

# El proyecto ITAREO y las perspectivas post-ITAREO

Paolo Gamba, Università di Pavia



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Esquema de la charla

- El proyecto ITAREO y los ODS-ONU
- Indicadores para ONU-ODS 2 – Hambre cero
- Indicadores para ONU-ODS 6 – Agua limpia y saneamiento
- Indicadores para ONU-ODS 9 – Industria, innovación e infraestructura
- Indicadores para ONU-ODS 11 – Ciudades sostenibles
- Indicadores para ONU-ODS 15 – Vida de ecosistemas terrestres
- Conclusiones



UNIVERSITÀ DI PAVIA

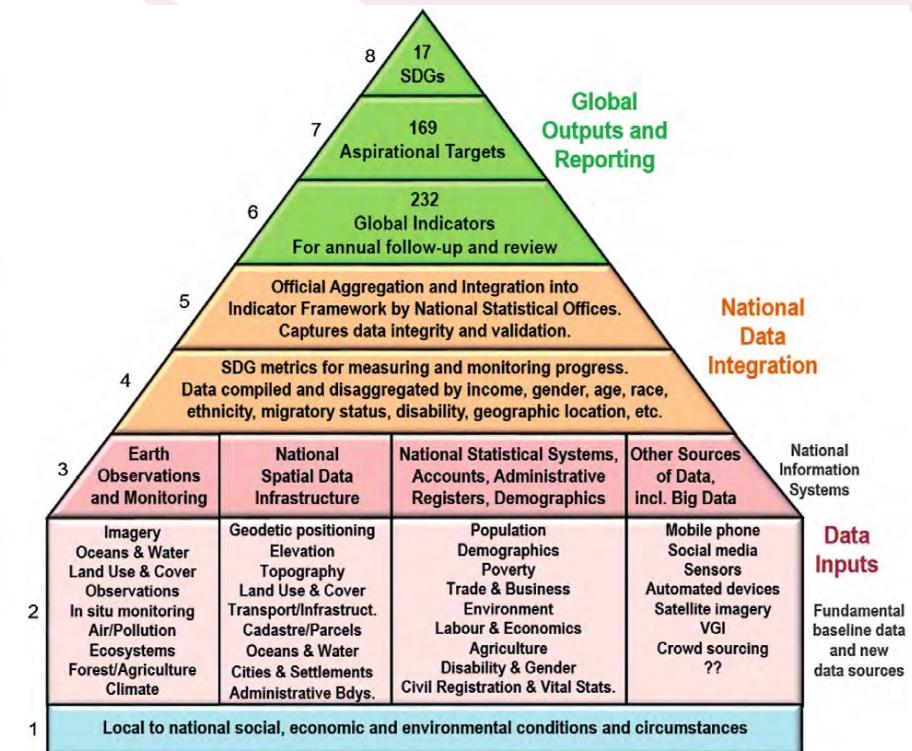


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

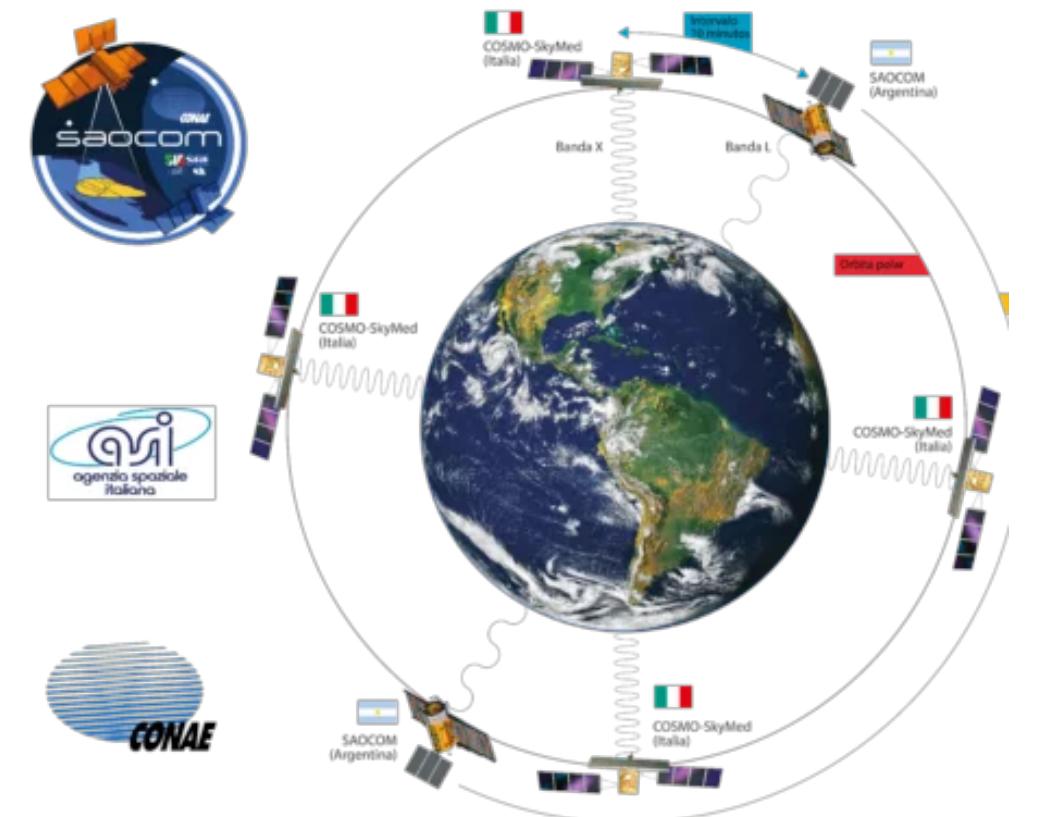
# ONU-OSD y Observación de la Tierra



Un 20% de los indicadores de estado (distancia o cercanía) de los ecosistemas respecto a los **objetivos globales de desarrollo sostenible 2030** establecidos por las Naciones Unidas (ONU-ODS) se pueden obtener utilizando datos e imágenes de teledetección

# El Proyecto ITAREO

- El proyecto ITAREO se propone dar un paso más en la colaboración plurianual entre Italia y Argentina, desarrollando un sistema de análisis conjunto de datos satelitales gestionados por los dos países, proporcionando nuevos instrumentos para el monitoreo de los objetivos ONU de manera integrada y eficiente.



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# ITAREO y los objetivos ONU de desarrollo sostenible

- Para alcanzar estos objetivos se ha establecido un grupo bilateral de investigación, coordinado en Italia por la Universidad de Pavía y en Argentina por el Instituto Gulich (perteneciente a la CONAE y la Universidad Nacional de Córdoba -UNC).
- En particular el grupo ha empezado, a través de metodologías de aprendizaje automático y fusión de datos, a extraer información geoespacial útil para medir y monitorear algunos indicadores ONU-ODS como:
  - n. 2 (Hambre Cero), 6 (Agua y Saneamiento), 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), 11 (Ciudades) y 15 (Vida en la Tierra).



