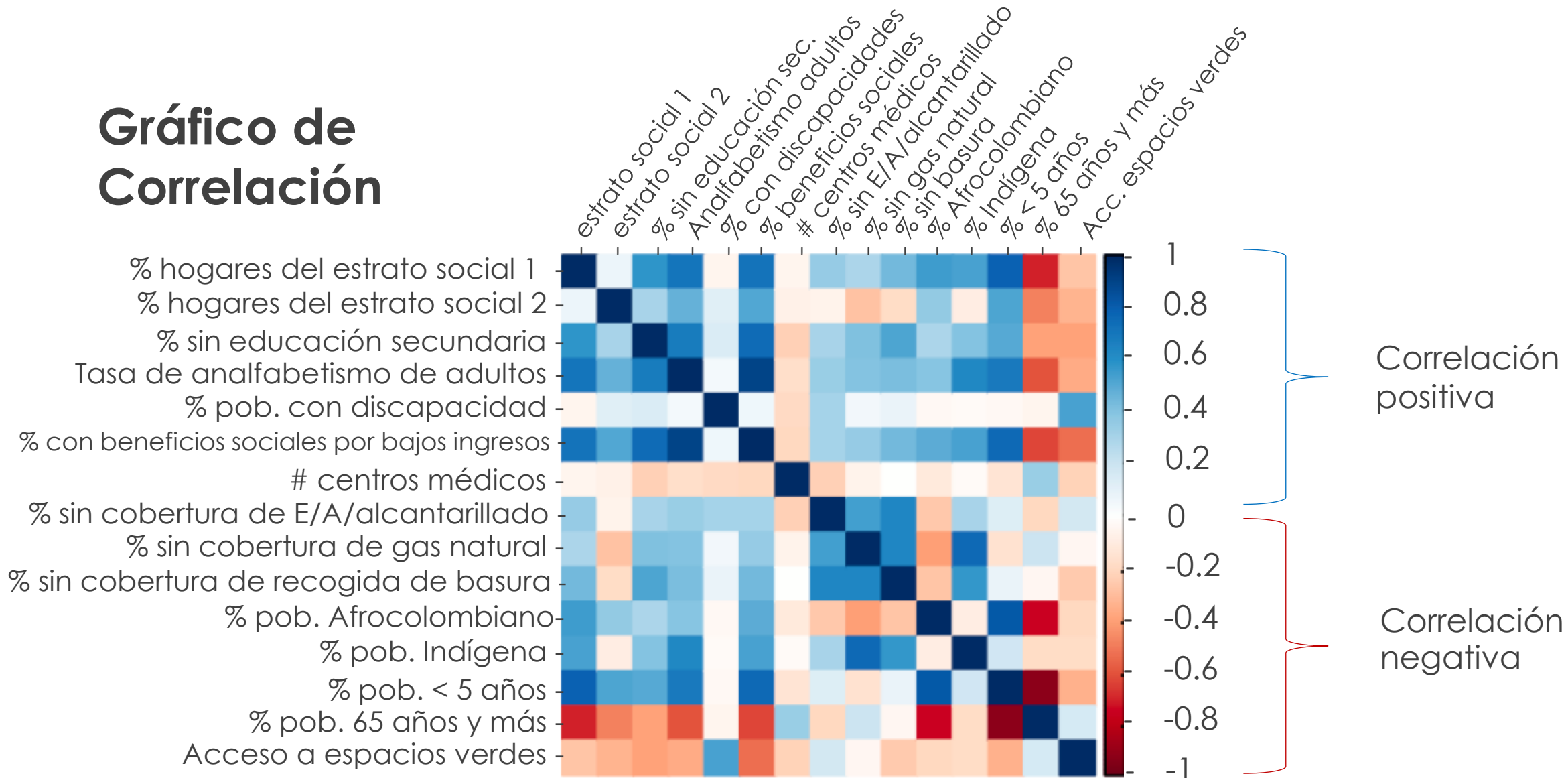
Análisis

Datos numéricos normalizados y PCA ejecutado en R Studio

Resultados del PCA visualizados en R Studio

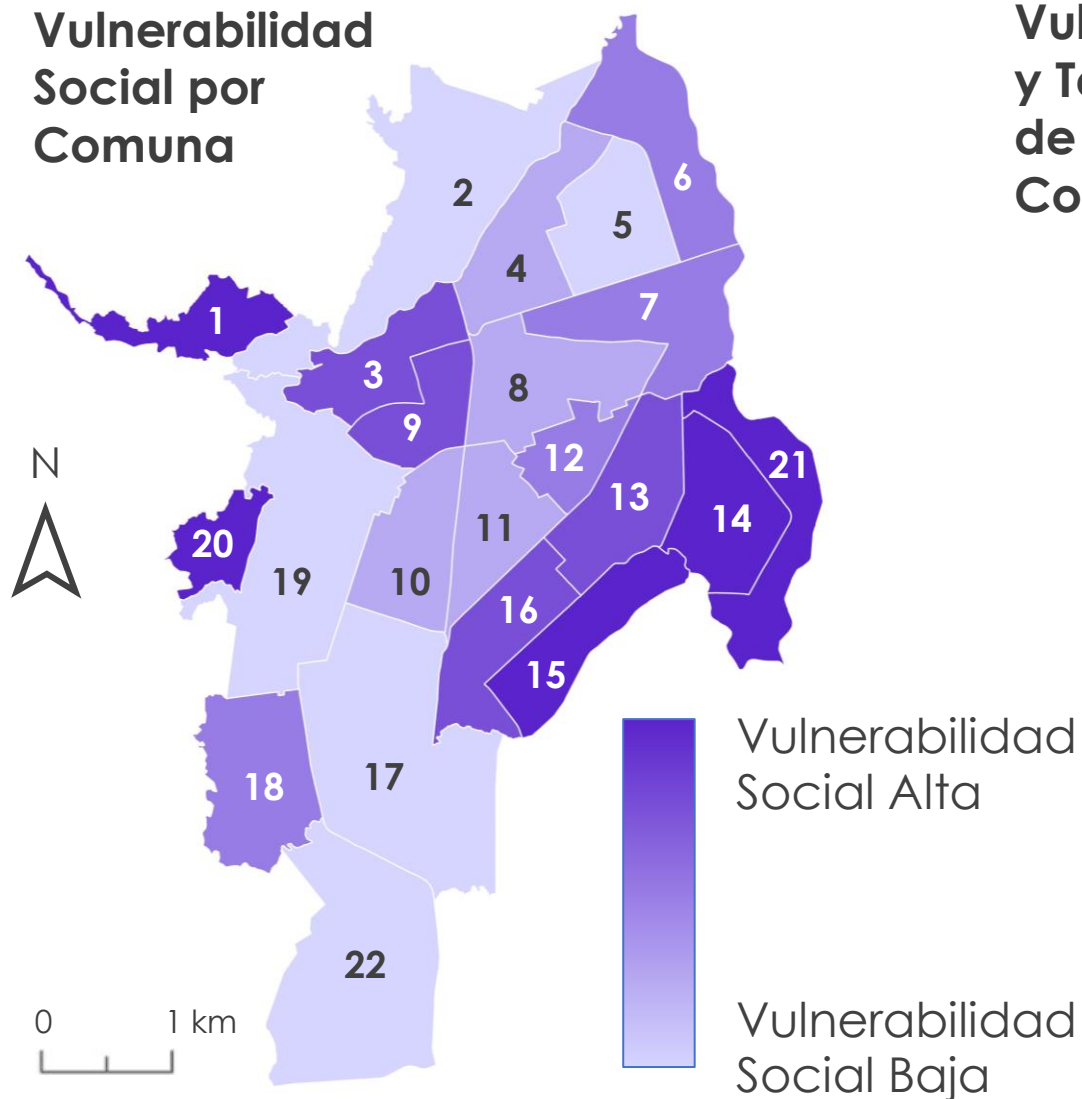
RESULTADOS: Vulnerabilidad Social

Gráfico de Correlación

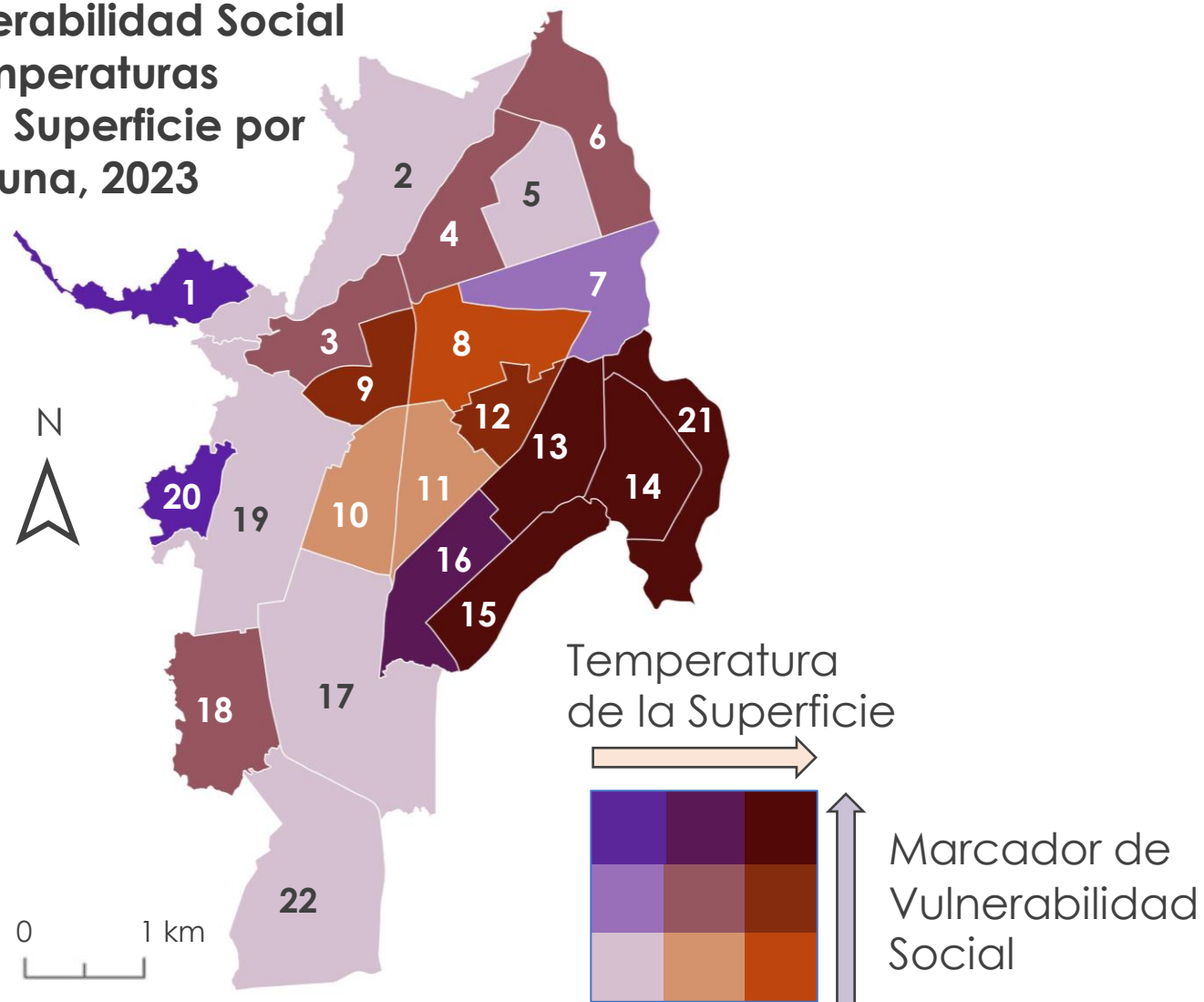


RESULTADOS: Vulnerabilidad Social y Calor Urbano

Vulnerabilidad Social por Comuna



Vulnerabilidad Social y Temperaturas de la Superficie por Comuna, 2023



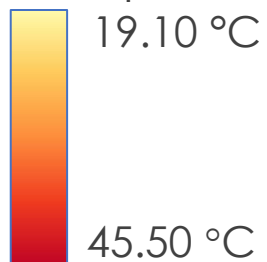
RESULTADOS: Vulnerabilidad Social y Calor Urbano

