

TELEDETECCIÓN, CARTOGRAFÍA DE USOS DEL SUELO Y VARIABLES SOCIO-ECONÓMICAS

Luis Ángel Ruiz Fernández

Marta Sapena Moll

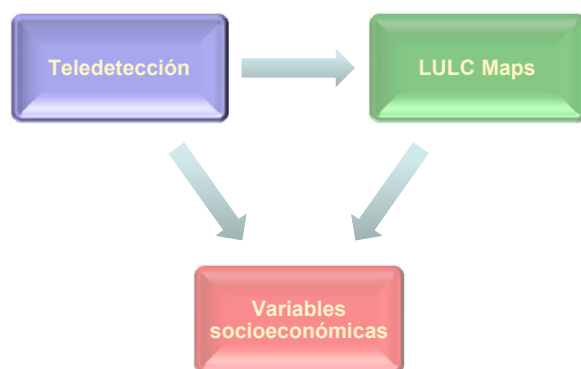
Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Teledetección



www.cgat.webs.upv.es



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



Contenidos



Introducción

Programas y datos

- Situación actual
- El programa Copernicus
- Imágenes y datos LiDAR

LULC mapping

- De la imagen al mapa de usos: clasificación de imágenes
- Detección automática de edificios
- Mapas de usos multinivel y productos derivados

Variables socio-económicas

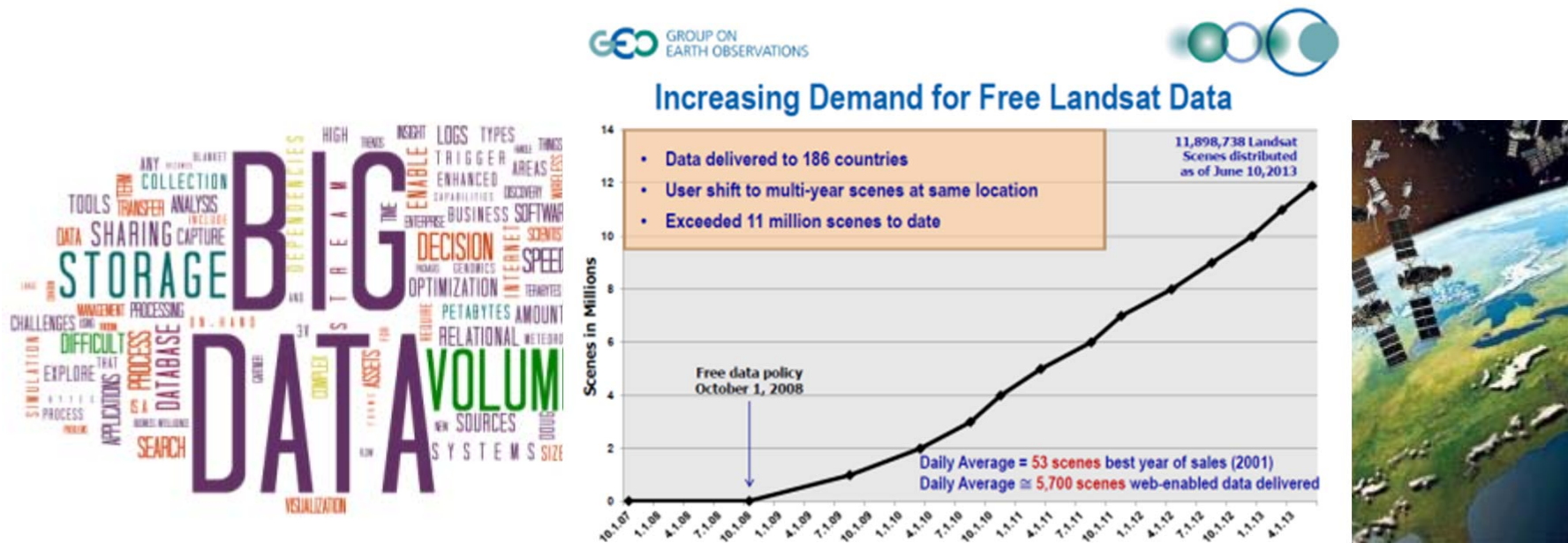
- Relaciones fragmentación urbana y variables socio-económicas
- Estimaciones de población

Introducción

- » La **información Geo-espacial**, o información sobre objetos o hechos con referencia espacial, constituye una parte **esencial** de las **infraestructuras** de la sociedad de la información. El 80% de nuestras decisiones cotidianas se basan en información geo-espacial (*Heipke et al., 2008*)
- » La **estructura espacial urbana** influye en la eficiencia económica y ecológica de las ciudades, en su organización funcional y, en definitiva, en la **calidad de vida** (*Escolano, 2007*)
- » Las **bases de datos de ocupación** del suelo (LULC) suponen una fuente de **información clave** para la gestión de los recursos naturales, análisis económicos (accesibilidad, transporte), sociales (distribución demográfica), ordenamiento territorial y planificación urbana.
- » En la actualidad, hay una **gran disponibilidad de datos** de observación de la Tierra (OT) provenientes de satélites o sensores aerotransportados, en forma de imágenes o datos LiDAR, fundamentalmente. Las **nuevas técnicas de procesado** ofrecen una alternativa para actualizar las BBDD geo-espaciales.

Programas y datos de Teledetección: Situación actual

- Incremento exponencial de satélites de Observación Terrestre (OT)
- Mayor complejidad de los instrumentos: adquieren mayor variedad y volumen de datos
- Política de acceso a datos
- Mayor diversidad de usuarios y aplicaciones
- Necesidad de organización y coordinación a distintos niveles



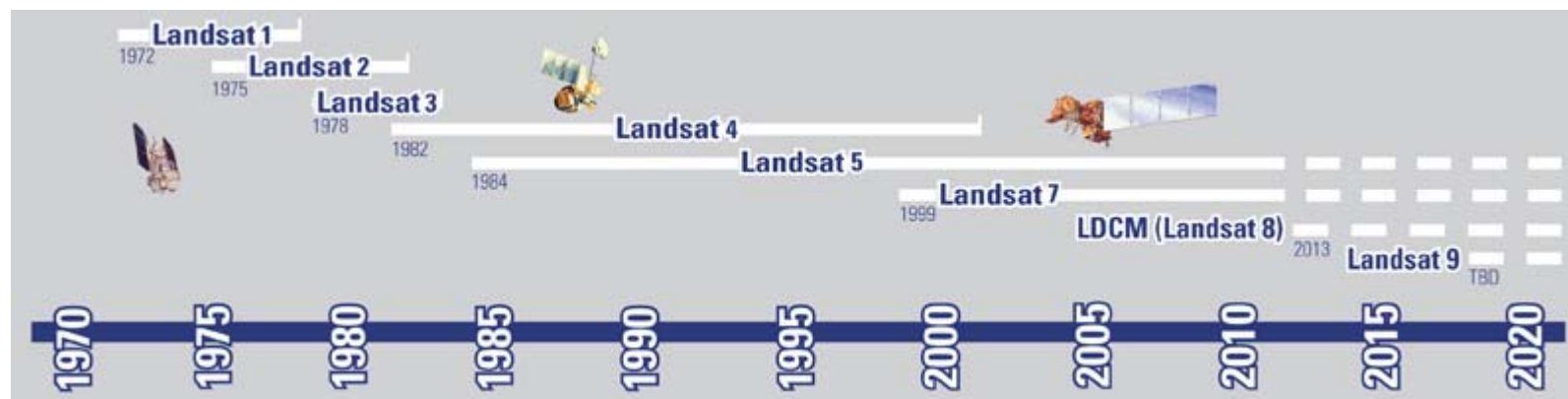
INTRODUCCIÓN

PROGRAMAS Y DATOS

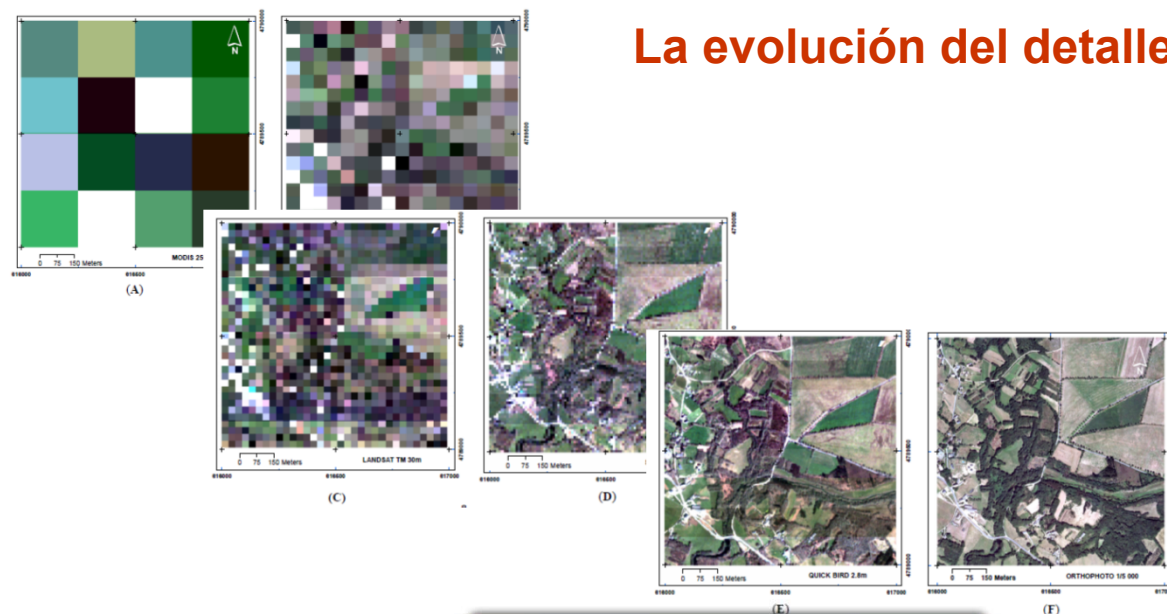
LULC MAPPING

V. SOCIO-ECON.

La misión Landsat



La evolución del detalle espacial



Misión	Resolución espacial
(A) MODIS	250 m
(B) AWIFS	55 m
(C) LANDSAT TM	30 m
(D) SPOT	10 m
(E) QUICKBIRD	2.8 m
(F) ORTOFOTO	0.5 m

INTRODUCCIÓN

PROGRAMAS Y DATOS

LULC MAPPING

V. SOCIO-ECON.



El programa europeo de observación de la Tierra

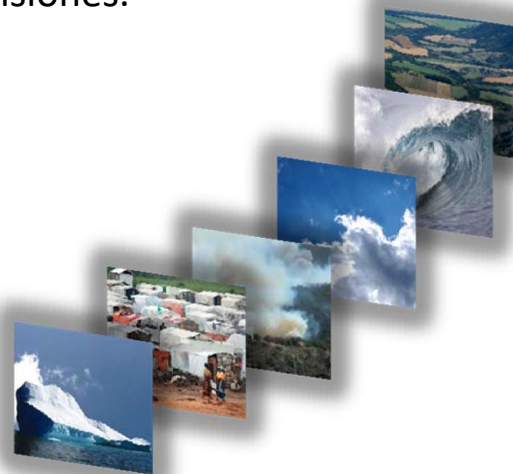
Proveniente del programa GMES (*Global Monitoring for Environment and Security*), el programa **Copernicus** se creó formalmente el 3/4/2014, con un presupuesto de 3377MEuros hasta 2020.

El **objetivo** principal de Copernicus es obtener información para la toma de decisiones, medioambientales y socioeconómicas, y fomentar el sector empresarial.

Para definir estas políticas se necesitan **datos de observación terrestre** obtenidos por sensores espaciales e “in situ”, y el **desarrollo de métodos** para transformar estos datos en **productos útiles** en las tomas de decisiones.

Servicios

- [Land Monitoring](#)
- Marine Monitoring
- Atmosphere Monitoring
- Emergency Management
- Security
- Climate Change





Land Monitoring

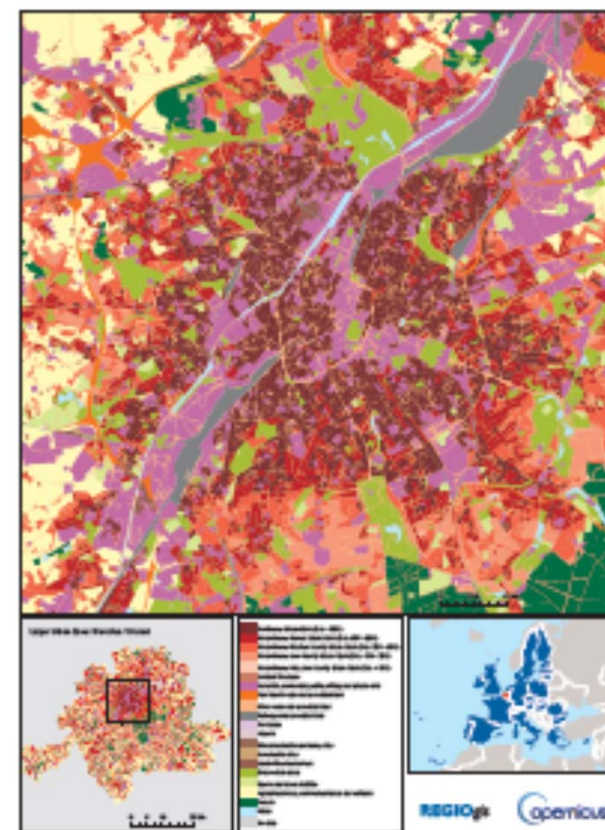
El **componente Tierra** de Copernicus, operativo desde 2012, consta de **3 componentes** :

- **Global** - Generación de datos de variables biofísicas a escala global, que describen el estado de la vegetación, balance de energía y ciclo del agua > [Productos](#)
- **Pan-Europeo** - Produce 5 tipos de datos de coberturas: superficies artificiales, bosques, zonas agrícolas, humedales y lagunas. Actualización de [Corine Land Cover](#)
- **Local** – Producción de datos e información complementaria de alta resolución en zonas de interés (*hot spots*): LULC de áreas urbanas ([Urban Atlas](#))

✓ **UA 2006**: LU maps 305 áreas urbanas (>100.000 hab.)

✓ **UA 2012**: LU maps 695 áreas urbanas (>50.000 hab.)

MMU: 0.25 ha



Urban Atlas map: Brussels

INTRODUCCIÓN

PROGRAMAS Y DATOS

LULC MAPPING

V. SOCIO-ECON.

Misiones Sentinel - observación de la Tierra



Sentinel-1 (A/B/C/D) – SAR imaging
All weather, day/night applications, interferometry

ESA GSC-1/2
EU FP7+GIO
EU MFF

Lanzamientos:
• 23 junio 2015
• 7 marzo 2017



Sentinel-2 (A/B/C/D) – Multi-spectral imaging
Land applications: urban, forest, agriculture,...
Continuity of Landsat, SPOT

ESA GSC-1/2
EU FP7+GIO
EU MFF



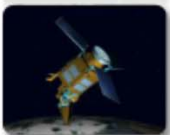
Sentinel-3 (A/B/C/D) – Ocean and land monitoring
Wide-swath ocean color, vegetation, sea/land
surface temperature, altimetry

ESA GSC-1/2
EU FP7+GIO
EU MFF



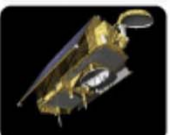
Sentinel-4 (A/B) – Geostationary atmospheric
Atmospheric composition monitoring, trans-
boundary pollution

ESA GSC-2
EU FP7



Sentinel-5 precursor & Sentinel-5 (A/B/C) – Low-orbit atmospheric
Atmospheric composition monitoring

GSC-2 / FP7
GSC-3 / EU MFF



Sentinel-6 / Jason-CS (A/B) – Low inclination Altimetry
Sea-level, wave height and marine wind speed

GSC-3 / EU MFF

INTRODUCCIÓN

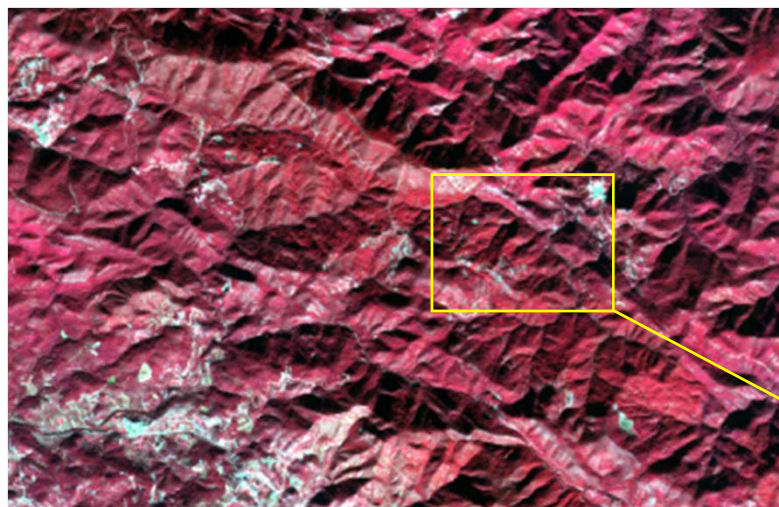
PROGRAMAS Y DATOS

LULC MAPPING

V. SOCIO-ECON.

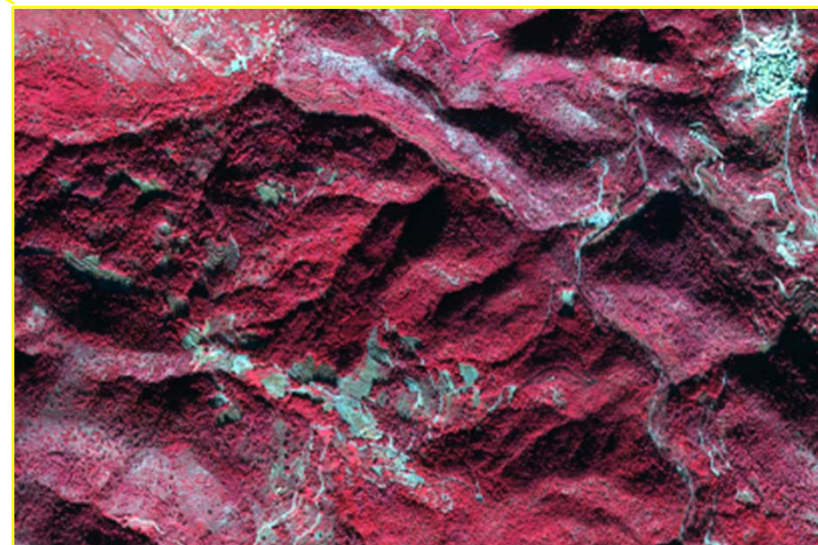
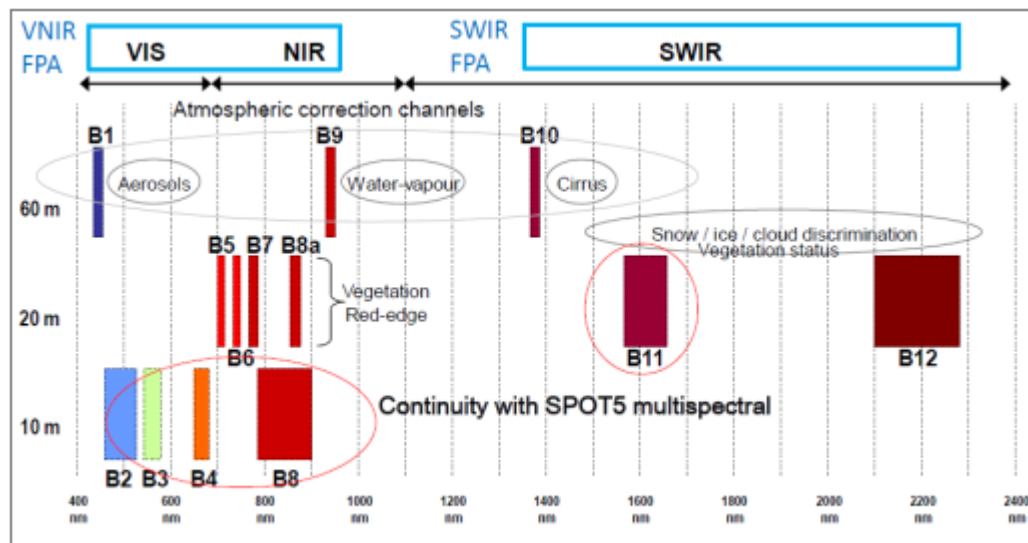
Datos (imágenes satélite)