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE

# Esquema de la charla

- El proyecto ITAREO y los ODS-ONU
- Indicadores para ONU-ODS 2 – Hambre cero
- Indicadores para ONU-ODS 6 – Agua limpia y saneamiento
- Indicadores para ONU-ODS 9 – Industria, innovación e infraestructura
- Indicadores para ONU-ODS 11 – Ciudades sostenibles
- Indicadores para ONU-ODS 15 – Vida de ecosistemas terrestres
- Conclusiones



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# ITAREO y ONU-ODS n. 2: Hambre Cero

Mapa actualizado de las áreas cultivadas (diferenciando los **tipos de cultivo**), creado mediante la **integración de datos SAR** (registrados por Cosmo/SkyMed-COnstellation of small Satellites for Mediterranean basin Observation y SAOCOM Sistema Satelital Argentino para la Gestión de Emergencias) y datos gratuitos (SAR y **MSI**) registrados por Sentinel (constelación europea), mediante técnicas de **fusión de datos y aprendizaje automático**.



UNIVERSITÀ DI PAVIA



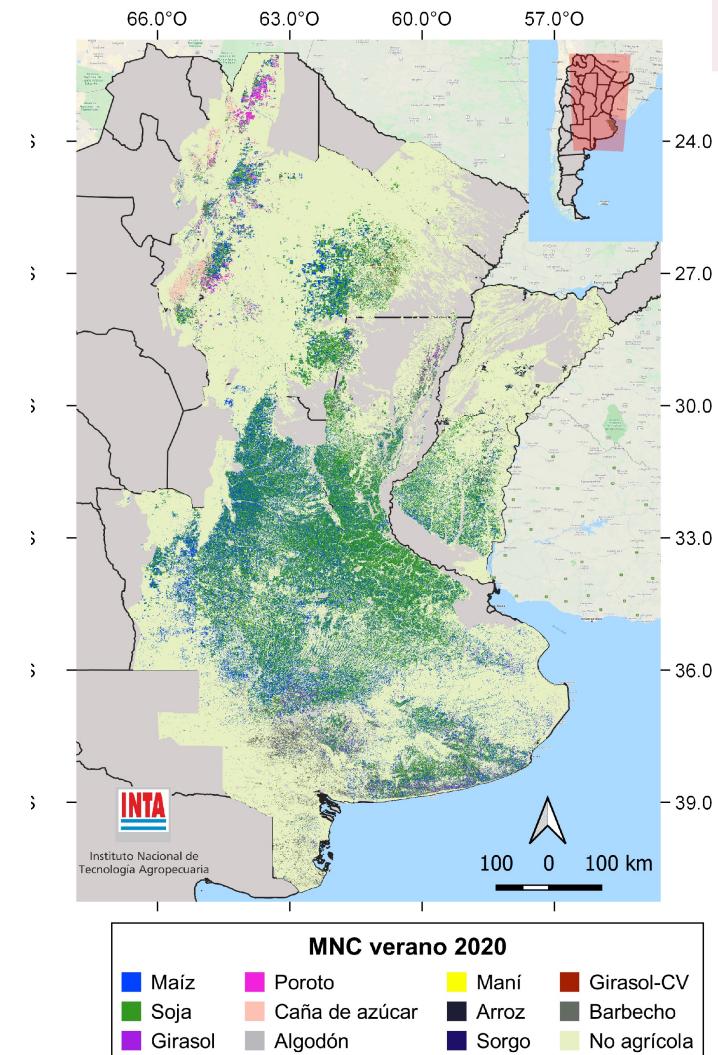
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Clasificación de cultivos - Provincia de Córdoba

- Los datos de verdad a tierra han sido extraídos de mapas actualizados y con buena precisión obtenidos por clasificación de imágenes Landsat-8 (fuente INTA 2020- Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias).
- Los puntos de formación / validación del algoritmo de clasificación han sido elegidos en áreas homogéneas y amplias donde la clasificación disponible no mostraba "incertidumbres".
- La clasificación de los píxeles se ha realizado utilizando el algoritmo "Random Forest" aplicada a series multitemporales de imágenes MSI (S2, L2A) y SAR (S1-GRD) y ha sido implementada sobre la plataforma Google Earth Engine.



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Invierno 2019 – SENTINEL-1 Y 2 y LANDSAT 8



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Esquema de la charla

- El proyecto ITAREO y los ODS-ONU
- Indicadores para ONU-ODS 2 – Hambre cero
- Indicadores para ONU-ODS 6 – Agua limpia y saneamiento
- Indicadores para ONU-ODS 9 – Industria, innovación e infraestructura
- Indicadores para ONU-ODS 11 – Ciudades sostenibles
- Indicadores para ONU-ODS 15 – Vida de ecosistemas terrestres
- Conclusiones