Temp. de la Superficie,
Humedales Urbanos,
y Espacios Verdes, 2023

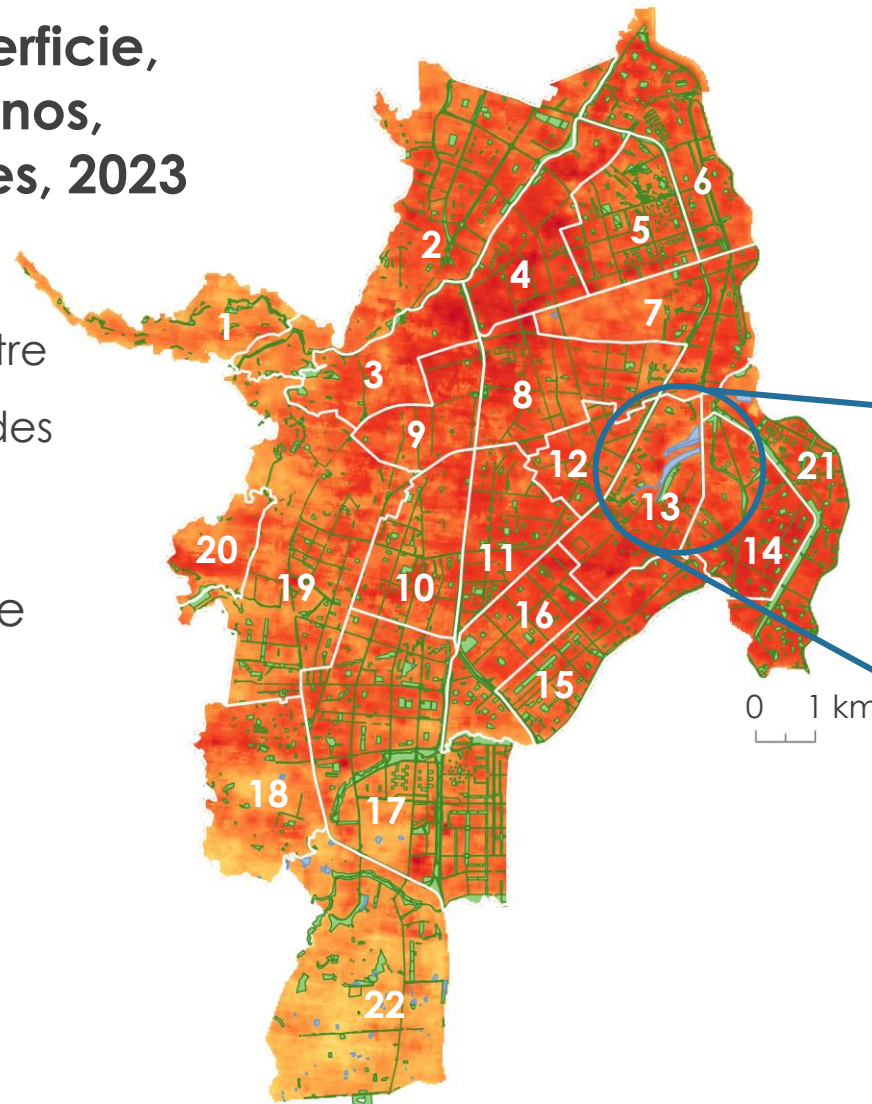
Cobertura Terrestre

-  Espacios Verdes
-  Humedales

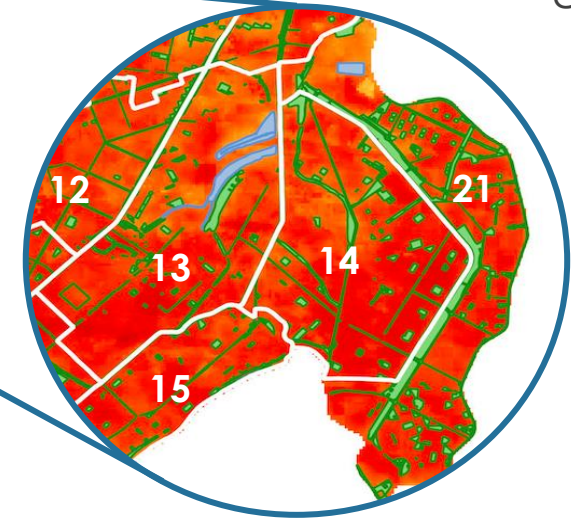
Temperatura de
la Superficie



 Comunas



Comunas del este de
cerca



RESTRICCIONES



Nubosidad en
imágenes de
satélite



Modelo de
aprendizaje
profundo
entrenado
con datos de
EE. UU.

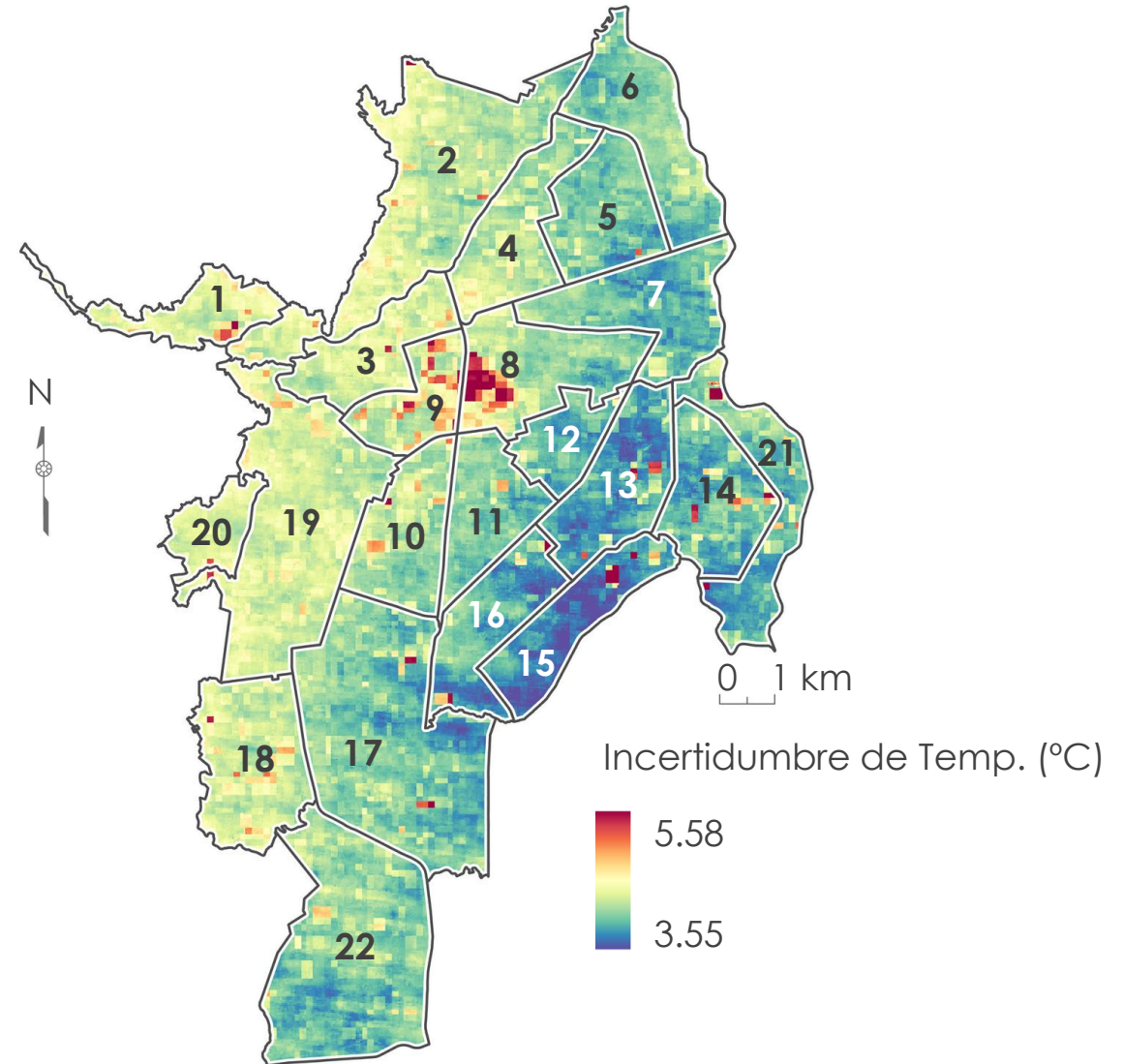


Años de
disponibilidad de
algunos datos de
educación y salud

VIABILIDAD

La viabilidad de utilizar las observaciones terrestres de la NASA en las zonas ecuatoriales está limitada por dos factores principales:

1. Número de imágenes para cumplir con los requisitos de precisión mínimos
2. Incertidumbre alto de temperatura



CONCLUSIONES

- La temperatura de la superficie varía según la cobertura del suelo.
- El porcentaje de desarrollo aumenta significativamente la temperatura.
- Las áreas con menos espacios verdes tienen temperaturas más altas y mayor vulnerabilidad social.
- Mayor necesidad de ampliación de espacios verdes e instalaciones de salud en las Comunas 13-15 y 21.
- El desarrollo continuo expone a más individuos a temperaturas altas.



Charco Azul

Credito de Imagen: Viviana María Sánchez Escobar

RECONOCIMIENTOS

Al equipo le gustaría agradecer a:

Socios: Fundación Dinamizadores Ambientales and Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA)

Asesores: Dr. Morgan Gilmour (NASA – ARC), Dr. Alexandra Christensen (NASA – JPL), Dr. Juan Torres-Pérez (NASA – ARC), Dr. Xia Cai (NASA – LaRC), Lisa Tanh (Esri)

Líder: Lauren Webster (DEVELOP ARC)

Becaria: Maya Hall (DEVELOP ARC)

Un agradecimiento especial al equipo de Cali Desarrollo Urbano I de la primavera del 2024 por su trabajo previo en este proyecto y al equipo de UHEAT Desarrollo Urbano (de la primavera del 2022) por desarrollar la herramienta UHEAT 2.0.

This material is based upon work supported by NASA through contract 80LARC23FA024. Any mention of a commercial product, service, or activity in this material does not constitute NASA endorsement. Any opinions, findings, and conclusions or recommendations expressed in this material are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of the National Aeronautics and Space Administration and partner organizations.





CALI URBAN DEVELOPMENT II

Investigating the Impacts of Land Use
Change on Urban Heat and Social
Vulnerability in Cali, Colombia