SENTINEL-2



WORLDVIEW-2

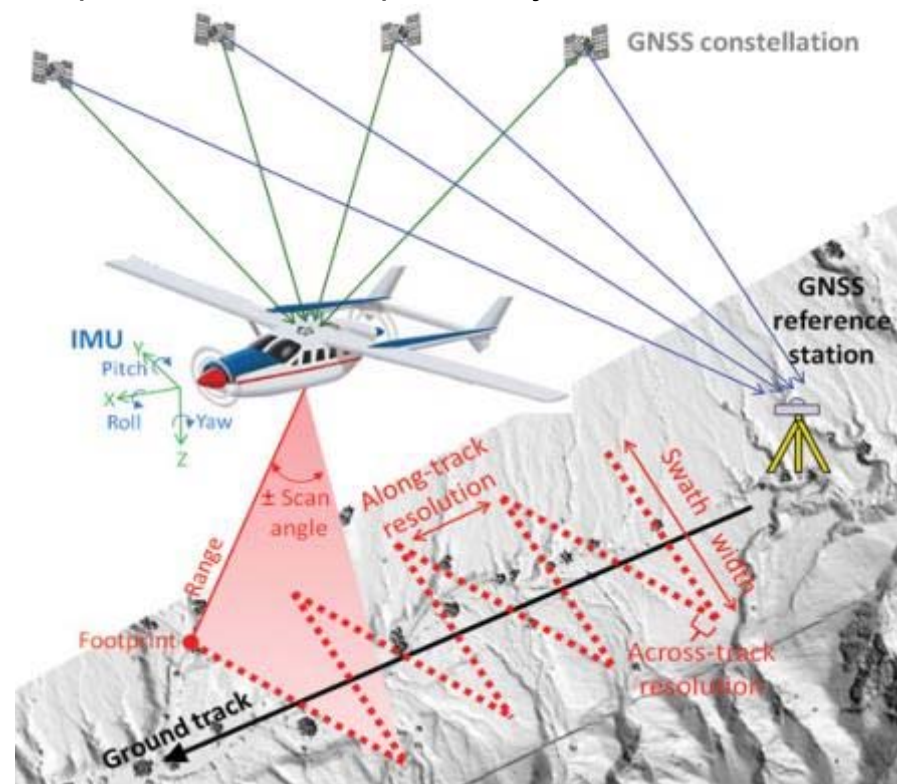
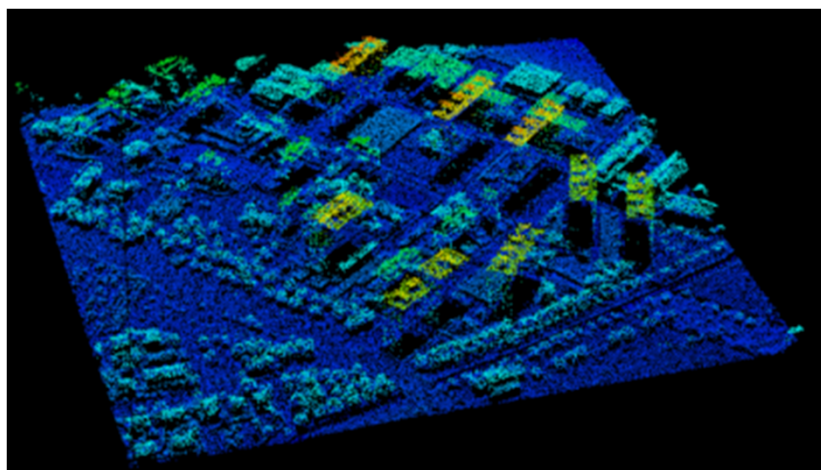
Launch Information	Date: October 8, 2009	
	Launch Vehicle: Delta 7920 (9 strap-ons)	
	Launch Site: Vandenberg Air Force Base, California	
	Altitude: 770 kilometers	
Sensor Bands	Panchromatic: 450 - 800 nm	
	8 Multispectral:	
	Coastal: 400 - 450 nm	Red: 630 - 690 nm
	Blue: 450 - 510 nm	Red Edge: 705 - 745 nm
	Green: 510 - 580 nm	Near-IR1: 770 - 895 nm
	Yellow: 585 - 625 nm	Near-IR2: 860 - 1040 nm
Sensor Resolution	Panchromatic: 0.46 meters GSD at nadir*, 0.52 meters GSD at 20° off-nadir Multispectral: 1.84 meters GSD at nadir*, 2.08 meters GSD at 20° off-nadir	
Max Viewing Angle /	Nominally +/-45° off-nadir = 1355 km wide swath	
Revisit Frequency	1.1 days at 1 meter GSD or less 3.7 days at 20° off-nadir or less (0.52 meter GSD)	



Datos LiDAR

Un **sistema ALS** (*Airborne Laser Scanner*) consta de los siguientes elementos: unidad de emisión láser; escáner opto-mecánico; unidad de control; unidad de almacenamiento; sistema de posicionamiento global cinemático (GPS) y una unidad de medición inercial (IMU). El GPS y la IMU permiten conocer el punto exacto dónde el pulso láser intercepta un objeto.

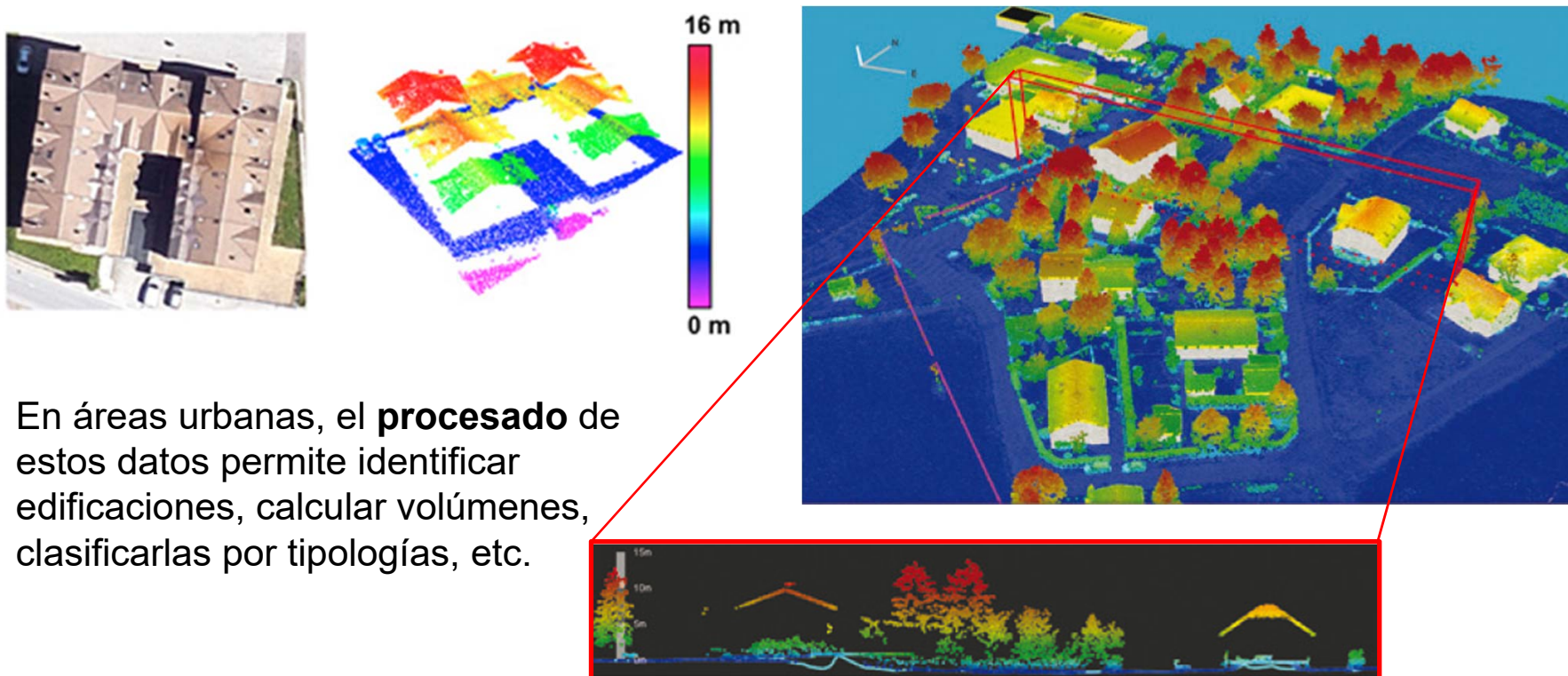
El sistema envía un pulso de energía que impacta en el terreno a diferentes alturas, midiendo el tiempo empleado en el retorno al sensor



Fuente: Fernández, J.C. *Lifting the Canopy Veil* I imaging Notes, 26: 2, 2011

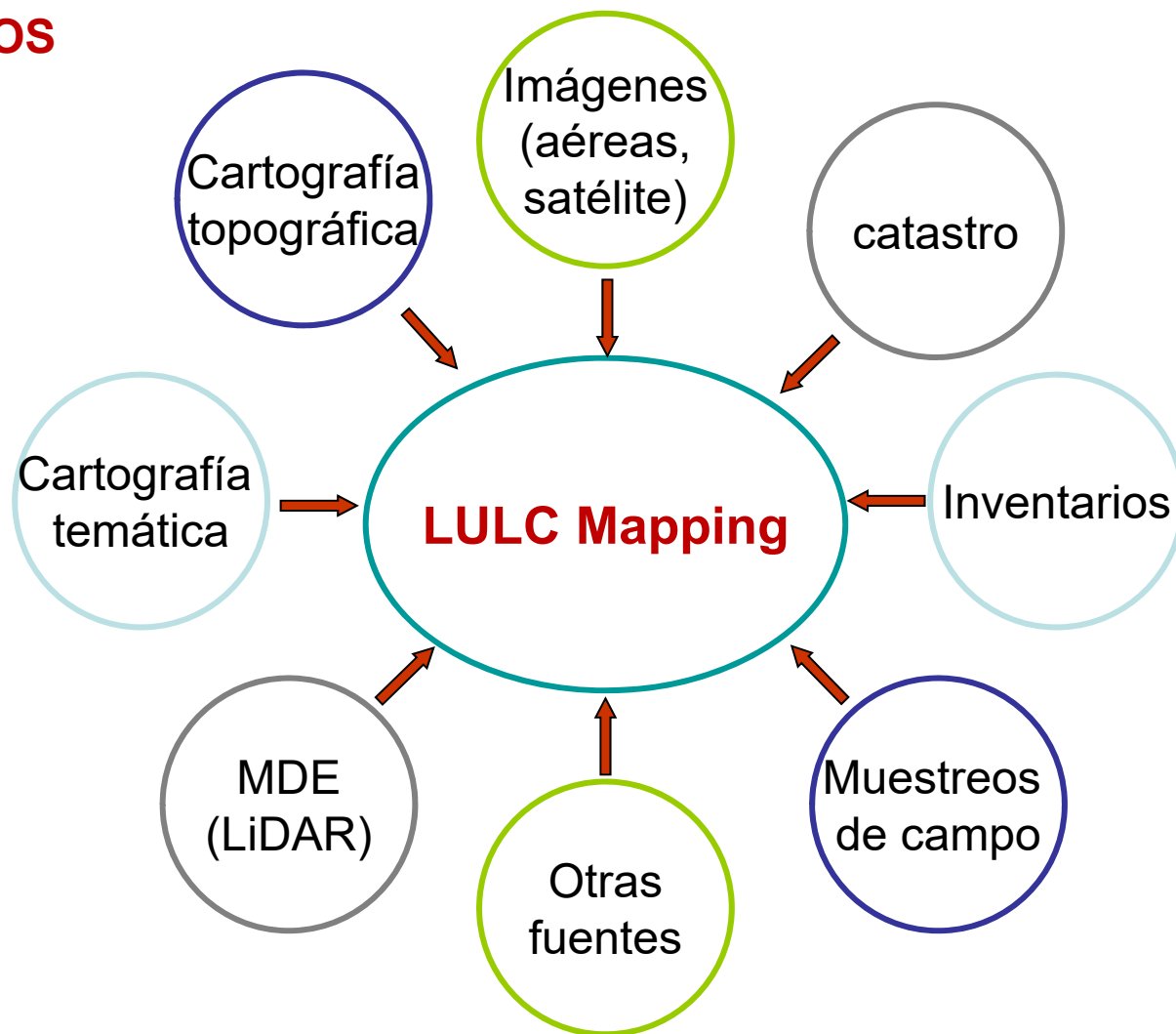
Datos LiDAR

Actualmente existen **programas nacionales** (PNOA) y locales para la adquisición semiperiódica de datos LiDAR con densidades medias y bajas, en particular en zonas urbanas.



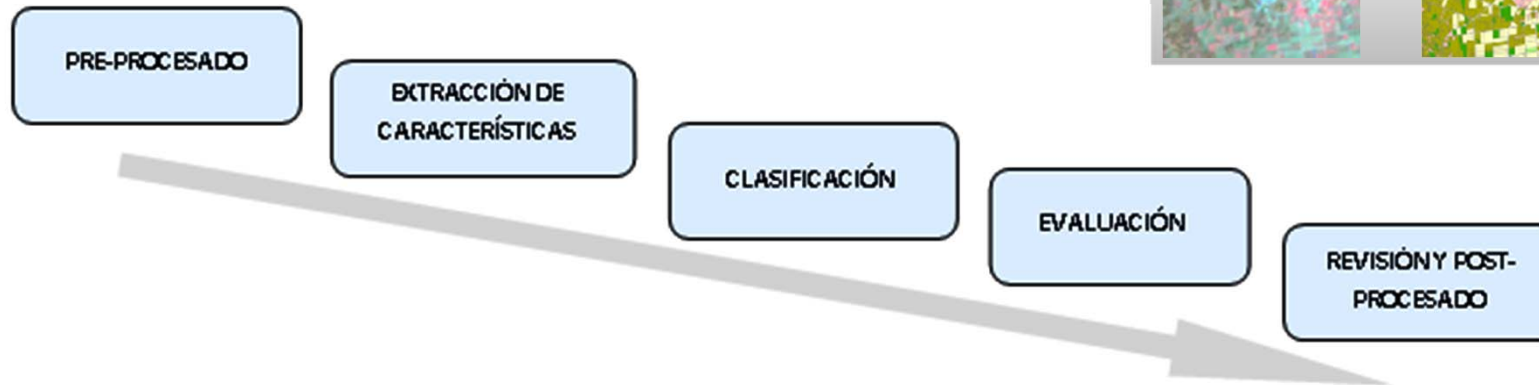
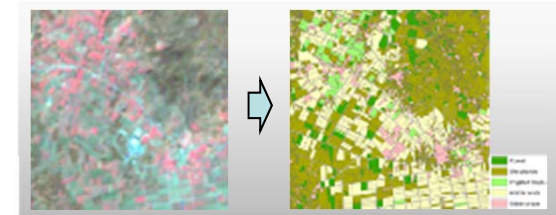
En áreas urbanas, el **procesado** de estos datos permite identificar edificaciones, calcular volúmenes, clasificarlas por tipologías, etc.

DATOS



De la imagen al mapa de usos

Mediante el proceso de **clasificación de imágenes** se convierte una imagen en un mapa temático (LULC,...)

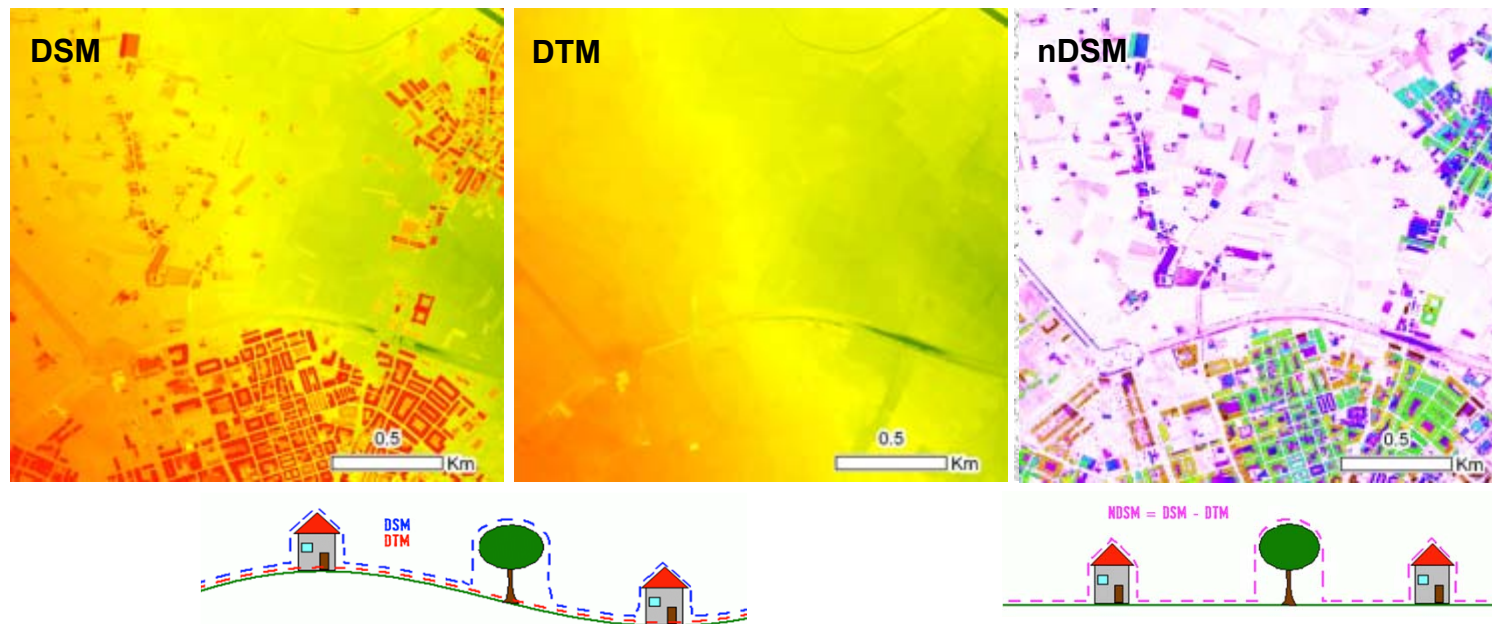


1. Clasificación **por píxel**: A cada píxel se le asigna un valor temático o clase
2. Clasificación **por objetos**: Implica la **definición de objetos** o segmentos sobre la imagen, **grupos de píxeles** contiguos que presentan cierta homogeneidad

Los métodos a **nivel de objeto** suelen ser **más eficientes** cuando se trabaja con imágenes de alta resolución, debido a que permiten capturar mejor la variabilidad espectral y textural presente en cada clase.