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE

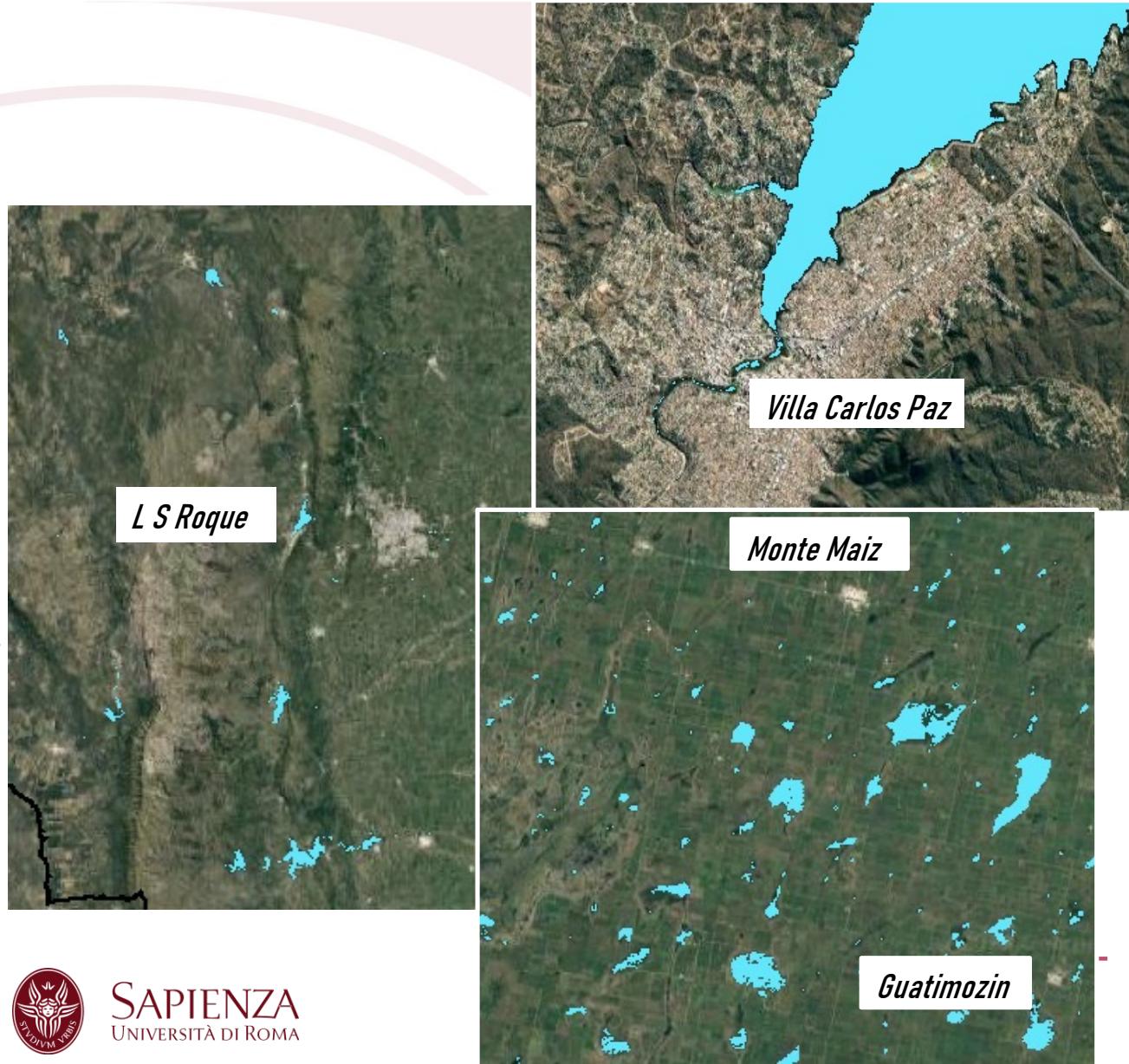


SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# ITAREO y ONU-ODS

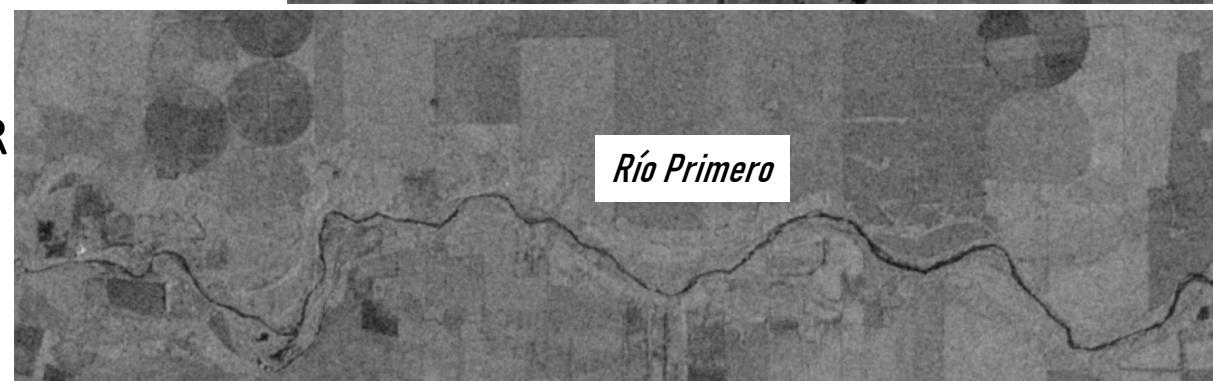
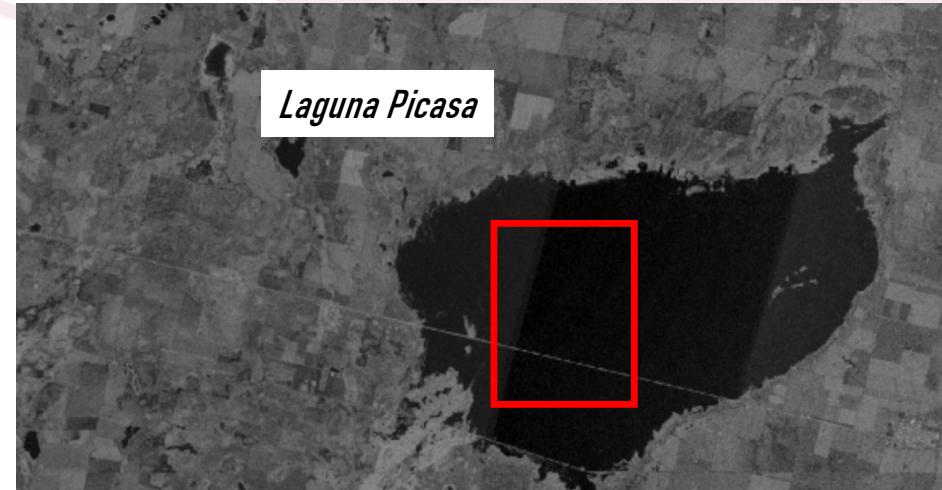
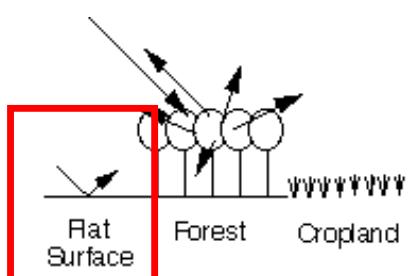
## n. 6: Agua limpia y saneamiento

- Mapa de aguas interiores y su calidad utilizando Sentinel 1 y sensores hiperespectrales utilizando datos del sensor italiano PRISMA con técnicas de desmezcla, aprendizaje automático y extracción de características.
- Se desarrollaron algoritmos compatibles con la misión hiperespectral PRISMA



# SAR & extensiones de agua

- SAR
  - independiente de la cobertura de nubes
- SAR y extensiones de agua :
  - bajos valores de retrodispersión
  - regiones oscuras en imágenes SAR