Gabi Davidson-
Gomez

Brenna Bruffey

Deya Rodríguez

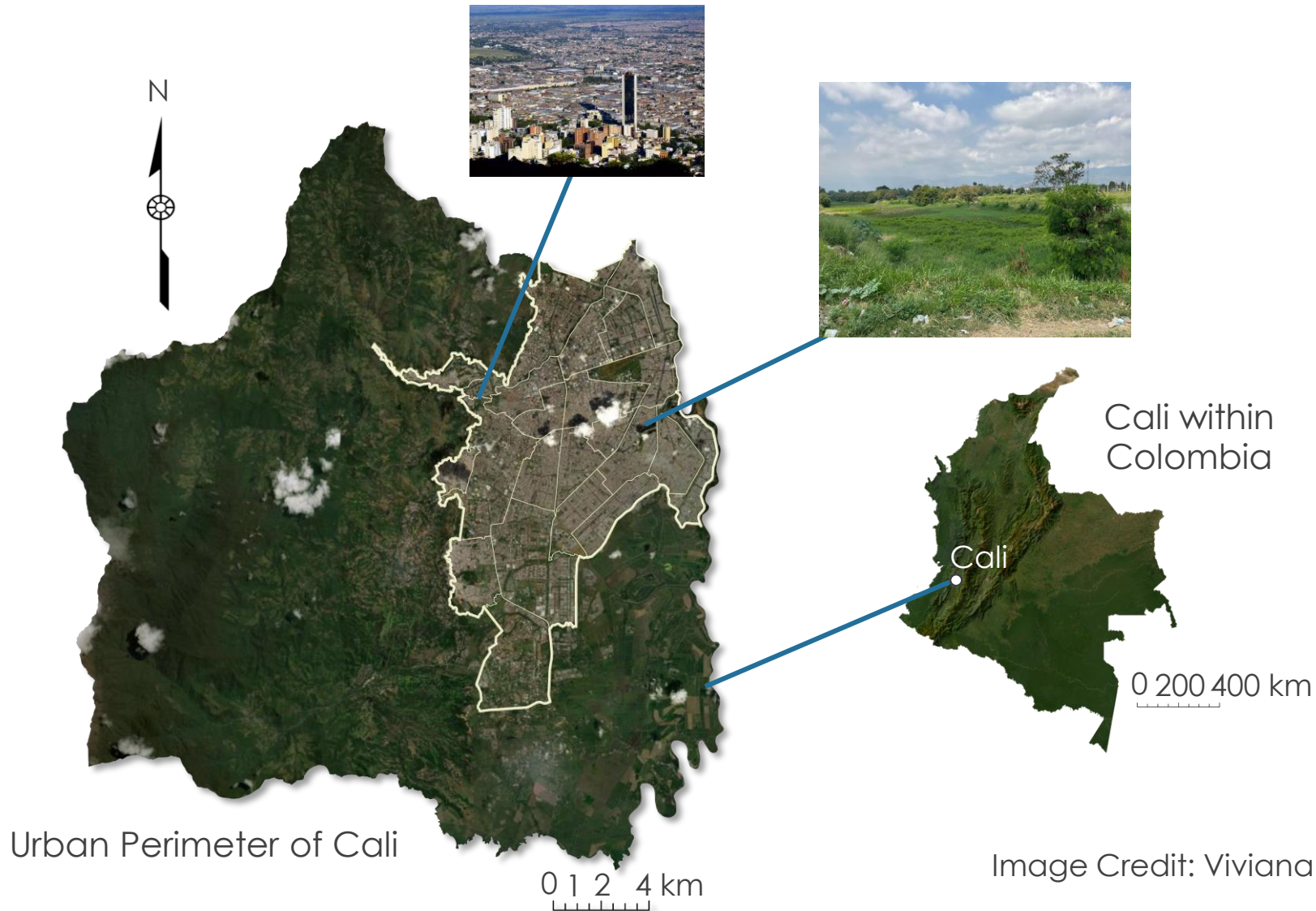
Isabelle Solórzano



California – Ames | Summer 2024



STUDY AREA & PERIOD



Study Area
Cali, Colombia

Study Period
Start - January 1st, 2013
End - December 31st, 2023



Image Credit: Viviana Maria Sanchez Escobar, Worldwide Wandering
Service Layer Credits: Earthstar Geographics

PARTNERS

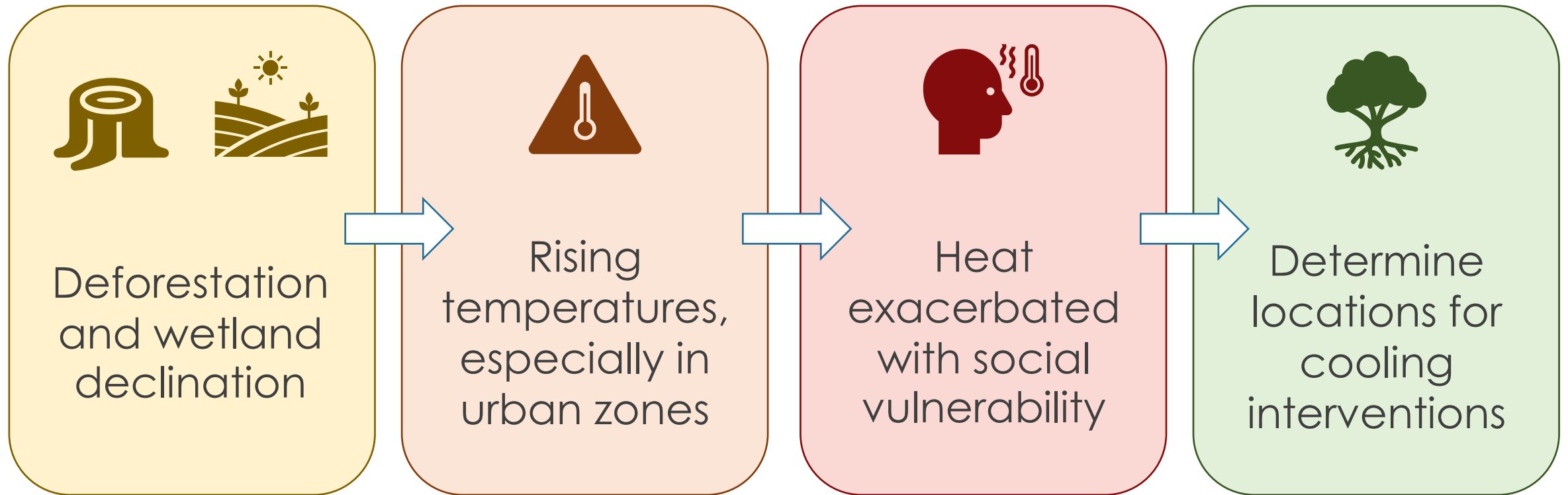


Departamento
Administrativo de Gestión
del Medio Ambiente
(DAGMA)

Fundación Dinamizadores
Ambientales

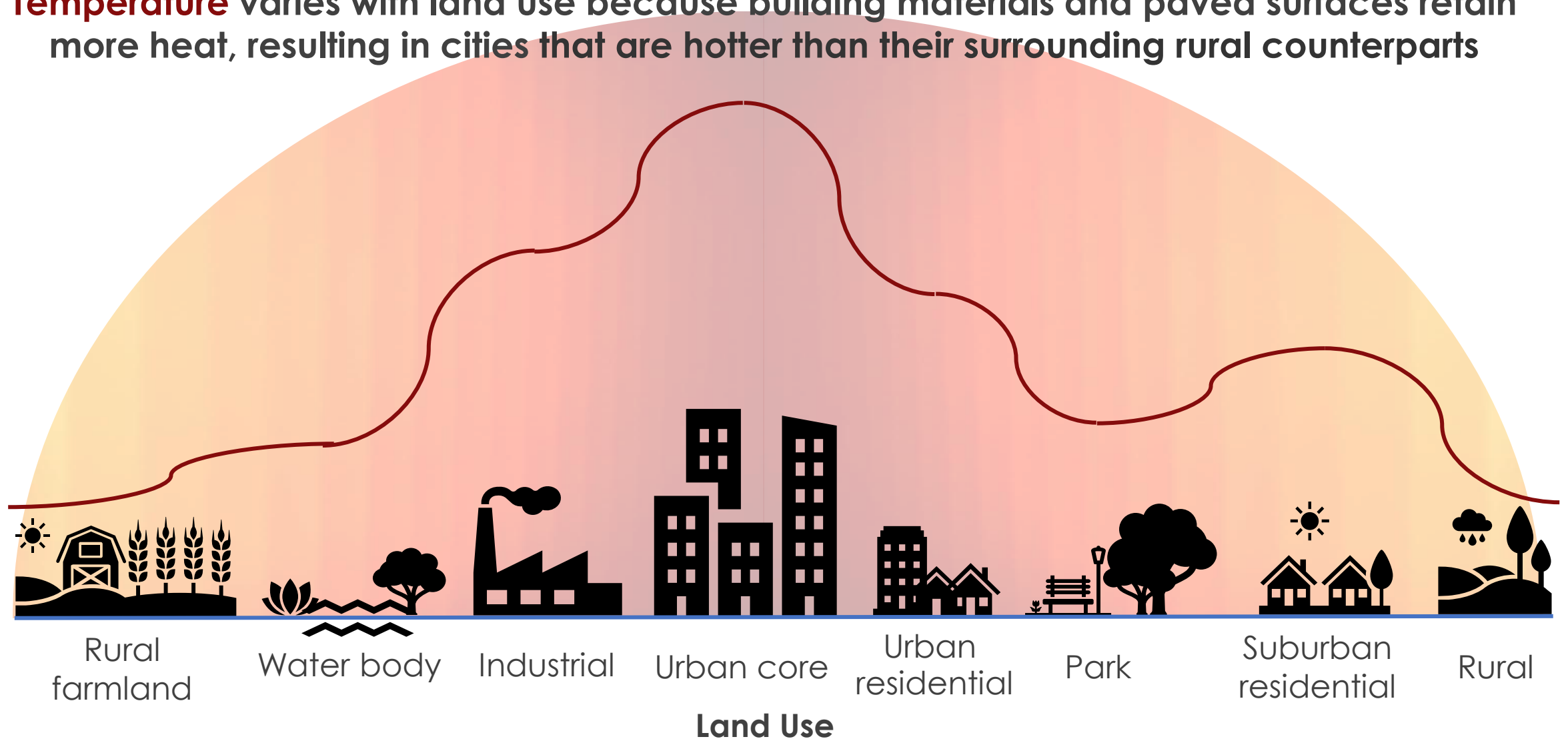
Image Credit: Viviana María Sánchez Escobar

COMMUNITY CONCERNS

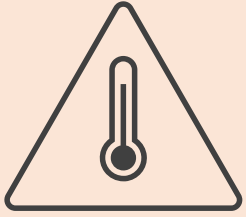


URBAN HEAT ISLAND EFFECT

Temperature varies with land use because building materials and paved surfaces retain more heat, resulting in cities that are hotter than their surrounding rural counterparts