Preprocesado

- Georreferenciación, registro, ortorrectificación, mosaicos
- Correcciones y ajustes radiométricos
- Fusión de imágenes (Pan+MS)
- Edición de la cartografía vectorial, adaptación de formatos, etc.
- LiDAR: generación de modelos del terreno (DTM), superficies (DSM), y nDSM



Aplicación: mapa de usos de Valencia (imágenes)

Plan Nacional de Ortofotografía aérea (PNOA)



- Acquisition Date:
August, 2008
- Spatial Res.:
0.5 m/pixel
- Radiometric Res.:
8 bits
- Spectral bands:
Green, red and NIR

Aplicación: mapa de usos de Valencia (LiDAR)

Plan Nacional de Ortofotografía aérea (PNOA-LiDAR)



- Acquisition Date:
September, 2009
- Instrument:
RIEGL LMS-Q680 ALS
- Mean flying height:
1,300 m
- Nominal density:
0.5 points/m²
- Scan frequency:
46 Hz
- Pulse repetition:
70 kHz
- Scanning angle:
60°

➔ DTM algorithm

➔ Normalised DSM

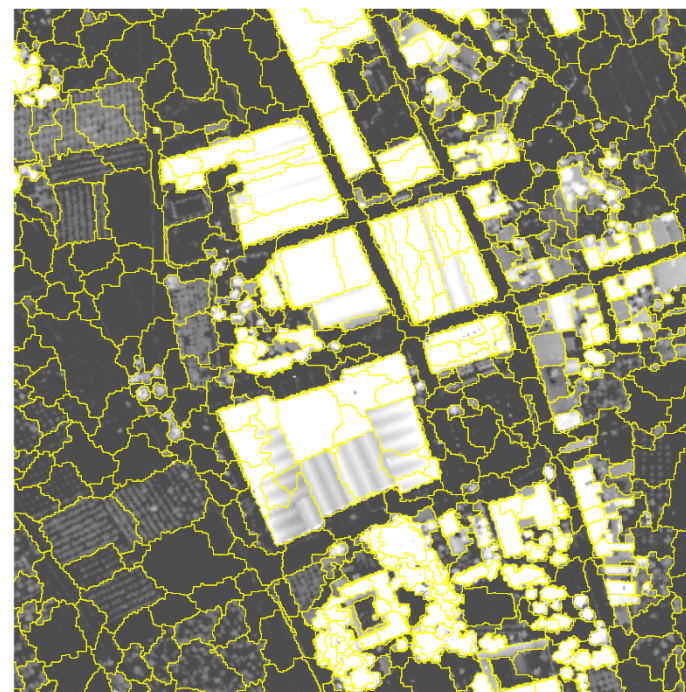
Detección de edificios (imágenes+LiDAR)

Segmentación

Imagen MSS



nMDS



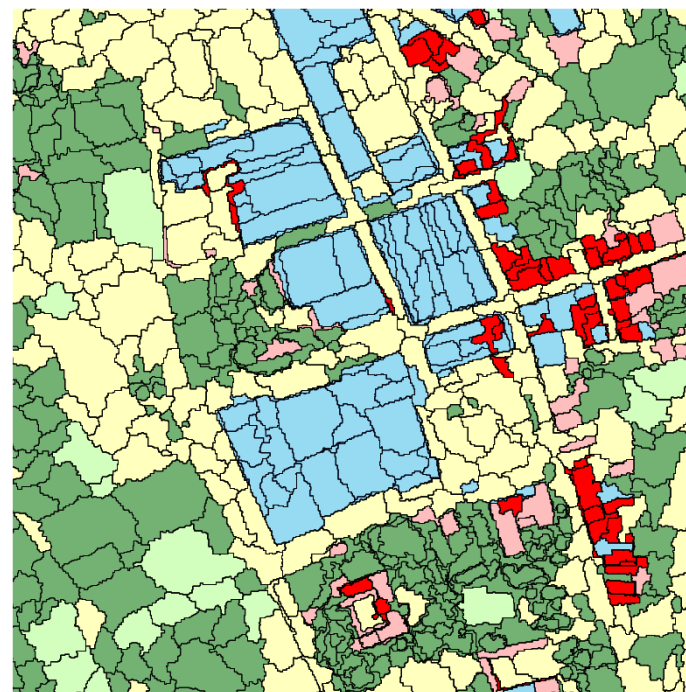
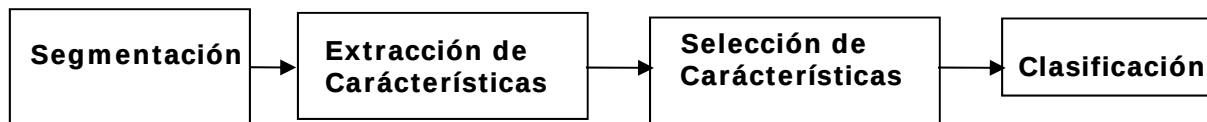
INTRODUCCIÓN

PROGRAMAS Y DATOS

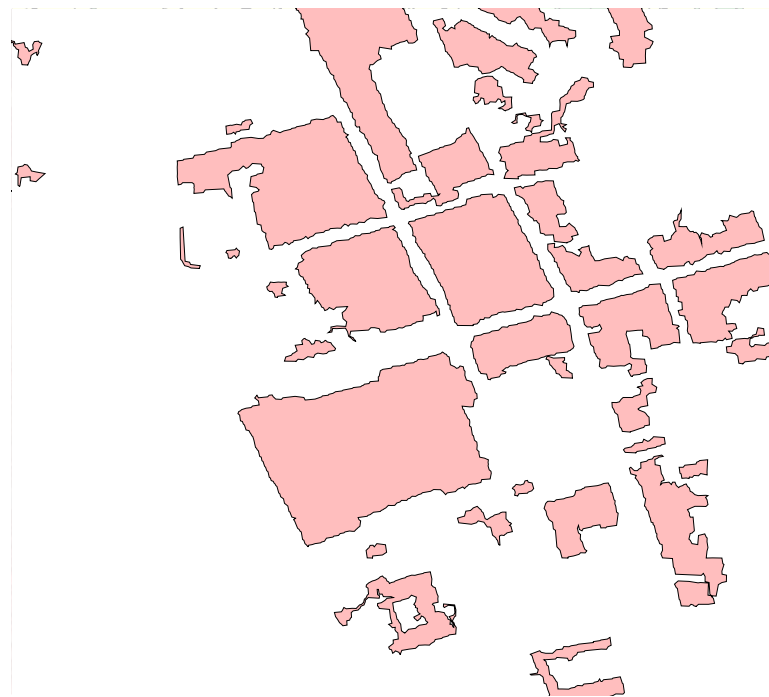
LULC MAPPING

V. SOCIO-ECON.

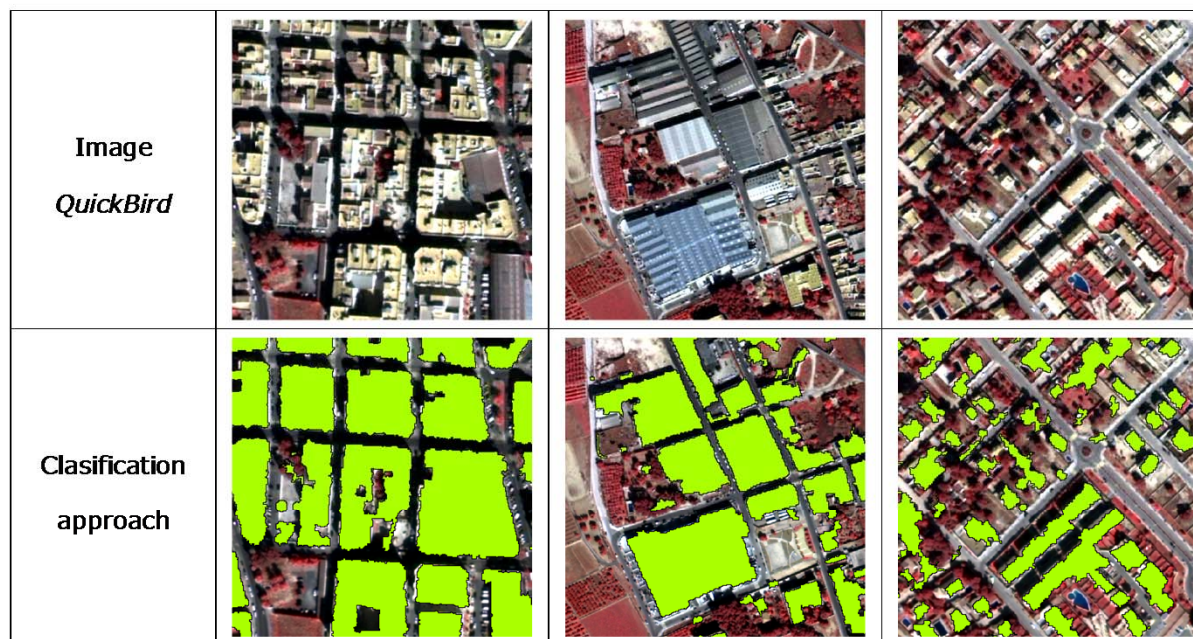
Detección de edificios (*imágenes+LiDAR*)



Detección de edificios (*imágenes+LiDAR*)



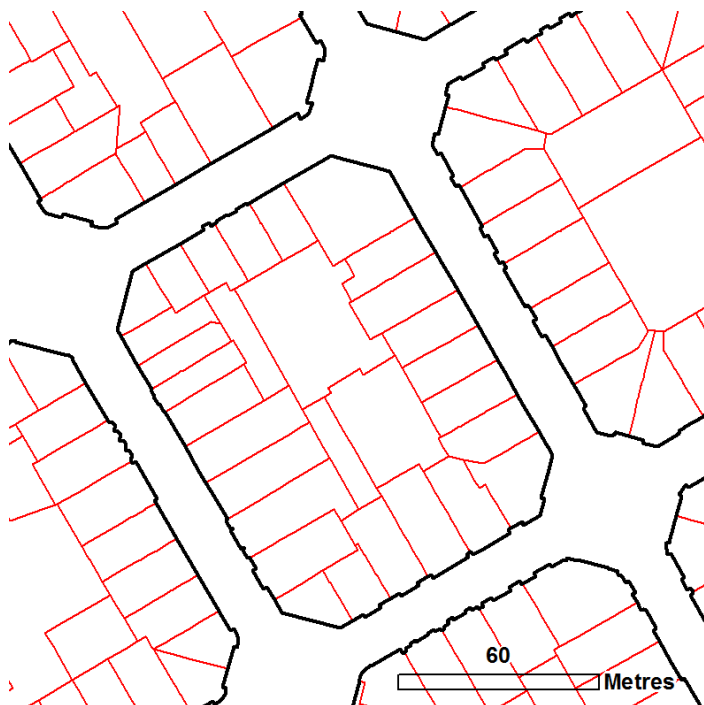
Detección de edificios (imágenes+LiDAR)



Detalles de los resultados de detección de edificios en zonas urbana, industrial y periurbana empleando los métodos de umbralización y de clasificación orientada a objetos.

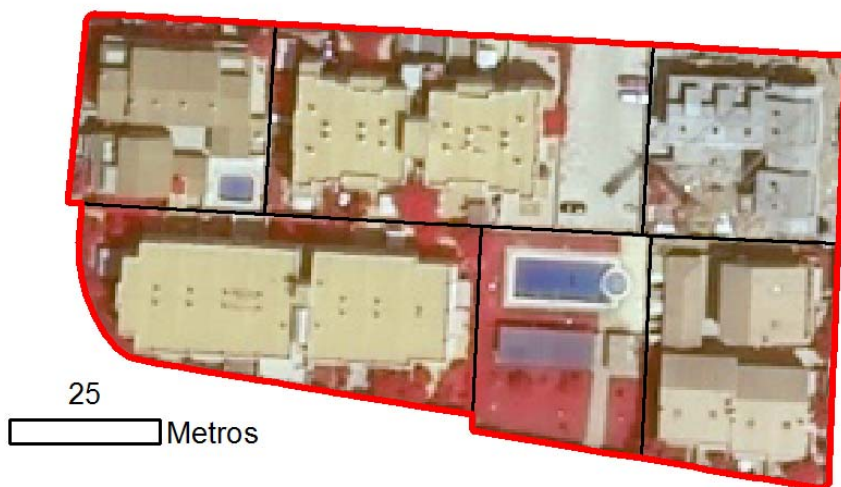
Definición de los objetos para clasificar

Parcelas catastrales; manzanas urbanas (*Dirección General de Catastro*);



Definición de los objetos para clasificar

- » Las **parcelas** catastrales y las **manzanas** urbanas se emplearon para la delimitación de los objetos, de los que se extraen atributos para su clasificación a dos niveles o escalas.



- Espectrales
- Texturas
- Temporales
- Forma
- Distribución 3D
- Relacionales / contexto
- Etc.

Ejemplos de clases de tipologías urbanas

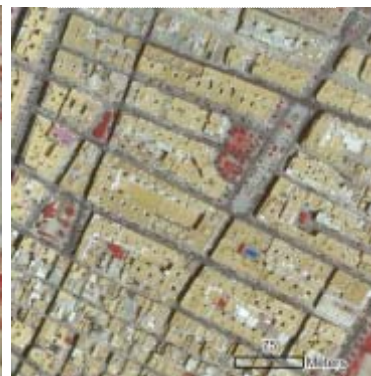
Casco histórico



Edificio aislado



Ensanche



Industrial



Unifamiliar aislada



Unifamiliar adosada

Superficie edificada y con vegetación



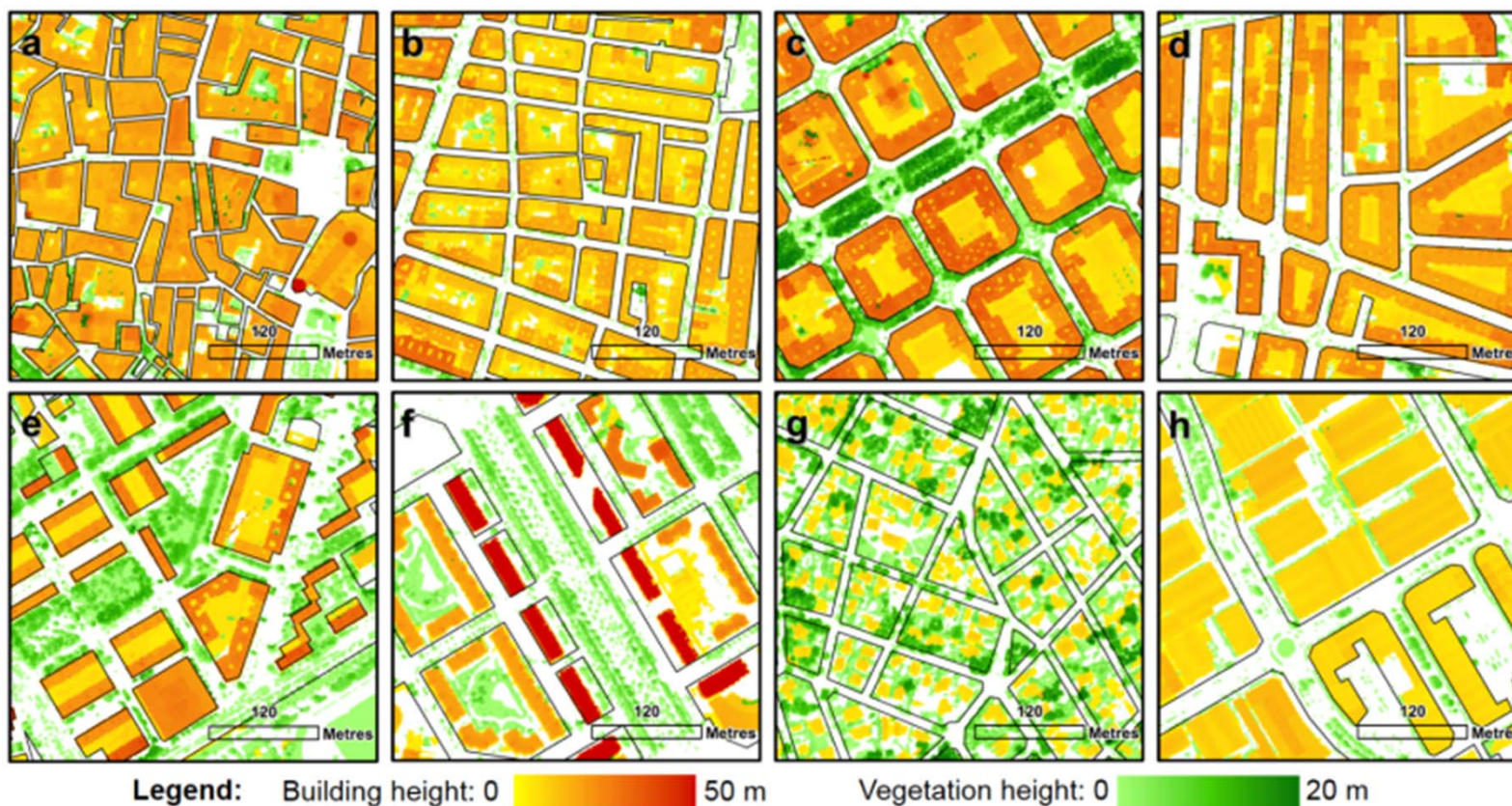
INTRODUCCIÓN

PROGRAMAS Y DATOS

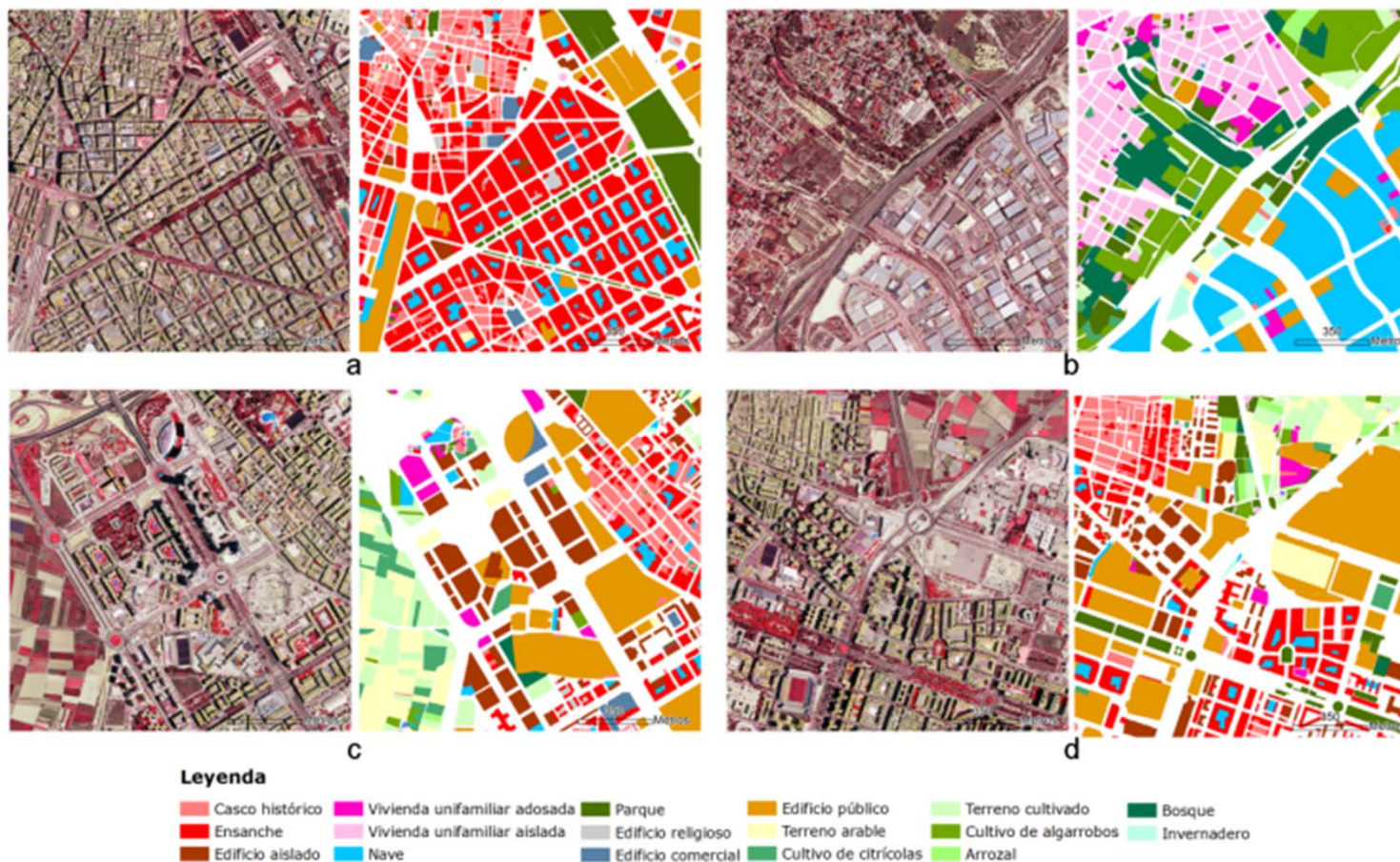
LULC MAPPING

V. SOCIO-ECON.

Alturas de edificios y vegetación

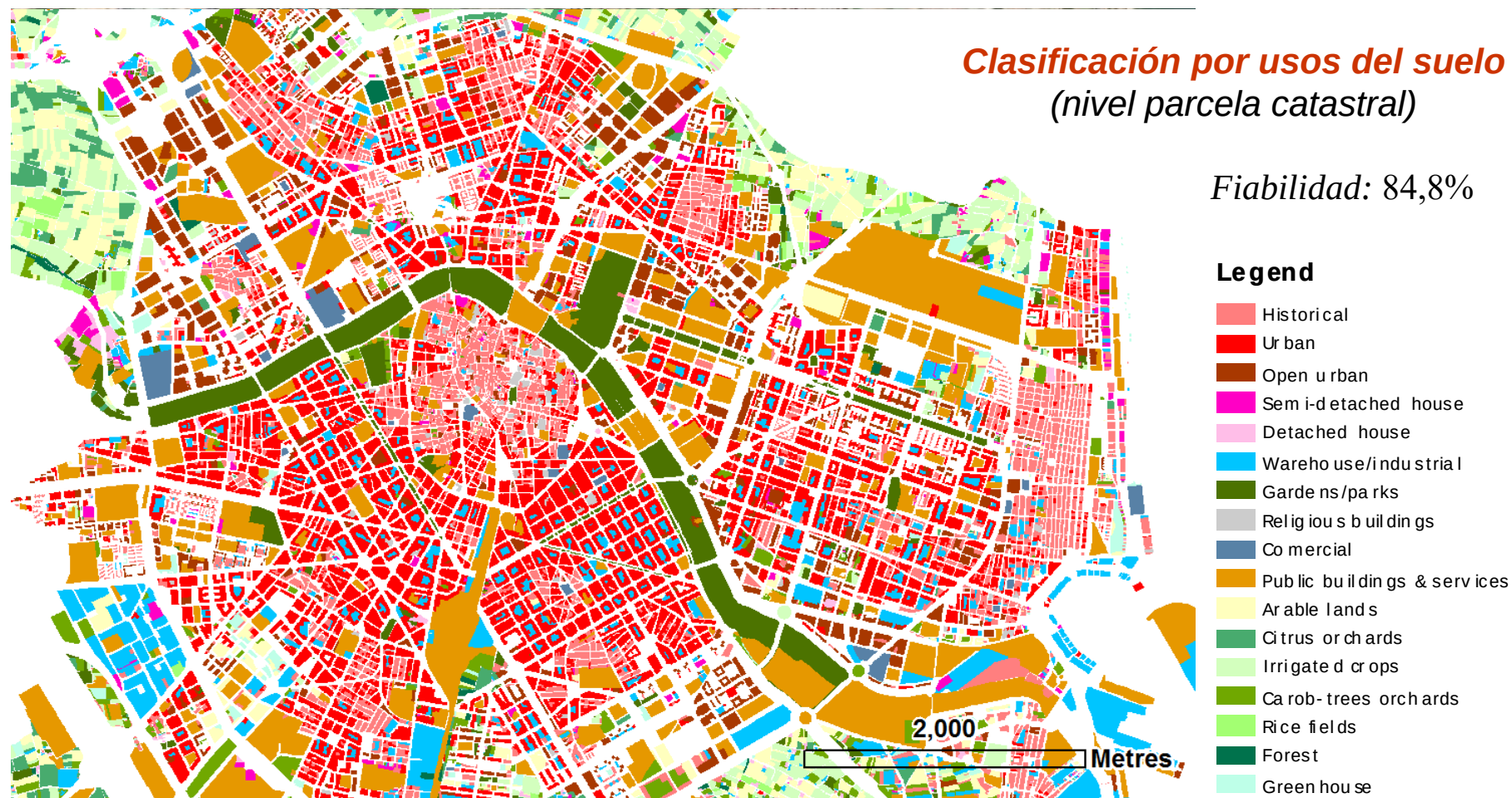


Detalles – clasificación usos del suelo (*parcelas catastrales*)



Resultado global de la clasificación: 84,8%

Resultados



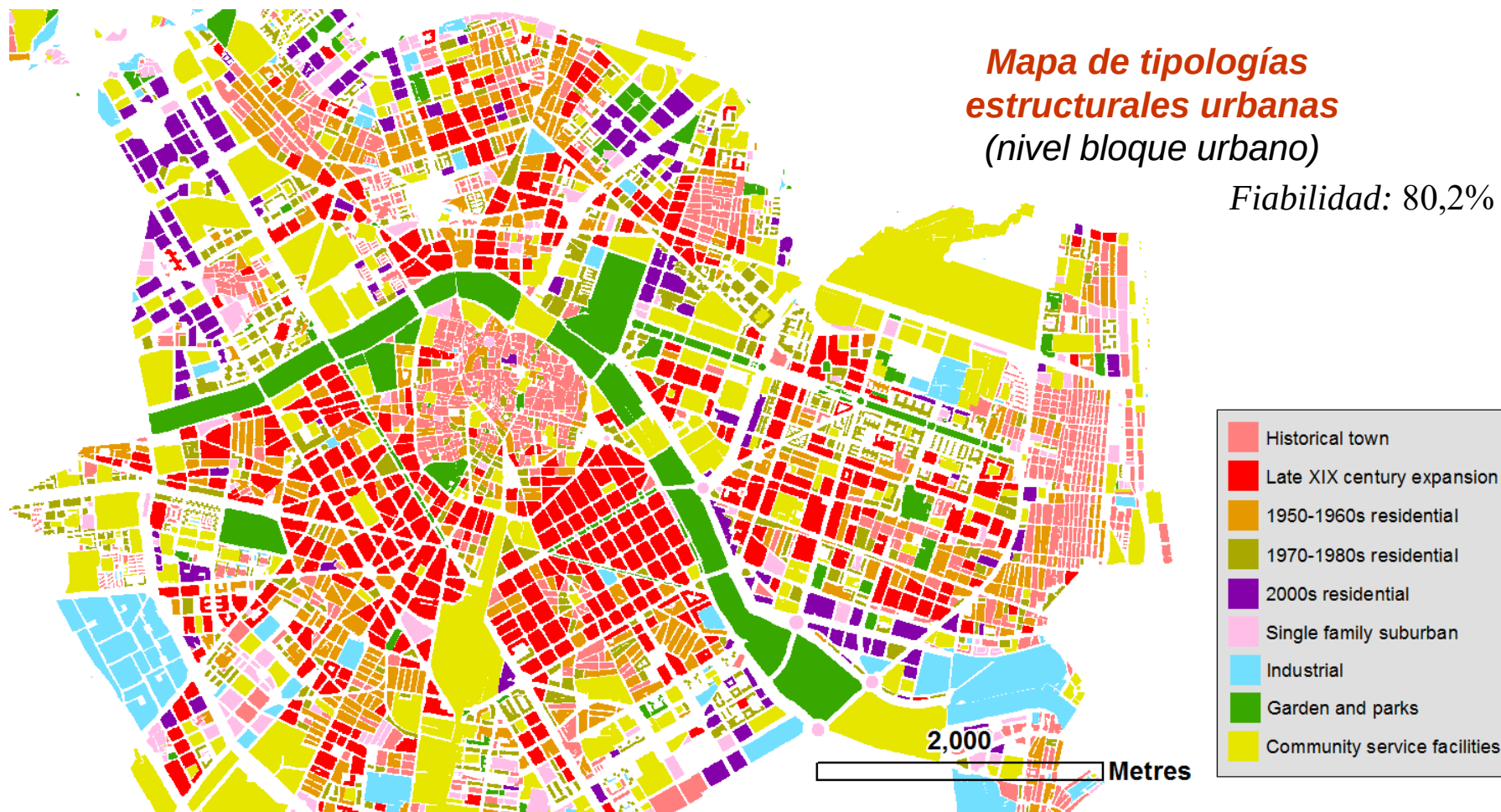
INTRODUCCIÓN

PROGRAMAS Y DATOS

LULC MAPPING

V. SOCIO-ECON.

Resultados

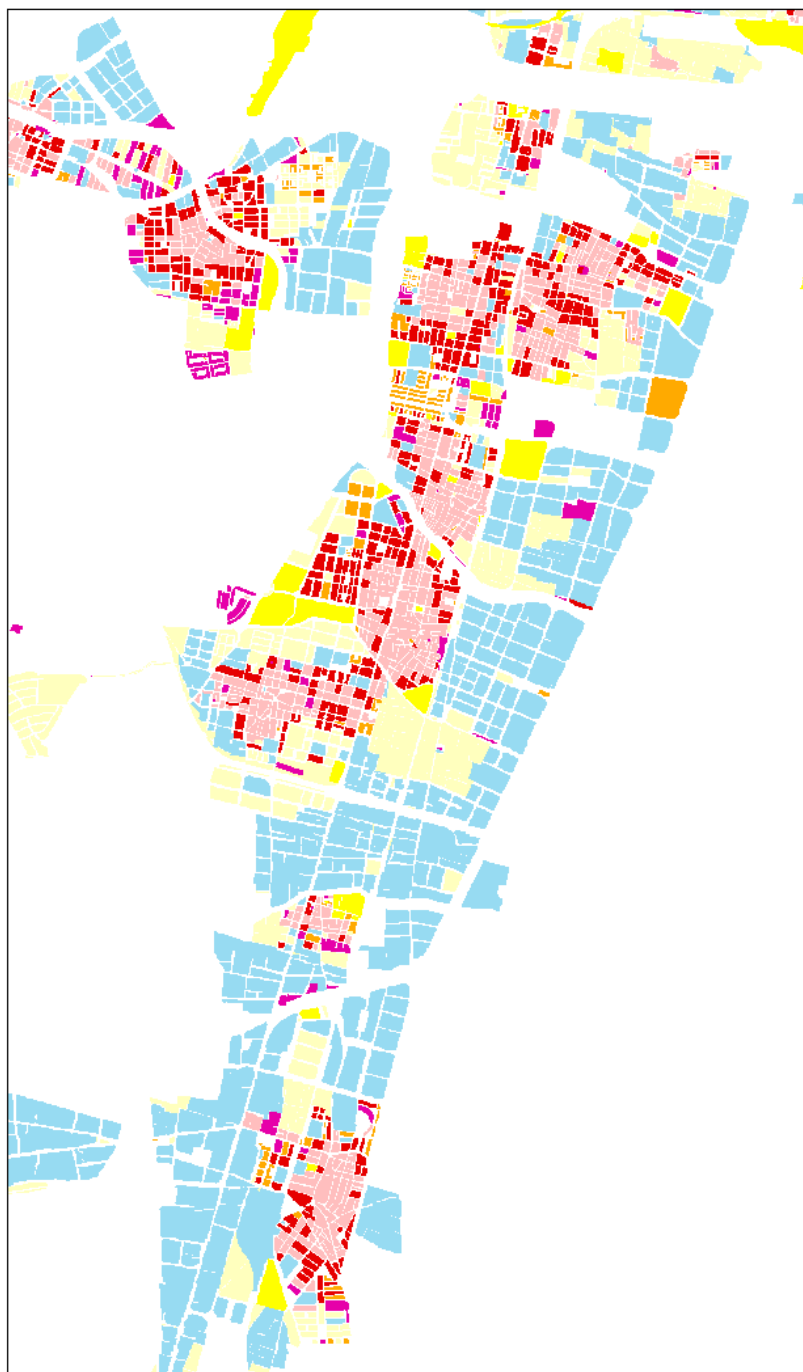


INTRODUCCIÓN

PROGRAMAS Y DATOS

LULC MAPPING

V. SOCIO-ECON.



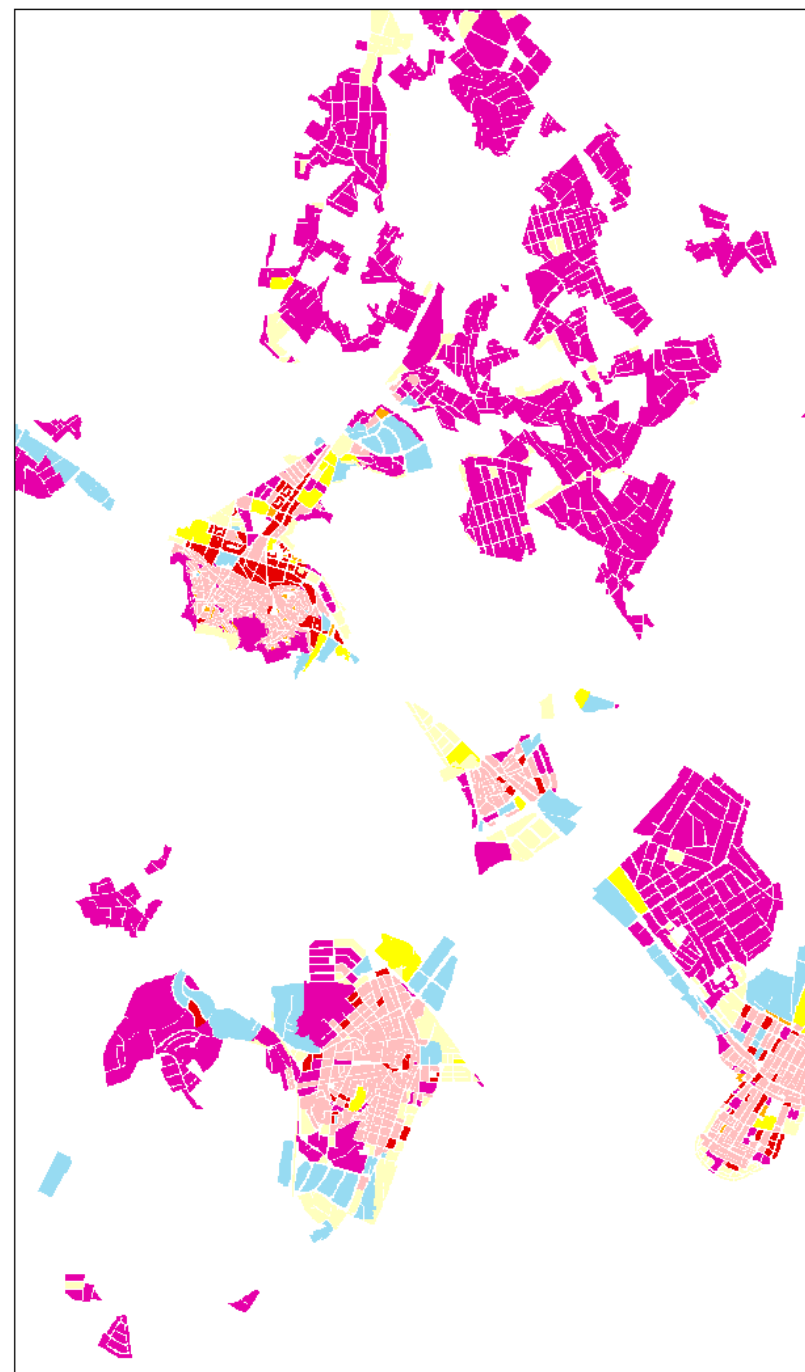
Legend

ManzanasClass

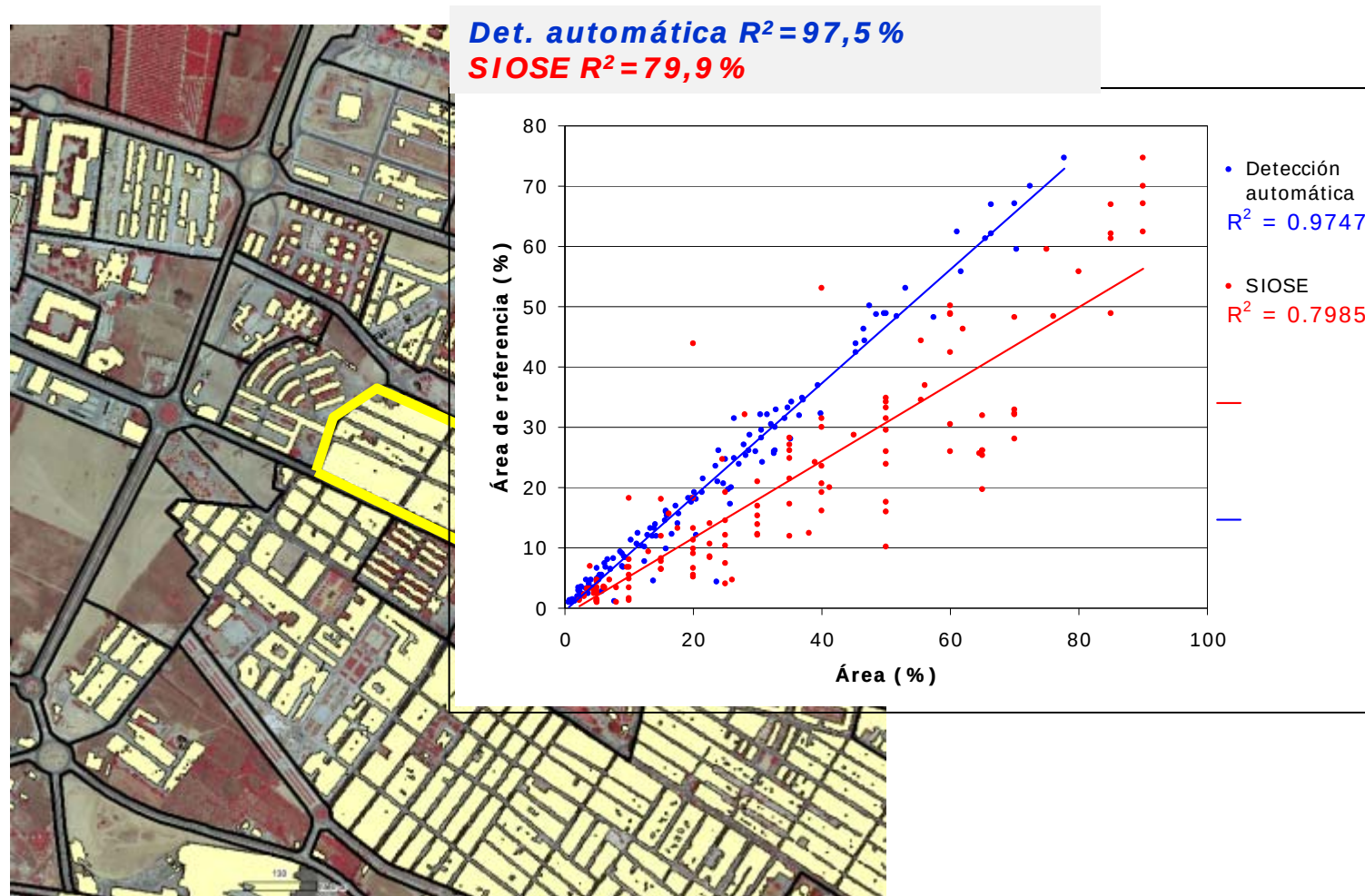
<all other value

CLASE

- Casco
- ClosedUrban
- Industrial
- Landmark
- OpenUrban
- Solar
- Suburban

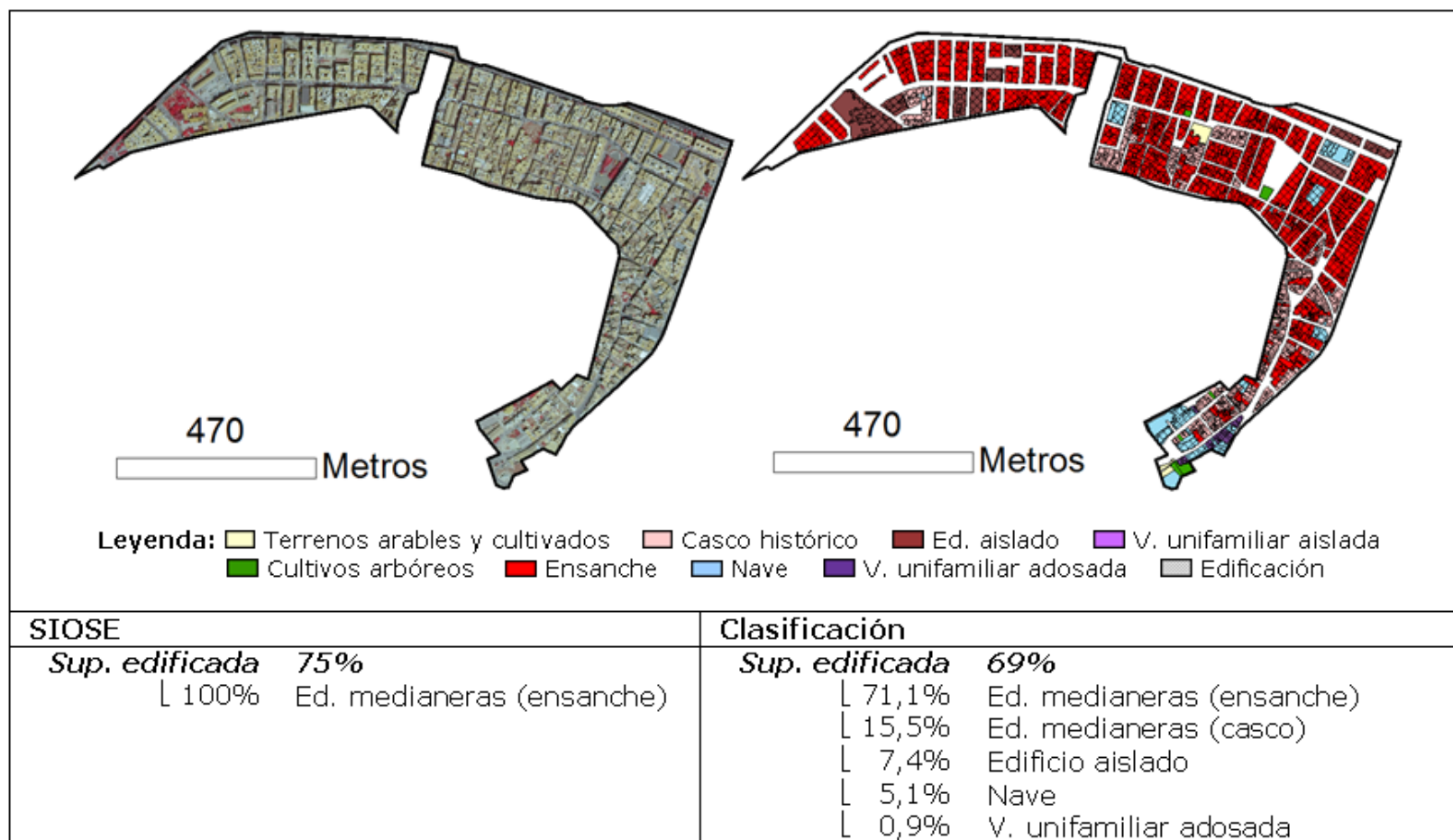


Estimación del porcentaje de superficie edificada



Productos derivados

Cuantificación de atributos de polígonos urbanos en la BBDD SIOSE



Imagen, resultado de la clasificación y porcentaje de superficie edificada descrita en el SIOSE y estimada automáticamente (total y por tipologías) de un polígono urbano de ensanche.

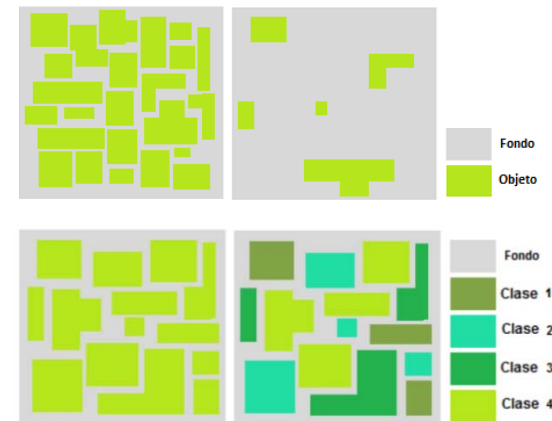
Aplicación: Estimación de variables socio-económicas a partir de datos de usos del suelo obtenidos mediante teledetección (*)

Objetivo: Analizar las relaciones entre variables socio-económicas de ciudades europeas provenientes de Urban Audit con índices de fragmentación de los usos del suelo urbano (Urban Atlas)

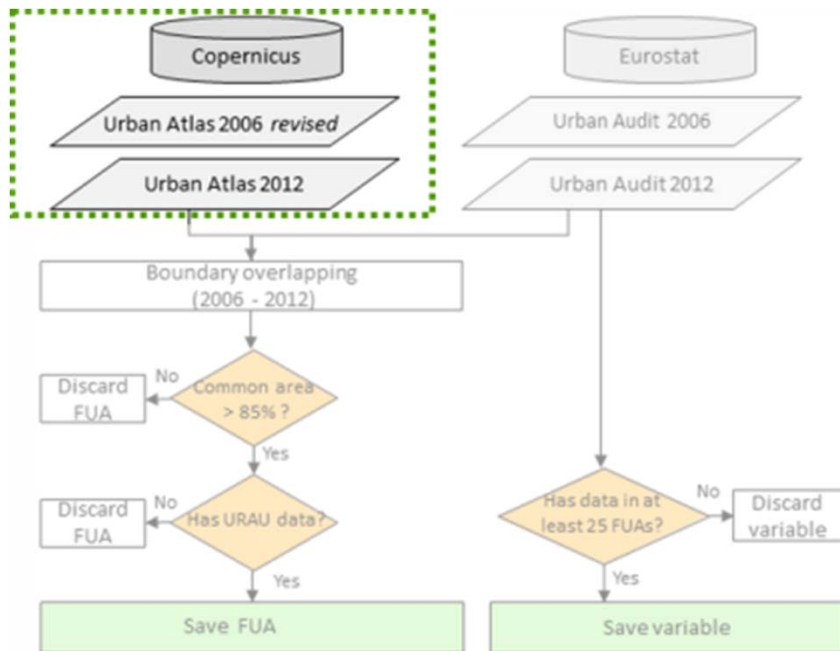
Indicadores de fragmentación: Son índices que cuantifican propiedades como la dispersión y la diversidad de los elementos que se encuentran dentro de un objeto

La **dispersión** se refiere a la distribución espacial de los elementos dentro de una clase, sin tener en cuenta el resto de clases. (Ej., densidad de elementos, distancia media entre ellos, distancia estándar ponderada, etc.)

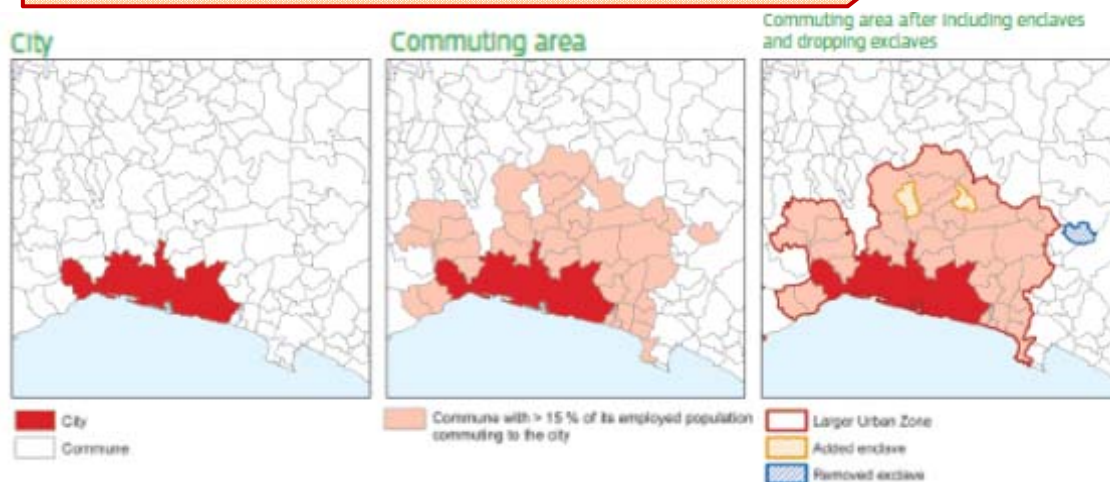
La **diversidad** hace referencia tanto al número de clases dentro de un objeto como a la distribución de los elementos de distintas clases.



(*) Sapena, M., Ruiz, L.A., Goerlich, F.J., 2016. Analysing relationships between urban land use fragmentation metrics and socio-economic variables. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci., 12-19 July, Prague, XLI-B8, pp. 1029-1036.



Functional Urban Area = FUA



European cities - the EU-OECD functional urban area definition

Urban Atlas

Copernicus - European earth observation programme

European Environment Agency (EEA) - **Local scale** up to date land information

Two-date detailed and harmonized LULC maps - scale 1:10,000

> **2006**: 305 FUAs (+100,000 inh.)

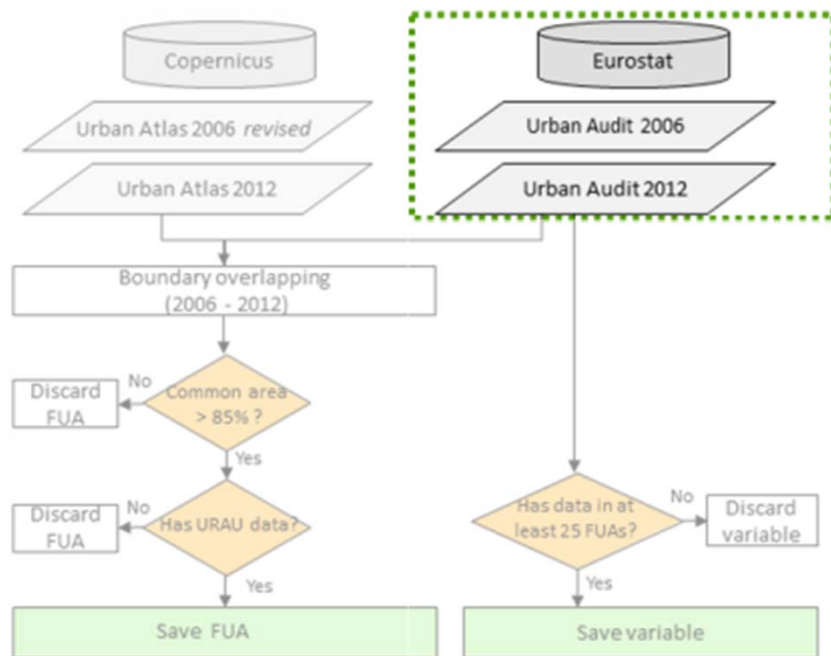
> **2012**: 679 FUAs (+50,000 inh.) - partially available

Legend

> **2006**: 20 LU

> **2012**: 27 LU





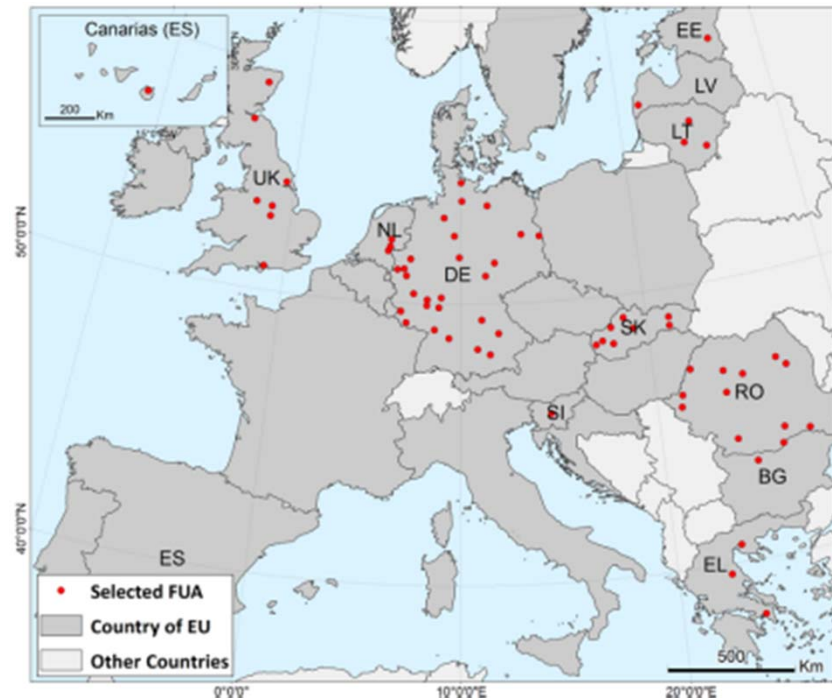
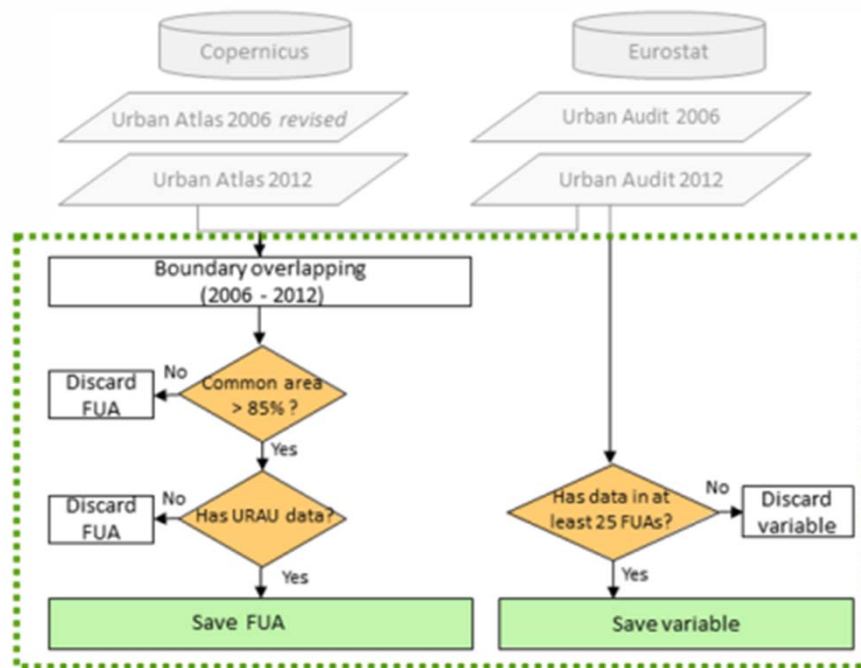
Urban Audit

The National Statistical Institutes (**NSI**), Directorate-General for Regional and Urban Policy (**DG REGIO**) and **Eurostat**

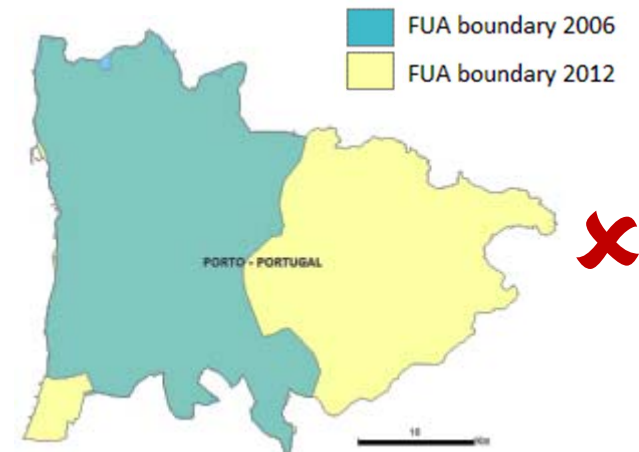
Statistical data – voluntary basis

Covers aspects of **quality of life** (demography, housing, health...)

Group	Selected socio-economic variables
Demography	Population on the 1 st of January
	Density in terms of urban surface (pop1/Urban km ²)
	Density in terms of residential surface: (pop1/Residential km ²)
	Women per 100 men
	Women per 100 men - aged 75 years and over
	Age dependency ratio
	Old age dependency ratio (65 and over)
Mortality	Infant mortality rate (per 1000 live births)
Living Conditions	Number of conventional dwellings
	Median disposable annual household income
	Prop. of 1-person households
	Prop. of lone-pensioner households
Education	Prop. of households with children aged 0-17
	Prop. of children 0-4 in day care or school
	Prop. of persons (aged 25-64) with ISCED level 5 or 6 as the highest level of education
Labour	Economically active population
	Persons unemployed
	Unemployment rate
Transport	Activity rate
	Share of journeys to work by car (%)
	Share of journeys to work by pub. transp. (%)
	Share of journeys to work on foot (%)
	Average time of journey to work (min)
	Average length of journey to work by private car (km)
	Number of registered cars per 1000 pop
	People killed in road accidents per 10000 pop



Location of the 68 selected FUAs



Iterative process to select **FUAs** with **statistical data** and statistical data at least in 25 FUAs

IndiFrag tool (Sapena, M. & Ruiz, L.A, 2015)



<http://cgat.webs.upv.es/software/>

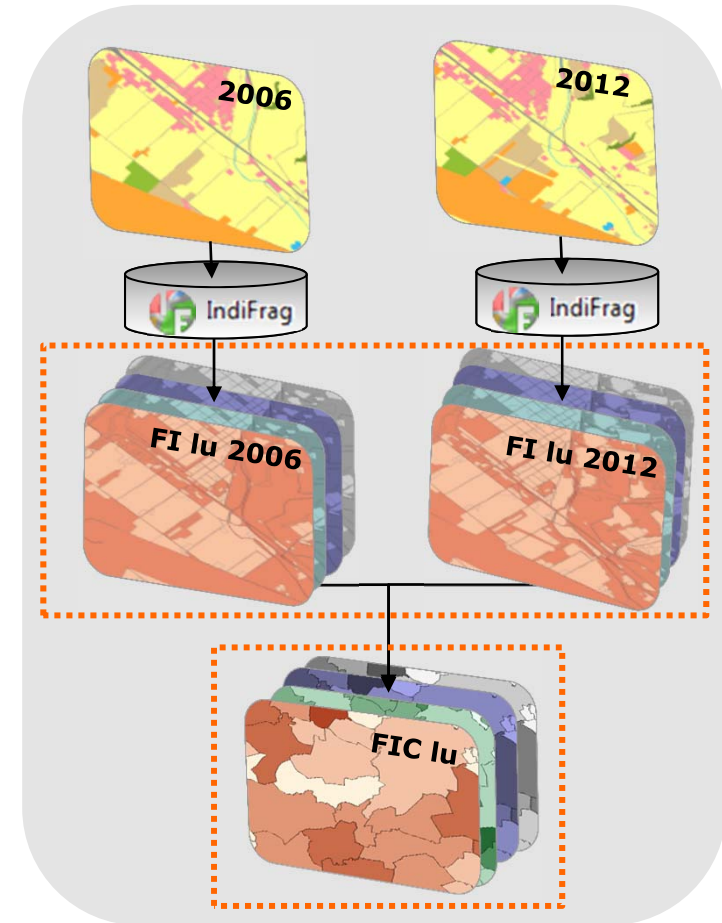
Computes urban fragmentation metrics
Focused in urban studies
Works with LULC vector datasets

Type of metrics:

- o FUA level (f)
- o Class or LU level (lu)

- o Uni-temporal (FI)
- o Bi-temporal

- Fragmentation Indices Change (FIC)
- Multi-temporal Indices (MI)



200 uni-temporal + 300 bi-temporal metrics!

» Index selection

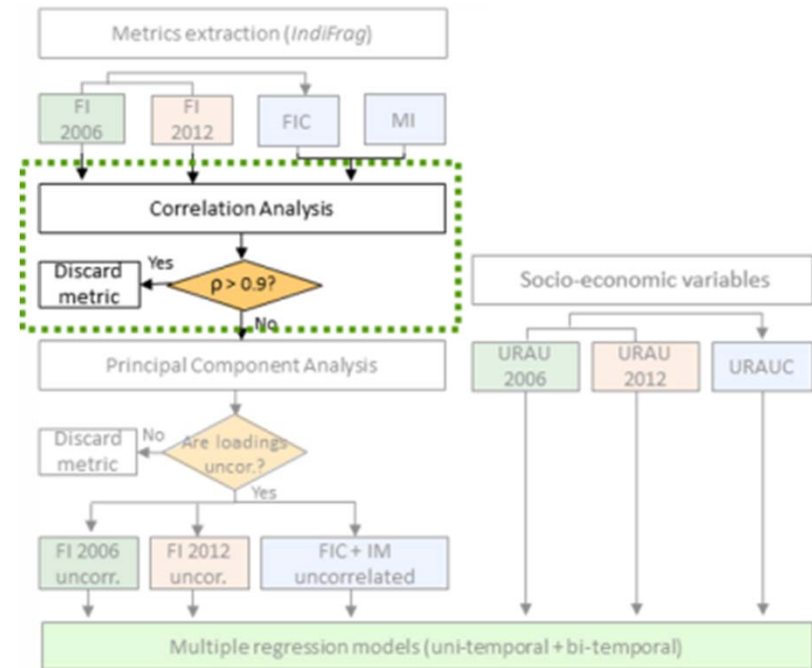
The study was restricted to four urban land uses: **residential**, **commercial**, **green areas** and **leisure**

Correlation analysis

To discard highly correlated variables

~~200 uni-temporal + 300 bi-temporal metrics!~~

64 uni-temporal + 89 bi-temporal metrics



» Index selection

The study was restricted to four urban land uses: **residential**, **commercial**, **green areas** and **leisure**

Correlation analysis

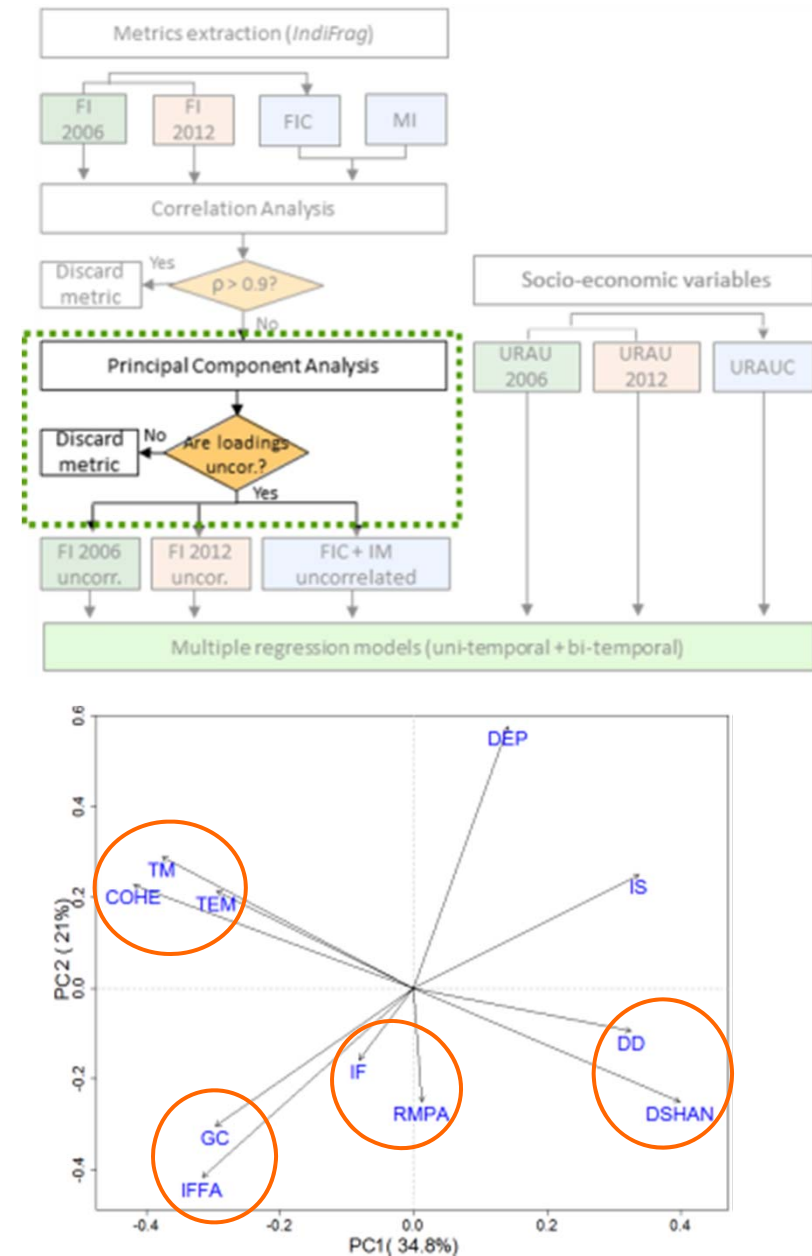
To discard highly correlated variables

~~200 uni-temporal + 300 bi-temporal metrics!~~
64 uni-temporal + 89 bi-temporal metrics

Principal Component Analysis (PCA)

To reduce the dimensionality of data

~~64 uni-temporal + 89 bi-temporal metrics!~~
25 uni-temporal + 22 bi-temporal metrics



» Index selection

The study was restricted to four urban land uses: **residential**, **commercial**, **green areas** and **leisure**

Correlation analysis

To discard highly correlated variables

~~200 uni-temporal + 300 bi-temporal metrics!~~
64 uni-temporal + 89 bi-temporal metrics

Principal Component Analysis (PCA)

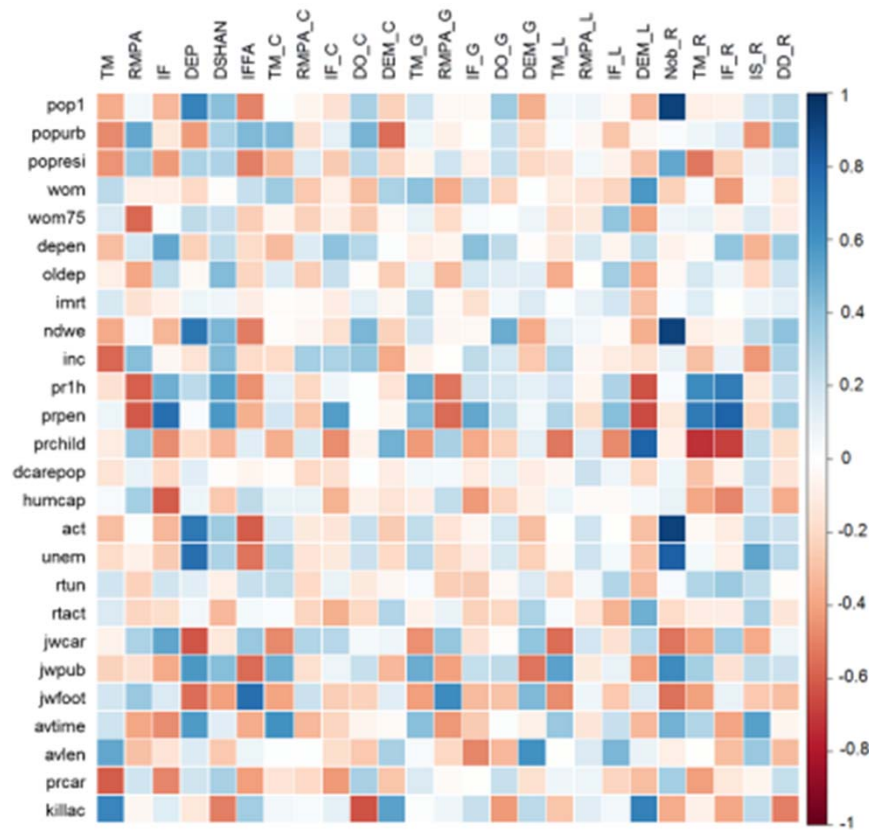
To reduce the dimensionality of data

~~64 uni-temporal + 89 bi-temporal metrics!~~
25 uni-temporal + 22 bi-temporal metrics

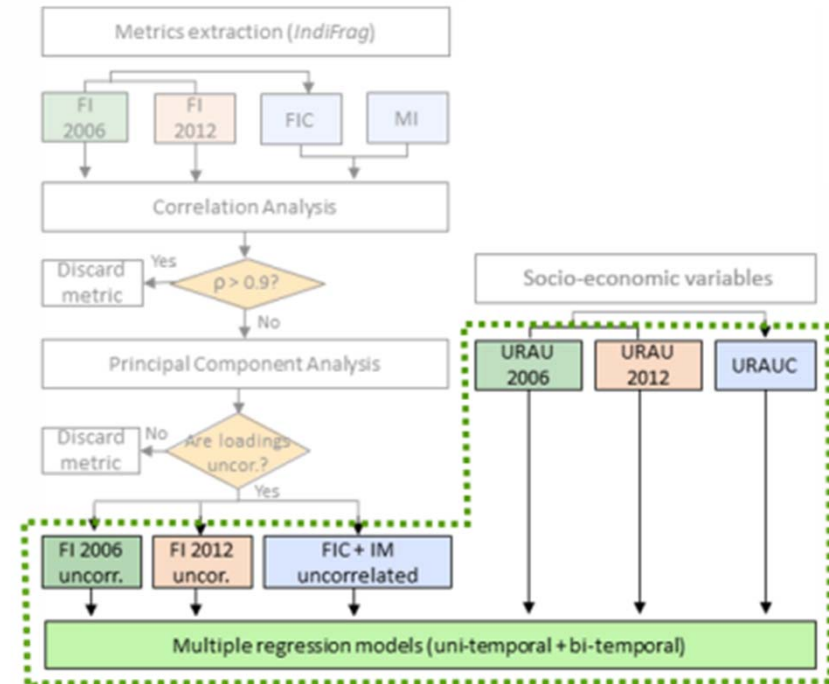
Group	Selected fragmentation indices	Level
Area and perimeter	Area (km ²)	f, lu
	Medium object size (m ²)	f, lu
	Gross leapfrog index (%)	lu
	Boundary dimension	lu
	Urban density (%)	f
Shape	Perimeter-area mean ratio	f, lu
	Shape index	f, lu
	Area-weighted mean fractal dimension	lu
Aggregation	Number of objects	lu
	Degree of coherence	lu
	Euclidean nearest neighbour mean distance (m)	lu
	Weighted standard distance (m)	f
	Effective mesh size (m ²)	f, lu
	Object density (Nob/km ²)	f,lu
Diversity	Radius dimension	lu
	Density-diversity	f, lu
	Shannon diversity	f
	Absolute functional fragmentation index	f
Multi-temporal	Land use change	f
	Infilling area (km ²)	lu
	Change rate or Urban expansion intensity (UEI) (%)	lu
	Mean Expansion Index	lu

» Modelling variables

An exploratory analysis of the **prediction** of the **socio-economic variables** based on urban land use fragmentation indices.



Correlation coefficients between IF and URAU from 2006



Stepwise multiple regression + AIC

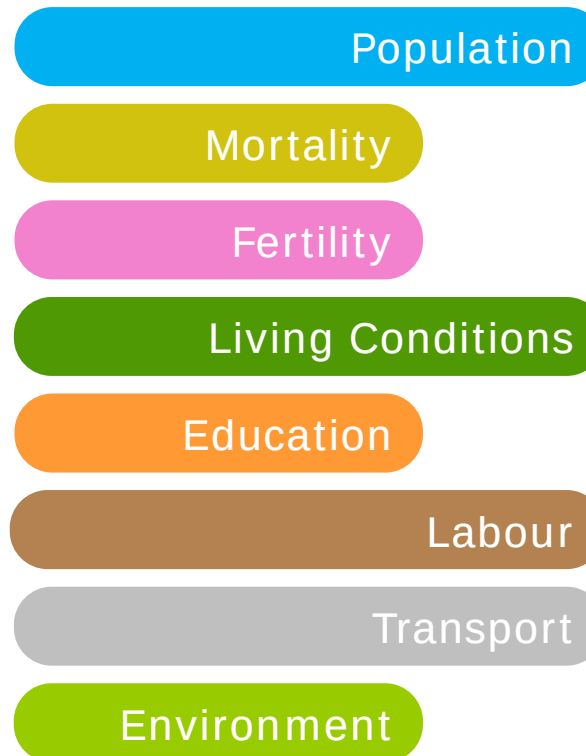


» Prediction models

Exploratory analysis – models with **coefficient of determination** (R^2) > 0.5

Number of observations from 25 to 65 FUAs

Dimensions



Population



Dependent variable	Date	Explanatory variables	Obs	Adjusted R ²
Population 1 st january	2006	DSHAN, Nob_R, TM_R	65	0.90
	2006	DEP, DSHAN, DEM_C	65	0.73
	2012	RMPA, DEM_C, TM_R, Nob_R	65	0.94
	2012	DEP, DSHAN, TM_C, DEM_C	65	0.77
Density in terms of urban surface (inh/km ²)	2006	RMPA, TM_C, DEM_C, RMPA_G, IF_L	65	0.79
	2012	TM, RMPA, IFFA, TM_C, DEM_G	65	0.71
	2006/2012	dDimB_C, dDEM_G, RC_C, RC_R	62	0.47
Density in terms of residential surface (inh/km ²)	2006	IF, IFFA, DEM_C, TM_R	65	0.80
	2012	RMPA, IFFA, DEM_C	65	0.56
Women per 100 men	2006	DSHAN, RMPA_G, DEM_L	62	0.52
	2012	TM_G, DEM_L	65	0.52
Women per 100 men > 75 years	2006	RMPA, DO_C, TM_L, DEM_L	49	0.59
	2012	DO_C, DO_G, DEM_L	64	0.55
	2006/2012	RC_C, RC_R	46	0.56
Age dependency ratio	2006/2012	dDEM_G, dTEM_R, Ainf_L	25	0.66

Explanatory variables

TM	Medium object size (m ²)
DimB	Boundary dimension
RMPA	Perimeter-area mean ratio
IF	Shape index
Nob	Number of objects
DEM	Euclidean nearest neighbour mean distance (m)
DEP	Weighted standard distance (m)
DO	Object density (Nob/km ²)
DSHAN	Shannon diversity
IFFA	Absolute functional fragmentation index
Ainf	Infilling area (km ²)
RC	Change rate or Urban expansion intensity (UEI) (%)

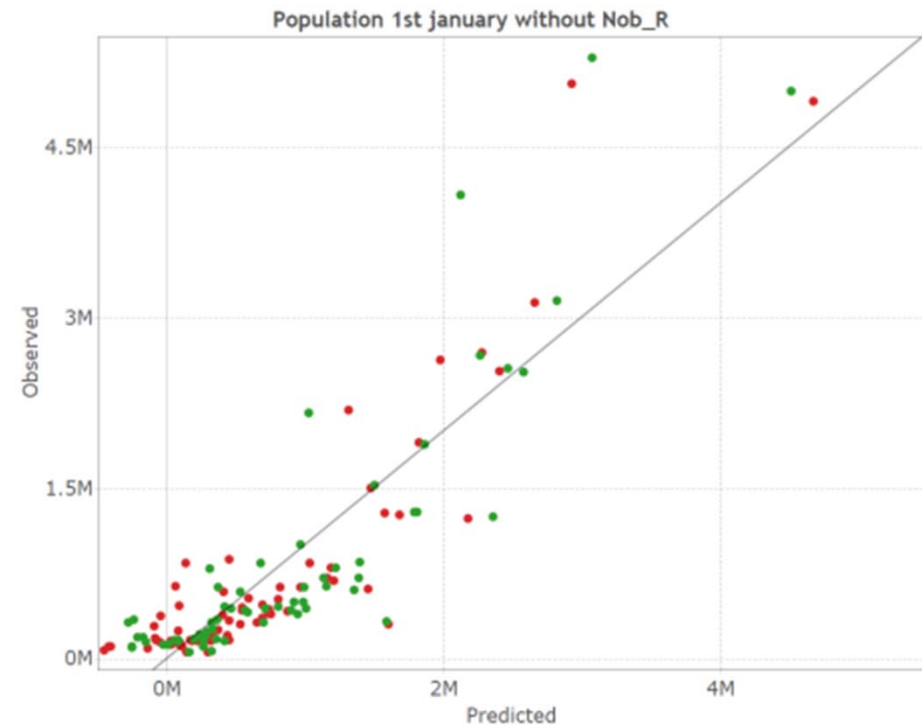
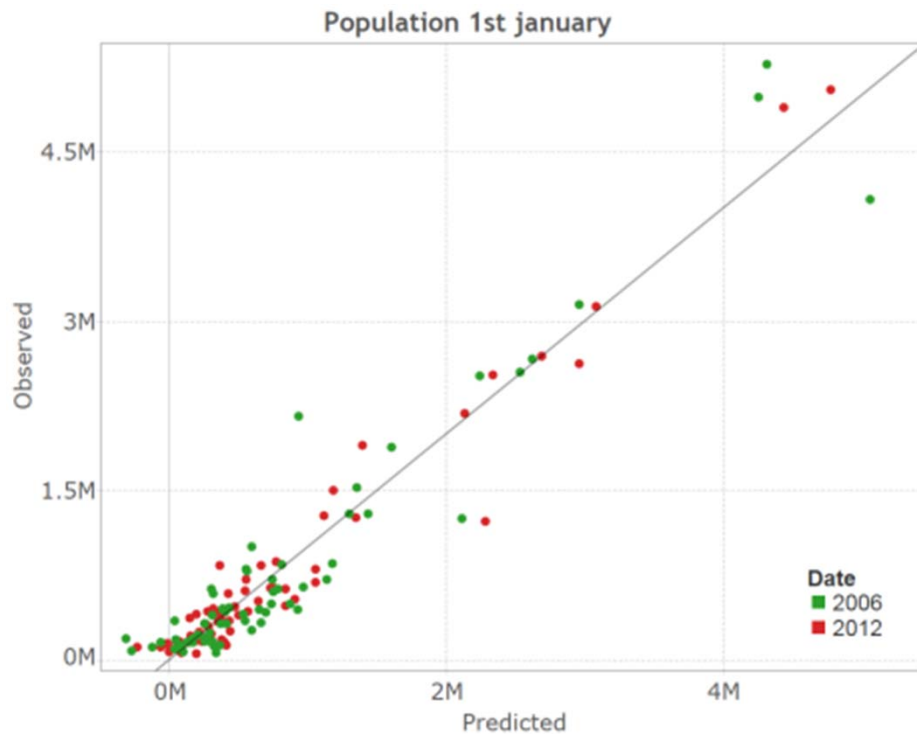
Population



Dependent variable	Date	Explanatory variables	Obs	Adjusted R ²
Population 1 st january	2006	DSHAN, Nob_R , TM_R	65	0.90
	2006	DEP, DSHAN, DEM_C	65	0.73
	2012	RMPA, DEM_C, TM_R, Nob_R	65	0.94
	2012	DEP, DSHAN, TM_C, DEM_C	65	0.77

Explanatory variables	
TM	Medium object size (m ²)
RMPA	Perimeter-area mean ratio
Nob	Number of objects
DEM	Euclidean nearest neighbour mean distance (m)
DEP	Weighted standard distance (m)
DSHAN	Shannon diversity

$$\rho^{Nob_R}_{pop1} = 0.92 !!$$



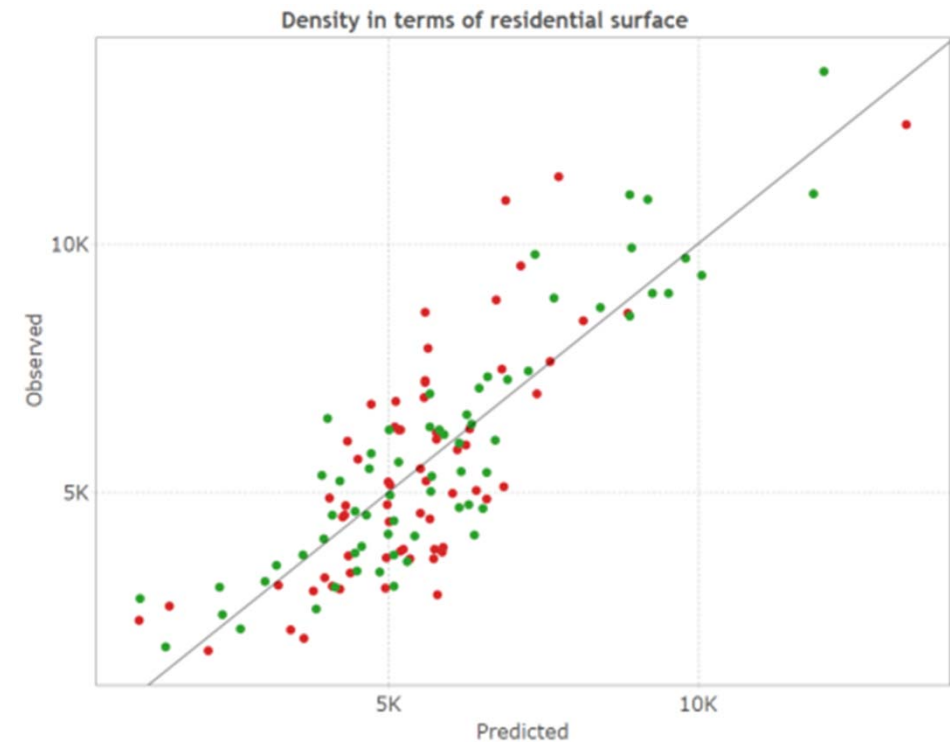
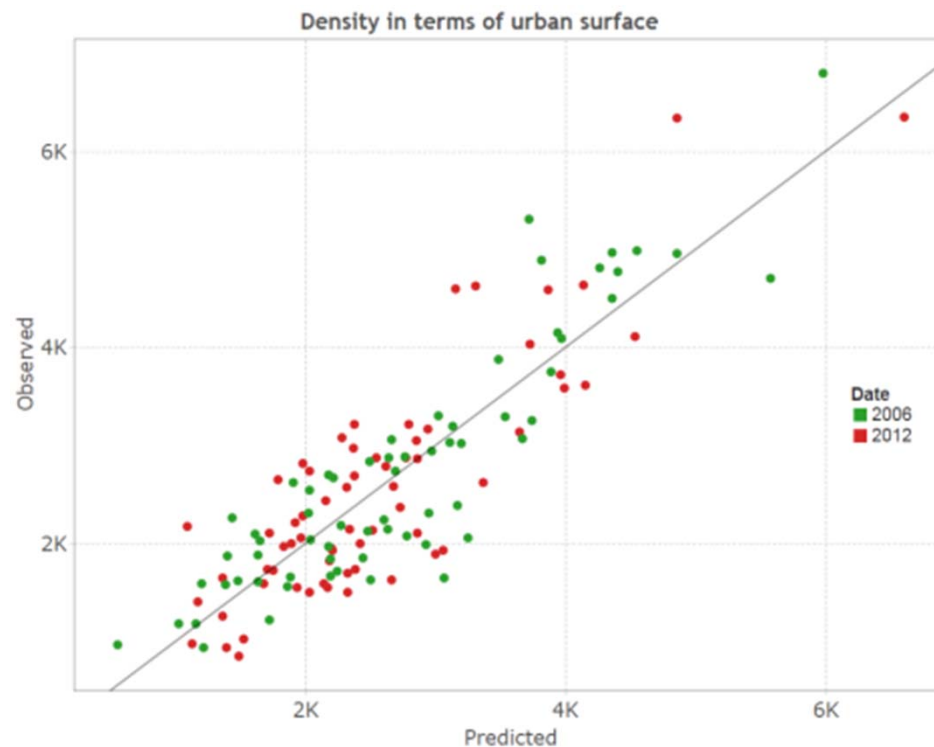
Population



Dependent variable	Date	Explanatory variables	Ob	Adjusted R ²
Density in terms of urban surface (inh/km ²)	2006	RMPA, TM_C, DEM_C, RMPA_G, IF_L	65	0.79
	2012	TM, RMPA, IFFA, TM_C, DEM_G	65	0.71
	2006/2012	dDimB_C, dDEM_G, RC_C, RC_R	62	0.47
Density in terms of residential surface (inh/km ²)	2006	DEM_C, TM_C, RMPA, IF_L	65	0.80
	2012	RMPA, IFFA, DEM_C	65	0.56

Explanatory variables

TM	Medium object size (m ²)
DimB	Boundary dimension
RMPA	Perimeter-area mean ratio
IF	Shape index
DEM	Euclidean nearest neighbour mean distance (m)
IFFA	Absolute functional fragmentation index
RC	Change rate or Urban expansion intensity (UEI) (%)



Living Conditions



Dependent variable	Date	Explanatory variables	Ob	Adjusted R ²
Number of conventional dwellings	2006	DSHAN, Nob_R , TM_R	58	0.91
	2006	DEP, TM_C, DO_C	58	0.81
	2012	RMPA, DEP, Nob_R , TM_R	54	0.94
	2012	DEP, DEM_C, TM_G	54	0.77
Median disposable annual household income	2006	TM, IF, DSHAN, TM_G, DO_G	25	0.73
	2012	TM, DSHAN, DO_G	27	0.71
	2006/2012	dTM_L, RC_R	25	0.65
Prop. of 1-person households	2006	DEP, IF_C, IF_L, IF_R	30	0.79
	2012	RMPA, DSHAN, TM_L, DD_R	33	0.62
Prop. of lone-pensioner households	2006	IF_R	28	0.63
	2012	TM_R	33	0.51
Prop. of households with children aged 0-17	2006	TM, DEM_L	30	0.79
	2012	RMPA, TM_L, DEM_L	33	0.62
	2006/2012	dTEM, RC_G	27	0.85

Explanatory variables

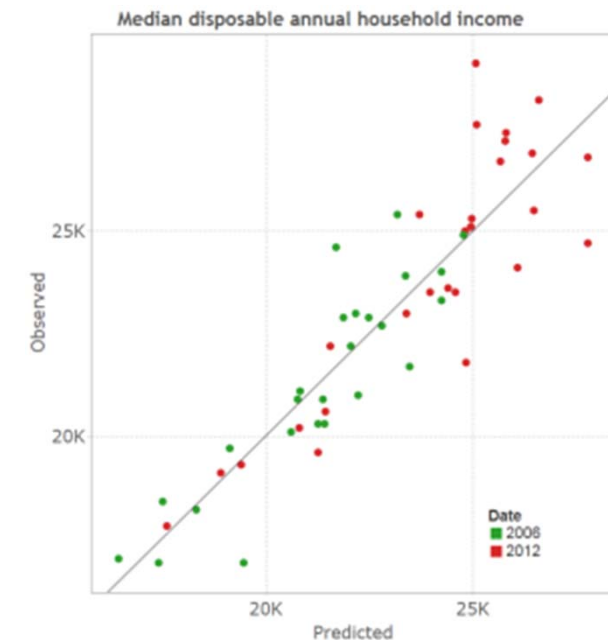
TM	Medium object size (m2)
RMP	Perimeter-area mean ratio
A	
IF	Shape index
Nob	Number of objects
DEM	Euclidean nearest neighbour mean distance (m)
DEP	Weighted standard distance (m)
TEM	Effective mesh size (m2)
DO	Object density (Nob/km2)
DD	Density-diversity
DSHA	Shannon diversity
N	
RC	Change rate or Urban expansion intensity (UEI) (%)

$$\rho_{ndwe_{pop1}}^{ndwe} = 0.99 !!$$

$$\rho_{pop1_change}^{ndwe_change} = 0.22 !!$$

Inequality in **urban** area growth and **population change**

Income – only German FUAs observables



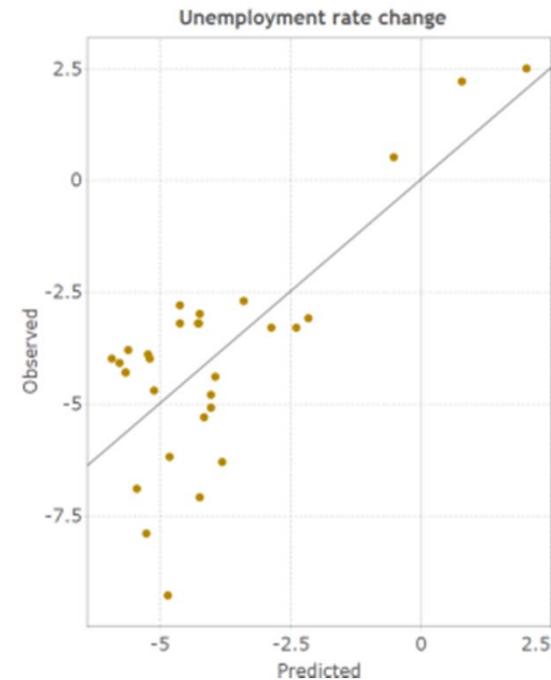
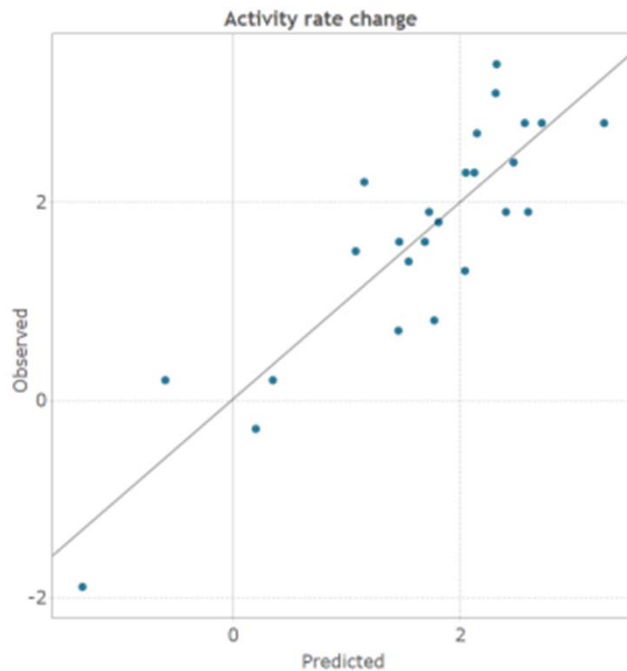
Labour



Dependent variable	Date	Explanatory variables	Ob	Adjusted R ²
Economically active population	2006	DEP, DEM_C, Nob_R, TM_R	54	0.92
	2006	DEP, DEM_C	54	0.78
	2012	DSHAN, Nob_R	31	0.95
	2012	DEP, DSHAN	31	0.85
Activity rate	2006/2012	dDEM_G, dDimB_L	25	0.75
Persons unemployed	2006	TM_C, Nob_R	46	0.72
	2006	DEP, DEM_C	46	0.69
	2012	TM_C, Nob_R	48	0.82
	2012	DEP, IFFA, DD_R	48	0.73
Unemployment rate	2006/2012	dDFP_G, RC_G	30	0.53

Explanatory variables

TM	Medium object size (m2)
DimB	Boundary dimension
DFP	Area-weighted mean fractal dimension
Nob	Number of objects
DEM	Euclidean nearest neighbour mean distance (m)
DEP	Weighted standard distance (m)
TEM	Effective mesh size (m2)
IFFA	Absolute functional fragmentation index
DD	Density-diversity
DSHAN	Shannon diversity
RC	Change rate or Urban expansion intensity (UEI) (%)





Mortality

Fertility

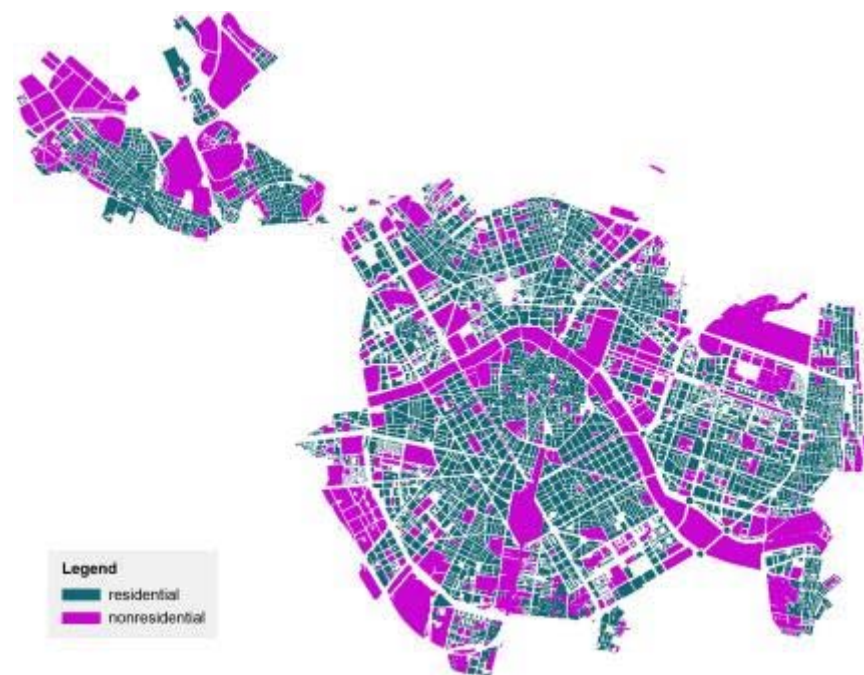
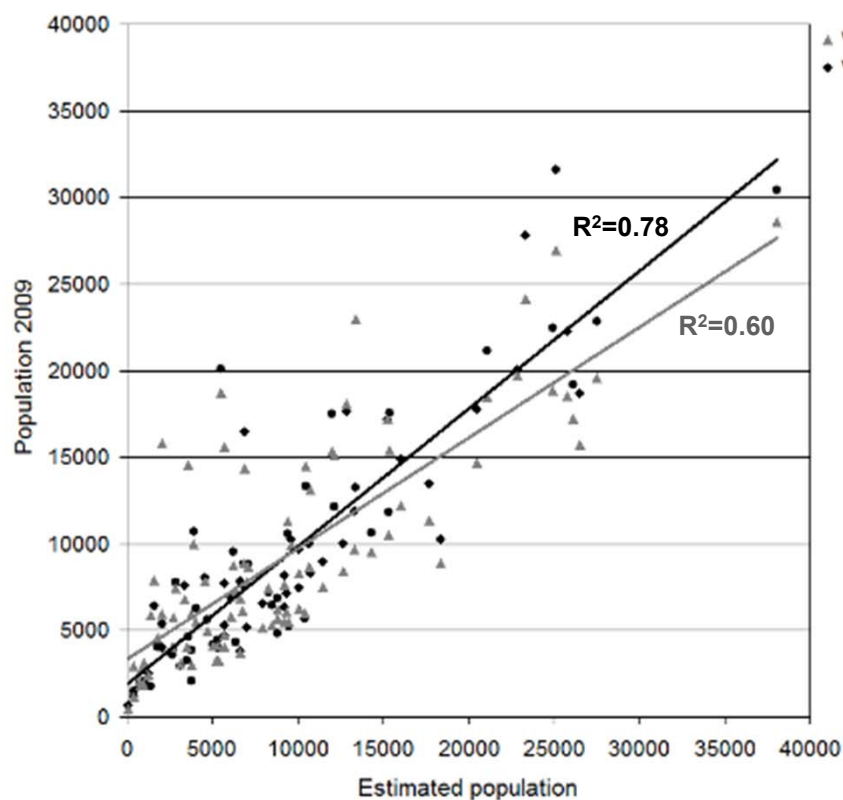
Education

Environment

- » Some socio-economic variables had **no significant relationship** with fragmentation metrics
- » Others are **not** yet **available**
- » **Urban Audit:** new variables will appear soon, such as **basic amenity** indicators and **poverty** related variables
- » **Urban Atlas:** completed in 2016

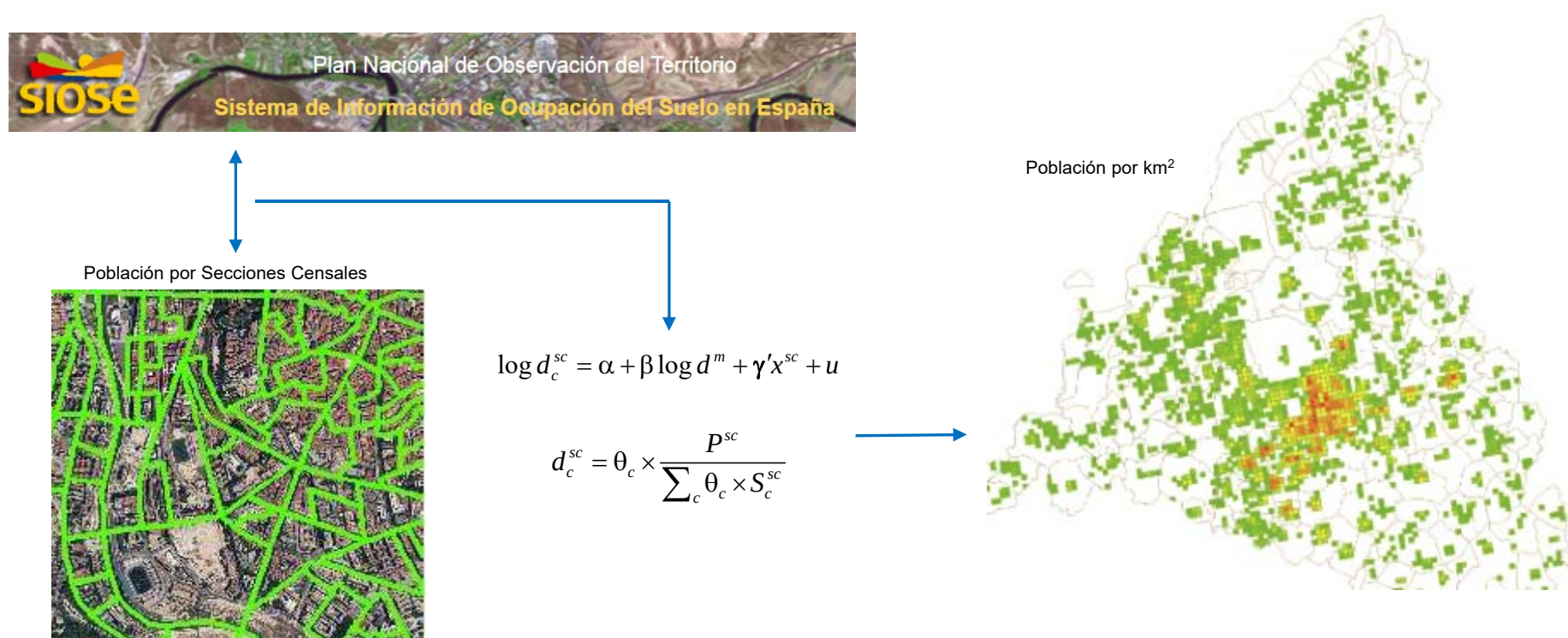
Estimación de la población

- » Población estimada vs. Real (nivel barrio): considerando (a) el volumen de todos los edificios, y (b) únicamente el de aquellos con uso residencial



Desagregación espacial de la población (*)

- Desagregación espacial de la población a formato de *grid* estándar europeo con resolución de 1km².



(*) Goerlich, F.J. y Cantarino, I, 2013. A population density grid for Spain. *International Journal of Geographical Information Science*, pp. 2247-2263.



ESTADÍSTICOS DE LA GRID

Área terrestre - km² 502.541
Población total - Padrón 2010 47.021.031
Población en la grid 46.787.184 (99,5%)
Celdas habitadas en la grid 94.440 (18,8%)
Habitantes por km² de área terrestre 93
Habitantes por km² habitado 495
Máxima población en celda habitada 54.228

FUENTE:

El área total se obtiene de ArcGIS 9.3 a partir del fichero de líneas de límite municipales del IGN (Mayo 2011), originariamente en coordenadas geográficas, WGS84 para Canarias y ETRS89 para el resto, y proyección LAEA.

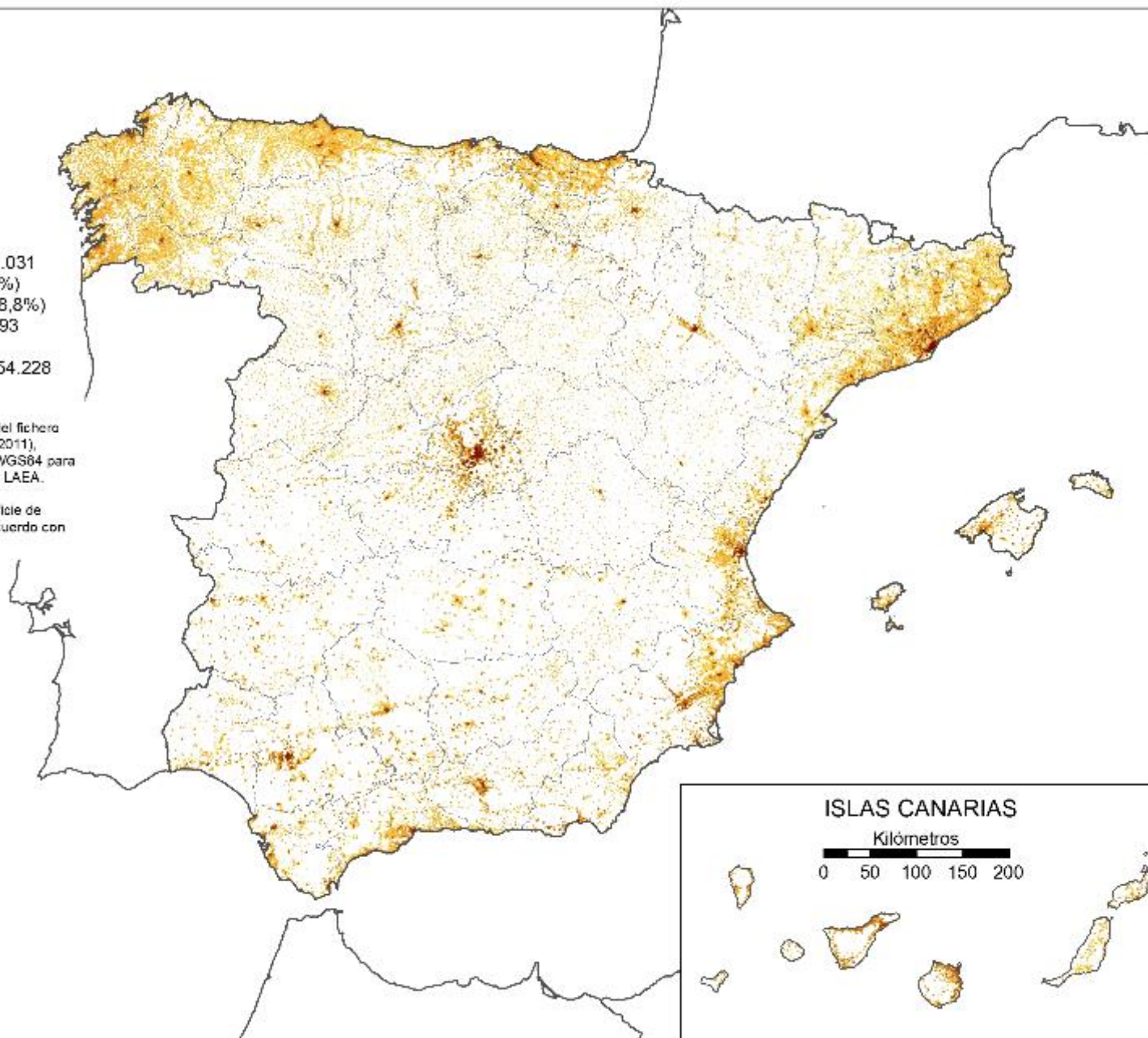
El área terrestre deduce del área total la superficie de Cobertura de Agua (500) de SIOSE2005, de acuerdo con las recomendaciones de Eurostat.

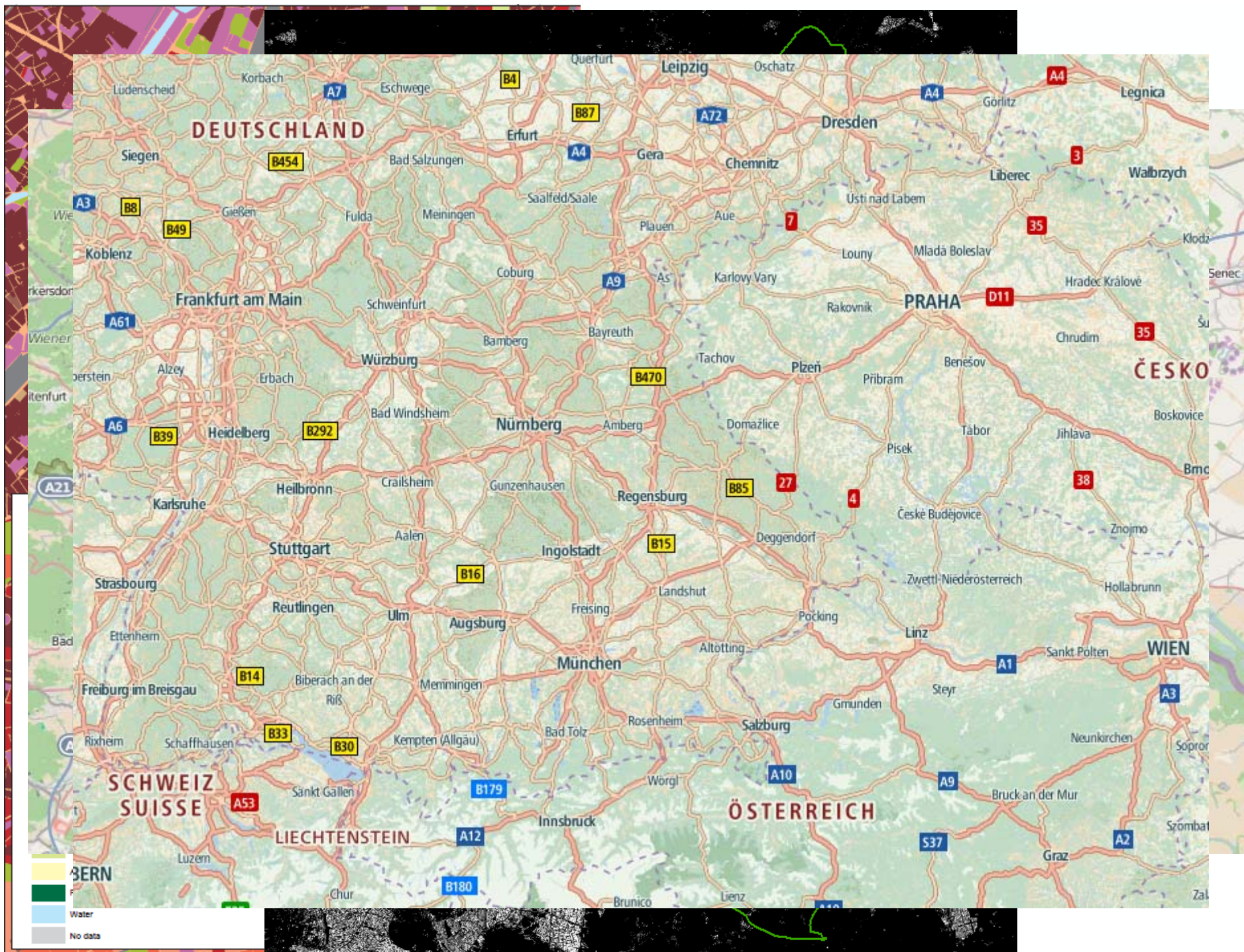
Habitantes por km²

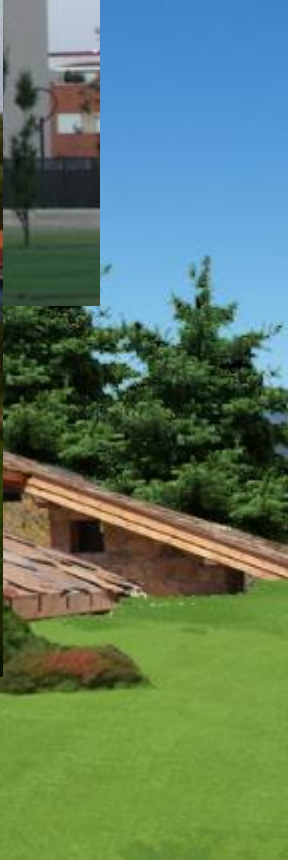
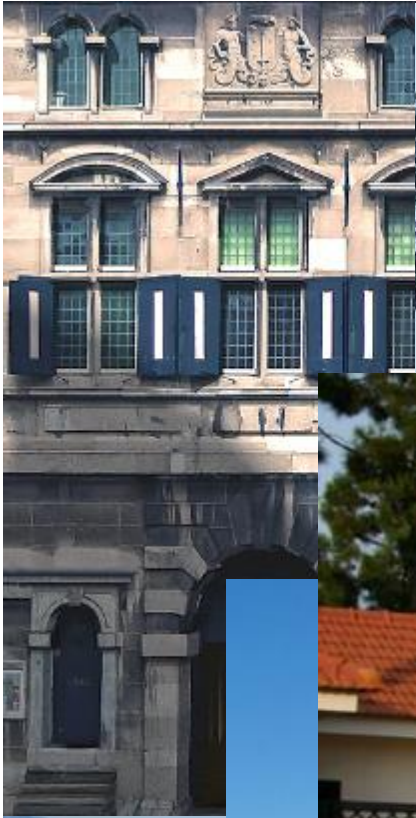
-  Deshabitado
-  1 - 5
-  6 - 10
-  11 - 50
-  51 - 100
-  101 - 500
-  501 - 1.000
-  1.001 - 5.000
-  5.001 - 10.000
-  10.001 - 25.000
-  25.001 - 55.000

Kilómetros
0 50 100 150 200

Proy. LAEA. Datum ETRS 1989

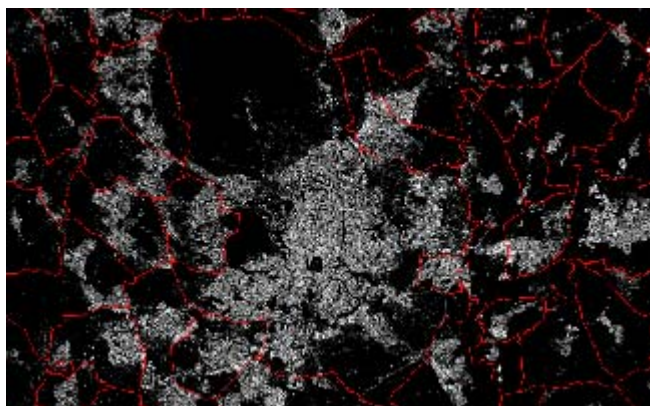




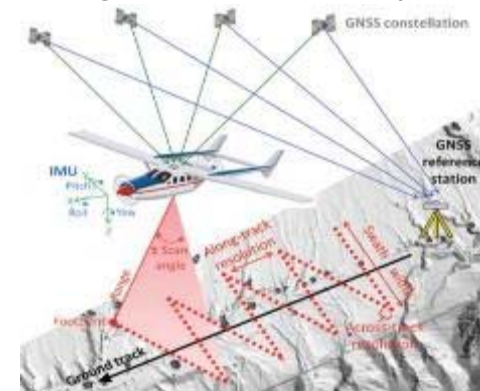
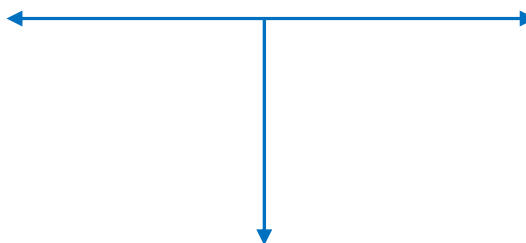


Desagregación espacial de la población por volúmenes con datos LIDAR (*)

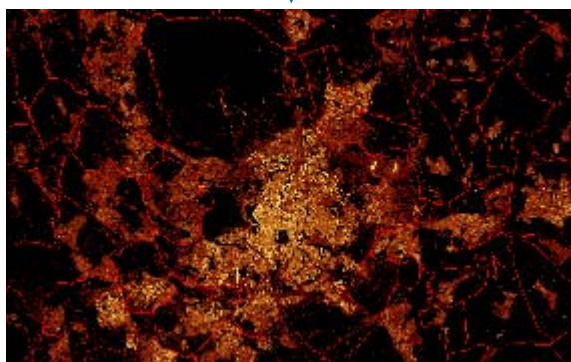
- Desagregación espacial de la población a formato de *grid* estándar europeo con resolución de 1km² a partir de volúmenes edificados y cartografía temática (SIOSE)



European Settlement Map resolución 10m: Building density



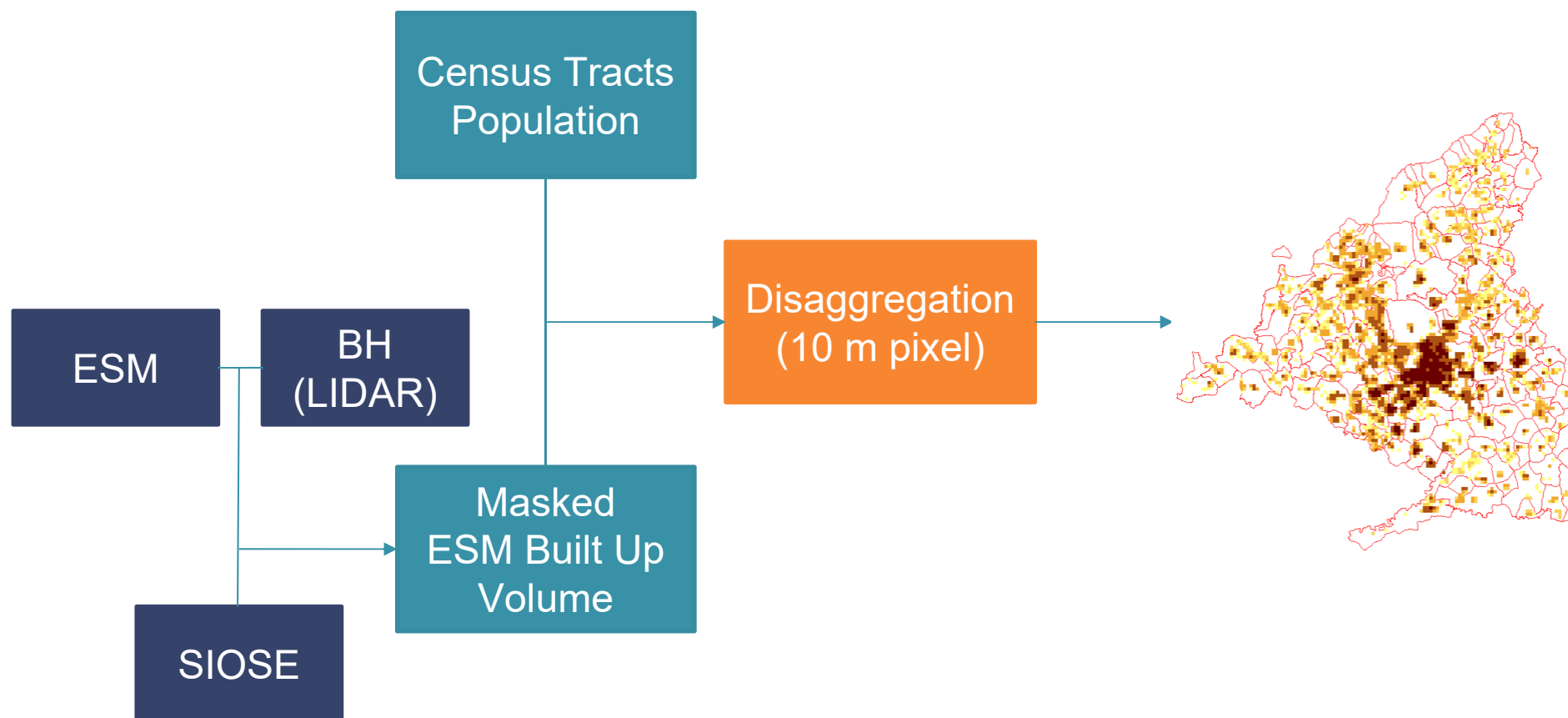
Fuente: Fernández, J.C. *Lifting the Canopy Veil* maging Notes, 26: 2, 2011



European Settlement Map resolución 10m:
Building volume

(*) Goerlich, F.J.. Una aproximación volumétrica a la desagregación espacial de la población combinando cartografía temática y datos LIDAR. *Revista de Teledetección*, pp. 147-163.

Desagregación espacial de la población por volúmenes con datos LIDAR (*)



(*) Goerlich, F.J. 2016. Una aproximación volumétrica a la desagregación espacial de la población combinando cartografía temática y datos LIDAR. *Revista de Teledetección*, pp. 147-163.

Muchas gracias por su atención
¿Preguntas?