UNIVERSITÀ DI PAVIA

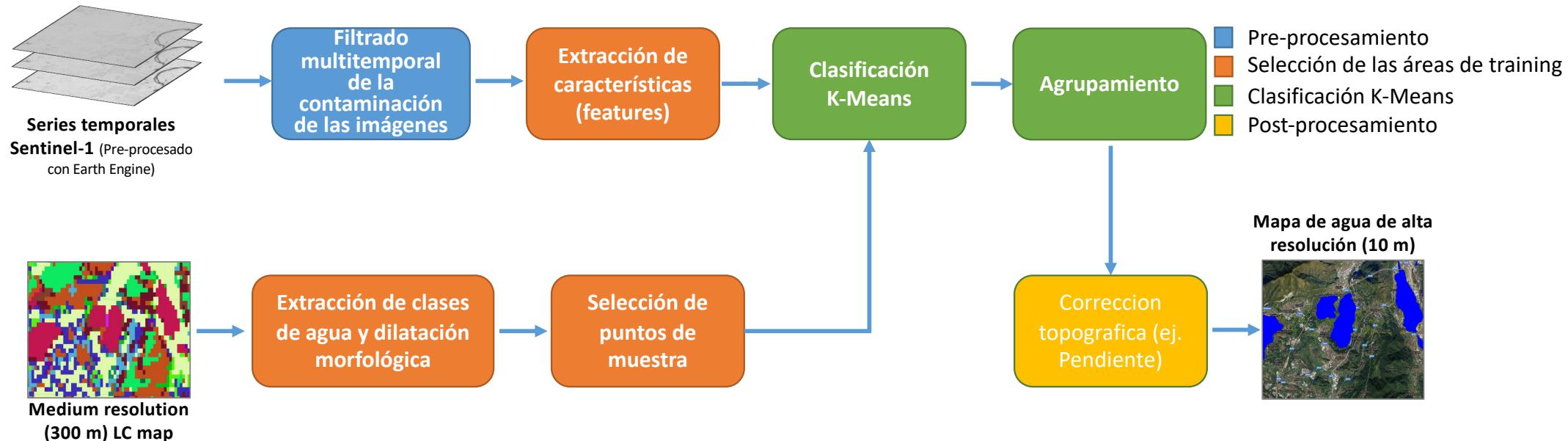


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



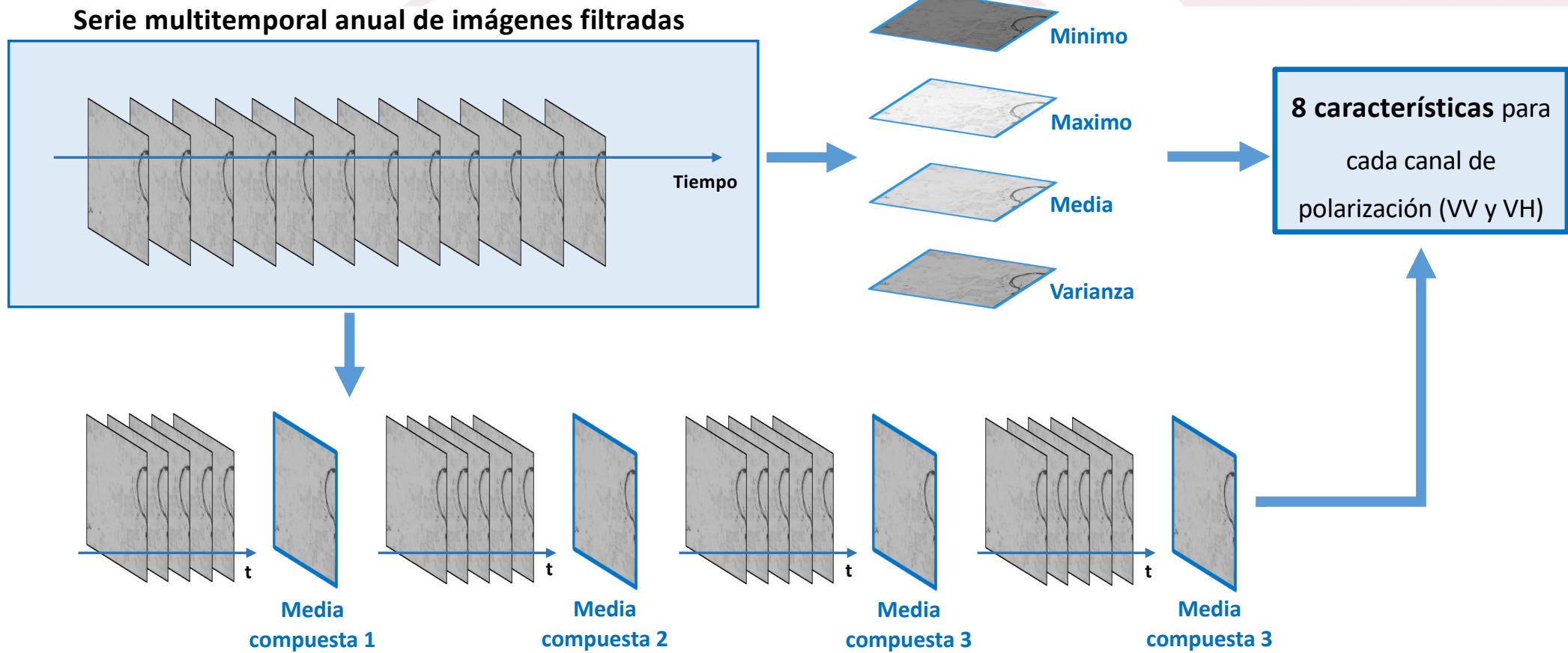
SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Esquema de la metodología de mapeo del agua



Una vez seleccionada la ficha de interés de la cual extraer las masas de agua, el sistema **genera automáticamente** el mapa de salida.

# Extracción de características



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Agrupación y extracción automática de agua

Grupo 1

	Min	Max	Mean	Var.	Seas. 1	Seas. 2	Seas. 3	Seas. 4
$\vec{f_{c1}}$								

Grupo 2

	Min	Max	Mean	Var.	Seas. 1	Seas. 2	Seas. 3	Seas. 4
$\vec{f_{c2}}$								

Grupo 3

	Min	Max	Mean	Var.	Seas. 1	Seas. 2	Seas. 3	Seas. 4
$\vec{f_{c3}}$								

Grupo 4

	Min	Max	Mean	Var.	Seas. 1	Seas. 2	Seas. 3	Seas. 4
$\vec{f_{c4}}$								

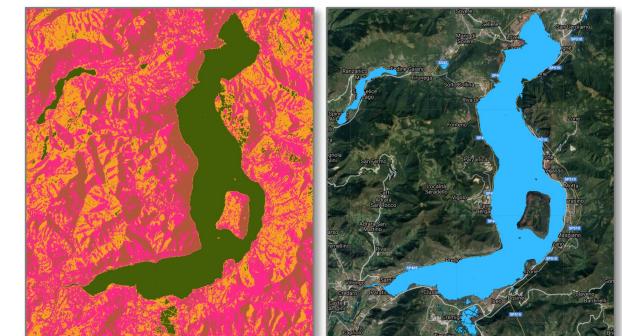
Distancia euclídea  
entre cada grupo y el vector  
de agua de referencia

$$d = \sqrt{\sum_{n=1}^N \left( \vec{f_{ci}}(n) - \vec{f^W}(n) \right)^2}$$

Grupo 3 - Agua

	Min	Max	Mean	Var.	Seas. 1	Seas. 2	Seas. 3	Seas. 4
$\vec{f_{c3}}$								

El grupo con la **distancia más  
baja** está asociado a la clase  
agua.