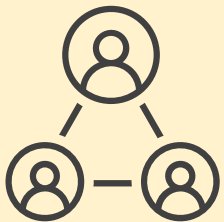
OBJECTIVES



Identify **temperature hot spots** within the city

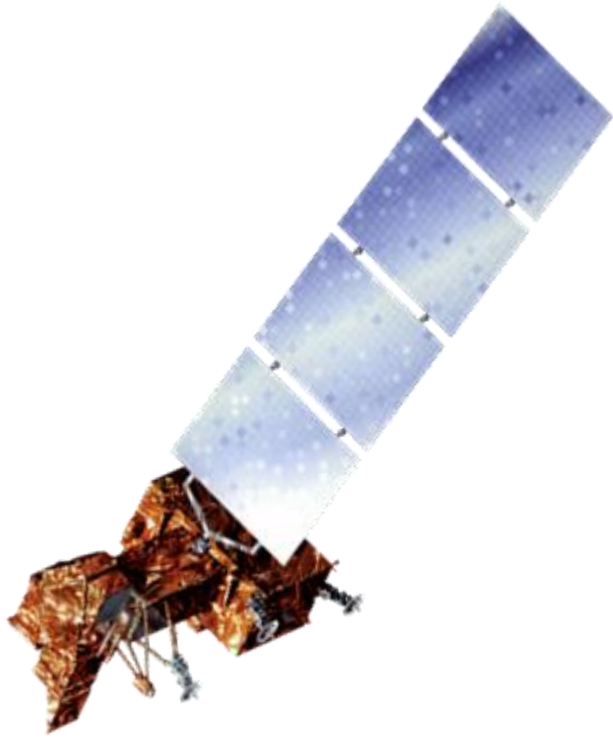


Generate **landcover maps** to determine land use patterns



Compare the relationship between **land use, temperature, and social factors**

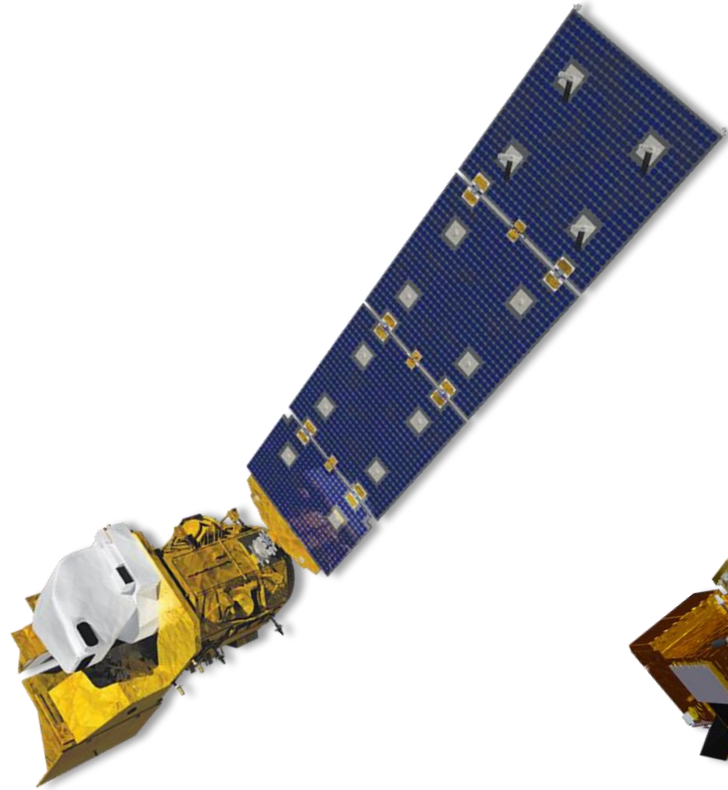
EARTH OBSERVATIONS



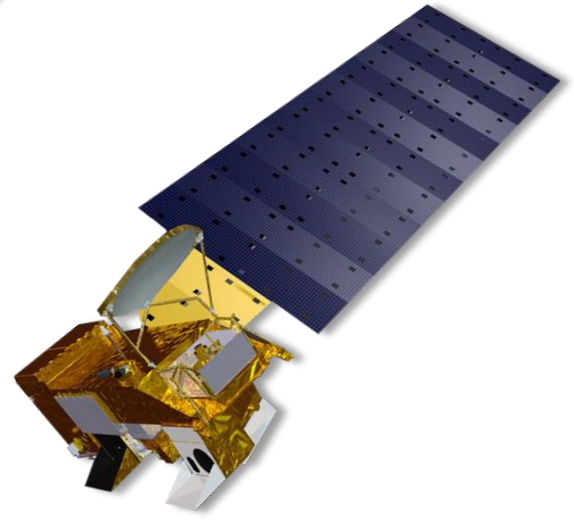
Landsat 7
ETM+



Landsat 8
OLI/TIRS



Landsat 9
OLI-2/TIRS-2



Aqua
MODIS

METHODOLOGY: Urban Heat

Acquisition

UHEAT 2.0 Code

Landsat 7, 8 and 9
Imagery

MODIS Imagery

Processing

Transformed Code
from Python to
GEE syntax

Combine Image
Collections in GEE

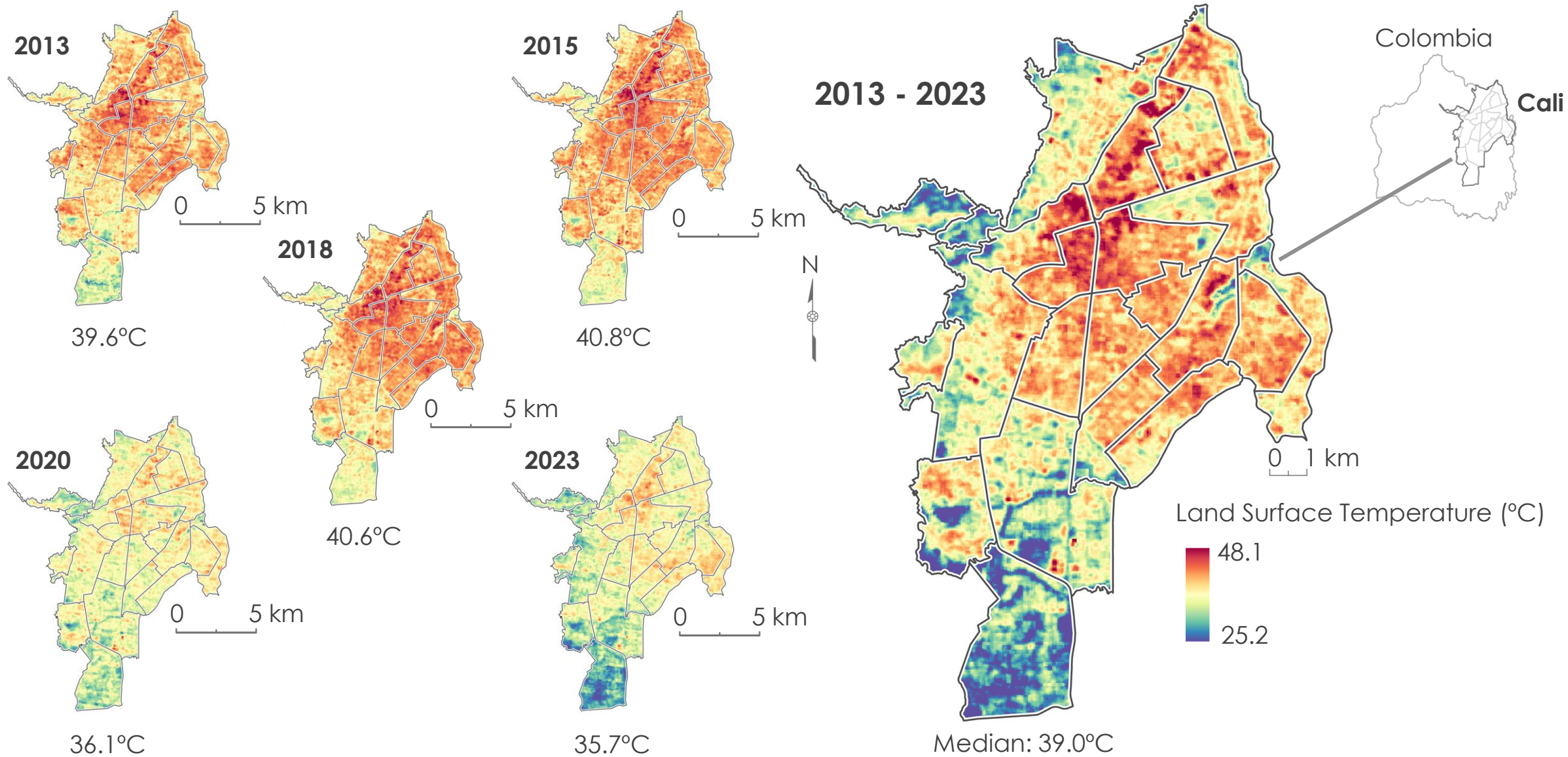
Applied Cloud
Mask in GEE

Analysis

Zonal Statistics
by Comuna

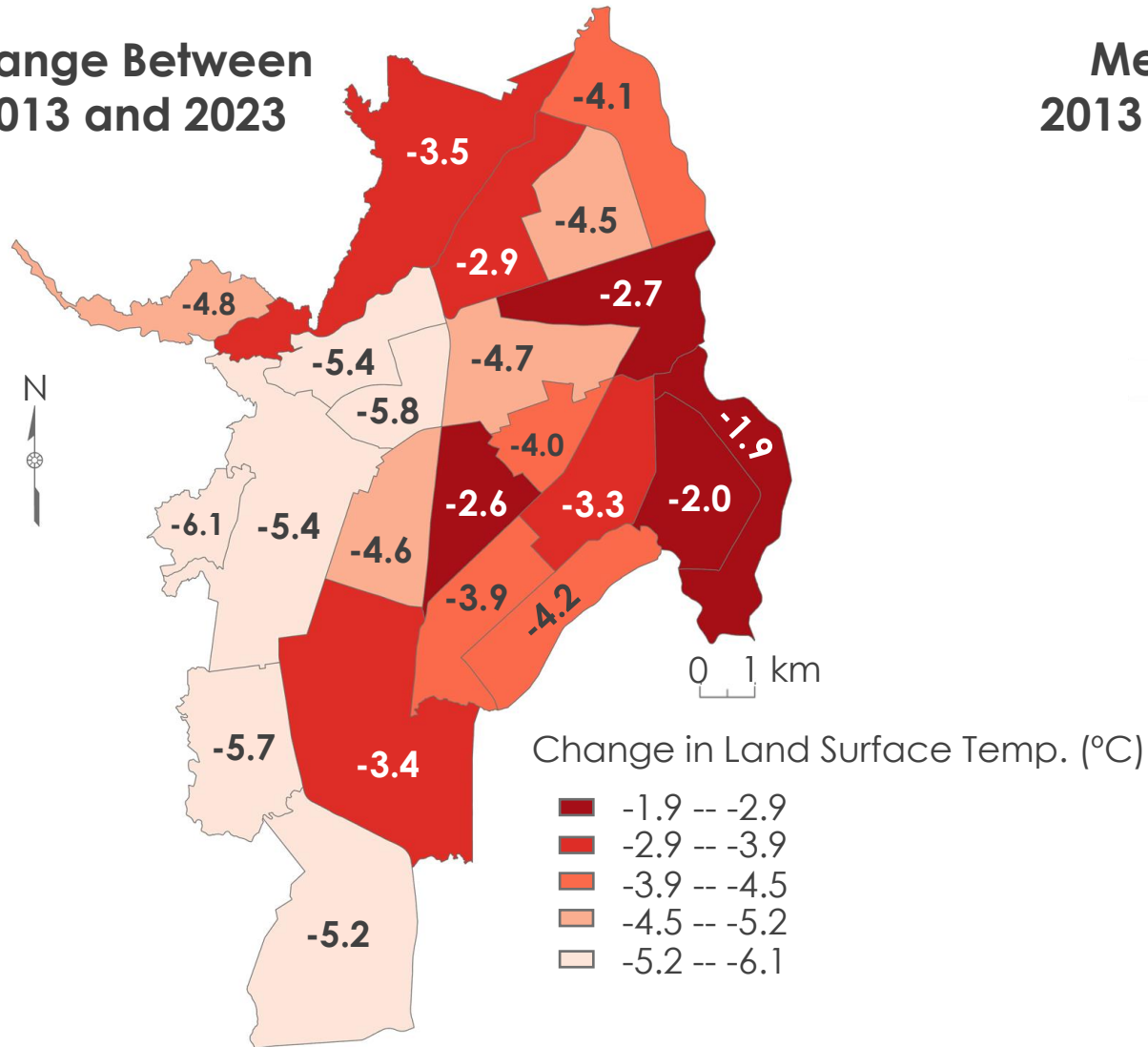
Validity Check
Using MODIS and
Temperature
Quality
Assessment