UNIVERSITÀ DI PAVIA

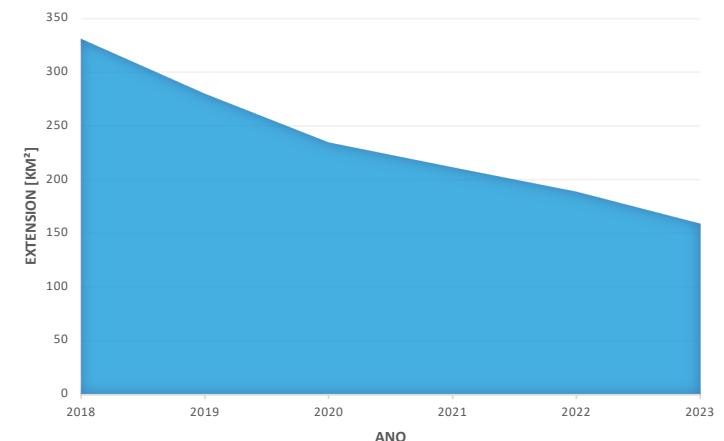
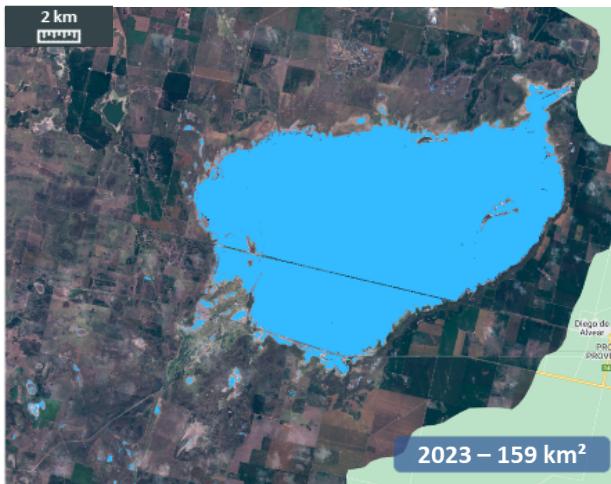
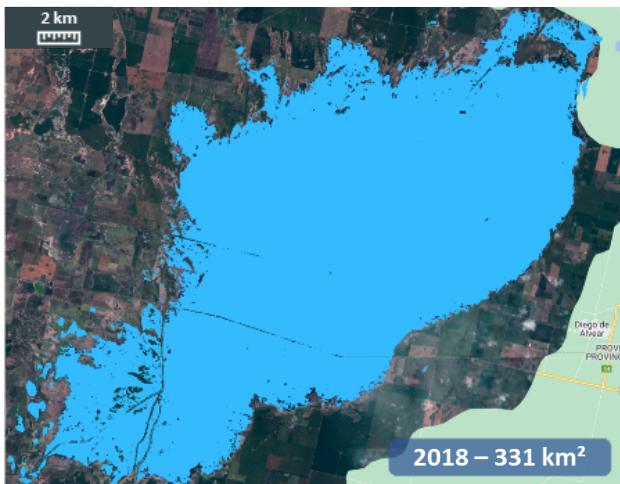


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Tendencia temporal (Laguna Picasa)