RESULTS: Urban Heat

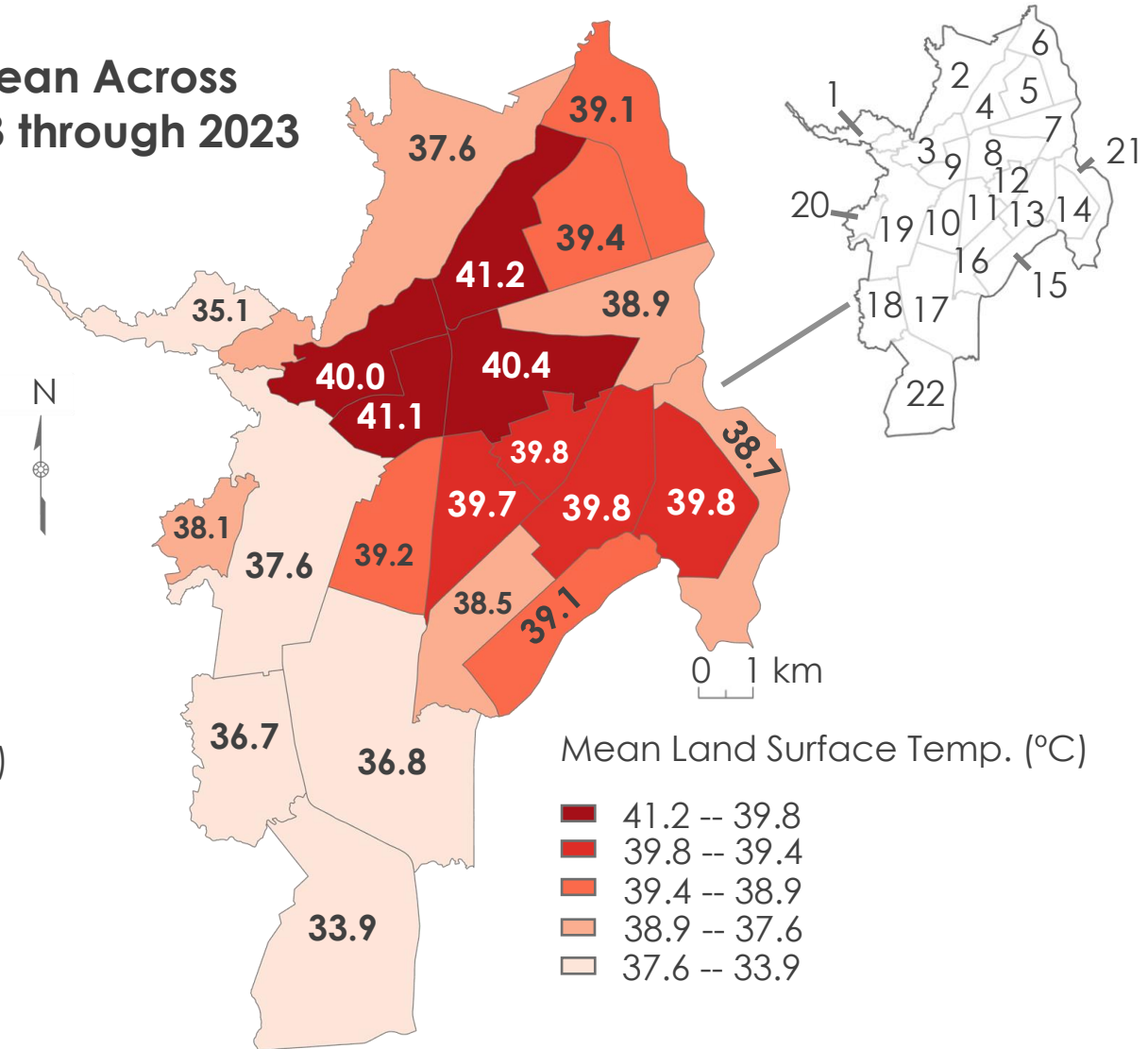


RESULTS: Mean Urban Heat

Change Between
2013 and 2023



Mean Across
2013 through 2023



METHODOLOGY: Land Use/Land Cover

Acquisition

Landsat 8 Imagery
from USGS Earth
Explorer

Processing

Applied Cloud
Mask in ArcGIS Pro

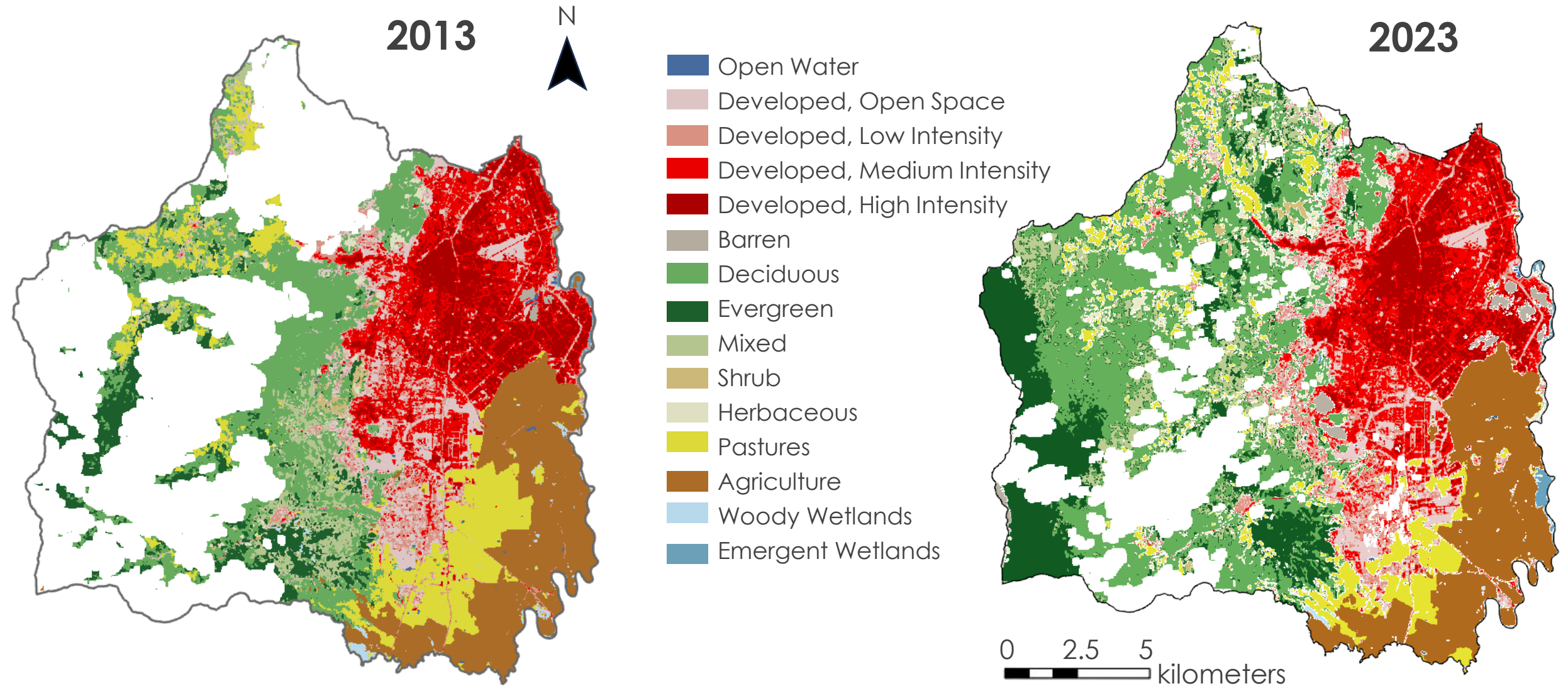
Deep Learning
Land Classification
Model

Analysis

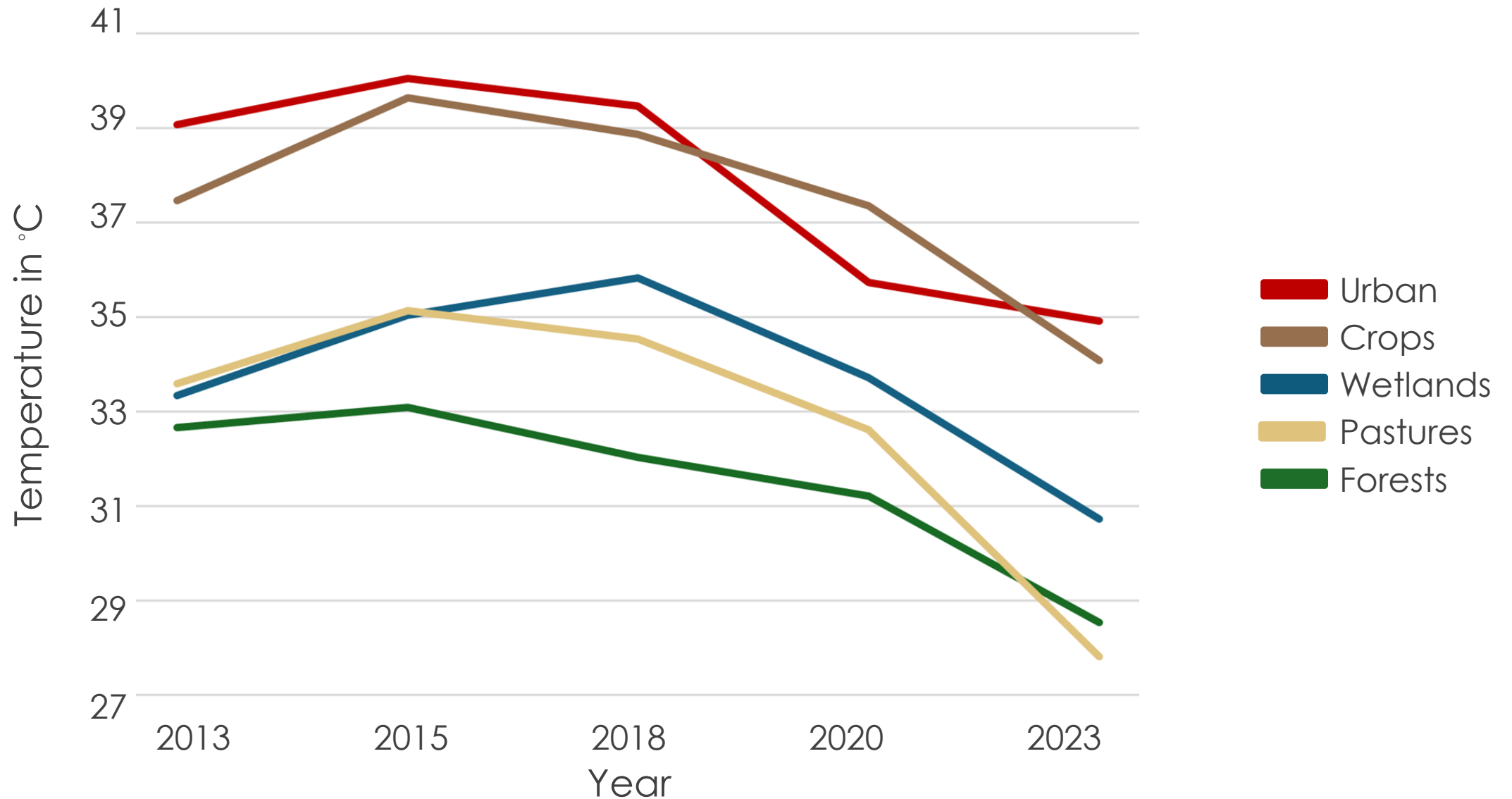
Zonal Statistics
by Comuna

Change Detection
Wizard for 5-
and 10-year
Periods

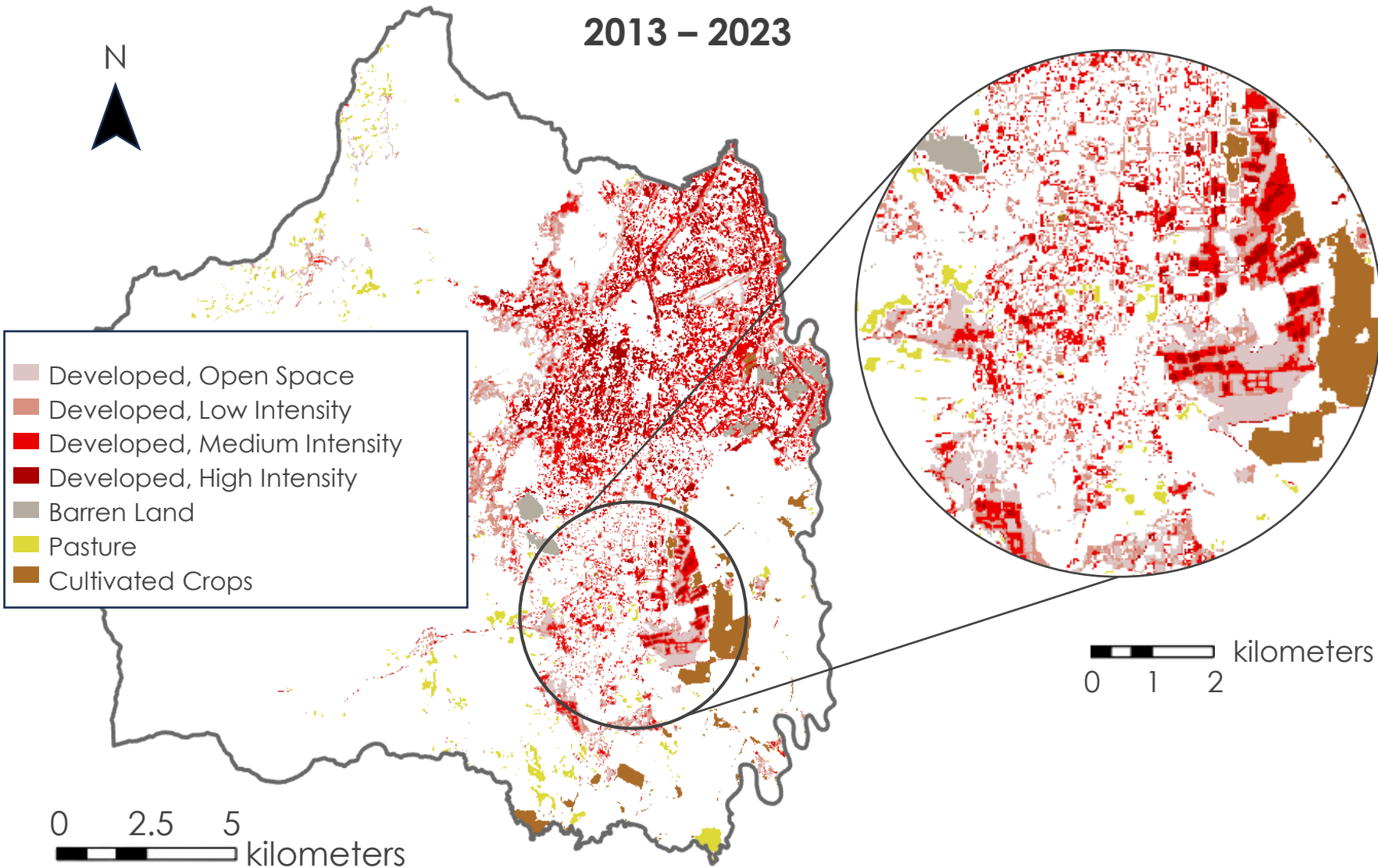
RESULTS: Land Cover



RESULTS: Urban Heat and Land Use



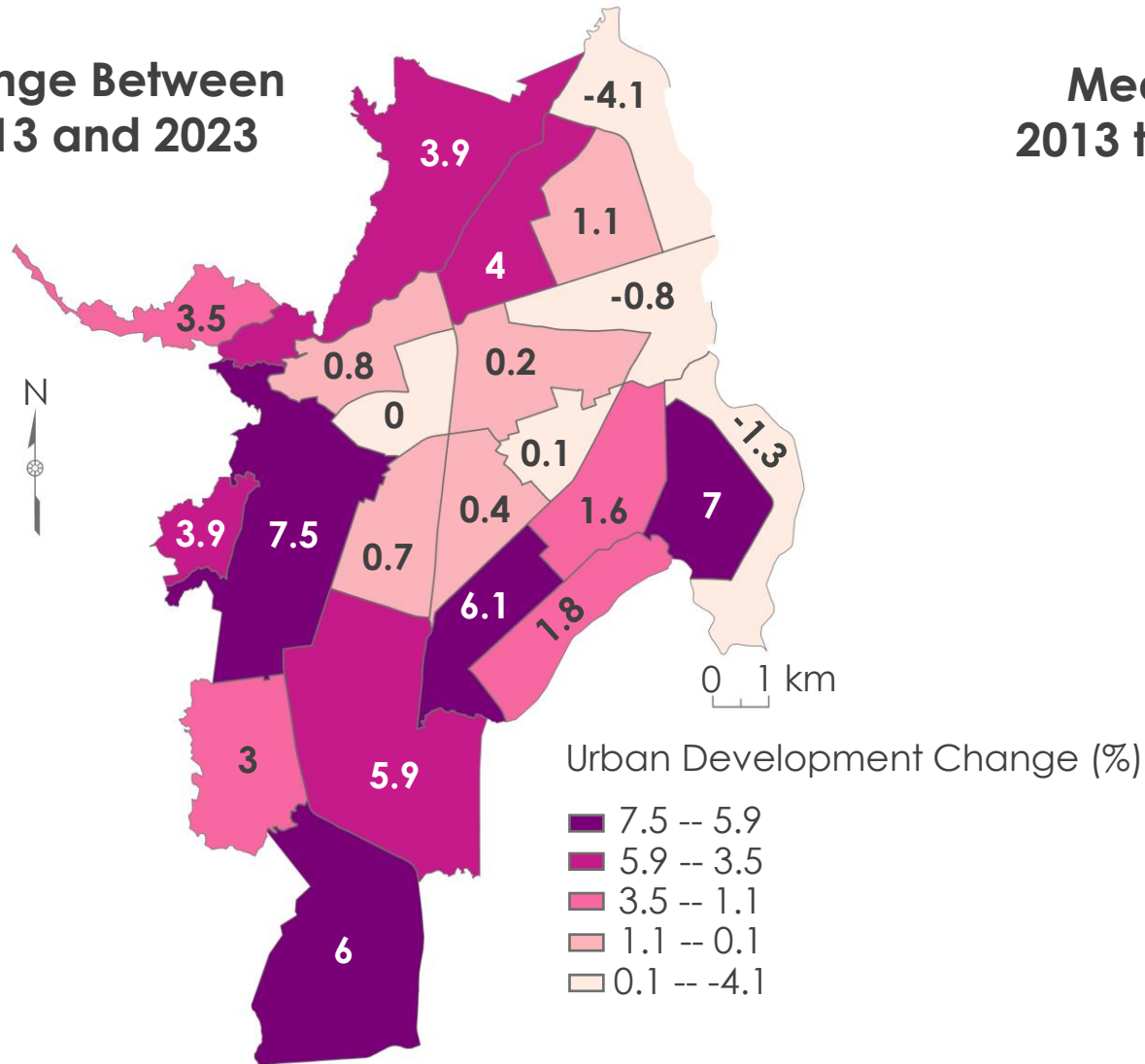
RESULTS: Land Cover Change



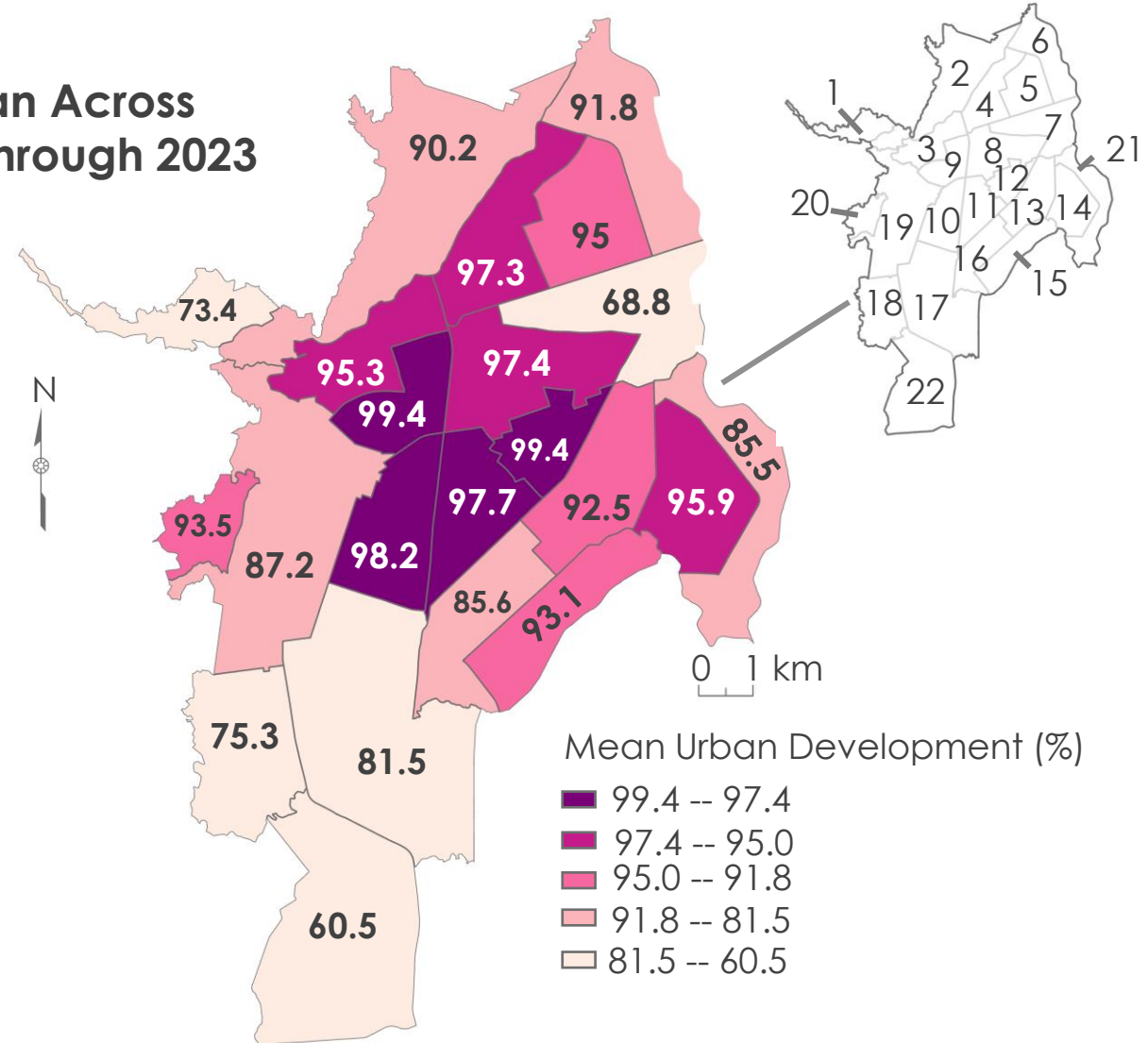
- **52.8 km²** experienced an increase in developed cover
- **8.4 km²** of deciduous forests were converted for human use