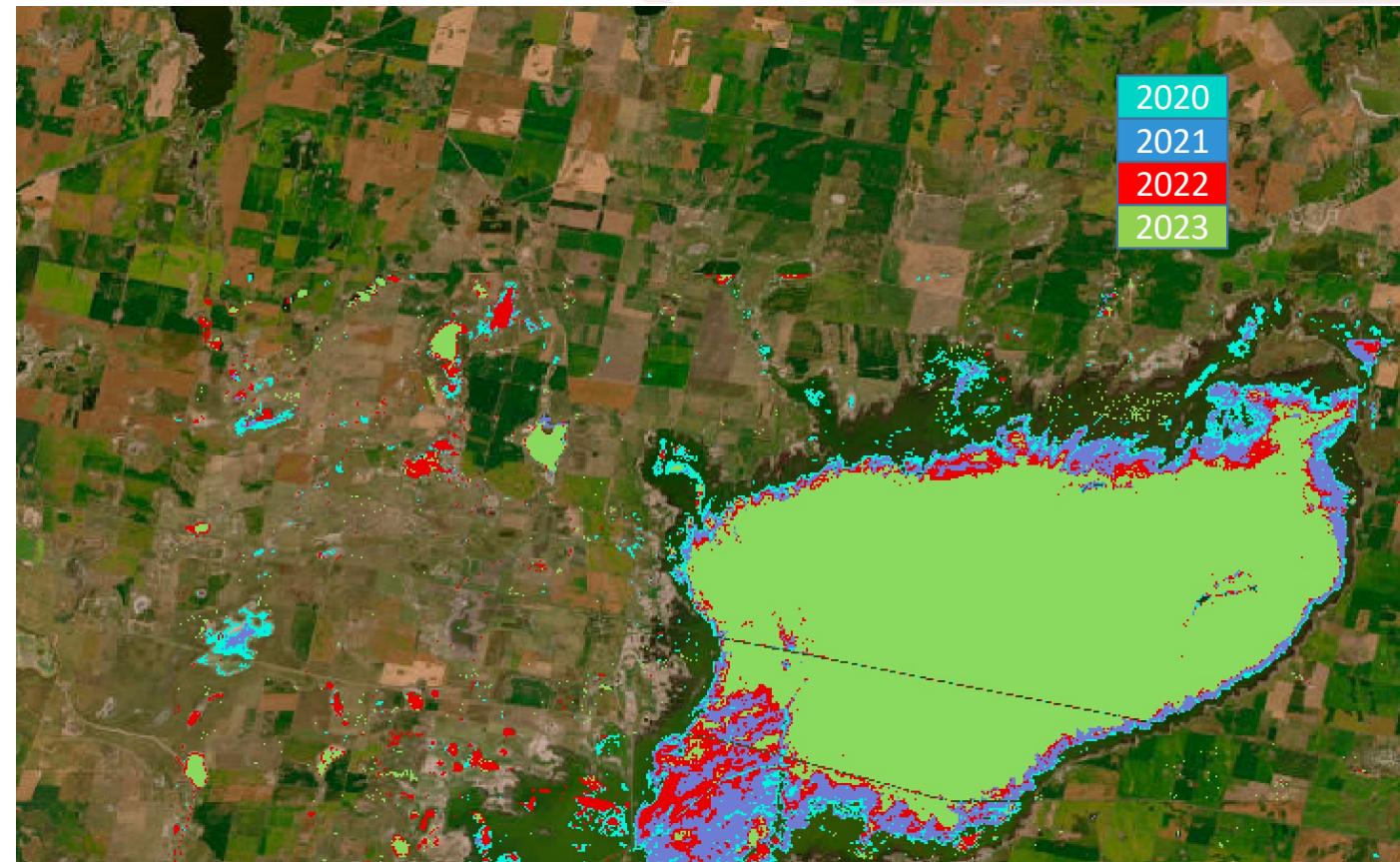


Comparación visual con reducción dramática de la Laguna La Picasa. A la derecha, gráfico que muestra la tendencia de la superficie en los últimos seis años. Datos obtenidos con la serie temporal Sentinel-1.

# Tendencia temporal (Laguna Picasa)

La extensión de los cuerpos hídricos y la calidad de las aguas en las llanuras están disminuyendo, muy probablemente como consecuencia del cambio del clima (precipitaciones concentradas en eventos extremos y aumento de las temperaturas – mayor evaporación).

Extensión de los cuerpos hídricos en el tiempo



UNIVERSITÀ DI PAVIA



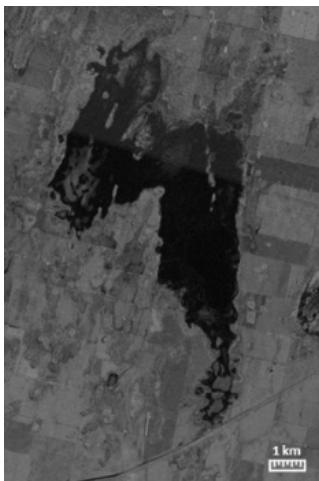
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

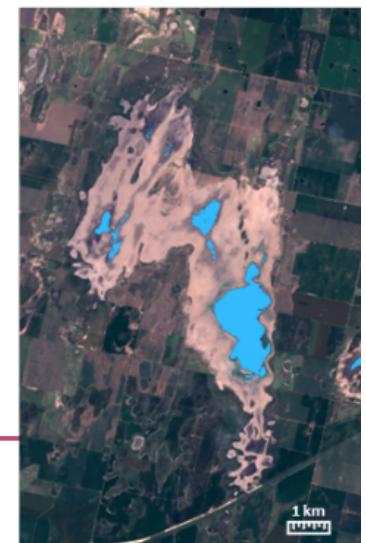
# Mejoramiento por medio de fusión de datos

- Se aplica clustering a la información extraída de los datos SAR combinados con los valores medios en el tiempo de los índices NDVI y NDWI extraídos de los dato Sentinel- 2 y el valor máximo, mínimo y la varianza de las bandas RGB en el periodo de tiempo de interés.



*A la izquierda la imagen del SAR Sentinel-1, al centro la imagen óptica captada por los sensores Sentinel-2 y a finalmente la elaboración del modelo de extracción, con clasificación incorrecta de los cuerpos de agua al interior de la laguna.*

*A la derecha, los resultados mejorados obtenidos usando SAR y datos multiespectrales juntos.*



UNIVERSITÀ DI PAVIA

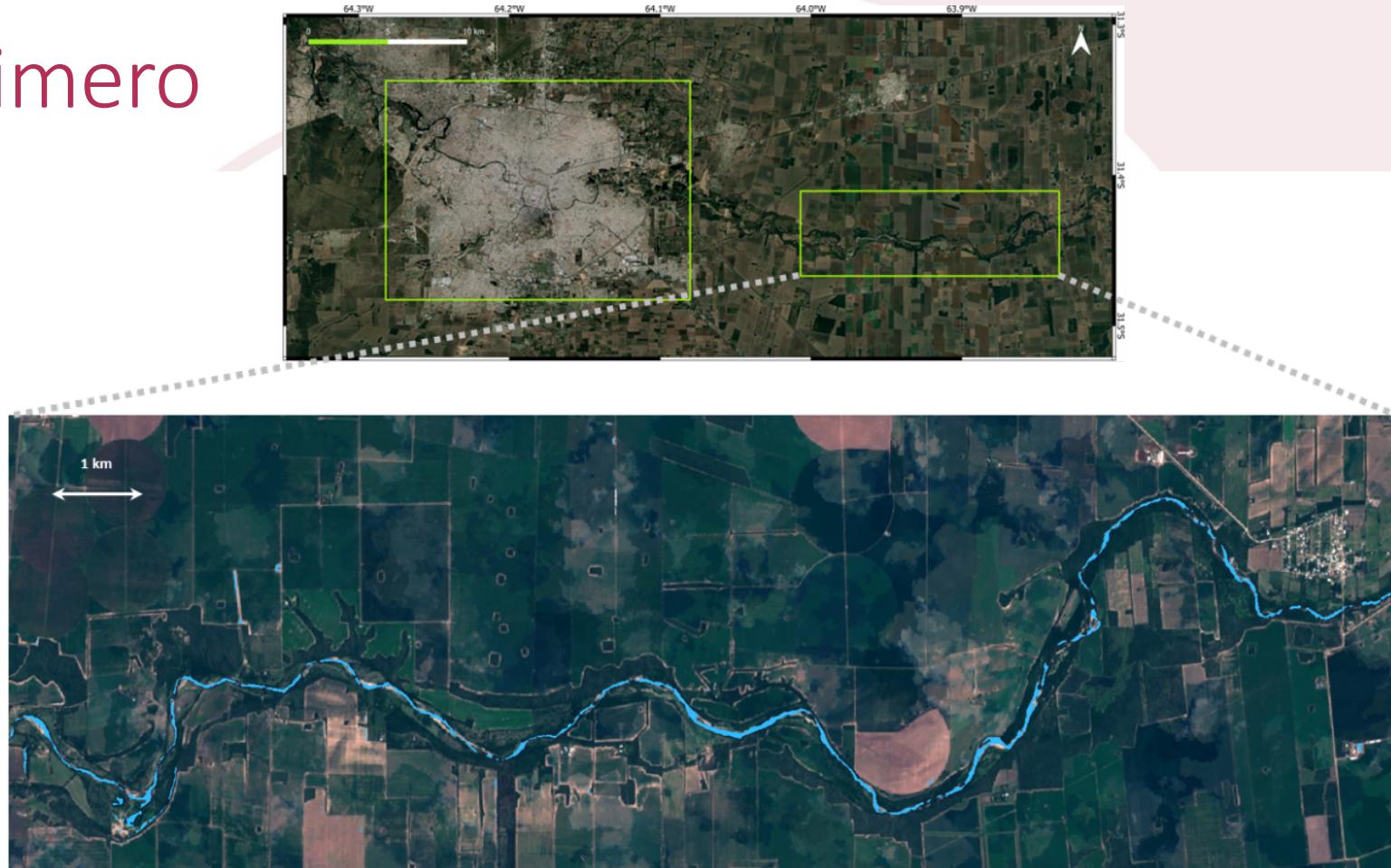


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DELL'AMPITRA

# Río Primero



Monitoreo del río Primero en un contexto rural. Extracción en secuencias de Sentinel-1, enero-abril de 2021



UNIVERSITÀ DI PAVIA

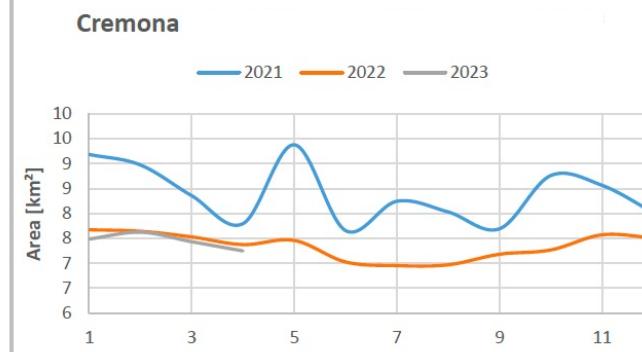
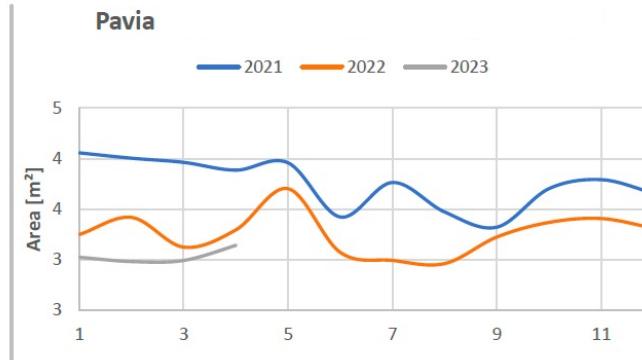


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Monitoreo de río Po en el norte de Italia



UNIVERSITÀ DI PAVIA

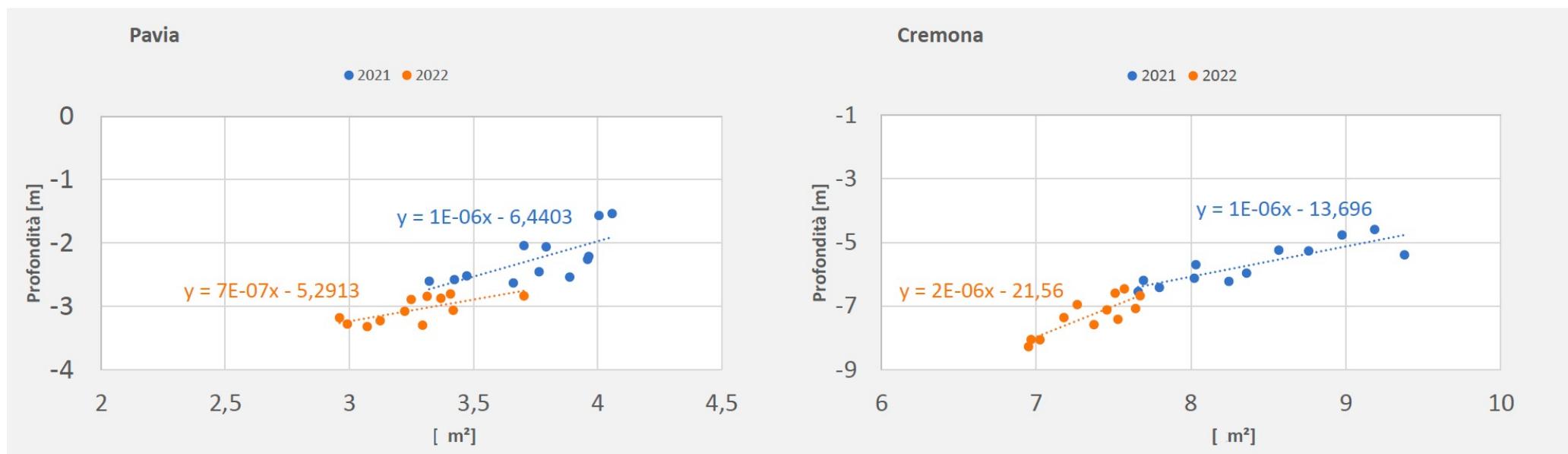


UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Correlación entre la superficie del agua y las medidas de las boyas en el río Po



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Esquema de la charla

- El proyecto ITAREO y los ODS-ONU
- Indicadores para ONU-ODS 2 – Hambre cero
- Indicadores para ONU-ODS 6 – Agua limpia y saneamiento
- Indicadores para ONU-ODS 9 – Industria, innovación e infraestructura
- Indicadores para ONU-ODS 11 – Ciudades sostenibles
- Indicadores para ONU-ODS 15 – Vida de ecosistemas terrestres
- Conclusiones



UNIVERSITÀ DI PAVIA



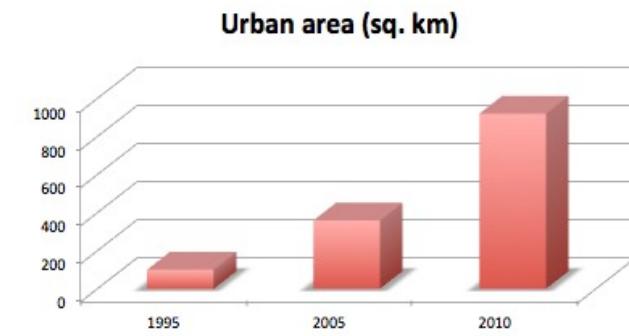
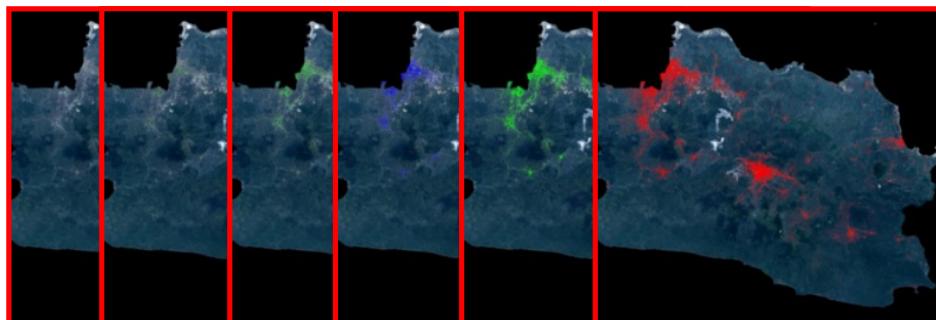
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