RESULTS: Urban Land Use Change

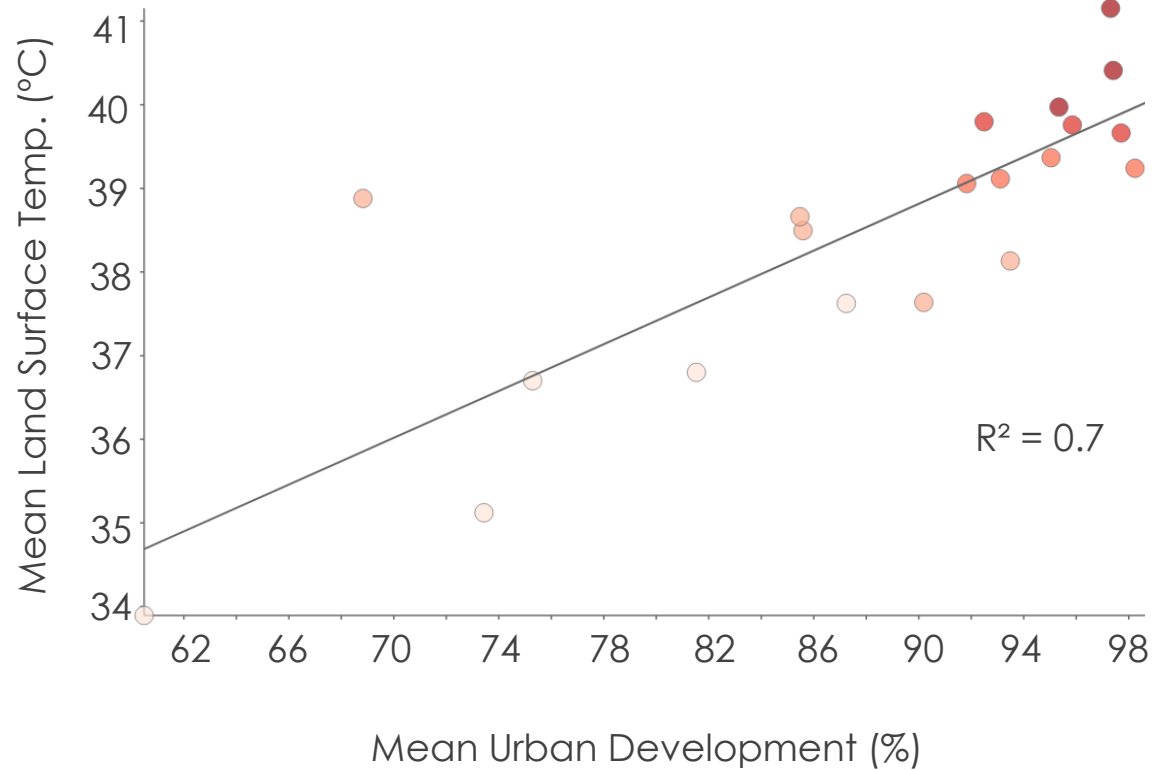
Change Between
2013 and 2023



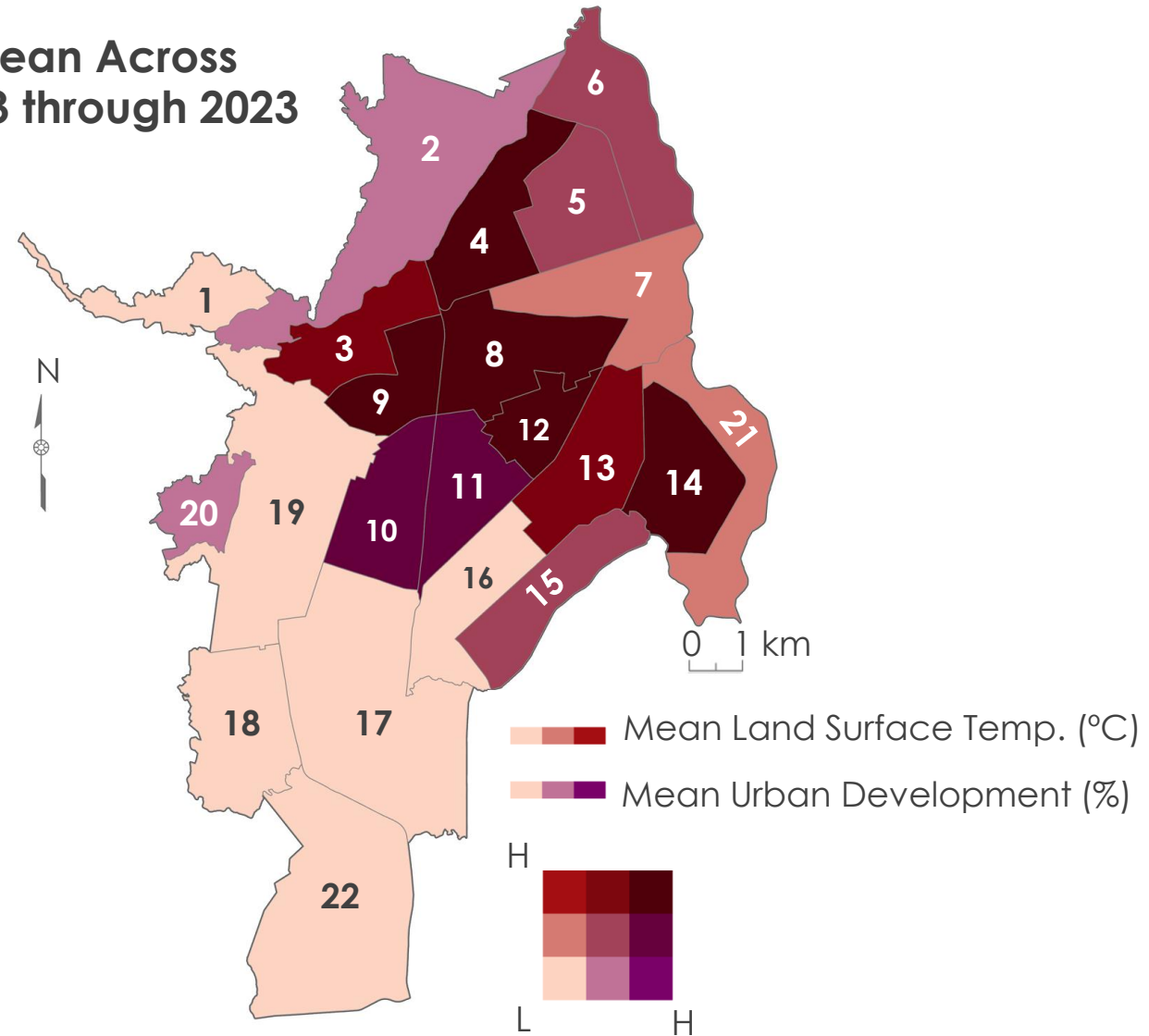
Mean Across
2013 through 2023



RESULTS: Urban Development vs Heat



Mean Across
2013 through 2023



METHODOLOGY: Social Vulnerability

Acquisition

Demographic Data
From "Cali en
Cifras" and Other
Municipal Datasets

Processing

Converted
Numerical
Population Shares
Data to
Percentages

Calculated Green
Space Access
in QGIS

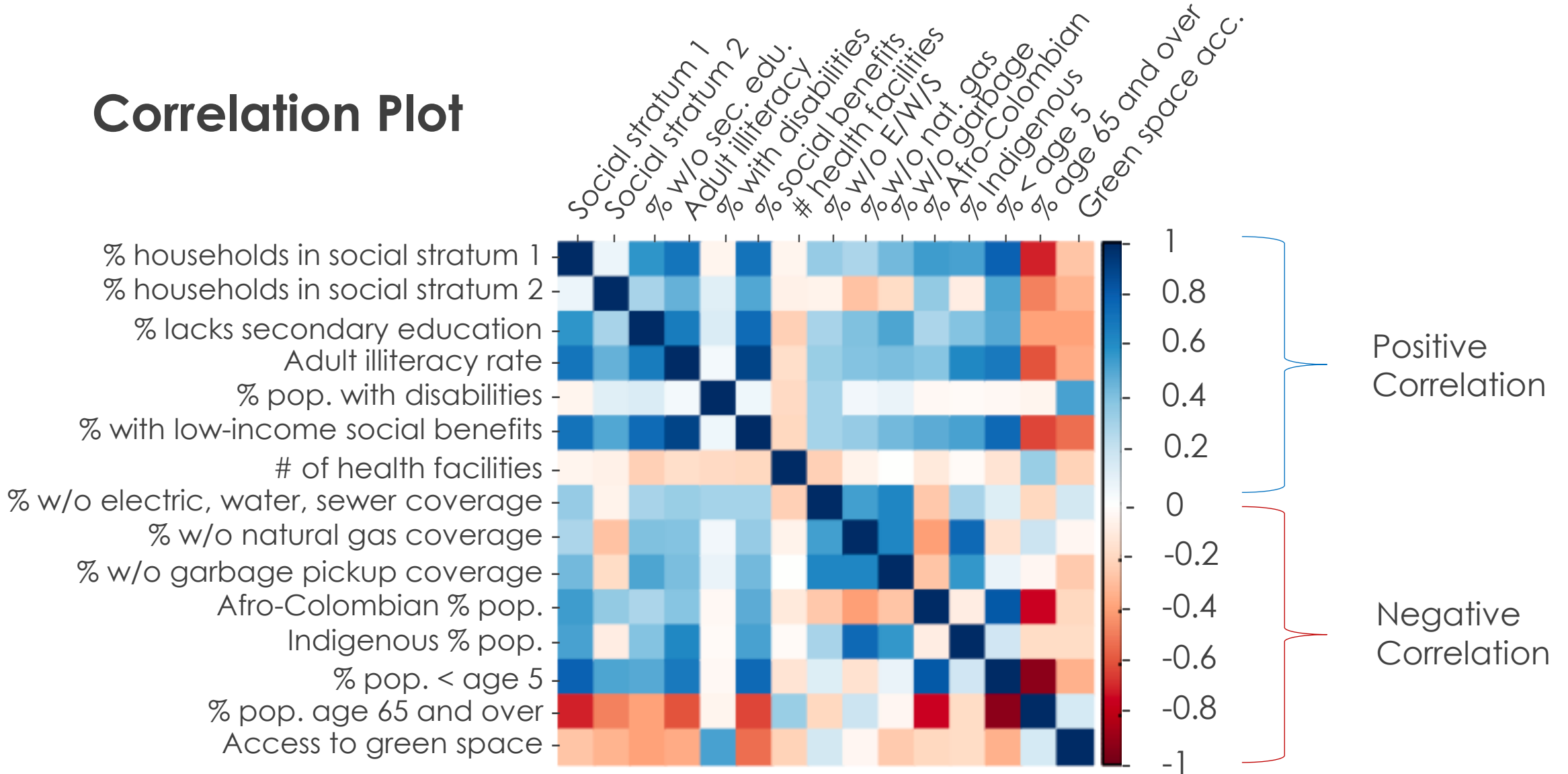
Analysis

Normalized Data
and Ran PCA in R
Studio

Visualized PCA
Results in R Studio

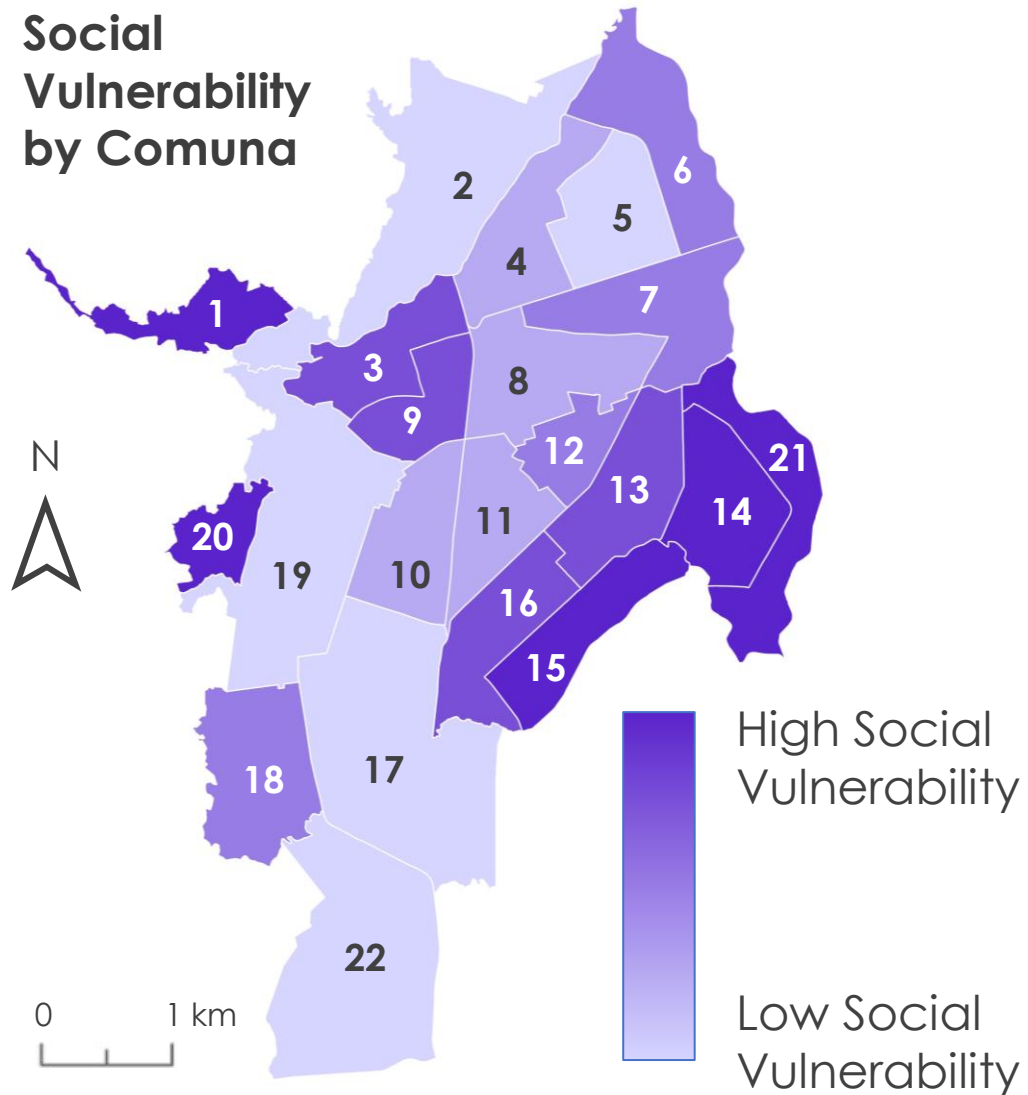
RESULTS: Social Vulnerability

Correlation Plot

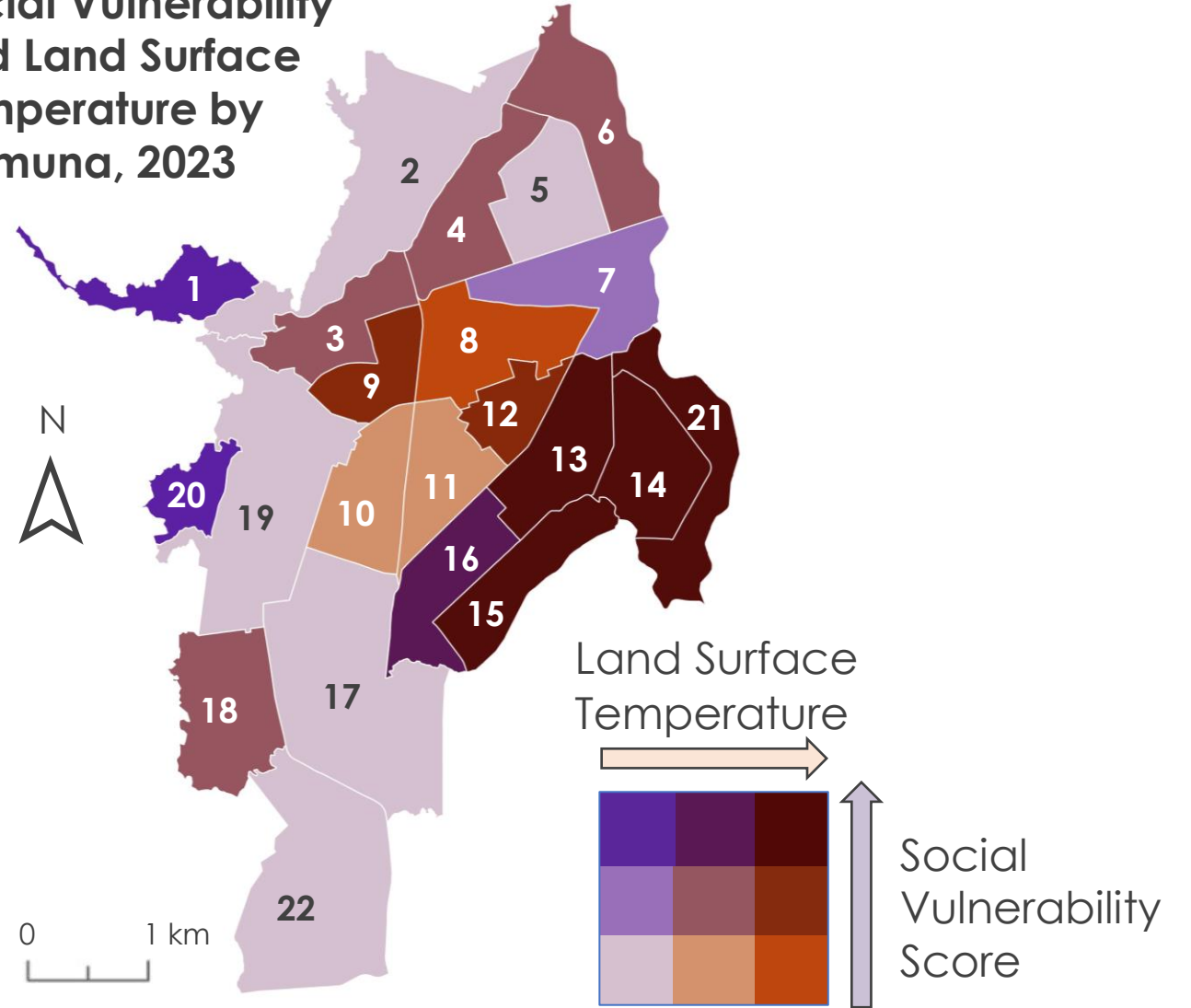


RESULTS: Social Vulnerability and Urban Heat

Social Vulnerability by Comuna



Social Vulnerability and Land Surface Temperature by Comuna, 2023



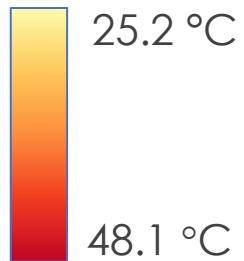
RESULTS: Social Vulnerability and Urban Heat

Land Surface Temperature, Urban Wetlands, and Green Spaces

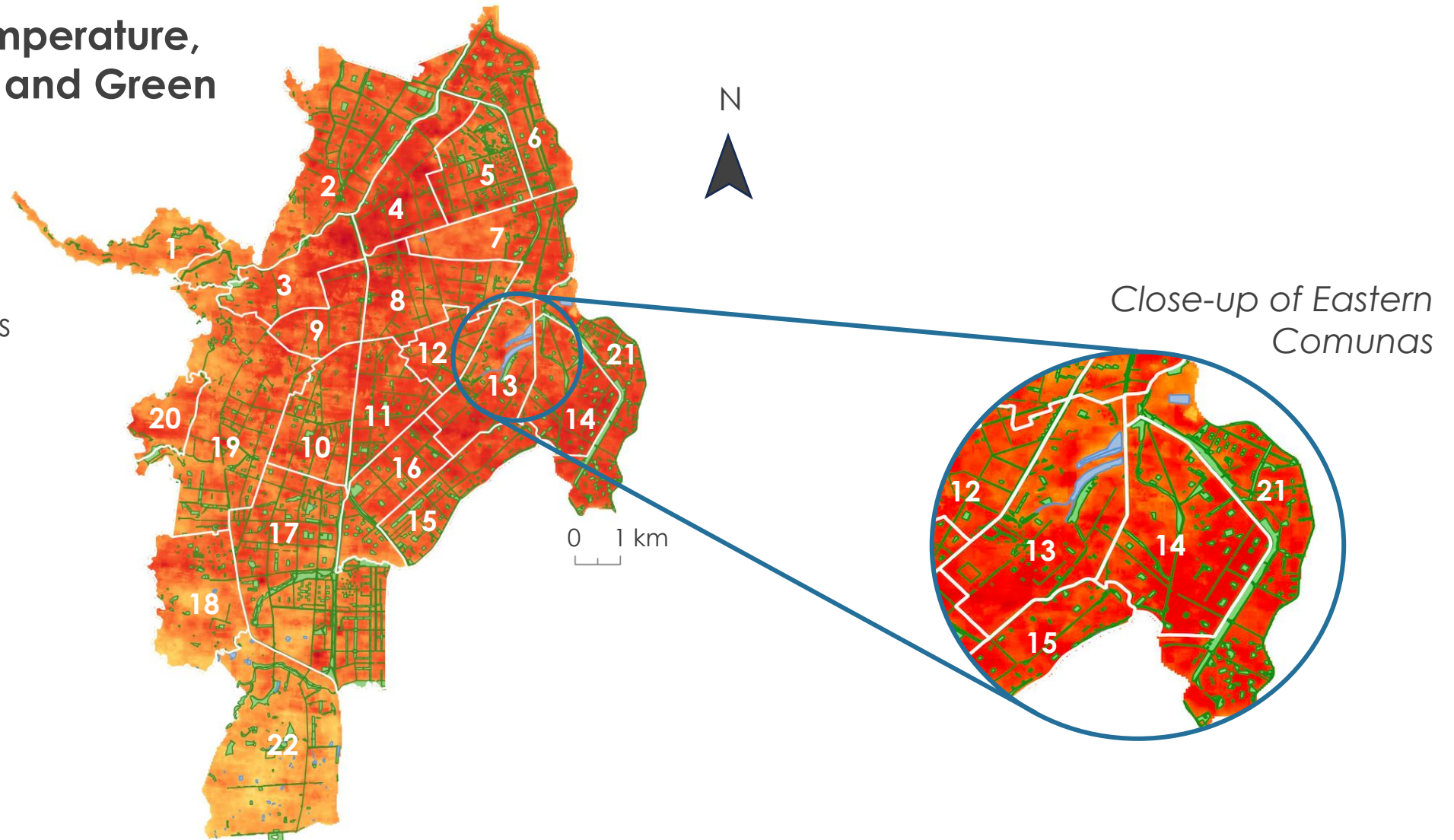
Land Cover

- Green Spaces
- Wetlands

Land Surface Temperature



- Comunas



LIMITATIONS



Cloud cover in
satellite data



Deep Learning
Model **trained**
with US data

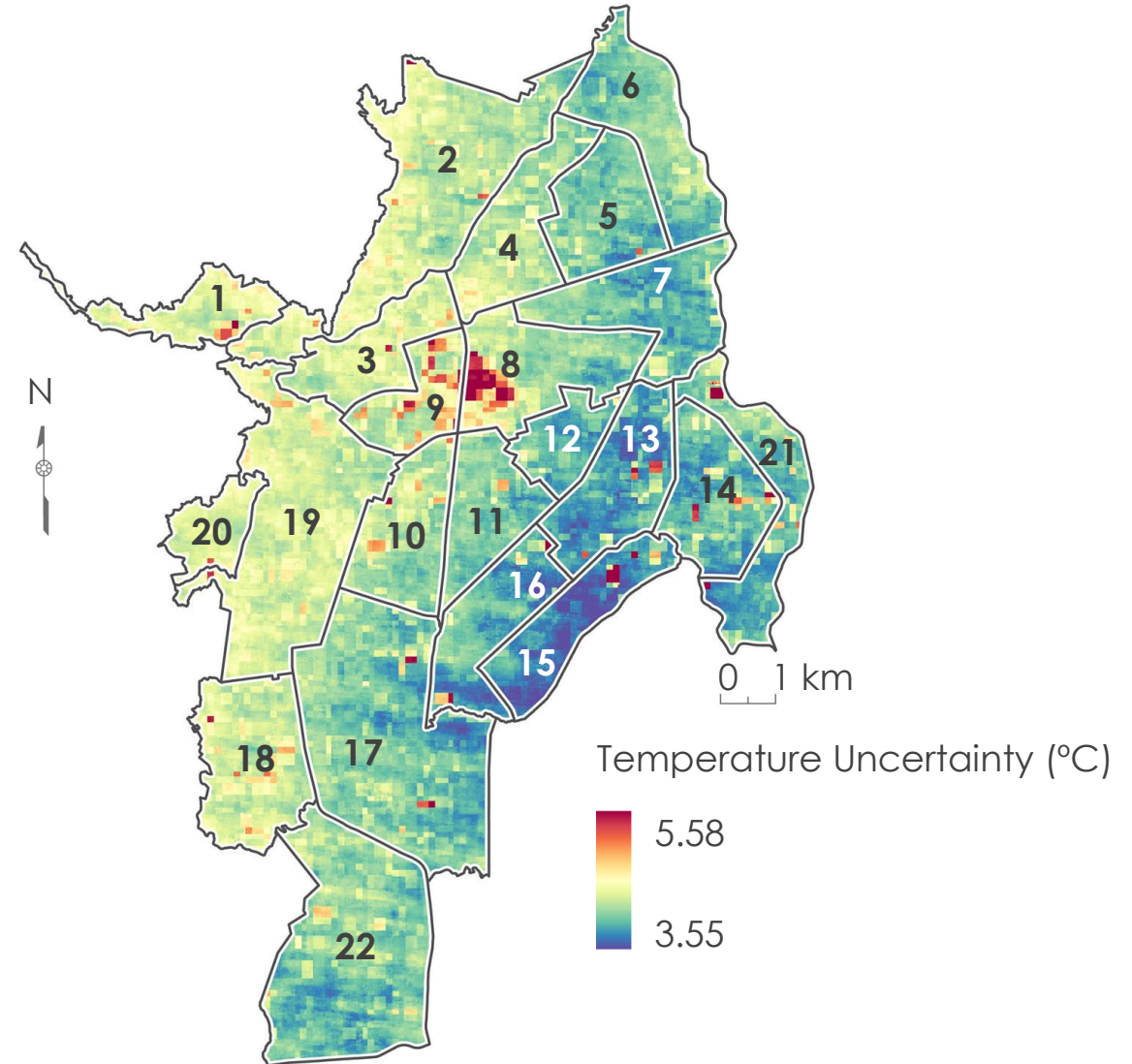


Years of availability
for some education
and health data

FEASIBILITY

Using NASA Earth observations in equatorial zones is limited by two major factors:

1. Minimal images to meet accuracy requirements
2. Temperature uncertainty



CONCLUSIONS

- Surface temperature varies according to land cover
- Amount of development significantly increases temperature
- Areas with less green space experience hotter temperatures and higher social vulnerability
- Highest need for expansion of green spaces and health facilities in Comunas 13-15 and 21
- Continued development exposes more individuals to high temperatures



Charco Azul

Image Credit: Viviana María Sánchez Escobar

Acknowledgments

The team would like to thank:

Partners: Fundación Dinamizadores Ambientales and Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA)

Advisors: Dr. Morgan Gilmour (NASA – ARC), Dr. Alexandra Christensen (NASA – JPL), Dr. Juan Torres-Pérez (NASA – ARC), Dr. Xia Cai (NASA – LaRC), Lisa Tanh (Esri)

Lead: Lauren Webster (California – Ames)

Fellow: Maya Hall (California – Ames)

Special thanks to the Spring 2024 Cali Urban Development I Team for their previous work on this project and the UHEAT Urban Development (Spring 2022) DEVELOP team for developing the UHEAT 2.0 Tool.

This material is based upon work supported by NASA through contract 80LARC23FA024. Any mention of a commercial product, service, or activity in this material does not constitute NASA endorsement. Any opinions, findings, and conclusions or recommendations expressed in this material are those of the author(s) and do not necessarily reflect the views of the National Aeronautics and Space Administration and partner organizations.