## ITAREO y ONU-ODS n. 9: Industria, innovación e infraestructura, y n. 11: Ciudades y comunidades sostenibles

- Mapeo de las áreas periurbanas y rurales habitadas a través del análisis integrado de datos nacionales de alta resolución sobre la red vial y de datos Cosmo-SkyMed, SAOCOM y Sentinel-1.
- Mapa actualizado de las áreas urbanas, mediante el uso conjunto de datos radar de banda X y banda L con técnicas de fusión de datos y aprendizaje automático.



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Esquema de la charla

- El proyecto ITAREO y los ODS-ONU
- Indicadores para ONU-ODS 2 – Hambre cero
- Indicadores para ONU-ODS 6 – Agua limpia y saneamiento
- Indicadores para ONU-ODS 9 – Industria, innovación e infraestructura
- Indicadores para ONU-ODS 11 – Ciudades sostenibles
- Indicadores para ONU-ODS 15 – Vida de ecosistemas terrestres
- Conclusiones



UNIVERSITÀ DI PAVIA



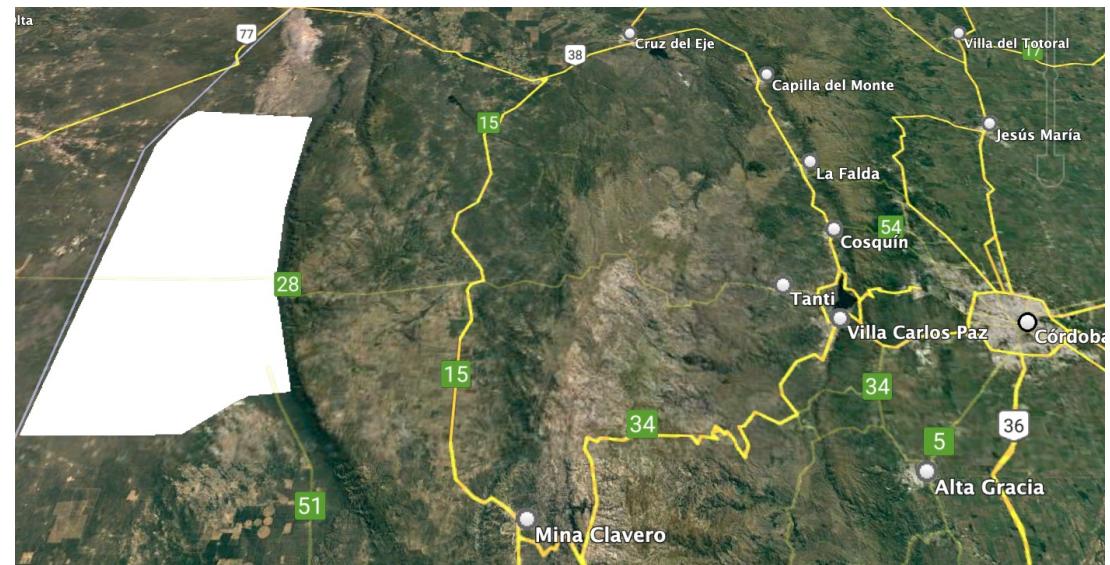
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# ONU-ODS 15 – Vida de ecosistemas terrestres

- Como área de estudio se consideré un amplio sector de la provincia de Córdoba que contiene bosque relicto del Chaco Arido (bosque subtropical árido) con diferentes niveles de conservación y sometido a diversos tipos de manejo y tala.
- En particular en el valle de Traslasierra, que comprende el Parque Provincial Chancani y áreas contiguas, y que se caracteriza por la presencia de diversas formaciones leñosas (bosque de *Aspidosperma* quebracho blanco, bosque de *Prosopis* sp y formaciones arbustivas de *Larrea divaricata*).



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Esquema de la charla

- El proyecto ITAREO y los ODS-ONU
- Indicadores para ONU-ODS 2 – Hambre cero
- Indicadores para ONU-ODS 6 – Agua limpia y saneamiento
- Indicadores para ONU-ODS 9 – Industria, innovación e infraestructura
- Indicadores para ONU-ODS 11 – Ciudades sostenibles
- Indicadores para ONU-ODS 15 – Vida de ecosistemas terrestres
- Conclusiones



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# El proyecto ITAREO en un contexto más amplio

- ITAREO fue «la punta del iceberg»
  - de actividades conjuntas de investigación entre la CONAE y la ASI
  - de actividades de colaboración entre la Universidad de Pavía y la Universidad Nacional de Córdoba
  - de las actividades de capacitación que la CONAE, ASI, MAECI y el IEEE GRSS han financiado en los últimos años.
- Cuáles son las perspectivas?
  - Para las actividades de investigación, la Universidad de Molise y la Universidad de Pavía seguramente presentarán una propuesta a la convocatoria Italia-Argentina, sobre el tema de las tecnologías espaciales para cuestiones medioambientales (utilizando métodos de inteligencia artificial).
  - En cuanto a las actividades de formación, Pavía seguirá coordinando las actividades en Italia de los estudiantes de la Universidad de Córdoba, pero las becas MAECI (10 cada año), las del IILA y las del Grupo Coimbra están abiertas a todos.
  - El CUIA tiene la posibilidad de obtener fondos del Ministerio de Universidad e Investigación para colaboraciones Italia-Argentina en estos temas (hemos solicitado, lo sabremos en los próximos meses).



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Entonces?

- El objetivo de esta jornada es verificar cuáles son las posibilidades de colaboración con la UNLP en las tres áreas señaladas con respecto a las tecnologías espaciales:
  - investigación
  - capacitación
  - intercambio de estudiantes y profesores
- El sector espacial es una excelencia italiana y argentina que tiene mucho futuro
  - tanto en el contexto de la creación de nuevos sistemas (nanosat, cubesat, Internet de satélites)
  - y en el uso de datos de observación de la Tierra para aplicaciones relacionadas con el cambio climático: efectos sobre la nieve, hidrología, vegetación, calidad del aire y medio ambiente.



UNIVERSITÀ DI PAVIA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DEL MOLISE



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA