IDERA
Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina

La comunidad IDERA
hacia un marco integrado
de Información geospacial.

IDELP
Infraestructura de **Datos Espaciales** de **La Pampa**

# XVII Jornadas IDERA La Pampa 2023

28, 29 y 30 de junio

LA PAMPA
Gobierno en Acción

# Ponencias de las XVII Jornadas IDERA

# IDERA 2023

**28 al 30 de Junio de 2023**

## Jornadas Nacionales
## Santa Rosa, La Pampa
## Argentina

Instituto Geográfico Nacional

Ponencias de las XVII jornadas IDERA 2023 ; Compilación de Luis Reynoso ; Editado por Luis Reynoso ... [et al.]. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Instituto Geográfico Nacional, 2024.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4101-52-5

1. Geografía. 2. Geografía Argentina. 3. Geografía y Oceanografía. I. Reynoso, Luis, comp. II. Reynoso, Luis, ed.

CDD 910

Publicado en Octubre de 2024. Grupo Técnico de Trabajo Academia y Ciencia.
Compilador: Dr. Luis Reynoso.
Comité Editorial: Dr. Luis Reynoso, Mgtr. Laura Balparda, Dra. Valle Ortiz, Mgtr. Maria Alejandra Fernandez, Ing. Ftal. Alejandro R. Vargas, Magalí Soria, Mgter. Maria Alejandra Barrera, Dr. Lucas Ramirez.

Cada uno de los artículos presentados en este libro fue aprobado para su presentación por dos evaluadores pertenecientes al Comité Evaluador. Este libro cuenta con una revisión final donde se ajustó el estilo según las normas de publicación de las Jornadas IDERA. No obstante, el contenido de la información, los datos y las opiniones vertidas en cada uno de los trabajos, así como también el uso de las licencias en cada una de las tablas y figuras es responsabilidad de cada autor, autora o conjunto de autores.

Publicación realizada bajo la licencia Creative Commons Atribución 3.0.

Las características de esta licencia pueden consultarse en:
http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/legalcode

# Prólogo

Es un honor presentar este libro que recopila las ponencias de las XVII Jornadas de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA), celebradas en la ciudad de Santa Rosa, La Pampa. Estas jornadas, que reunieron a agentes y técnicos del estado y del sector privado, a expertos, académicos y profesionales de todo el país, han sido un espacio fundamental para el intercambio de conocimientos y la discusión de temas de vanguardia en la gestión de la información geoespacial.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a los organizadores de este evento por su incansable dedicación y esfuerzo. Las jornadas no solo han sido un éxito logístico, estatal y académico, sino también un testimonio del compromiso de nuestra comunidad con el avance y la consolidación de la Infraestructura de Datos Espaciales en Argentina.

Los trabajos presentados en este libro abordan una variedad de temas cruciales que reflejan la diversidad y la riqueza de la información geoespacial. Desde el fortalecimiento de la capacidad y educación en IDE, hasta las aplicaciones en la gestión territorial, políticas públicas, agricultura, medio ambiente, y la normalización de información geoespacial, cada contribución enriquece nuestro entendimiento y subraya la importancia de la geotecnología como herramienta esencial para la toma de decisiones informadas y eficientes.

El conocimiento y las experiencias compartidas en estas páginas no solo contribuyen al desarrollo profesional de quienes participaron en las jornadas, sino que también fortalecen el tejido de colaboración interdisciplinaria e interinstitucional que es fundamental para el éxito de IDERA. La vinculación de estos temas con las necesidades y desafíos de nuestra sociedad es clave para lograr un desarrollo más sostenible y equitativo.

Confío en que este libro será un recurso invaluable para todos los interesados en la información geoespacial y en la aplicación de las IDE en diversos campos, y que inspirará nuevas iniciativas y colaboraciones en el futuro.

**Ing. Jorge Machuca**
Secretario Ejecutiva de IDERA

# Comité Evaluador de las XVII Jornadas IDERA

| Miembro | Universidad |
|---|---|
| Nicolás Caloni | Universidad Nacional de General Sarmiento |
| Ricardo Castro | Universidad Nacional de Villa María |
| María Cristina Díaz | Universidad Nacional de Catamarca |
| Roberto Dip | Universidad Nacional de Tucumán |
| Marta Izzo | Universidad Nacional de Santiago del Estero |
| Adela Tisnés | Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires |
| Nora Lucioni | Universidad de Buenos Aires |
| Marta Cecilia Madariaga | Universidad Nacional de Río Negro |
| Carlos Meza | Universidad Nacional de la Plata |
| Marina Miraglia | Universidad Nacional de General Sarmiento |
| Marcela Montivero | Universidad Nacional de Catamarca |
| Mario Piumetto | Universidad Nacional de Córdoba |
| Luis Reynoso | Universidad Nacional del Comahue |
| Sandra Torrusio | Universidad Nacional de La Plata/CONAE |

# Contenido

BLOQUE 1: Capacidad y Educación en IDE....7
Plan de Acción del Grupo de Trabajo Academia y Ciencia sobre Capacidad y Educación para IDERA....8
Análisis socioeconómico desde las geotecnologías en la cátedra de Geografía Económica Argentina....29
Las IDE desde una perspectiva amplia para la investigación universitaria....41
La importancia de las Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en la educación.. 52
Los mapas como herramienta de gestión territorial y para la democratización del uso de la información geoespacial....67
BLOQUE 2: SIG e IDE en la Gestión Territorial: Catastro Económico y Cursos de Agua 82
La IDE como soporte para la digitalización e integración de bases catastrales.. 83
Actualización de Viviendas mediante Field Maps en localidades menores a 2.000 habitantes en la provincia de La Pampa....93
Del SIG a la IDE para la toma de decisiones territoriales en la ciudad de Santa Rosa....104
Cursos de agua y Red Geométrica para la Provincia de San Juan....120
Uso de QField para la Fiscalización de mejoras edilicias teledectadas en Posadas Misiones....131
BLOQUE 3: Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) y políticas públicas....141
Vínculos entre geotecnologías y la Agenda 2030....143
IDE Santa Rosa como modelo en el nuevo paradigma de la Innovación y el Gobierno Abierto....158
Geoportal Federal para la Gestión Local: un proyecto de investigación y desarrollo interinstitucional....170
Clasificación de cobertura del suelo en Argentina a partir de imágenes satelitales utilizando el algoritmo Random Forest....179
Portal de Mapas Estadísticos Provincia de Buenos Aires....199
BLOQUE 4: Mapeos de Información Geoespacial en la Gestión Pública....208
Aportes de la Sección Sensores Remotos y SIG de la EEAOC a la Campaña de Vigilancia Fitosanitaria contra el HLB (Huanglongbing) en la Provincia de Tucumán....209
Atlas de Espacios Verdes: Mapeando y diagnosticando el acceso a espacios verdes públicos con datos abiertos....222
Crisol UNCuyo....228
BLOQUE 5: Aplicaciones de Teledetección y SIG en Agricultura y Medio Ambiente.... 234
Centro de Información Agroclimática (CIAg) para la planificación y toma de decisiones en el sector agropecuario y el ambiente....235

Áreas quemadas en la provincia de La Pampa en temporada estival (periodo 2011-2023): Aportes para la caracterización del régimen de incendios de la provincia..... 250
Desarrollo de un Sistema de Monitoreo y Manejo Integral de Humedales a partir de Información Satelital..... 265
Cartografía oficial de áreas afectadas por incendios forestales en la Provincia de Córdoba..... 275
Aproximaciones a la publicación de Datos Ráster en el marco de la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB)..... 293
BLOQUE 6: Aplicaciones SIG e IDE en la gestión urbana y local..... 307
La IDE como soporte a la toma de decisiones espaciales en el Municipio de Tandil, Buenos Aires..... 308
Determinación de contaminación con imágenes satelitales en el Dique El Cajón, Córdoba, Argentina..... 315
Caso de estudio: relevamiento de estado de iluminación de veredas – Ciudad de Mendoza..... 322
SIG para el análisis de presión ambiental de empresas del barrio centro de la ciudad de Salta Capital..... 327
Tecnologías libres aplicadas a la gestión de políticas públicas..... 336
BLOQUE 7: Aplicaciones SIG e IDE en el sector energético y la gestión de riesgos..... 343
Desarrollo de un Modelo Integral para la Generación de Escenarios Bioenergéticos a partir de Geodata de IDECOR..... 344
Avances y nuevos usos de la receta fitosanitaria digital (RFD) en la Provincia de Córdoba..... 362
Ejemplo de aplicación de datos abiertos de la Secretaría de Energía: análisis de la evolución de los venteos con quema de gas en la Cuenca Neuquina entre 2012 y 2022 y su correlación con la producción de petróleo y gas..... 373
Trazabilidad en Defensa Civil: análisis geoespacial y estadístico de los accidentes ocurridos en 2022 en Comodoro Rivadavia..... 392
El Geoportal como herramienta de trabajo interinstitucional: la experiencia del Proyecto GEF OAT (MAyDS)..... 400
BLOQUE 8: Normalización y Evaluación de Información Geoespacial, Procesamiento de Imágenes e IDE..... 406
Normalización de datos vectoriales conforme la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB)..... 407
Aproximaciones a una metodología participativa para el mapeo de espacios verdes en Santa Rosa, La Pampa..... 420
Evaluación de la completitud de las capas publicadas en IDECAT conforme a Norma ISO 19157..... 431
Presentación del método semiautomático de procesamiento de imágenes satelitales de alta resolución..... 432
Productos satelitales de precipitación publicados en el GEOPortal de CONAE 434

Procesamiento de imágenes multiespectrales para el estudio de la Cuenca del río de Fiambalá, Tinogasta, Catamarca..... 436
Plataforma digital de la Dirección de Fiscalización y Control Agropecuario de la Pcia de Córdoba.....437
Evaluación de las interacciones naturales y antrópicas en el Parque Provincial “Presidente Perón”..... 439
Indice de caminabilidad en el área central de la ciudad de Córdoba, Argentina año 2022..... 441
Contribución a la democratización de la información abierta en salud mediante la Infraestructura de Datos Espaciales y Datos Abiertos de la Provincia de Buenos Aires..... 442

# BLOQUE 1
# Capacidad y Educación en IDE

# Plan de Acción del Grupo de Trabajo Academia y Ciencia sobre Capacidad y Educación para IDERA

Luis Reynoso[1], Sara Boccolini[2], Laura Balparda[3], Marcela Montivero[4]

[1] Facultad de Informática, Universidad Nacional del Comahue (Fai-UNCo). Buenos Aires 1400, Neuquén, 8300, (0299) 4490300, luis.reynoso@fi.uncoma.edu.ar
[2] Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad (CIECS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas - Universidad Nacional de Córdoba (CONICET-UNC). Av. Ciudad de Valparaíso s/n, Ciudad Universitaria, Córdoba, 5000, saraboccolini@conicet.gov.ar
[3] Área de Sensores Remotos (ASR), Escuela de Agrimensura, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR). Avenida Pellegrini 250 Piso 3, Rosario, Santa Fe, S2000BTP, (0341) 4802649 Interno 223, balparda@fceia.unr.edu.ar
[4] Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca (UNCa). Maximio Victoria 55,Catamarca, mmontivero@tecno.unca.edu.ar

**Resumen:** La actividad de Academia y Ciencia en IDERA se ha enriquecido y obtenido valor agregado al considerar y analizar el Marco Integrado de Información Geoespacial de Naciones Unidas, que funciona como base y guía para el desarrollo y fortalecimiento de la gestión de la información geoespacial utilizada por organismos estatales, instituciones, ONG, academia, sector privado y otros. El plan permite reestructurar y poner en valor la tarea académica en IDERA, permitiendo alcanzar un impacto positivo en el desarrollo de capacidades, la formación de profesionales, la investigación, la educación formal, la integración interdisciplinaria y el fortalecimiento interinstitucional. La presente ponencia muestra un plan de acción para el Grupo de Trabajo Academia y Ciencia teniendo en cuenta los documentos del marco, nuestra participación en un taller sobre el tema y principalmente el estudio de la Vía Estratégica 8 “Capacidad y Educación”. Los resultados obtenidos se constituyen como un proceso de mejora continua dentro de un plan de trabajo a largo plazo. El mismo será ajustado y optimizado en función del relevamiento continuo de necesidades en la gestión multisectorial y multidisciplinar de la información geoespacial, y será articulado con acciones complementarias de otras vías estratégicas y el plan estratégico de IDERA.

**Palabras Clave:** Gestión de información geoespacial, desarrollo de capacidades, educación formal, capacidad, divulgación

## 1. INTRODUCCIÓN

El marco Integrado de Gestión de la Información Geoespacial de Naciones Unidas (UN-IGIF) es una referencia utilizada por organismos estatales, instituciones, ONG, academia, sector privado, etc., para la gestión de sus recursos de información geoespacial de forma eficiente e integrada, coordinando los diferentes estamentos involucrados, de manera de lograr soluciones específicas a los recursos disponibles:

*"Todos los países y sectores necesitan información geoespacial para el desarrollo nacional y la toma de decisiones. (...)*

*"El Marco provee la orientación estratégica que permite que planes de acción específicos a cada país sean preparados e implementados. Los beneficios directos incluirán la encapsulación de enfoques nuevos e innovadores en la gestión de la información geoespacial"* (UN-IGIF, s/f).

El marco se compone de siete (7) principios sustentadores, proporciona ocho (8) objetivos y nueve (9) vías estratégicas, como medio para que los gobiernos establezcan prácticas y políticas más efectivas para la gestión de información geoespacial[1]. En este contexto, la comunidad de IDERA se ha comprometido a adoptarlo como base para organizar su plan de trabajo, por lo que en 2022 inició tareas de revisión de su plan estratégico considerando las vías estratégicas de UN-IGIF.

En particular, entre las publicaciones que forman parte hasta ahora del UN-IGIF, existen documentos y vías específicas que están vinculadas directamente a las competencias del Grupo de Trabajo Academia y Ciencia (AyC) y la jurisdicción de Universidades, como la Vía Estratégica 8 (Capacidad y Educación). Concretamente, esta vía es la que tiene mayor cohesión semántica con los objetivos de AyC, por lo que este Grupo de Trabajo se propone un análisis en profundidad de su planteamiento, sus beneficios y potencial.

La presente comunicación describe el plan de acción para AyC, basado tanto en acciones previas como en la implementación de nuevas acciones a la luz de la literatura existente sobre UN-IGIF. Estas actividades han resignificado, potenciado y mejorado la tarea hasta el momento desarrollada por AyC. Enunciamos en esta introducción tres ejemplos de cómo UN-IGIF ha enriquecido nuestra labor:

1. Destacamos la importancia de hablar de *desarrollo de capacidades*, entendiéndose como *capacidad* a la aptitud de las personas, las organizaciones

y la sociedad en su conjunto para gestionar sus asuntos con éxito. Mientras que el *desarrollo de capacidades* (DC) se define como “un proceso de cambio interno de las personas, las organizaciones o la sociedad”, que “en su conjunto adquieren, fortalecen, crean, adaptan y mantienen la capacidad a lo largo del tiempo” (*UN-IGIF, 2022: 4*).

2. Hacemos explícita la necesidad de trabajar junto a un amplio espectro de actores o involucrados (*stakeholders*) en materia de gestión de la información geoespacial. Las acciones y proyectos propuestos deben tener un enfoque multisectorial y multidisciplinar[2].

3. De la misma forma, es importante considerar un amplio abanico de conocimientos y habilidades en materia de gestión de información geoespacial, tales como aquellas incluidas como herramientas metodológicas de UN-IGIF: conceptos de SIG generales; *data entry* geoespacial, conversión y mantenimiento; diseño gráfico y cartografía; creación y edición de metadatos; interpretación de imágenes; análisis SIG; flujos de trabajo SIG; modelado 3D y 4D; comprensión básica de programación; conocimiento de SQL; programación orientada a objetos; arquitectura SIG básica (*desktop* y *web*); conocimiento y experiencia en servicios *web*; desarrollo de aplicaciones móviles; y habilidades de gestión de proyectos.

La presente comunicación se estructura de la siguiente manera: la sección 2 describe la Vía Estratégica 8, analizada y estudiada en el encuentro de grupos de trabajo realizado en el Instituto Nacional de la Administración Pública el 4 de noviembre de 2022. La sección 3 enuncia el plan de acción de AyC considerando el marco UN-IGIF detallando distintos apartados de acciones. La sección 4 incluye conclusiones acerca del aporte del plan como así también de beneficios para el sector académico, sus unidades y para toda la comunidad de IDERA y del país.

## 2. UN-IGIF Y VÍA ESTRATÉGICA 8: CAPACIDAD Y EDUCACIÓN

La Vía Estratégica 8 Capacidad y Educación es una de las nueve vías estratégicas (Figura 1) del UN-IGIF. Esta vía estratégica tiene como objetivo mejorar la capacidad y la educación en el ámbito de la información geoespacial, con el fin de difundir su potencial para el desarrollo de políticas eficientes, sostenibles e inclusivas, y consolidar la producción y gestión de la información geoespacial como herramientas básicas en grupos políticos, técnicos, organizaciones comunitarias y la comunidad en general para la toma de decisiones basadas en evidencia.

Figura 1: Las nueve vías estratégicas de UN-IGIF Fuente: adaptado de UN-IGIF (2022).

Tal cual lo enuncia UN-IGIF (2023), esta vía estratégica

*"Establece programas de desarrollo de capacidades y sistemas educativos duraderos, para que la gestión de la información geoespacial y el emprendimiento puedan sostenerse a largo plazo. El objetivo es aumentar la conciencia y el nivel de comprensión de la ciencia de la información geoespacial. Esto incluye el desarrollo y el fortalecimiento de las habilidades, instintos, destrezas, procesos y recursos que las organizaciones y comunidades requieren para utilizar la información geoespacial para la toma de decisiones".*

Esto no sólo redunda en una mejora de los recursos humanos en una institución, sino que empodera a individuos e instituciones por igual para tomar parte en la discusión de planes y proyectos sobre información geoespacial y sus aplicaciones.

La Vía Estratégica 8 también destaca la importancia de fortalecer la colaboración y el intercambio de conocimientos entre diferentes sectores y disciplinas, así como fomentar la participación de la sociedad civil en la toma de decisiones basada en información geoespacial. De este modo, busca mejorar la capacidad y la educación en información geoespacial para apoyar la toma de decisiones más efectiva y sostenible en diferentes ámbitos.

Para lograr esto, se propone el desarrollo de un plan de acción, y de programas de capacitación y formación para mejorar la comprensión y la aplicación de la información geoespacial en distintas áreas de trabajo. Esto incluye la educación en las disciplinas geoespaciales, así como la formación de usuarios en el uso de herramientas y tecnologías geoespaciales.

## 2.1 Enfoque de la Vía Capacitación y Educación

Para la descripción de las vías estratégicas, UN-IGIF se basa en un *enfoque* (Figura 2) que incluye componentes comunes a todas las vías estratégicas: *elementos, principios guía, acciones, acciones interrelacionadas, herramientas y resultados*. Estos se utilizan para establecer una estructura coherente y sistemática para la gestión de la información geoespacial; entonces, para comprender cada vía es esencial distinguir primero sus componentes.

Figura 2: Componentes del enfoque para cada vía estratégica Fuente: adaptado de UN-IGIF (2022).

La Figura 3 muestra un resumen del enfoque específico para la Vía 8, detallando los principales puntos a considerar en cada uno de los componentes. En esta sección nos interesa enfocarnos en resumir brevemente cuatro componentes clave del enfoque: elementos, acciones, herramientas y resultados[3].

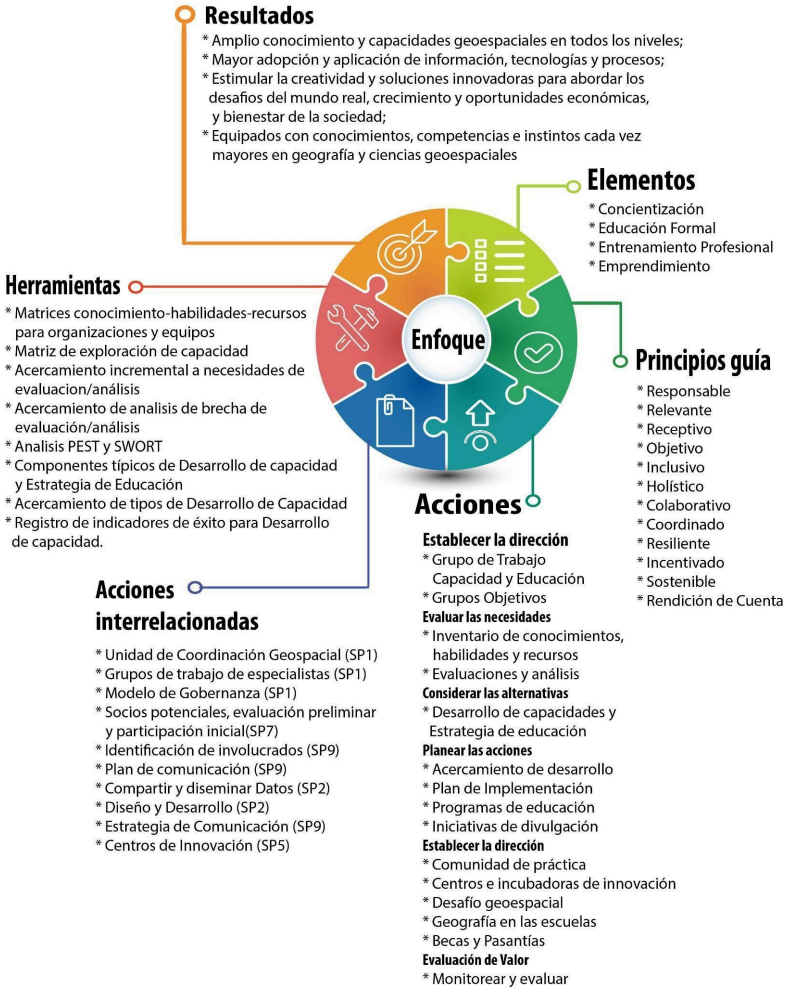



Figura 3: Resumen del enfoque de la Vía Estratégica 8 Fuente: adaptado de UN-IGIF (2022).

## 2.2. Elementos de la vía Capacitación y Educación

El primer componente del enfoque de la vía estratégica Capacidad y Educación, son los *elementos* (Figura 4), ellos son:

- Concientización o sensibilización, que incluye acciones de difusión y visibilización de las herramientas disponibles, así como de sus usos potenciales:

*“La sensibilización en todos los niveles de gobierno, organizaciones y comunidades sobre los valores, necesidades y beneficios de la información geoespacial y su capacidad integradora es crucial” (UN-IGIF, 2022: 9);*

- Educación formal, para construir una base sólida de conocimiento fiable sobre conceptos básicos o específicos sobre geografía, cartografía, ciencias sociales y planificación, así como en los desarrollos existentes o posibles de las ciencias geoespaciales en todos los niveles educativos - desde inicial a posgraduados;
- Entrenamiento profesional, que apunta al entrenamiento teórico práctico continuo de capacidades específicas aplicadas a la información geoespacial de los individuos:

*“La formación profesional, el aprendizaje permanente y el desarrollo técnico y profesional continuo son (...) necesarios para mantener las capacidades integradas de gestión de la información geoespacial (...) [y] la mejora intensiva de las habilidades y la experiencia práctica (...) para adoptar, adaptar y adoptar paradigmas, tecnologías y métodos nuevos y emergentes, lo que genera beneficios duraderos” (UN-IGIF, 2022: 10);*

- Emprendimiento, que estimula el desarrollo de nuevas aplicaciones basadas en o para el procesamiento de la información geoespacial, favoreciendo el avance de esta disciplina y ampliando los campos que pueden ser beneficiados por ella: los emprendedores *“son fundamentales para la creación de empleo, el desarrollo profesional, la mejora de los sistemas de entrega y el crecimiento de la economía” (UN-IGIF, 2022: 10).*

Figura 4: Elementos de la Vía Estratégica Capacidad y Educación Fuente: adaptado de UN-IGIF (2022).

Por otro lado, los programas exitosos de desarrollo de capacidades y educación se ponen en práctica a través de varias acciones estratégicas que ponen en funcionamiento el IGIF, haciendo hincapié en el fortalecimiento de capacidades y la educación de los participantes. La siguiente sección aborda los criterios para planificar estas acciones.

## 2.3. Sobre las acciones del enfoque

Cuando se implementen las acciones (y sus acciones interrelacionadas) permitirán el logro de los cuatro elementos descritos en el apartado anterior, que a su vez generarán resultados y beneficios significativos y sostenibles. Estas acciones deben estructurarse metodológicamente como un proceso que permita:

- Establecer la dirección: considerando los grupos objetivo (Figura 5) y los objetivos del grupo de trabajo AyC.
- Evaluar las necesidades existentes, realizando un inventario de conocimientos, habilidades y recursos, análisis de brechas, etc.
- Considerar actividades alternativas como estrategia.
- Construir un plan de acciones.
- Tomar acciones considerando al menos las comunidades de práctica, los centros de innovación, los desafíos de la industria geoespacial, la geografía en las escuelas y becas y pasantías para alumnos y graduados.
- Valorar su impacto a través de acciones de monitoreo con indicadores específicos.

Figura 5. Grupos Objetivo vinculados a la gestión de la información geoespacial.

Fuente: adaptado de UN-IGIF (2022).

En la Figura 6 se presenta un esquema donde se puede observar que las acciones se encuentran en una secuencia ordenada de ejecución y donde claramente la concreción de una de ellas habilita a la realización de otro conjunto de acciones. El esquema las presenta dispuestas en un círculo, indicando la posibilidad de considerar a esta secuencia de acciones ordenadas en un continuo que se retroalimenta, ajusta y mejora en el tiempo.

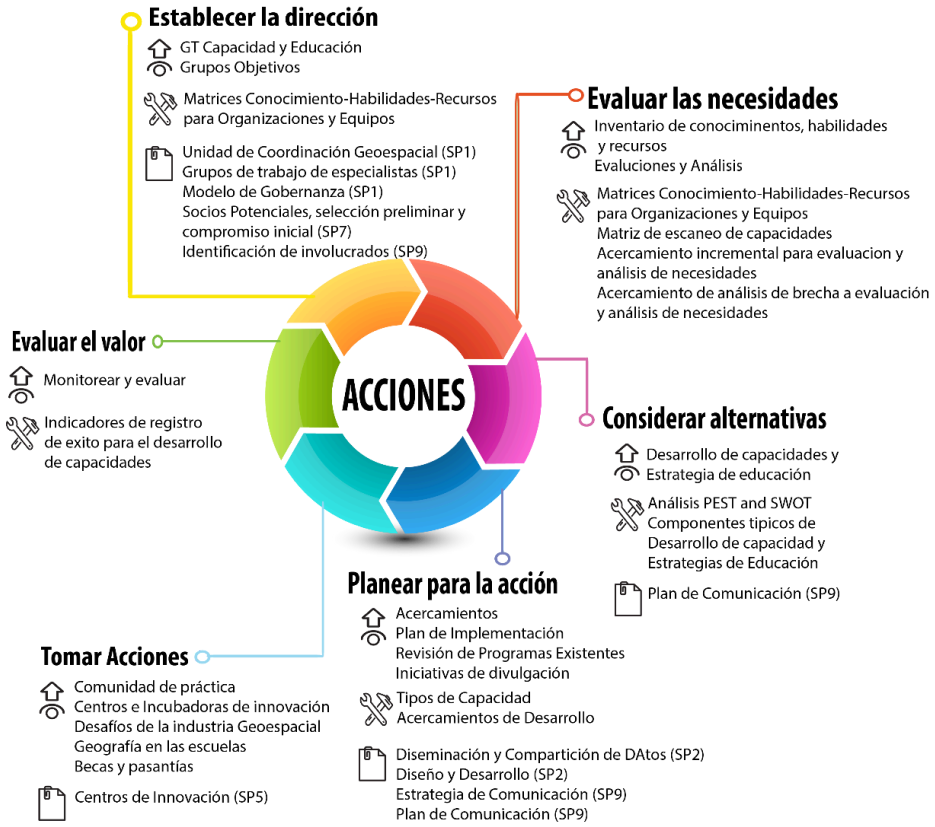



Figura 6. Camino de acciones generales propuestas por la Vía Estratégica 8 Fuente: adaptado de UN-IGIF (2022).

## 2.4. Herramientas previstas en la vía Capacitación y Educación

Estas *acciones* deben ser ejecutadas como parte de un plan de acción concertado entre los actores involucrados y sostenido en *herramientas* que

permitan alcanzar los siguientes *resultados*:

- *“Amplio conocimiento y capacidades geoespaciales en todos los niveles a través de programas efectivos de desarrollo de capacidades y educación;*
- *“Mayor adopción y aplicación de tecnologías y procesos geoespaciales por parte del gobierno, organizaciones, comunidades e individuos;*
- *“Un estímulo en la creatividad y soluciones innovadoras para abordar los desafíos del mundo real, las oportunidades económicas y el crecimiento y el bienestar de la sociedad; y*
- *“Estudiantes de primaria a secundaria, estudiantes postsecundarios y personas en el lugar de trabajo equipados con conocimientos, competencias e instintos cada vez mayores en geografía y ciencias geoespaciales” (UN-IGIF, 2022: 31).*

Para esto, UN-IGIF recomienda una serie de herramientas que están siendo utilizadas y estudiadas, como así también acciones interrelacionadas que deben ser desarrolladas en conjunto con otros Grupos de Trabajo de IDERA (la figura 3 menciona acciones con otras líneas estratégicas: 1, 2, 5, 7, y 9).
Actualmente, en los apéndices de UN-IGIF para la Vía 8 (UN-IGIF, 2020), se enumeran algunos como

- matriz de de conocimientos-habilidades y recursos de los miembros de cada equipo;
- matriz de exploración y registro de capacidades;
- enfoque incremental para la evaluación y el análisis de necesidades;
- enfoque de análisis de brecha para la evaluación y el análisis de necesidades;
- análisis PEST (variables/factores Político, Económico, Social y Tecnológico);
- análisis FODA (variables/factores Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas);
- estrategia de desarrollo de capacidades y educación;
- matriz de enfoques de desarrollo de capacidades;
- registro de indicadores de éxito para el desarrollo de capacidades;

## 3. PLAN DE ACCIÓN DE ACADEMIA Y CIENCIA

Como describimos previamente el plan de acción ha sido enriquecido a partir de la literatura existente sobre UN-IGIF y gestión de información geoespacial, y modificado a partir de necesidades existentes, en un proceso de mejora continua. El plan integra distintos tipos de acciones: de difusión, de divulgación, de sensibilización, de coordinación, etc. A continuación se incluyen en distintas subsecciones grupos de acciones del plan.

### 3.1. Recopilación de necesidades

Junto a los miembros de otros grupos de trabajo IDERA, hemos diseñado y suministrado distintos instrumentos de relevamientos de necesidades de desarrollos de capacidades, de capacitación, de investigación, etc. Estos instrumentos permiten detectar las necesidades de la comunidad de IDERA y de la academia, y otros sectores. Se enriquecerán los mismos a partir de numerosas herramientas metodológicas mencionadas en el apartado anterior: matrices de conocimientos-habilidades y recursos, análisis de brecha, análisis FODA, análisis PEST, entre otros.

### 3.2. Ciclo de desarrollo de capacidades y sensibilización

A partir de septiembre de 2022 se inició un ciclo de desarrollo de capacidades luego del segundo encuentro de grupos de trabajo del año 2022, realizado en el Instituto Nacional de la Administración Pública[4]. Los objetivos del ciclo son:

- Diseñar, planificar e implementar un ciclo de Desarrollo de Capacidades en función de los conocimientos y habilidades mencionadas en la Vía Estratégica 8 Capacidad y Educación de UN-IGIF.
- Propiciar el desarrollo de capacidades orientadas a la sensibilización sobre la importancia de la gestión de la información geoespacial, y atendiendo a la demanda de capacidades de la sociedad civil, las asociaciones de profesionales y comerciales, la academia y el sector empresarial vinculado con dicha gestión de información.
- Difundir un calendario de futuros eventos vinculados con la gestión de la información geoespacial, sean estos, cursos de capacitación, cursos de posgrado o doctorado, congresos, workshops o talleres, simposios, conversatorios, etc.

Toda la información sustantiva vinculada con el ciclo de Desarrollo de Capacidades se registra y difunde en el sitio https://opendata.fi.uncoma.edu.ar/CicloDC/CicloDC.html, el cual contiene un cronograma de los eventos realizados y a realizar.

Los miembros de la comunidad de IDERA están invitados a difundir futuros eventos vinculados con la gestión de la información geoespacial, poniéndose en contacto con AyC. También está abierta la postulación de expositores para nuevas instancias del ciclo de desarrollo de capacidades a partir de un formulario de postulaciones (abierta en forma permanente).

Hasta el momento, se generaron tres encuentros virtuales como parte del ciclo, congregando a más de 140 participantes durante una hora de duración, y se entregaron certificados para los asistentes online. Los encuentros virtuales fueron grabados y socializados a partir de las redes de IDERA.

El ciclo se retomará una vez finalizada las XVII Jornadas Nacionales IDERA La Pampa.

### 3.3. Gestión académica de trabajos presentados en las Jornadas Nacionales IDERA

Se entiende que las jornadas no son un espacio exclusivamente académico sino todo lo contrario, se trata de lograr sinergia interdisciplinaria y entre distintos actores de diferentes jurisdicciones deseosos de comunicar resultados y experiencias en torno a la gestión de la información geoespacial y la implementación de IDE. Participar en las jornadas enviando ponencias, short papers y posters favorece la comunicación, el liderazgo y la colaboración entre agentes; también motiva a otros a alcanzar resultados similares, aplicar metodologías exitosas y considerar lecciones aprendidas.

En este marco, realizar la gestión académica de las ponencias de las Jornadas Anuales de IDERA es una de las funciones principales de AyC. Los objetivos de esta acción son:

- discutir y proponer nuevas líneas temáticas para presentaciones durante las Jornadas;
- revisar y actualizar las normas de presentación de trabajos a las Jornadas IDERA;
- promover comunicaciones y trabajos de entidades multisectoriales y multidisciplinarios que deseen presentar trabajos inéditos, avances institucionales/empresariales en las jornadas;
- generar talleres anuales sobre normas de presentación, estructura de trabajos científicos y académicos a presentar, y para evacuar dudas puntuales de autores y autoras;
- gestionar el proceso de revisión por parte del Comité de Evaluación;
- constatar los trabajos con sus autoras y autores;
- revisar el estilo conforme a las normas de presentación, RAE y normas APA 7º edición;
- realizar la compilación, edición, maquetación y publicación de los Libros de Actas de cada una de las Jornadas Nacionales.

Estas acciones interrelacionadas entre distintos colectivos de personas, se desarrollan durante varios meses en forma previa y posterior a las Jornadas Nacionales IDERA. La gestión de trabajos a presentar, desde la difusión de las normas de presentación de trabajos hasta la publicación de libros digitales con las actas resúmenes del evento requieren de una serie de acciones que hemos sintetizado en un diagrama de interacción (Tabla 1) que persigue el principio 5 del UN-IGIF de obtener soluciones integradoras y el principio 4, de colaboración y cooperación. La tabla muestra una primera columna con el nombre de la

actividad y en otras columnas los principales actores involucrados: Autores, Coordinador de AyC, Moderadores, Comité Evaluador, Comité Editorial, Coordinación Ejecutiva y Grupo de Trabajo Difusión. Para cada acción se muestra la interacción direccional entre actores.

Los libros de actas que se obtienen como resultado son una importante fuente bibliográfica que acopia esfuerzos realizados por agencias gubernamentales, el sector privado y la academia. Los libros ya publicados están disponibles en la página web de IDERA; actualmente se encuentran en las últimas etapas de edición los libros de los años 2020, 2021 y 2022.

Tabla 1. Interacciones de la acción de gestión de trabajos de las jornadas

| Actividad del GT AyC | Autores | Coordinador AyC | Coordinación Ejecutiva | Comité de Evaluadores | Comité Editor | GT difusión | Moderador |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Enviar normas de presentación de trabajos para generar Circular | | | | | | | |
| Recepcionar trabajos postulados en cada jornada de IDERA | | | | | | | |
| Difundir extensión del deadline para publicar nueva circular | | | | | | | |
| Definir/Modificar planilla de evaluadores | | | | | | | |
| Distribuir trabajos a los evaluadores | | | | | | | |
| Recibir trabajos de evaluadores | | | | | | | |
| Difundir email de aceptación/rechazo de trabajos | | | | | | | |
| Recepcionar trabajos en versión definitiva | | | | | | | |
| Compilar documentos de los trabajos recibidos (versión definitiva) y enviar a Editorial | | | | | | | |
| Organizar agenda académica de las jornadas en bloques temáticos | | | | | | | |
| Invitar a moderadores según temas para fomentar la participación | | | | | | | |
| Reorganizar agenda académica en caso de ausencias | | | | | | | |
| Generar la información básica y necesaria para certificaciones | | | | | | | |

### 3.4. Acopio y difusión de información sustantiva

El grupo siempre ha valorado la posibilidad de compartir información y recursos vinculados con gestión de la información geoespacial, al igual que información sobre ofertas académicas a nivel de curso de pregrado, grado y posgrado. Algunas acciones que permiten el acopio de información sustantiva sobre información geoespacial e IDE son:

- El campus de IDERA en el espacio destinado a IDERA incluye un apartado que permite difundir tesis y tesinas de distintas universidades; como así también programas académicos de materias relacionadas con IDE. Esta acción contribuye con los principios de transparencia (Anexo, Principio 2) y colaboración y cooperación (Anexo, Principio 4).
- Se propicia la difusión de geoservicios de universidades en la página de IDERA con el fin de que estos recursos contribuyan al Principio 1 (Anexo) de IGIF de permitir la habilitación estratégica, alineando la información geoespacial académica a las acciones de gobierno. En la siguiente url: https://www.idera.gob.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=335:geoservicios&catid=33&Itemid=169 en el apartado de universidades es posible encontrar los geoservicios de universidades.
- Difundir y mantener un mapa de oferta académica (pregrado, grado y posgrado) en Tecnologías de Información Geográfica de la República Argentina: https://www.idera.gob.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=541&Itemid=560
- El campus de IDERA difunde un listado de los representantes de cada universidad con sus datos de contacto (Anexo, Principio 2 de transparencia). Los actuales representantes titulares y cotitulares han sido invitados a participar en un grupo de whatsapp (IDERA UUPP). Dicho canal es administrado por los representantes de universidades públicas (e- mail: uupp.idera@gmail.com).
- Debido a la dificultad existente en el campus de IDERA en la distribución automática de mensajes de foros, se optó por mantener un canal de comunicación whatsapp (el más utilizado por distintos miembros) para compartir comunicaciones relacionadas a la gestión de la información geoespacial (IDERA GT AyC, e-mail academia.idera@gmail.com). Si bien whatsapp puede no ser el canal de comunicación más libre, se optó por este medio por ser el más ampliamente utilizado.
- Se espera, en un futuro, poder acopiar mayor información sobre: comunidades de práctica en torno a GIS e IDE (ejemplo a considerar el caso de la provincia de Neuquén, que implementa comunidades de

práctica), centros de innovación, desafíos de la industria geoespacial (ejemplo, se sugirió en el taller de UN-IGIF la realización de geo-hackatones y se implementa este año un mapatón durante las jornadas), geografía en las escuelas (ejemplo se han realizado eventos relacionados con la capacitación de formadores de geografía en escuelas secundarias, dos eventos realizados en la provincia de Neuquén por parte del IGN, que pueden ser valiosas experiencias de replicación en otras jurisdicciones), y finalmente, difundir oportunidades de becas y pasantías para alumnos y graduados.

Los beneficios de compartir información sobre programas y ofertas de cursos son cuantiosos, por ejemplo podemos citar distintas publicaciones de diferentes universidades que publicaron sus experiencias al haber implementado un diseño curricular sobre una asignatura sobre IDE, compilados en los Libros de Actas de las Jornadas IDERA.

### 3.5. Desarrollo del plan de trabajo y monitoreo de acciones

Llevar a cabo el plan de acción requiere de un trabajo continuo y coordinado por parte de los coordinadores de AyC y de

representantes de UU. PP. En este sentido, se realizan reuniones virtuales semanales entre coordinadores y representantes, a los fines de abordar distintos temas, acordar criterios, establecer prioridades, definir y distribuir tareas, así como también proceder a la revisión de diferentes documentos. Además, considerando la variedad y el volumen de acciones a realizar, se propone generar subgrupos de trabajo interdisciplinarios que puedan ocuparse de temáticas u objetivos específicos, permitiendo o posibilitando ampliar la participación conjunta y colaborativa. La intención es generar subgrupos de trabajo que permitan descomprimir las tareas del plan y trabajar en forma conjunta y colaborativa con mayor cantidad de miembros del grupo de trabajo.

Un resumen ejecutivo del plan de acción se podría enunciar de la siguiente forma:

- Identificación de necesidades de capacitación: identificar las necesidades de sensibilización, capacitación, formación, etc.. Esto puede lograrse a través de encuestas, entrevistas o reuniones.
- Acopiar la información sustantiva sobre información geoespacial (eventos, cursos, asignaturas, talleres, congresos, carreras, oportunidades laborales, becas, etc.).
- Realizar la gestión de trabajos de las jornadas para la producción de material bibliográfico y de difusión. Fomentar la divulgación de experiencias gubernamentales y académicas (extensión, investigación, etc.)
- Diseñar y difundir programas de capacitación y desarrollo de

capacidades: que incluya capacitación en áreas como infraestructura de datos espaciales, gestión de datos, análisis geoespacial y ciencia de datos. Este programa debe incluir tanto la teoría como la práctica.

- Diseñar y difundir programas de capacitación en la gestión de datos: La gestión de datos es esencial para la gestión efectiva de la información geoespacial. Por lo tanto, se debe proporcionar capacitación en la gestión de datos, incluyendo la recolección, el análisis y la presentación de datos.
- Diseñar y difundir programas de capacitación en análisis geoespacial: La capacitación en análisis geoespacial es importante para mejorar la capacidad de IDERA para analizar y utilizar la información geoespacial. Esto incluye el análisis de datos espaciales, teledetección, generación de modelos y la interpretación de resultados.
- Diseñar y difundir programas de capacitación en infraestructura de datos espaciales: La infraestructura de datos espaciales (IDE) es un conjunto de tecnologías, políticas y estándares que permiten la integración y el intercambio de información geoespacial. Es importante proporcionar capacitación en la infraestructura de datos espaciales para garantizar que IDERA tenga la capacidad de implementar y mantener una IDE eficaz,
- Diseñar y difundir programas de capacitación en ciencia de datos: La ciencia de datos es una habilidad crítica para la gestión efectiva de grandes conjuntos de datos geográficos. Se debe proporcionar capacitación en técnicas de ciencia de datos como el aprendizaje automático, minería de datos y análisis estadístico.
- Evaluación y seguimiento: Como en el plan anterior, es importante evaluar y hacer un seguimiento de la efectividad de la capacitación para asegurarse de que se están satisfaciendo las necesidades de capacitación de IDERA.

## 4. CONCLUSIONES

Emprender esfuerzos en acciones concretas de concientización, propiciando la adquisición de conocimientos, competencias y habilidades, fortalece y consolida la capacidad (de individuos, organismos y de la comunidad) en el proceso de gestión de información geoespacial. Aplicar metodologías que permitan determinar necesidades, fortalezas y debilidades de todos los sectores y disciplinas de tecnologías de información geoespacial permitirá alcanzar soluciones integradoras (principio 5), sostenibles y de valor (principio 6).

Por esta razón y a la luz del marco UN-IGIF, y en particular de la vía estratégica 8, hemos desarrollado un plan de acción para Academia y Ciencia que incluye acciones de coordinación, de difusión, de divulgación, de publicación, de

sensibilización, de desarrollo de capacidades y educación.

La aplicación de la vía estratégica de Capacidad y Educación del UN-IGIF pretende tener un enfoque multisectorial y multidisciplinario, y podría tener múltiples beneficios, tales como:

- Mejorar en el desarrollo de capacidades: debemos desarrollar capacidades en el uso y aplicación de la información geoespacial en diferentes disciplinas, tanto a nivel técnico como de usuarios finales. Esto podría contribuir al desarrollo de soluciones innovadoras para problemas complejos, al tiempo que mejoraría el uso de recursos destinados a las distintas actividades productivas que hacen uso de información geoespacial.
- Lograr una mayor integración interdisciplinaria: al difundir experiencias de integración interdisciplinaria, donde profesionales de diferentes áreas de conocimiento trabajen juntos y utilicen la información geoespacial de manera efectiva. Esto mostraría el potencial de estrategias multidisciplinares, que permiten soluciones a problemas complejos que no pueden ser abordados desde una sola disciplina.
- Proveer de herramientas para investigación: la disponibilidad de información geoespacial de calidad y la capacidad de utilizar herramientas y técnicas avanzadas de análisis espacial permitiría a los investigadores y a la comunidad en conjunto llevar a cabo estudios e investigaciones más rigurosos y precisos en diferentes áreas, como las ciencias ambientales, la planificación urbana, la agricultura, el cambio climático, entre otros.
- Promover el fortalecimiento institucional: la adopción de la Vía estratégica 8 puede contribuir al fortalecimiento institucional, permitiendo el desarrollo de capacidades y habilidades de gestión y transferencia necesarias para el desarrollo de proyectos, programas y servicios relacionados con la información geoespacial. De este modo, se desarrollarían e implementarían instrumentos concretos para desarrollar con la capacidad de agencia de organismos, el sector privado, ONG y colegios. Puede permitir un impacto positivo en la formación de profesionales altamente capacitados, la mejora de la investigación, la integración interdisciplinaria y el fortalecimiento institucional, contribuyendo al desarrollo sostenible y al bienestar de la sociedad en general.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el trabajo realizado año a año por el Grupo de Trabajo de Academia y Ciencia, el Comité de Evaluadores de las jornadas IDERA y de coordinadores y representantes de Universidades Públicas.

## NOTAS

[1] El detalle de objetivos, principios y vías es muy extenso y por razones de espacio no pueden desarrollarse en su completitud en la presente ponencia, por lo que derivamos al lector a la literatura existente sobre UN-IGIF en: https://ggim.un.org/IGIF/.

[2] Esto se desarrolla con más detalle en el apartado 2.3.

[3] No es posible abordar todos los componentes del enfoque de la vía estratégica 8 por razones de límites de espacio de la presente ponencia. Invitamos al lector acceder al documento de la vía: https://ggim.un.org/IGIF/documents/SP8_Capacity_and_Education_Refined.pdf o en su defecto a una traducción resumen de la vía disponible en: https://opendata.fi.uncoma.edu.ar/IDERA/RutaEstrategica8.html.

[4] Una descripción del ciclo fue publicada en Revista IDERActiva nº 5 (Grupo de Trabajo Difusión y Comunicación IDERA, 2023).

## REFERENCIAS

UN-IGIF (United Nations Integrated Geospatial Information Framework). (s/f). Marco Integrado de Información Geospacial. Una guía Estratégica para Desarrollar y Fortalecer Gestión Nacional de Información Geoespacial. Parte 1 Marco Estratégico Global. Disponible en MARCO INTEGRADO DE INFORMACIÓN GEOESPACIAL accedido [22/04/2023]

UN-IGIF (United Nations Integrated Geospatial Information Framework). (2020). *Appendices. Strategic Pathway 8: Capacity and Education*. Disponible en https://ggim.un.org/IGIF/documents/SP8-Appendices_19May2020_GLOBAL_CONSULTATION.pdf accedido [22/04/2023]

UN-IGIF (United Nations Integrated Geospatial Information Framework). (2022). *Strategic Pathway 8. Capacity and Education*. Disponible en Capacity and Education accedido [22/04/2023]

Grupo de Trabajo Difusión y Comunicación IDERA. (2023). Síntesis 2022. *IDERActiva*, *5*. Disponible en https://www.idera.gob.ar/images/descargas/RevistaIDERActiva_05.pdf?fbclid=IwAR2bUu-n4ZGghM6dnFYOvZA6pbpd9hxgnbXZEuNvamaozMuGtCDP6IALmQs accedido [22/04/2023]

European Parliament Research Service (2017) Understanding capacity

building/capacity development: A core concept of development policy EP (European Parliament) 2017. European Parliament, Understanding capacity- building/capacity development: A core concept of development policy [Online] Disponible en https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_BRI(2017)599411 accedido en Abril 2023.

Joseph. J. Kerski (2018) Why GIS in Education Matters, Geospatial World, Available at https://www.geospatialworld.net/blogs/why-gis-in-education-matters/, accedido en Abril 2023.

Henry, P., & Semple, H. (2012). Integrating Online GIS into the K–12 Curricula: Lessons from the Development of a Collaborative GIS in Michigan. Journal of Geography, 111(1), 3–14.

LenCD (2011) Learning Package on Capacity Development, Produced by Learning Network on CAPACITY Development, [Online] Available at http://lencd.org/learning/how, Accessed January 2019.

UNDP (2009) Capacity Development: A UNDP Primer, Ed. Kanni Wignaraja, United Nations Development Programme, New York

## ANEXO: PRINCIPIOS DE UNU-IGIF

**PRINCIPIO 1: Habilitación estratégica:** El marco de alinearse y apoyar la dirección estratégica de gobierno: crecimiento económico, monitoreo de los recursos naturales, gestión y preservación del medio ambiente. No olvidemos que atravesamos tiempos de grandes cambios climáticos que requieren ser explicados, analizados y evaluados para un mejor aprovechamiento de los mismos y la determinación de nuevas matrices productivas provinciales.

**PRINCIPIO 2: Transparente y responsables:** Es crucial que la información geoespacial sea desarrollada y compartida de acuerdo a "pautas clave de responsabilidad y transparencia para que todos los ciudadanos, agencias gubernamentales, instituciones académicas y sector privado tengan acceso a este valioso recurso nacional de soporte". Los datos tienen que estar abiertos en todo lo posible, a disposición de todos los sectores.

**PRINCIPIO 3: Confiable, Accesible y Fácil de Usar:** La información geoespacial es confiable, accesible y utilizable para que pueda ser aprovechada para la investigación y el desarrollo, utilizada para estimular la innovación, y apoyar la creación de servicios y productos sostenibles para promover el

desarrollo social, económico y ambiental. Así es importante la usabilidad de la información por parte del usuario final, en investigación, en innovación y apoyar la creación de servicios y productos sostenible para el desarrollo social, económico y ambiental.

**PRINCIPIO 4: Colaboración y Cooperación:** “La colaboración y la cooperación (entre el gobierno, las empresas, el mundo académico, la sociedad civil y los donantes) se incluyen en la implementación del Marco para fortalecer el intercambio de información entre proveedores y usuarios, reducir la duplicación de esfuerzos en todo el sector gubernamental, crear un sistema robusto, como también para proporcionar claridad sobre los roles y responsabilidades”. Luego es esencial fortalecer el intercambio, reducir la duplicación de esfuerzos, en todo el sector gubernamental, para un sistema robusto.

**PRINCIPIO 5: Solución Integradora:** La implementación del Marco debe ser de naturaleza integradora y considerar cómo las personas, las organizaciones, los sistemas y las estructuras legales y de políticas trabajan juntas para formar un sistema eficaz para gestionar la información geoespacial y su uso. La gestión de información geoespacial debe proveer una solución integradora que incluya personas, las organizaciones, los sistemas y las estructuras legales y de políticas (ej tenga en mente quienes conforman la comunidad de IDERA)

**PRINCIPIO 6: Sostenible y Valorado:** “La implementación del Marco se llevará a cabo de manera tal que mejore la eficiencia y la productividad nacional; que sea sostenible a largo plazo; y sea” VALORADO, esto es cuando realmente nuestros productos e infraestructura geoespaciales proporcionan mejores servicios gubernamentales a los ciudadanos.

**PRINCIPIO 7: Liderazgo y Compromiso:** Es importante destacar que la implementación del Marco requerirá un fuerte liderazgo y compromiso, a menudo al más alto nivel, para mejorar el valor a largo plazo de las inversiones en información geoespacial.

# Análisis socioeconómico desde las geotecnologías en la cátedra de Geografía Económica Argentina

Bossa, Juan Pablo; Prieto, Andrea Roxana; Lugea Nin, María Florencia; Balda, Millá Ailén[1]

[1] Facultad de Ciencias Económicas y Jurídicas, Universidad Nacional de la Pampa. geografiaecoarg@eco.unlpam.edu.ar

**Resumen:**
Desde la cátedra de Geografía Económica Argentina, de la Facultad de Ciencias Económicas y Jurídicas, de la Universidad Nacional de La Pampa, se pretende que las y los estudiantes de la Licenciatura en Administración con Orientación en Emprendedurismo, al igual que Contadoras y Contadores Públicos, puedan realizar un análisis holístico y complejo sobre la realidad socioeconómica argentina. Para ello, la lectura, la construcción de datos y, por sobre todo, la representación espacial de los mismos es muy importante. Se consideran a las geotecnologías como herramientas fundamentales al momento de interpretar y analizar datos, como los trabajados en la cátedra (Necesidades Básicas Insatisfechas, Producto Bruto Geográfico e Índice de Desarrollo Humano). Por tal motivo, las y los estudiantes logran por medio de la práctica, analizar datos, construir cartografía a través del uso de las geotecnologías. Se considera una actividad necesaria de realizar colectivamente en el aula, y de aplicarla al análisis de la realidad social, económica, política y ambiental para que puedan conocerla, apropiarse de la misma, e incentivar su utilización como futuros profesionales en la toma de decisiones.

**Palabras Clave:** GEOTECNOLOGÍAS, ANÁLISIS SOCIOECONÓMICO, GEOGRAFÍA ECONÓMICA ARGENTINA, NECESIDADES BÁSICAS INSATISFECHAS.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde la cátedra de Geografía Económica Argentina se pretende comprender la realidad compleja de la sociedad desde múltiples dimensiones; tanto la económica, política, ambiental como cultural, son necesarias para atender a un análisis integral. Es por ello, que la lectura de datos que demuestran la situación en cada momento histórico, son importantes para complementar la bibliografía y el material teórico propuesto en cada instancia de trabajo. El sentido de utilizar información cuantitativa y cualitativa es relacionar y explicar diferentes modelos económicos y contextos sociales de nuestro país, y las consecuencias que imprimen en cada territorio.

Para que las y los estudiantes construyan aprendizajes significativos, nuestro interés es investigar sobre estrategias que lleven a buenos resultados y se consoliden aprendizajes reales para que sean utilizados en un futuro como profesionales.

Esta ponencia se enmarca en el proyecto de investigación denominado “Las Tecnologías de la Información Geográfica como recursos geoestratégicos en las decisiones administrativas de las Licenciadas y los Licenciados en Administración con Orientación en Emprendedurismo, al igual que para Contadoras y Contadores Públicos” (Resolución Nº 213/22).

De este modo, desde la cátedra de Geografía Económica Argentina desarrollamos el proyecto mencionado, el cual propone analizar la aplicación estratégica de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), para lograr analizar la realidad espacial de los procesos socioeconómicos, conociendo las particularidades que conforman el territorio. Es aquí, donde lo que se establece como un elemento en la espacialidad, forma parte de la construcción de un dato, constituido a partir del análisis de la información. De tal manera, las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), juegan un papel central como herramienta geoestratégica al momento de identificar, analizar y comunicar la dinámica espacial.

## 2. LAS GEOTECNOLOGÍAS CON UNA PERSPECTIVA EDUCATIVA

La sociedad convive con un mundo cambiante, en donde la globalización, trae aparejada múltiples cambios, tanto de orden político, cultural, pero aún más en lo tecnológico, económico y social.

Es en este contexto, en donde la tecnología, y sobre todo la aplicación de recursos geotecnológicos, tienen un rol central, no como simples medios de comunicación respecto a la información geográfica, sino que comienzan a posicionarse como herramientas de análisis ante la complejidad en la que estamos inmersos.

Puig y Varela (2009) destacan desde esta perspectiva, que las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), permiten asociar en las representaciones gráficas de cualquier escala, todos los datos geoespaciales, de manera tal que logran analizar diferentes parámetros o aspectos sobre los objetos, fenómenos o acontecimientos que tienen lugar en cualquier territorio, así como las relaciones entre ellos. A su vez, establecen que tienen la ventaja de obtener un conocimiento preciso del territorio, y pueden así aumentar la eficacia en las tomas de decisiones, sobre todo para quienes deban ejecutarlas tanto en el ámbito público como privado.

Autores tales como Pombo, Martínez Uncal y Bossa (2017), remarcan que el mapa como recurso educativo, permite comunicar una realidad que los estudiantes deben interpretar de manera crítica; en definitiva, la cartografía permite conocer el espacio geográfico en el que viven, las transformaciones e impactos que los afectan (2017).

En el ámbito educativo actual es fundamental que el docente disponga de un manejo de datos que permita un conocimiento territorial y el desarrollo de habilidades o capacidades junto con la utilización de estrategias de aprendizaje vinculadas a las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). En este sentido, los estudiantes podrán aprender herramientas y recursos para la toma de decisiones y de gestión como futuros profesionales en cuestiones socio-territoriales y de esta manera, propiciar un pensamiento crítico sobre el espacio geográfico contemporáneo.

Es importante destacar que las TIG, permite a su vez, que las y los estudiantes logren incorporar ciertas capacidades vinculadas con la informática, tales como el uso y gestión de bases de datos, o una amplia variedad de aplicaciones (Morte, 2015).

Las ventajas que tienen las Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en el ámbito educativo son muy amplias; pero el escaso manejo de las mismas, también es de destacar. Hoy en día las IDE como herramientas geotecnológicas, y más aún como sistemas integrados de datos, software, servicios, metadatos, normas y estándares, acuerdos, políticas, personal, entre otros; pone al alcance de las y los estudiantes un sinfín de datos geoespaciales, factibles de ser analizados desde una perspectiva crítica territorial.

Tanto los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como las IDE, en el proceso de enseñanza – aprendizaje de los contenidos abordados en Geografía Económica Argentina, se convierten en herramientas estratégicas para acercar a las y los estudiantes a los datos geoespaciales propios del conocimiento económico.

Diversas estrategias de enseñanza pueden vincularse a las IDE como las que se mencionan a continuación: aprendizaje basado en proyectos, trabajo de campo, estudio de casos, aprendizaje basado en problemas, trabajo interdisciplinar en el aula de informática, entre otros.

Con respecto al aprendizaje basado en proyectos y/o problemas, las y los estudiantes aprenden sobre el acceso a los geodatos que ofrecen los servicios de las IDE para poder organizar, construir y analizar una cartografía digital basada en capas seleccionadas según el proyecto de investigación que desarrollen. De esta manera podrán pensar y diseñar acciones en el territorio ya que adquieren un conocimiento que les permite ser aplicado como futuros profesionales.

El trabajo de campo o salidas posibilitan que los datos relevados se visualicen de una forma innovadora y se conecte el conocimiento obtenido en el territorio con los servicios de procesamiento de datos disponibles en la red.

El estudio de casos permite analizar un tema concreto, una realidad territorial particular y a la vez vincularla con otros datos como los que se obtienen en la red con el objetivo de enriquecer el conocimiento geográfico.

En el trabajo interdisciplinar en el aula de informática, la ciencia geográfica y el uso de las IDE permite integrar la dimensión espacial a las temáticas abordadas desde diversas disciplinas incluyendo las Tecnologías de la información y la comunicación.

## 3. INDICADORES DE ANÁLISIS SOCIOECONÓMICOS

En el marco del programa de la cátedra Geografía Económica Argentina, se establece el análisis de indicadores socioeconómicos (Necesidades Básicas Insatisfechas, Producto Bruto Geográfico e Índice de Desarrollo Humano), los cuales permiten comprender las complejidades de los territorios argentinos.

Los datos socioeconómicos que construyen diversos organismos como es el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de la República Argentina (INDEC) son recursos utilizados para analizar el territorio de manera compleja y multidimensional.

En tal sentido, Manzanal (2000) en su investigación analiza las desigualdades entre la región pampeana y el resto del país con la implementación de políticas neoliberales y los efectos territoriales de los procesos macroeconómicos. Debido a que existen diversos problemas en la recopilación y sistematización de estadísticas, es necesario utilizar aquellas que puedan reflejar la realidad compleja y cambiante de un espacio geográfico particular como es la Argentina.

Es por ello que recurre a los indicadores socioeconómicos de PBG/por habitante,

IDH y Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) que en forma conjunta permiten comprender las transformaciones espaciales de los procesos macroeconómicos mencionados anteriormente como son las políticas neoliberales de privatización, ajuste fiscal, desregulación, concentración económica, entre otras.

El concepto de Necesidades Básicas Insatisfechas, permite la delimitación de grupos de pobreza estructural y representa una alternativa a la identificación de la pobreza considerada únicamente como insuficiencia de ingresos.

Por otra parte, el IDH toma en cuenta tres elementos: el nivel de salud, representado por la esperanza de vida al nacer, el nivel de instrucción, representado por la tasa de alfabetización de adultos y el promedio de año de escolarización y finalmente el ingreso, representado por el PIB por habitantes, tras una doble transformación que tiene en cuenta la diferencia del poder adquisitivo existente entre un país y otro (PIB/PPA). El IDH es una medida no ponderada que clasifica a los países o regiones a través de una escala que va de 0 a 1.

Y el Producto Geográfico Bruto: es un indicador sintético del esfuerzo productivo realizado en el territorio provincial y es equivalente a lo que a nivel del país en su conjunto se conoce como Producto Interno Bruto (PBI).

En el siguiente apartado y tenido en cuenta el desarrollo teórico propuesto, se establecerán los aportes que las geotecnologías establecen para el análisis de los indicadores socioeconómicos.

## 4. LOS APORTES DE LAS IDE Y LOS SIG PARA EL ANÁLISIS DE LOS INDICADORES

Al momento de proponer el análisis de diversos criterios socioeconómicos, las TIG ofrecen ciertos recursos geotecnológicos, los cuales permiten acceder a datos e información geoespacial, comunicar y analizar indicadores/variables específicas. Los SIG, al igual que las IDE, permiten espacializar en capas, cierto tipo de indicadores socioeconómicos, o demás temáticas.

Es preciso señalar, que dentro de la cátedra Geografía Económica Argentina, se implementa la utilización de QGIS y el acceso a datos geoespaciales, brindados por geoservicios externos.

Por medio de QGIS, y a través del geoservicio (Figura 1), denominado Web Feature Service (WFS) proveniente de la IDE del Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC), las y los estudiantes acceden a la base de datos correspondiente a la capa de NBI, por provincias.

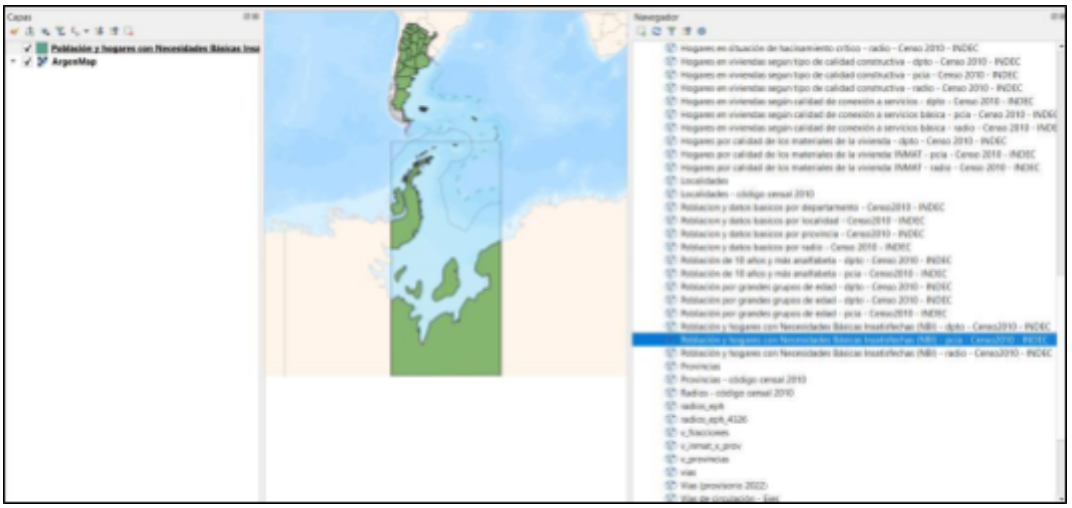


Figura 1: Población y hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) - pcia - Censo 2010 - INDEC.

Fuente: realizado por Bossa, Juan Pablo (2023), en base a datos del INDEC (2010).

Cabe destacar que uno de los trabajos propuestos desde la cátedra, consiste en realizar cartografía a partir de los datos del INDEC e incorporar los datos de NBI identificados por la autora Manzanal (2000).

A través de la colorimetría de los mapas, se posibilita la observación de las desigualdades socioeconómicas regionales, que surgen en el contexto socioeconómico de ajuste y convertibilidad que la autora explicita en el trabajo analizado, del mismo modo que se identifican claramente las provincias ricas y pobres (Figura N°2).

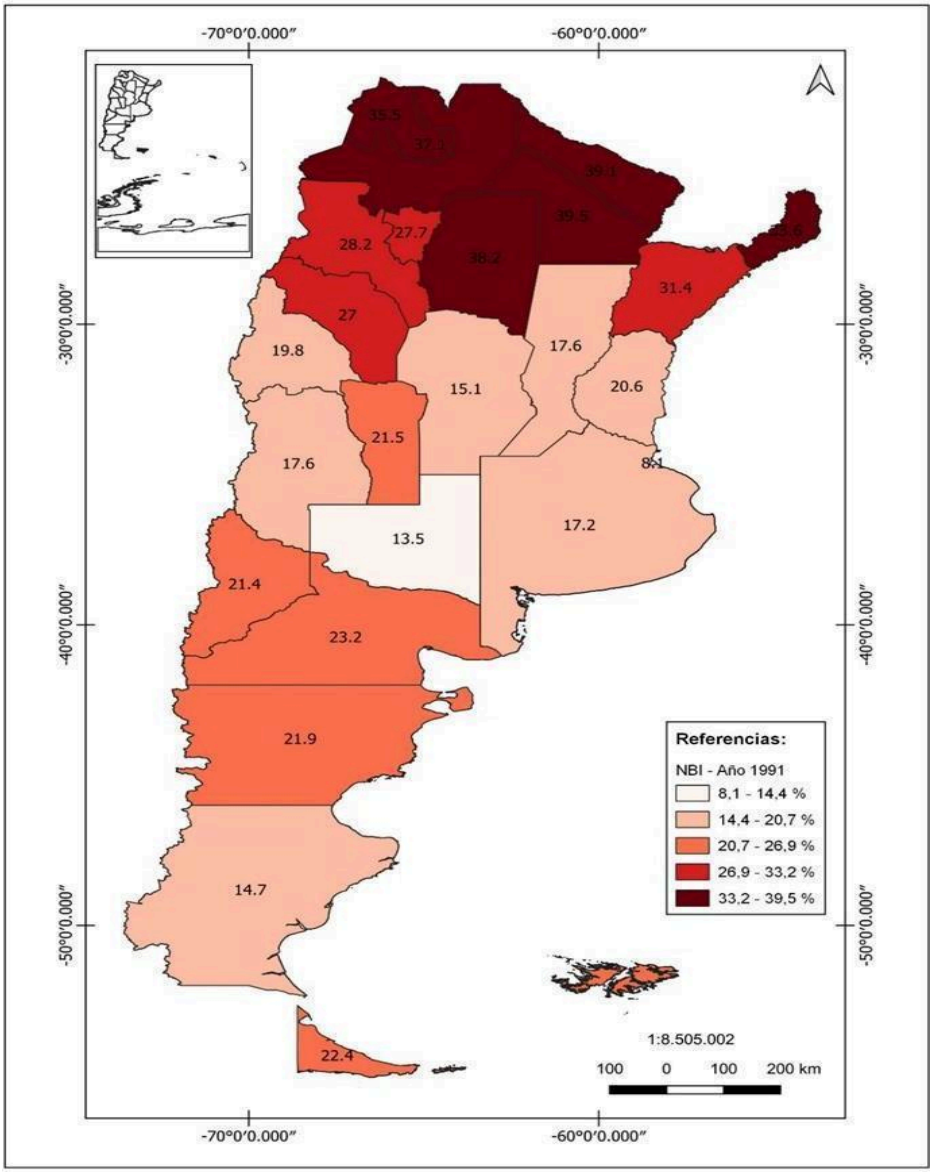



Figura 2: Población con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), en el año 1991 (% sobre la población total).

Fuente: realizado por Bossa, Juan Pablo (2023), en base a datos de Manzanal (2000).

A partir de la cartografía, las propuestas teóricas aportadas por Manzanal (2000), y desde un enfoque regional, las y los estudiantes pueden evidenciar que las provincias históricamente, a través de los datos del INDEC (2010), más desfavorecidas como Formosa, Chaco, Santiago del Estero y Salta (Figura 3)

presentan perfiles productivos acotados y se encuentran en dificultades de afrontar los gastos públicos y las restricciones que les impone la convertibilidad.

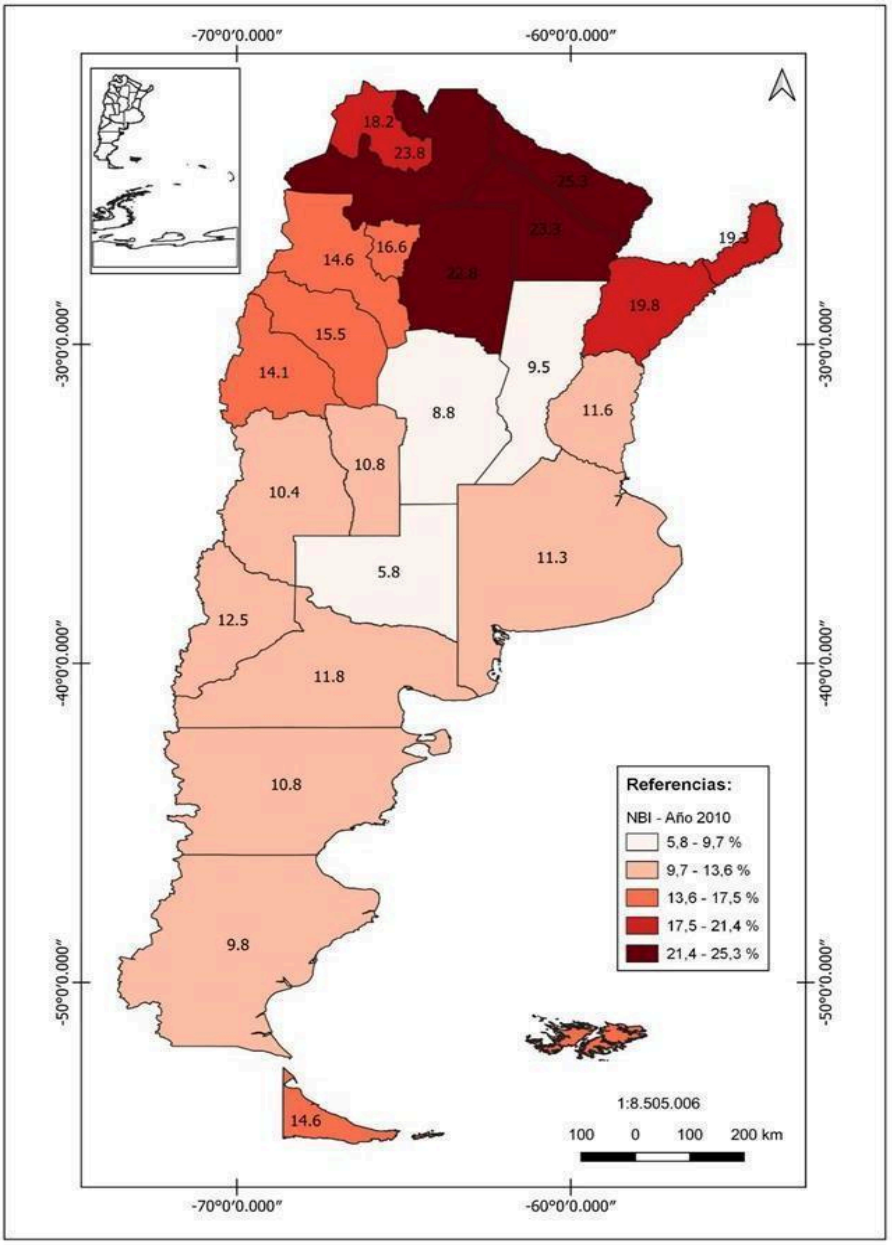



Figura 3: Población con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), en el año 1991 (% sobre la población total).

Fuente: realizado por Bossa, Juan Pablo (2023), en base a datos del INDEC (2010).

Cuando se examinan las NBI desde un enfoque geográfico, las y los estudiantes logran vincular la propuesta de la autora en su artículo "Neoliberalismo y territorio en la Argentina de fin de siglo" en referencia a las políticas neoliberales, remarcadas en un contexto de ajuste y convertibilidad, que dieron como resultado “acentuar las desigualdades socioeconómicas regionales, pues agranda la brecha entre las provincias ricas y las pobres” (Manzanal, 2000, p.453).

Al realizar los respectivos procedimientos, las y los estudiantes realizan el análisis de los otros indicadores, mediante la exportación de la capa “Provincias” del Geoservicio WFS del INDEC (Figura 4).

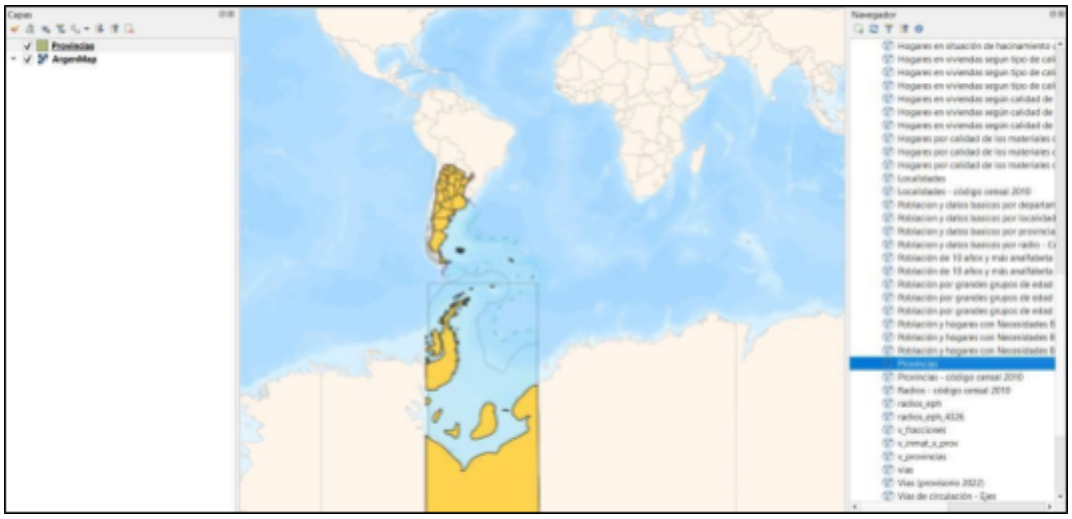


Figura 4: Provincias. INDEC (2010).

Fuente: realizado por Bossa, Juan Pablo (2023), en base a datos del INDEC (2010).

Esto les permite producir la carga de datos en la tabla de atributos, en cada año analizado, tanto para el IDH (Figura 5) por jurisdicción en 1995, como para el PBG (Figura 6) por habitante en 1996; y mediante la herramienta simbología, se convierten los datos en una visualización acorde a su análisis por provincia, en donde 5 tonalidades de un mismo color, lo cuales les permite comprender mejor su análisis, con respecto a los demás indicadores.

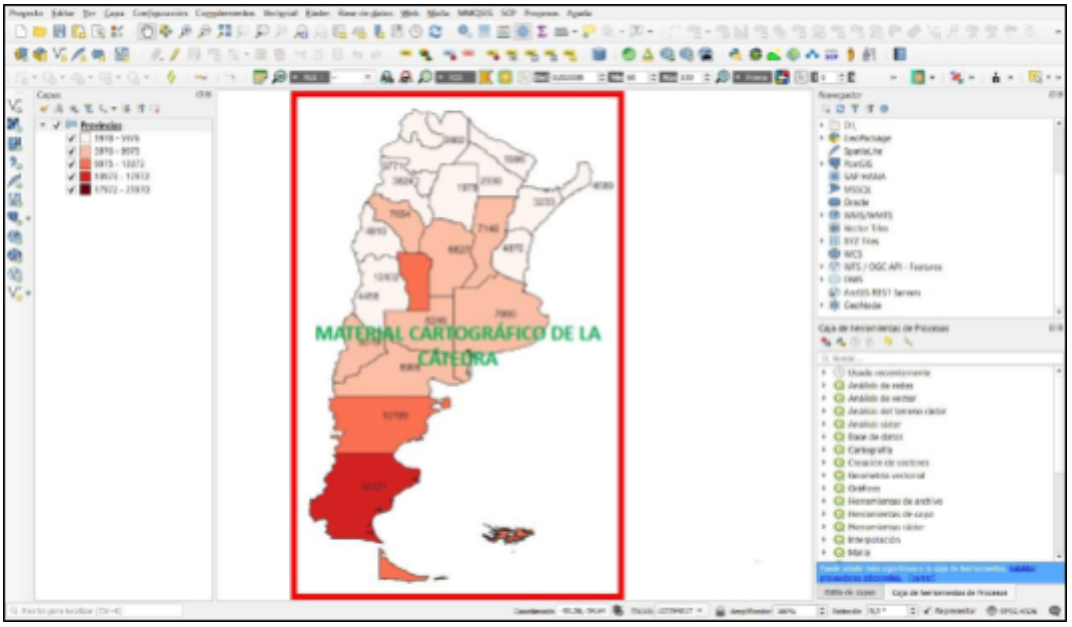



Figura 5: visualización en el QGIS del PBG (1996).
Fuente: realizado por Bossa, Juan Pablo (2023), en base a datos de Manzanal, M. (2000).

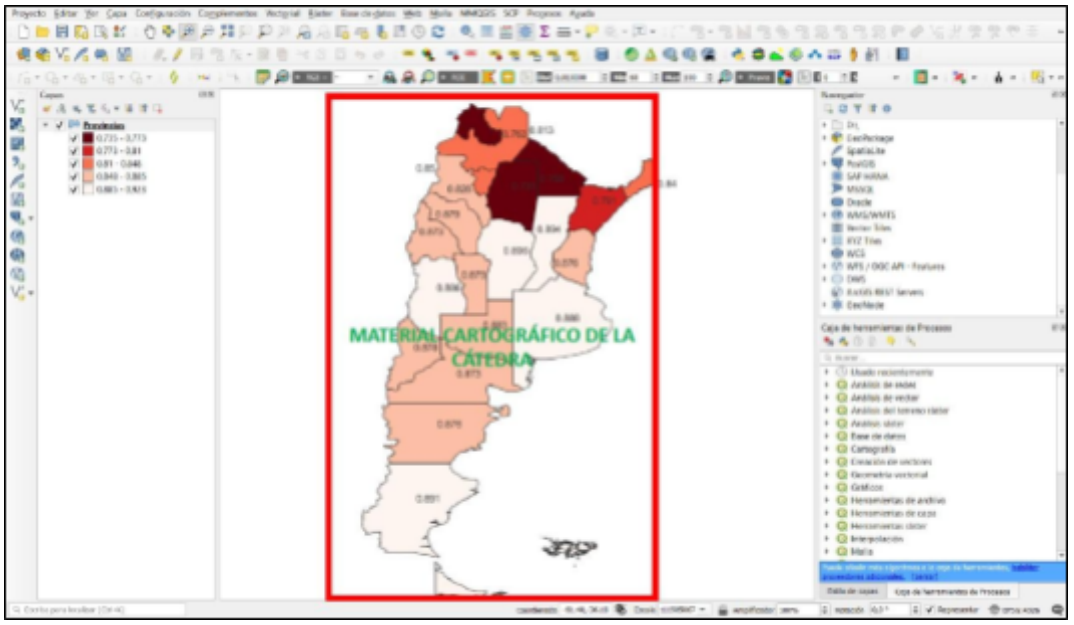



Figura 6: visualización en el QGIS del IDH (1995).
Fuente: realizado por Bossa, Juan Pablo (2023), en base a datos de Manzanal, M. (2000).

Claro está, que al incorporar la utilización de estas herramientas geoespaciales, mediante la utilización de los SIG y el alcance a la información que brindan las IDE, los y las estudiantes pueden desarrollar nuevas capacidades y oportunidades, al momento de poner en práctica la teoría específica de la cátedra Geografía Económica Argentina.

## 9. CONCLUSIONES

En este trabajo se plasmó la relación entre los contenidos abordados desde la cátedra Geografía Económica Argentina, con la utilización de las geotecnologías.

Claro está, y se puede observar, que estos georecursos fomentan en las aulas, el trabajo crítico en las y los estudiantes. A su vez, motiva a la utilización de la espacialidad de los datos en análisis relacionados con economía, ambiente, política, sociedad.

En este caso, desde una geografía crítica y renovada, se pretende que las y los egresados puedan aplicar sus aprendizajes visibilizando las principales características de cada contexto territorial donde deban aplicar sus saberes.

Se remarca que el proyecto de investigación denominado “Las Tecnologías de la Información Geográfica como recursos geoestratégicos en las decisiones administrativas de las Licenciadas y los Licenciados en Administración con Orientación en Emprendedurismo, al igual que para Contadoras y Contadores Públicos”, permite abrir puertas en las demás cátedras que se vinculen al análisis de datos geoespaciales.

Esto permitirá que por medio de las TIG, se logre analizar la realidad espacial de los procesos socioeconómicos, conociendo las particularidades que conforman el territorio en su multiescalaridad temporo-espacial.

## REFERENCIAS

Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Económicas y Jurídicas, Universidad Nacional de La Pampa. Resolución Nº 213/22. (2022). En https://actosresolutivos.unlpam.edu.ar/static_ecs/media/uploads/pdf/1_4_2022_2 13_eJO8M3F.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina – INDEC (2010). En https://www.indec.gob.ar

Manzanal, M. (2000). Neoliberalismo y territorio en Argentina de fin de siglo. En Economía, Sociedad y Territorio, Vol. II. Núm 7, pp. 433-458. Buenos Aires: CONICET. Universidad de Buenos Aires.

Morte, A. R. (2015). Tecnologías de la información geográfica, un recurso para el aprendizaje en la vida cotidiana. III Ponencia del VII Congreso Ibérico de Didáctica de la Geografía. Alicante, noviembre 2015. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/315767049_Tecnologias_de_Informaci
on_Geografica_un_recurso_para_el_aprendizaje_en_la_vida_cotidiana

Pombo D., Martínez Uncal M. C. y Bossa, J. P. (2017). “Mapas Temáticos: el lenguaje cartográfico como instrumento para la enseñanza de una geografía crítica” en Pombo, D. Martínez Uncal M. C (2017). Geotecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje por resolución de problemas. Hacia una didáctica de la Geografía crítica y activa. Editorial UNLPam. Recuperado de http://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/QuedateEnCasa/Geotecn
olog%C3%ADas%20en%20el%20proceso%20de%20ense%C3%B1anza%20y%
20aprendizaje%20por%20resoluci%C3%B3n%20de%20problemas.pdf

Puig, C. y Varela, A. (2009) Tecnologías de la Información Geográfica. Cuadernos internacionales de tecnologías para el desarrollo humano.

# Las IDE desde una perspectiva amplia para la investigación universitaria

Juan Pablo Bossa[1]

[1] instituto de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, UNLPam, Coronel Gil 353, 2° Piso, Santa Rosa, 6300. Cel: (02954) 584203
juanpablobossa2013@gmail.com

**Resumen:** En el análisis de este artículo, se ponen en consideración las fortalezas que las IDE brindan a las instituciones universitarias, como así también, a los centros de investigación que las constituyen. Por otro lado, se manifiestan los avances que la Infraestructura de Datos Espacial del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional de La Pampa (IDEIGUNLPAM), está desarrollando a lo largo de estos años, brindando información geoespacial a los actores sociales que lo requieran. Los estudios desarrollados por los institutos de investigación de las universidades, brindan un sinfín de datos geoespaciales, dando como resultado, una pluralidad de información desde un enfoque transdisciplinario. Sumando a esto, y tal como lo demuestran los avances en materia tecnológica, la implementación de las IDE sigue manifestando el crecimiento espontáneo en la interconexión de los datos geoespaciales y la interoperabilidad entre las diversas instituciones gubernamentales, no gubernamentales, académicas, entre otras. Hoy por hoy, IDEIGUNLPAM busca crecer en los pilares centrales que la fundaron; la integración, interrelación y articulación de datos gráficos y alfanuméricos de distintas temáticas de la provincia de La Pampa, dando así, respuesta a las situaciones problemáticas territoriales que lo requieran.

**Palabras Claves:** TRANSDISCIPLINARIEDAD, INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA, IDEIGUNLPAM, DATOS GEOESPACIALES.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas, pionera en la Universidad Nacional de La Pampa, en el marco de las Infraestructura de Datos

Espaciales (IDE), actualmente busca crecer en el órgano institucional.

A lo largo de estos años, IDEIGUNLPAM ha podido demostrar las fortalezas y riquezas que las IDE brindan en materia de información geoespacial, como así también, poner en manifiesto los roles que los institutos de investigación tienen en un contexto en el que el crecimiento tecnológico, busca entre tantos objetivos, la interoperabilidad entre los diversos sujetos sociales.

Alcanzar la conformación de una IDE en la que las diversas facultades que constituyen la universidad, acompañadas de sus respectivos Institutos de Investigación, es clave dentro de los objetivos propuestos en la actualidad.

En el desarrollo de este artículo, se manifiestan las fortalezas que como recursos geotecnológicos, las IDE tienen ante el cambio paradigmático de la innovación y el acceso al dato geoespacial. Seguidamente, se profundiza en las virtudes que ofrecen las IDE en el campo de investigaciones universitarias. Y, por último, se explican los avances que la IDEIGUNLPAM a desarrollado en estos años, siguiendo las normas, estándares y reglamentaciones que desde la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA), se direccionan hacia la comunidad de información geoespacial.

## 2. LAS IDE EN EL MARCO INTEGRADO DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL COMO APORTE PARA LAS INVESTIGACIONES UNIVERSITARIAS

Es evidente que actualmente estamos en un contexto tecnológico de innovación y proceso continuó de conformación de nuevos recursos e instrumentos de comunicación. El cambio paradigmático que esta imponiendo la conformación de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en todos los órganos institucionales, busca dar como resultado la interoperabilidad entre los sujetos sociales que constituyen la creación de información geoespacial, en una amplia diversidad de temáticas.

En el contexto globalizador que como sociedad estamos inmersos, sumado al fuerte avance de las tecnologías, las IDE, como recursos geotecnológicos, permiten no solo que la población acceda a datos, productos y servicios; sino que también se le asegure la calidad del dato espacial, el cual, previamente responde a ciertas normas y estándares.

La era de la digitalización conlleva a que las IDE, sean el medio tecnológico, por el cual se acceda a datos, información geográfica, productos y geoservicios, los cuales se encuentran publicados en la Internet, con ciertos estándares y normas, asegurando de esta manera su interoperabilidad y al igual que su uso, como así también la propiedad sobre la información publicada por parte de los organismos

públicos, privados, académicos, no gubernamentales, entre otros (Fernández, s.f.).

Siguiendo la línea de investigación de Iniesto y Núñez (2014), las IDE producen valiosas transformaciones en la gestión y análisis de la información geográfica (IG) producida por diversos sujetos sociales. Éste recurso geotecnológico se basa y aprovecha la Internet, permitiendo la comunicación, e incluso la interoperabilidad, entre los sistemas de información geográfica de cada usuario, dependencia, institución, y demás actores sociales.

Claro está que, al momento de gestionar la IG, se debe priorizar la interconexión de geoservicios, con el objetivo de evitar la duplicación de datos y esfuerzos de trabajo.

Las IDE tienen una relación directa con la planificación, análisis y gestión de los territorios. Es aquí donde la interrelación de datos geoespaciales, sumado a la implementación de nuevas plataformas tecnológicas, dan cuenta de la necesidad de tener recursos eficientes y confiables, al momento de contribuir en la organización y planificación de las investigaciones en los Institutos de universitarios.

Cabe mencionar, que las IDE se establecen como un sistema de información integrado por un conjunto de recursos, tales como catálogos, servidores, software, datos, aplicaciones, entre otros; mediante los cuales, se puede administrar una amplia diversidad de información geográfica (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021).

Pero claro está, que el propósito principal de las IDE, es constituirse como una herramienta cartográfica útil para la comprensión de la realidad territorial actual, su evolución y tendencias, es por ello que “disponer de información pormenorizada, acompañada de una expresión gráfica apropiada, permite conocer y analizar la compleja y dinámica realidad ambiental de cualquier espacio; este conocimiento es indispensable para concretar con éxito distintos proyectos de ordenamiento ambiental, urbano y territorial” (Cardus y Ruiz, 2012, p. 65).

Desde estos puntos, el Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas (Universidad Nacional de La Pampa), se sigue profundizando en el crecimiento de la IDE, mediante la articulación de múltiples sistemas, cumpliendo los estándares establecidos por la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA); y permitiendo a quién lo requiera, el acceso a la información publicada.

## 3. IDEIGUNLPAM CON PERSPECTIVA DE FUTURO EN LA IMPLEMENTACIÓN DE RECURSOS GEOTECNOLÓGICOS

En el marco de la implementación de la IDE del Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas (UNLPam), se sigue profundizando en que las Facultades de Agronomía, Ciencias Económicas y Jurídicas, Ciencias Exactas y Naturales, Ciencias Humanas, Ciencias Veterinarias, e Ingeniería, las cuales, conforman la Universidad Nacional de La Pampa, acompañadas de sus respectivos Institutos de Investigación, den paso a la integración, interrelación y articulación de datos gráficos y alfanuméricos de diferentes temáticas de la provincia; disponiendo de tal manera de información actualizada, confiable y de fácil acceso para diferentes usuarios, como así también para diversas entidades que así lo requieran.

Se pretende que, desde la Infraestructura de Datos Espaciales del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional de La Pampa, gestionar el conocimiento científico-académico, a través de una herramienta interactiva tal como es Geonode; pero por, sobre todo, se pretende incentivar en la conformación de nodos en las respectivas facultades; para que las mismas puedan brindar sus bases de datos geoespaciales.

Actualmente y luego de diversas actualizaciones realizadas de la plataforma Geonode, instalada dentro del servidor de la Facultad de Ciencias Humanas, el Instituto de Geografía (Figura 1), tiene a disposición un espacio de trabajo, en donde cada investigadora e investigador, dispone de su lugar específico para alojar sus respectivos datos geoespaciales; poniendo a disposición el acceso de tal información, a cada actor social que lo requiera.

Figura 1. Plataforma Geonode del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional de La Pampa.

La aplicación dispone de una amplia diversidad de recursos los cuales permiten la categorización de las capas, de acuerdo al catálogo de objetos geográficos (Figura 2), puesto a disposición desde IDERA. Por otro lado, dispone de un sistema de búsqueda; a su vez, permite establecer y destacar la responsabilidad de autoría de la información publicada; fecha de actualización y demás utilidades.

Figura 2. Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA, de acuerdo a la actualización en el mes de marzo de 2023.

Al ingresar en la capa, la plataforma permite visualizarla (Figura 3), como así también descargarla, al igual que los metadatos. En los mismos se detalla el título; licencia de utilización; resumen; fecha de creación, revisión o actualización; palabras claves; categorías-clases (industria y servicios; geografía social; transporte; hidrografía y oceanografía; biota; demarcación; defensa y seguridad; clima y meteorología; catastro; y unidades geoestadísticas); regiones; responsabilidad; grupos; atribuciones; frecuencia de actualización; restricciones de uso; propósito; idioma; calidad del dato; tipo de representación espacial y demás información adicional.

Figura 3. Especificaciones de las capas publicadas.

Geonode permite la asociación de las respectivas capas, con documentación específica y recursos externos (Figura 4), en una amplia diversidad de formatos, que van desde hoja de cálculos, documentos doc., pdf., audios, videos, imágenes, web, entre otros.

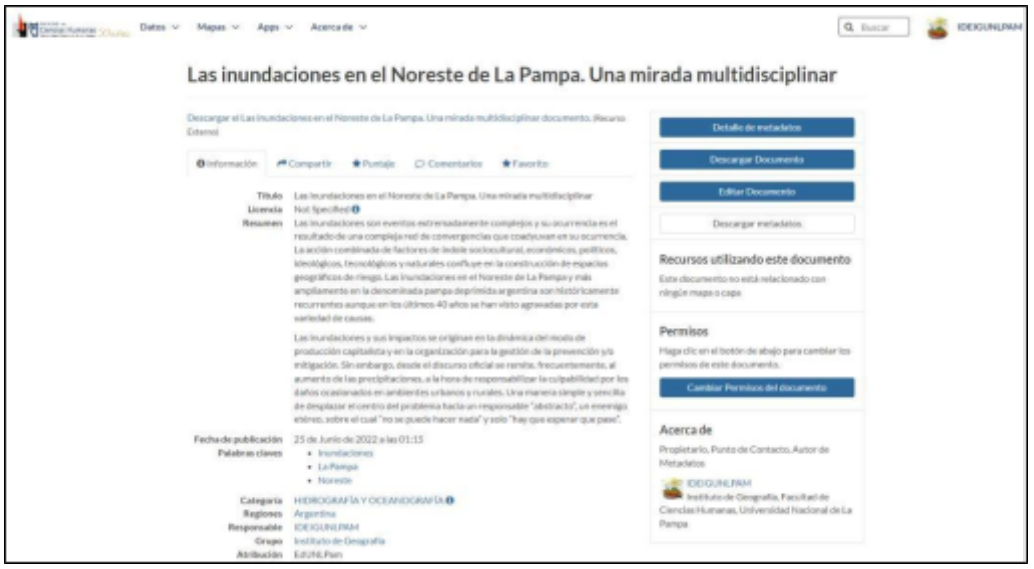


Figura 4. Especificaciones de la documentación externa de la capa publicada.

Por otro lado, permite en visualizadores (Figura 5), establecer estructuras de grupos de capas, generando de tal manera, un recurso dinámico en la interrelación de las mismas. El visor a su vez, se compone de herramientas de búsqueda, configuración y filtro de capas; permite disponer de la tabla de atributos; creación de widget; exportar los datos; zoom de visualización; imprimir; realizar mediciones; compartir; y a su vez, la comparación entre las capas publicadas.

Figura 5. Visualizador y una amplia diversidad de herramientas.

Es importante destacar que actualmente se estableció un formato de licencia de descarga, para que las y los usuarios respondan a la misma, ante las respectivas citas de la información publicada.

La licencia de uso responde a las siguientes condiciones y términos:

- Debe reconocerse la autoría de la IDE del Instituto de Geografía de la UNLPam, al igual que el respectivo autor y/o autora especificada en los correspondientes metadatos.

- Debe mencionarse la fecha de la última actualización.

- La IDE del Instituto de Geografía de la UNLPam, no se responsabiliza por las consecuencias, ante la utilización, reutilización, distribución y/o alteración de

la información descargada.

En esta nueva actualización de la IDEIGUNLPAM, y por decisión administrativa 797/2022 sobre el uso de organismos nacionales del mapa base oficial, se adhirió a la aplicación de Argenmap en sus respectivos estilos y formatos.

Cabe destacar que el 16 de agosto del año 2022, el jefe de Gabinete de Ministros, Juan Manzur, y el titular de la cartera de Defensa, Jorge Taiana, firmaron la Decisión Administrativa 797/2022, la cual, estableció la obligatoriedad del uso de ArgenMap (Figura 6) del Instituto Geográfico Nacional (IGN) en los sitios web institucionales de jurisdicciones, entidades y organismos del Sector Público Nacional, los cuales, requieran publicar un mapa de la República Argentina (Instituto Geográfico Nacional, 2022).

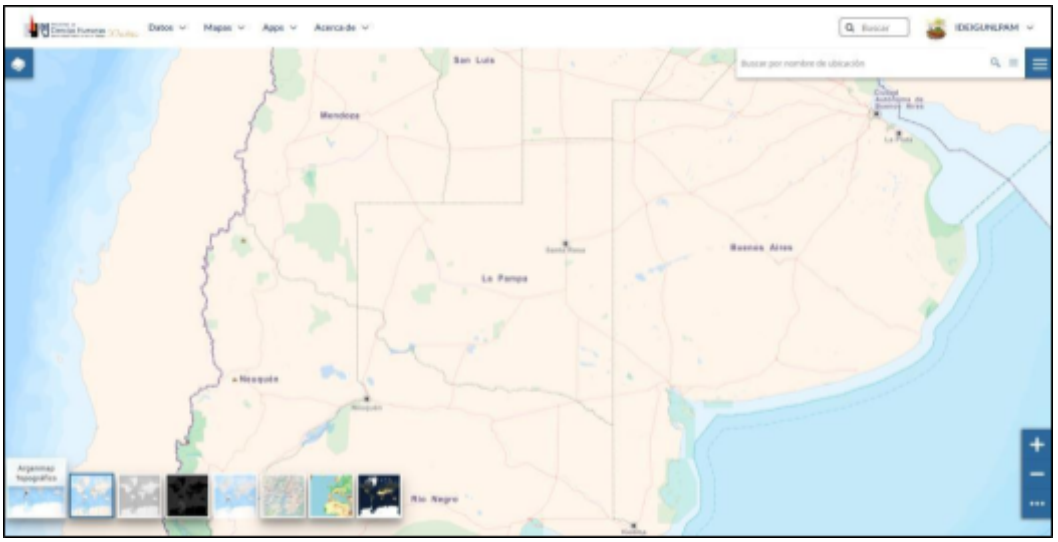



Figura 6. Mapa Base Oficial Argenmap.

Otro punto a destacar, es que se sigue profundizando en la implementación de geoservicios, a través de Geoserver, a quienes los requieran. Los mismos responden a dos formatos; por un lado, el WFS, el cual, brinda el acceso y consulta de los atributos de un vector, con una geometría descrita por un conjunto de coordenadas; y por el otro, el WMS, que permite la visualización de información geográfica a partir de una representación de ésta, de una imagen del mundo real para un área solicitada por el usuario (IDERA, 2023).

Cabe recordar que Geoserver (Figura 7), es un servidor basado en Java que permite a los usuarios administrar, visualizar y editar las capas, como así también definir sus correspondientes estilos; permitirá establecer diversos espacios de trabajo. Los mismos, conformarán diferentes contenedores, en donde se agruparán datos publicados, ya que resultará útil para clasificar los

datos publicados en diversas áreas temáticas (Organización Geoserver, 2023).

Figura 7. Servidor Geoserver del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional de La Pampa.

La IDEIGUNLPam desde esta perspectiva, se predispone como una herramienta interactiva, ágil y dinámica al servicio de cada instituto de investigación; en donde cada actor social, logre analizar y planificar ciertas decisiones de índole económica, política y social a escala local, departamental, provincial y/o regional, mediante un enfoque académico-científico de análisis territorial transdisciplinario.

La IDE del Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas, como herramienta al servicio de la comunidad, es un elemento indispensable para el análisis de la provincia en sus diversas escalas, ya que se constituye de información geográfica plausible de ser utilizada para propósitos de desarrollo legislativo y de política, en la administración de tierras y de los recursos naturales, entre otros temas. Ante diversas situaciones problemáticas territoriales, disponer actualmente de información geográfica concentrada en una IDE como la del Instituto de Geografía, permite planificar y poner en marcha ciertas decisiones, en busca de posibles soluciones.

## 4. CONCLUSIONES

Hoy por hoy, tener a disposición información geográfica de heterogéneas investigaciones transdisciplinarias que se desarrollan en el ámbito universitario, permitirá dar soporte a la toma de decisiones en varios aspectos ante ciertas problemáticas, desde múltiples dimensiones de análisis.

Por otro lado, facilitar el acceso, al igual que la integración de la información geoespacial, tanto en el ámbito universitario, como así también a diversas

instituciones, permitirá optimizar el tiempo al momento de la toma de decisiones.

Claro está, y se demuestra como a través del nodo del Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas (UNLPam), se propone un recurso geotecnológico, en el cual, se observa la integración, interrelación y articulación de datos gráficos y alfanuméricos de diferentes temáticas de la provincia, logrando de tal manera analizar la realidad territorial pampeana.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Fernández, D. (s.f.). “Publicación de datos geográficos utilizando software libre en el ámbito público”. SIE, Simposio de Informática en el Estado. 48JAIIO - SIE - ISSN: 2451-7534. Recuperado de http://170.210.201.137/pdfs/sie/SIE-03.pdf

Geonode. (2023) Open-Source Geospatial Content Management System. En https://geonode.org/

Geoserver. (2023). Open-Source Server for Sharing Geospatial Data. En http://geoserver.org/

IDEIGUNLPAM. (2023). Infraestructura de Datos Espaciales del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional de La Pampa. http://ideigunlpam.humanas.unlpam.edu.ar/

IDERA. (2023). Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina. En https://www.idera.gob.ar/

IGN (2023). Instituto Geográfico Nacional de la República Argentina. En https://www.ign.gob.ar/content/se-estableci%C3%B3-argenmap-de-uso-obligatorio-en-los-sitios-web-del-sector-p%C3%BAblico-nacional

Iniesto y Núñez (2014). “Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales”. Gobierno de España. Ministerio de Fomento. Instituto Geográfico Nacional. Edita: *Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) y Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN)*. NIPO: 162-14-022-0. DOI: 10.7419/162.12.2014. Recuperado de https://upcommons.upc.edu/handle/2117/26164

LinkedIn IDERA (2022). Información Geoespacial para el desarrollo sostenible. Recuperado de https://ar.linkedin.com/in/idera-argentina-815b81117

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Gobierno de España. Recuperado de https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/presentacion/que-es-ide.aspx

# Espaciales (IDE) en la educación

Daila Pombo, María Celeste Martínez Uncal, María Carolina Diharce[1]

[1] Instituto de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de La Pampa, Cnel. Gil 353, Santa Rosa, La Pampa
dailapombo@gmail.com, mcelemu@hotmail.com, carodiharce@gmail.com.

**Resumen:** El concepto de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) ha sido una contribución significativa en disciplinas asociadas con la gestión de la información geoespacial, proporcionando un enfoque integral para la gestión, el acceso y la utilización de los datos geoespaciales. Las diferentes instituciones educativas (secundaria, terciaria y Universitaria) pueden desempeñar un papel importante en la promoción de la educación, la investigación y la innovación en el ámbito de los datos geoespaciales y una IDE puede ser una herramienta valiosa para lograr estos objetivos.
En este contexto, se propone la utilización de las Infraestructuras de Datos Espaciales como un recurso educativo en aquellas materias de la educación secundaria y universitaria que abordan contenidos vinculados a la información geográfica y las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) permitiendo tener una visión de las posibilidades que ofrecen las mismas como recurso educativo.
En definitiva, es una valiosa herramienta para que los/as estudiantes adquieran un riguroso y preciso conocimiento territorial con el que sea posible plantear acciones de intervención responsable buscando así un aprendizaje integral, flexible y crítico.

**Palabras Clave:** infraestructura de Datos Espaciales (IDE), Educación, Aprendizaje Integral, Aprendizaje crítico.

## 1. INTRODUCCIÓN

El incremento acelerado de datos georreferenciados, de interés para la Geografía, son accesibles a la ciudadanía en general y al profesorado en particular, obligando a los/as docentes a plantearse como realizar un mejor aprovechamiento de estos, desde los diferentes niveles educativos. Este planteamiento refuerza la necesidad de formar a los/as profesores/as y a los/as estudiantes en el manejo de datos abiertos y gratuitos (Rivas-Rebaque, Gértrudix-Barrio y de Cisneros de Britto, 2019), cuya importancia temática y precisión temporal se completa con su localización en el territorio, surgiendo así el geodato (Lázaro, Izquierdo & González, 2016) que es ofrecido por las IDE. Las IDE son “un Sistema de Información Geográfica o SIG abierto implementado sobre la red, con todo lo que ello conlleva: componentes distribuidos, interfaces estándares, interoperabilidad, coordinación, acceso a los datos, capacidad de análisis como objetivo” (Bernabé- Póveda & López-Vázquez, 2012, p. 43). Estos datos se ponen a disposición de la ciudadanía en general por los organismos públicos.

Puntualmente, el presente trabajo es un ejemplo para mostrar las múltiples ventajas que ofrece el empleo de las IDE en el sistema educativo mejorando la comprensión de los/as estudiantes. Esto es debido a la ampliación del conocimiento sobre el territorio que aportan los diferentes servicios de las IDE. De este modo, los geodatos o datos geolocalizados ofrecidos por las IDE favorecen la adquisición de competencias digitales, geoespaciales y sociales, siendo capaces de plantear acciones en el tiempo sobre el territorio formando ciudadanos activos y críticos por medio de ciertas competencias y habilidades esenciales en la enseñanza del siglo XXI.

A partir de lo planteado, se diseñó el dictado de un curso de posgrado enmarcado en el Programa de Formación Permanente para Graduados/as de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de La Pampa. Uno de los objetivos de este Programa era brindar respuestas a las diversas necesidades planteadas en los últimos años vinculadas con las profundas transformaciones en los contextos socioculturales, educativos y profesionales (Facultad de Ciencias Humanas, 2022, p. 1). Esta propuesta surgió basándose en que el profesorado tiene un conocimiento escaso o nulo de las herramientas y recursos IDE y por tanto de su potencialidad para una docencia relacionada con el conocimiento del territorio.

Dentro del curso dictado se plantearon algunos objetivos considerados esenciales para posibilitar el acceso, generación y transmisión de información y conocimiento, propiciando la creación de entornos activos, y potenciando un aprendizaje dinámico y constructivo. Se deben rescatar dos objetivos: comprender los componentes de las IDE para la representación de la realidad geoespacial y adquirir las nociones básicas para trabajar con las IDE desde situaciones problemáticas que favorezcan el proceso de enseñanza y

aprendizaje desde una manera activa e integrada.

## 2. INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES ¿QUÉ SON?

“Los avances tecnológicos y el hecho de que buena parte de las actividades humanas tengan una componente locacional, han provocado en la actualidad que se disponga de un importante volumen de datos georreferenciados. (…) Las IDE pretenden catalogar y poner al alcance del público en general toda esta información que, con frecuencia es desconocida o no tiene canales adecuados para darse a conocer” (Capdevila, 2004, p. 23).

Los principales productores de información geográfica (IG) son los organismos públicos, desde el nivel nacional hasta el regional y local, cuyos datos serán utilizados por múltiples organizaciones y gran cantidad de usuarios de Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Luaces, Olaya y Fonts, 2014). Los datos geográficos deben estar fácilmente disponibles, accesibles y actualizados en todo momento, lo que representa un gran desafío para las administraciones públicas. Las limitaciones para lograr esto es lo que se denomina las 3As (en inglés), disponibilidad (*availability*), acceso (*access*) y calidad (*aspect*) (Pombo, 2019, p. 73).

Esto implica partir del concepto de información geográfica (IG) entendida como aquella que está vinculada de una forma u otra a una posición espacial. La información geográfica son aquellos datos espaciales georreferenciados que poseen una posición implícita (la población de una sección censal, una referencia catastral, etc.) o explícita (coordenadas obtenidas a partir de datos capturados mediante GPS, Sistemas de Información Geográfica, entre otros) (Hahmann y Burghardt, 2013).

La IG involucra a distintos tipos de datos que para su procesamiento requieren el desarrollo de sistemas informáticos especializados como los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Para el *National Center for Geographic Information and Analysis* (NCGIA) de los Estados Unidos un SIG es “un sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión” (NCGIA, 1991- citado por Puebla Gutiérrez y Gould, 1994, p. 68).

Se pueden encontrar una gran variedad de definiciones de SIG, algunas de las cuales ponen el acento en tratarlos como base de datos, mientras que otras lo hacen enfatizando en sus funciones o en la importancia que posee esta herramienta como sistema de apoyo para la toma de decisiones. Todas las definiciones “tienen como punto central el hecho de trabajar con datos georreferenciados, con información geográfica” (Puebla Gutiérrez y Gould, 1994,

p. 152). Sin embargo, en los últimos años los SIG se presentan como sistemas informáticos insuficientes ante el tema que ha adquirido relevancia: el acceso y el intercambio de la IG.

Desde el momento en que se establece como crucial el papel de la IG, comienzan a desarrollarse elementos, tanto técnicos como políticos y administrativos, cuyo objetivo principal es disminuir o eliminar la presencia de situaciones similares a la anterior, haciendo que la información geográfica esté disponible de forma sencilla para todos los usuarios que puedan necesitarla, y favoreciendo así su aprovechamiento en la mayor medida posible. Estos elementos en su conjunto forman lo que desde entonces se ha dado en llamar Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), y que paulatinamente los distintos organismos públicos han ido instaurando en sus territorios hasta la actualidad (Luaces, Olaya y Fonts, 2014).

En definitiva, “las infraestructuras de datos espaciales han supuesto un cambio trascendental en la gestión y análisis de la información geográfica. Son soluciones tecnológicas que se basan y aprovechan la Red Internet, permitiendo la globalización en la intercomunicación, e incluso la interoperabilidad, entre los sistemas de información geográfica (SIG)” (Iniesto y Núñez, 2014, p. 11). Sobrepasan la capacidad tradicional que dan los SIG, de construir modelos del mundo real orientados a satisfacer necesidades específicas contando con la disponibilidad en el sistema de unos datos específicos, dejando de lado los datos y accediendo e inter-operando con servicios en red que proporcionan información geográfica elaborada por otros sistemas de información geográfica. Esta IG producida pasa a integrarse directamente en nuestro sistema, o a constituir información de entrada para los procesos que desarrolla nuestro sistema (Iniesto y Núñez, 2014). Trabajar con IG dentro de la red de las IDE permite “(…) simplificar los procedimientos para localizar, acceder y utilizar la información geográfica producida por los distintos actores. Asimismo, simplifica los servicios basados en esta información existentes en la actualidad y, especialmente abre unas posibilidades ilimitadas de creación de nuevos servicios sobre los datos o aprovechando y encadenando diversos servicios existentes” (Granell y Gould, 2005, p. 29).

“Una IDE incluye datos y atributos geográficos, documentación suficiente (metadatos), un medio para localizar, visualizar y valorar los datos (catálogos y cartografía en red) y algún método para proporcionar acceso a los datos geográficos. Además, debe haber servicios adicionales o software para permitir aplicaciones de los datos. Para hacer funcional una IDE, también debe incluir los acuerdos organizativos necesarios para coordinarla y administrarla a escala regional, nacional y transnacional” (IGDE, 2004, p. 3).

Por lo tanto, el establecimiento de una IDE implica el cumplimiento de cuatro cuestiones:

- Marco Institucional: que se hayan establecido acuerdos entre los productores de IG, particularmente entre los productores oficiales, para generar y mantener los datos espaciales fundamentales para la mayoría de las aplicaciones basadas en SIG.

- Estándares: que se hayan establecido normas para el intercambio de la IG y la interoperabilidad de los sistemas que manejan la misma.

- Tecnologías: que esté establecida la red y mecanismos informáticos que permitan: buscar, consultar, encontrar, acceder, suministrar y usar la IG.

- Política de datos**:** que se hayan establecido las políticas y acuerdos necesarios compartir datos espaciales y desarrollos tecnológicos.

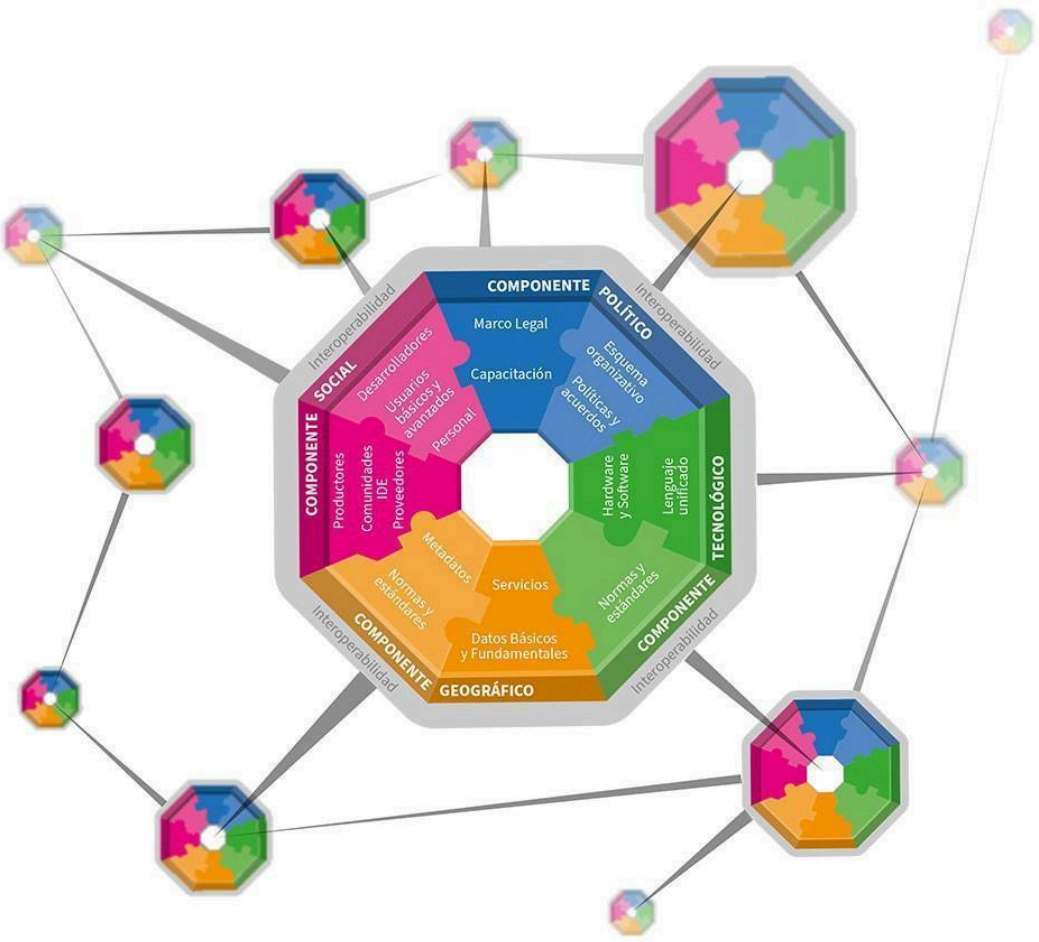



Figura 1: Esquema de un componente Nodo IDE Fuente: IDERA, 2023.

Por lo tanto, los usuarios acceden a la información geográfica por medio de los diferentes servicios los cuales pueden encadenarse y combinarse en un Geoportal permitiendo, por ejemplo: localizar un fenómeno geográfico mediante su nombre (Nomenclátor) y visualizar la cartografía generada a partir de dicha localización (WMS); buscar información sobre un servicio (Catálogo) y visualizar su localización (WMS o WCS).

## 3. LA UTILIDAD DE LAS IDE EN LAS AULAS

Se ha constatado que los geodatos de las IDE son generalmente desconocidos y muchas veces ignorados por docentes y estudiantes de geografía, lo que refuerza la importancia del curso de posgrado que se presenta. El único contacto con las IDE se produce en algunos posgrados y en asignaturas sobre Sistemas de la Información Geográfica (SIG), en algunos grados relacionados con Geografía y Ordenación del Territorio u otras ciencias del territorio, concluyendo que apenas se utilicen en la enseñanza secundaria (Álvarez Otero y de Lázaro Torres, 2019).

En el pasado, la disponibilidad restringida de recursos de aprendizaje, en software, datos espaciales y publicaciones impuso limitaciones a la educación. Hoy el objeto de la formación en el profesorado y en el alumnado debe ser el inverso, es decir, formar en el pensamiento crítico y en el conocimiento y valoración de la calidad del dato ya que, ante la inmensa cantidad de datos disponibles abiertos, es necesario discriminar cuáles son los realmente válidos y fiables para el objeto de estudio o tema docente a impartir.

Debido a este contexto, el sector educativo debe ser consciente de la oportunidad del incremento y disponibilidad de los datos, especialmente de aquellos de mayor accesibilidad, como son los datos financiados con dinero público, cuyos responsables son los gobiernos. De este modo, surgen las IDE que han sido desarrolladas por los diferentes Estados con el objetivo de que la información geográfica de calidad esté disponible, aplicando técnicas de formulación, implementación, monitorización y evaluación en las políticas territoriales y cartográficas.

“Se considera como una necesidad apremiante el educar para entender el espacio y el lugar, no sólo mediante la observación directa del territorio, sino empleando herramientas digitales que amplían el ámbito territorial a estudiar de forma fiable” (Álvarez Otero, 2020, p. 24). Surgen de esta manera las Infraestructuras de Datos Espaciales en general, como una excelente fuente de la información geográfica, que actualizan los organismos responsables de la información aportada en cada caso, lo cual tiene el valor añadido de tratarse de una información de calidad y fiable, como ya se ha señalado.

La oportunidad de integrar datos territoriales fiables, de calidad y actualizados casi en tiempo real en las aulas es complementario a los libros de texto ya que

los datos de los libros responden al año de realización.

Se busca dar respuestas a las diversas preguntas mediante la introducción de los geodatos ofrecidos por los servicios de las Infraestructuras de Datos Espaciales en las aulas lo que, sin duda, cambiará el paradigma docente, condicionado por la creciente demanda de competencias digitales y espaciales. Dentro de este contexto en el que la geotecnología tiene cada vez mayor importancia, es necesario desarrollar estrategias que favorezcan el empleo de las IDE en las aulas docentes. Esta tarea, todavía por hacer (Álvarez Otero y de Lázaro Torres, 2019).

“Utilizar las IDE como recurso educativo en el aula permite ofrecer a los alumnos otra fuente de información a través de nuevas herramientas tecnológicas, que sirven de instrumento para transformar la información en conocimiento, estableciendo relaciones, analizando, comprendiendo, deduciendo y sintetizando la información para generar su propio conocimiento. Por lo tanto, las IDE no sólo constituye una forma de acercar a los alumnos las TIC, representa una importante fuente de información, concretamente Información Geográfica, que pueden transformar en conocimiento si se aplica a los contenidos básicos de determinadas materias” (González, Bernabé Póveda, Arcens, Sánchez Hernández, Capdevila Subirana y Sotores Domínguez, 2008, pp. 7-8).

## 4. ELEMENTOS CLAVES: COMPETENCIAS GEOESPACIALES Y GEOGRÁFICAS

En el curso dictado a docentes del nivel secundario y terciario sobre IDE aplicada a la educación se obtuvieron trabajos finales en donde se debía aplicar todo lo desarrollado durante la cursada. Se reflexionó sobre la estrecha relación que existe entre el aprendizaje basado en la investigación-acción y el empleo de las TIG (Tecnologías de Información Geográfica) dentro de las cuales se incluyen las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). Es decir, que se analizó como los recursos basados en las geotecnologías (principalmente las IDE) favorecen las estrategias de indagación y el aprendizaje significativo de los/as alumnos/as sobre contenidos en Ciencias Sociales (fundamentalmente en Geografía) (Pombo y García, 2019, p. 102).

“Se brinda la base de oportunidades para que los/as alumnos/as se apropien de saberes cada vez más integrados. La comprensión de los mismos tiene por finalidad la transferencia de los saberes a las situaciones de la vida propia y colectiva de la sociedad en la que se habita volviéndolos más relevantes. En este tránsito se construyen las competencias básicas y las competencias espaciales y temporales específicas” (Pombo, García y Martínez Uncal, 2018, pp. 3-4).

La enseñanza activa de la Geografía favorece el aprendizaje completo (saber,

saber hacer, saber ser) y propicia la explicación multicausal de hechos y fenómenos los cuales son posible abordarlos empleando los datos abiertos ofrecidos por las IDE en general y las IDE de Argentina en particular, en un marco de educación geoespacial, para lo que se plantea la conveniencia de desarrollar competencias digitales, espaciales, geográficas y sociales en los/as estudiantes de secundaria.

El ver y manipular datos espaciales exige la adquisición de competencias digitales y espaciales, es decir, competencias geoespaciales, además que el/a estudiante sea capaz de comunicar tanto oralmente como por escrito lo que ha aprendido empleando la información geográfica obtenida de las IDE, uniendo el mundo real con el virtual (Álvarez Otero, 2020). Esto es posible integrando la información obtenida de los geodatos provenientes de los servicios IDE.

“Una vez que el estudiante ha adquirido destrezas relacionadas con las tecnologías que permiten el trabajo con los geodatos de las IDE, también se persiguen competencias sociales y cívicas, en las que él mismo sea capaz de desarrollar un conjunto de habilidades relacionadas con los comportamientos y su interacción con el entorno natural, ambiental, económico y social, así como demostrar que puede cambiar y transformar el mundo, su ciudad o su barrio a través de acciones sostenibles, desde una escala más global hasta una escala más local; siempre ejerciendo una responsabilidad sobre el territorio” (Álvarez Otero, 2020, p. 79).

Las competencias sociales integran el análisis crítico, reflexión sistémica, toma de decisiones colaborativa y sentido de responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras. De esta manera, los SIG y las IDE demuestran, según diversos estudios, que son útiles y ayudan a los/as estudiantes a alcanzar las competencias básicas.

En 1998, el *Environmental Systems Research Institute* (ESRI) afirmaba que el uso educativo de los SIG, y agregamos las IDE, ofrecen ciertas ventajas en el proceso de enseñanza y aprendizaje como, por ejemplo: un método de trabajo que aportará respuestas alternativas a problemas y situaciones específicas, incentivando el pensamiento crítico. Esta herramienta permite aproximaciones similares a partir de caminos diferentes, permitiendo a los/as alumnos/as adentrarse en su análisis o exploración según sus propios criterios, intereses o necesidades. En definitiva, a través de las aproximaciones al territorio permiten que se involucren más como participantes en la comunidad local y como ciudadanos del mundo.

Por todo esto, se accede un aumento de las capacidades intelectuales como el pensamiento crítico, la inteligencia lógica y matemática, inteligencia lingüística, inteligencia espacial y capacidad comunicativa.

En el aula, las IDE permiten al/a alumno/a situarse ante situaciones o escenarios reales a los que debe plantear respuestas, pudiendo incluso ser el/a mismo/a

estudiante el/a que seleccione la información a tratar y se construya su propio proyecto, según sus focos de interés y motivación.

Las IDE “en el contexto educativo proveen un ambiente simulado de la realidad que permite analizar relaciones e interacciones espaciales para llegar a conclusiones propias” (Boix, Olivella, & Sitjar, 2009, p. 21). Los SIG, por tanto, facilitan el aprendizaje, en especial de la Geografía, pero también de otras ciencias, a partir de la resolución de problemas. El uso de las IDE en el aula permite dotar de un recurso didáctico potente y motivador, romper con la cartografía tradicional (estática), trabajar a distintas escalas de análisis espacial, potenciar el aprendizaje significativo, generar habilidades para seleccionar información proveniente de variadas fuentes, tratar contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, facilitar la representación de datos y resultados y relacionar información (base de datos) con localizaciones geográficas (mapas).

También genera una visión más dinámica y comprometida sobre las cuestiones sociales, ambientales y territoriales, y la facilidad de relacionar distintos tipos de información mediante capas permite comparar y analizar información distinta de manera conjunta, obteniendo conclusiones a las que es más difícil de llegar por métodos tradicionales.

En definitiva, la utilización del recurso IDE en los diferentes niveles educativos permite trabajar, al menos, seis de las competencias básicas (comunicativa, digital, aprender a aprender, social y cívica, espacial, autonomía e iniciativa personal), de una manera simple y atractiva.

“Esta claro que uno de los sentidos de la enseñanza de la Geografía en la escuela tiene que ver con una mirada política de construcción de ciudadanía con sujetos que pueden intervenir en el espacio social, para ello se proponen acciones a partir del planteamiento de un problema” (Pombo y García, 2019, p. 104). De esta forma, se intenta despertar el interés de los/as estudiantes hacia ciertos temas como por ejemplo los presentados por el grupo de docentes que realizaron el curso.

Una de las problemáticas abordadas en el curso fue sobre las inundaciones en el espacio oriental pampeano y su impacto territorial en áreas urbanas y rurales en el cual se pretendía reconocer la responsabilidad de los diferentes actores sociales involucrados, analizar las consecuencias generadas en el territorio y la problemática territorial vinculada a los procesos de pampeanización, agriculturización y sojización de los espacios rurales pampeanos.

Otra de las temáticas abordadas fue analizar condiciones de vida atendiendo sus características (marginación, aislamiento, falta de servicios, entre otros) desde la cual se propuso que, en grupos de trabajo adquieran autonomía en cuanto al análisis de textos, puedan establecer relaciones entre variables geográficas, conclusiones grupales y puedan comparar situaciones territoriales desiguales.

Otro ejemplo, es el análisis de los cambios y continuidades en el espacio agrario argentino para llegar a que los/as alumnos/as logren problematizar este proceso reconociendo problemáticas ambientales y consecuencias sociales identificando el rol de los principales actores intervinientes.

Además, se planteó el conocimiento de las características de la población mundial, comprendiendo y explicando sus principales problemáticas vinculadas con la distribución, migraciones y condiciones de vida. Para todos estos trabajos presentados se pretende, mediante los Geovisualizadores, abordar las diferentes problemáticas a partir de una metodología de investigación-acción.

Figura 2: Curso dictado en la Facultad de Ciencias Humanas.

Fuente: Daila Pombo, 2022.

## 9. CONCLUSIONES

Como se ha expuesto en el siguiente trabajo las IDE como recurso educativo pueden ser utilizadas en diferentes materias es necesario la integración de esta herramienta al aula según el nivel educativo. Para esto es primordial formar al profesorado en estas temáticas y que conozcan las posibilidades que ofrece su utilización en las Ciencias Sociales, Ciencias Naturales y Tecnología. Brindarles herramientas para que los/as profesores/as puedan adaptar/generar propuestas

didácticas con metodologías viables para utilizar en el aula.

El empleo de los recursos IDE en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en materias donde la información geográfica tiene relevancia, como en el caso de la Geografía presenta diversas ventajas. Una de las ventajas es el rápido y fácil acceso a la información, tanto para profesores/as como para los/as estudiantes, que pasan a tener una actitud activa al colaborar en la búsqueda de información. De esta manera, les da un carácter más práctico a las materias ofreciéndoles aplicaciones didácticas.

Los resultados obtenidos por los/as alumnos/as pueden compartirse en red fomentando así el trabajo colaborativo. Por medio de esto se fomenta el interés y motivación de los/as alumnos/as mediante la investigación-acción.

La utilidad de las IDE, con una gran cantidad de información geográfica y de servicios, ha sido apenas explotada ya que aún es desconocida para la inmensa mayoría de los usuarios potenciales como la comunidad educativa. El desafío y responsabilidad de lograr la difusión de las IDE y por ende su utilización corresponde a las diferentes instituciones y agencias oficiales que están directamente involucradas en la implementación de las IDE tanto a nivel nacional, provincial o institucional.

En definitiva, la tarea del docente no debe centrarse en clases magistrales, sino que se debe guiar y orientar hacia el proceso de enseñanza y aprendizaje (Zapata Rojas, 2013), procurando un escenario viable para la implementación de datos abiertos como recursos educativos, ya que su función es insustituible a la hora de contrastar la veracidad de los datos y de saber manejar la información con criterio. El docente debe guiar a los/as estudiantes para evitar prejuicios y falacias cognitivas, ya que tener acceso a un volumen amplio de datos, en ocasiones, va a implicar mayor dificultad a la hora de seleccionar la información adecuada y va a requerir de habilidades y destrezas específicas para el análisis y explotación de los datos, incluso para el manejo de determinadas herramientas informáticas (Rivas-Rebaque, Gértrudix-Barrio y de Cisneros de Britto, 2019).

En definitiva, se busca una adecuada formación para crear oportunidades de aprendizaje a los/as estudiantes para que desarrollen destrezas a través de nuevos enfoques educativos. Evidentemente son los docentes los encargados de crear esas oportunidades de aprendizaje, pero deben estar preparados para empoderar a las nuevas generaciones con las ventajas que les aportan las TIC (UNESCO, 2008).

## REFERENCIAS

ÁLVAREZ OTERO, J. y DE LÁZARO TORRES, M. L. (2019). Las infraestructuras de datos espaciales: un reto y una oportunidad en la docencia de la Geografía. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 82,* 2787*,*

1–
32. http://dx.doi.org/10.21138/bage.2787

ÁLVAREZ OTERO, J. (2020). *El uso educativo de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) para mejorar la responsabilidad social de los ciudadanos del siglo XXI sobre el territorio*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Educación. https://eprints.ucm.es/id/eprint/64592/1/T42185.pdf

BERNABÉ-POVEDA, M. A. y LÓPEZ-VÁZQUEZ, C. M. (2012). *Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Madrid: UPM-Press, Serie Científica. http://www.ign.es/web/ign/portal/publicaciones-boletines-y-librosdigitales#DAlibro-IDE-min

BOIX, G.; OLIVELLA, R. & SITJAR, J. (2009). Los Sistemas de Información Geográfica en las aulas de educación secundaria. *GEOSIG*, 17-36. https://docs.wixstatic.com/ugd/79758e_08bb9584db7f4fe79dab60f6930d4162.pdf

CAPDEVILA, J. (2004). Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Definición y desarrollo actual en España. *Scripta Nova: Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, Nº 8, 170 (Ejemplar dedicado a: El impacto social y espacial de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. Número extraordinario dedicado al VI Coloquio Internacional de Geocrítica - Actas del Coloquio). https://www.researchgate.net/ publication/28072585_Infraestructura_de_Datos_Espaciales_IDE_Definicion_y_desarrollo_actual_en_Espana.

FCH-UNLPam (2022). *Resolución N° 257*. Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de La Pampa. https://actosresolutivos.unlpam.edu.ar/static_ecs/media/uploads/pdf/7_4_2022_257.pdf

GONZÁLEZ, M. E.; BERNABÉ PÓVEDA, M. A.; ARCENS, F.; SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, J.; CAPDEVILA SUBIRANA, J. y SOTORES DOMINGUEZ, (2008). Las Infraestructuras de Datos Espaciales como recurso educativo para el profesorado de la Educación Secundaria Obligatoria. Una propuesta innovativa de formación e-learning. *IX Encuentro Internacional Virtual Educa Zaragosa* 2008. https://oa.upm.es/3600/

GSDI (2004). *El Recetario IDE*. Global Spatial Data Infraestructure. Versión 2.0. Enero 2004. http://gsdiassociation.org/index.php/publications/sdi-cookbooks.html

GUTIÉRREZ PUEBLA, J. y GOULD, P. (1994). *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Ed. Síntesis. Madrid, España.

GRANELL, C. y GOULD, M. (Eds). (2006). *Avances en las Infraestructuras de Datos Espaciales.* Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I. https://ingenio.upm.es/primo-explore/fulldisplay?vid=34UPM_VU1&tab=tab1&docid=34UPM_ALMA21649073300042 12&lang=es_ES&context=L

HAHMANN, S. & BURGHARDT, D. (2013). How much information is geospatially referenced? Networks and cognition. *International Journal of Geographical Information Science*, 27, 6, 1171-1189. DOI http://dx.doi.org/10.1 080/13658816.2012.743664.

IDERA (2023). *Componentes de una IDE*. Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina. https://www.idera.gob.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=530&Itemid=703#componentes

INIESTO, M. y NÚÑEZ, A. (2014). *Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) – Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN). https:// docplayer.es/16574006-Introduccion-a-lasinfraestructuras-de-datos espaciales-mariainiesto-amparo-nunez.html.

LÁZARO, M. L.; IZQUIERDO, S. & GONZÁLEZ, M. J. (2016). Geodatos y paisaje: De la nube al aula universitaria (Geodata and Landscape: From the Cloud to Lectures). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles,* 70, 371-391. https://doi.org/10.21138/bage.2175.

LUACES, M.; OLAYA, V. y FONTS, O. (2014). Infraestructura de Datos Espaciales. En Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. Libro Digital. https://www. icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf

POMBO, D. (2019). Conocimiento, acceso, derechos y democratización de los datos: Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). *Revista Huellas*, Volumen 23, Nº 1, 71-85. Instituto de Geografía, EdUNLPam: Santa Rosa. http://cerac.unlpam.edu.ar/ index.php/huellas

POMBO, D. y GARCÍA, M. C. (2019). Geopolítica del narcotráfico analizado por medio de las geotecnologías: México sumido en la pobreza y en la violencia. En Pombo, D.; García, M. C. y Martínez Uncal, M. C. (2019). *Geotecnologías en el proceso de enseñanza y aprendizaje por resolución de problemas. Autonomía y estrategias de enseñanza en las Ciencias Sociales*. Santa Rosa: EdUNLPam.

POMBO, D.; GARCÍA, M. C. y MARTÍNEZ UNCAL, M. C. (2019). Aprendizaje por descubrimiento a partir de las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG). Estudio de caso: Cuerno de África. *Revista Huellas*, vol. 22, núm. 1. DOI: http://dx.doi.org/10.19137/huellas-2018-2206

RIVAS-REBAQUE, B.; GÉRTRUDIX-BARRIO, F. & de CISNEROS DE BRITTO, J. C. (2019). La percepción del docente universitario ante el uso y valor de los datos abiertos. *Educación XX1, 22*(2), 141–163. https://doi.org/10.5944/educXX1.21317

UNESCO (2008). *Estándares de competencias TIC para docentes*. Paris, France: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. https://goo.gl/Sw2uQo

Zapata Rojas, J. (2013). Clase invertida como metodología para mejorar las capacidades de resolver problemas en el ámbito de la formación profesional de los estudiantes de pregrado del ciclo regular en el curso de Matemáticas Básica Cero. *Researchgate.* http://goo.gl/gPcxnn

# Los mapas como herramienta de gestión territorial y para la democratización del uso de la información geoespacial

Beatriz Dillon, Daila Pombo[1]

[1] Instituto de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de La Pampa. Coronel Gil 353, Santa Rosa, La Pampa, 6300. Tel. (2954- 451664)
{dillonbeatriz, dailapombo}@gmail.com

**Resumen:** La cartografía digital y su expresión abierta, accesible e interoperable, representan una valiosa herramienta orientada a la transformación territorial a partir de la gestión de políticas públicas aplicadas a los espacios geográficos.
El "Estudio de Base para la recomposición del ambiente de la cuenca del río Atuel en la provincia de La Pampa" permitió proponer actividades de integración social, institucional y territorial de diversas alternativas de solución técnica para la recomposición ambiental de la cuenca inferior del río Atuel, a partir de la meta interina de un caudal mínimo y permanente de 3,2 $m^3$/s fijado por la Corte Suprema de Justicia de la Nación. Ante la necesidad de acordar una serie de acciones, estructurales y no estructurales, diferentes estudios técnicos establecieron la necesidad de realizar encauzamientos, perfilados y defensas en el cauce a partir de acuerdos comunitarios. El estudio permitió mapear el relevamiento social y las percepciones en las distintas secciones del río. El inicio de las acciones, con el acuerdo comunitario, da cuenta que la democratización de la información se convierte en una estrategia de gestión en pos de la recuperación ambiental en el oeste pampeano. El siguiente paso será adecuar la cartografía a efectos de ser visibilizada en el portal de la IDE del Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de La Pampa (IDEIGUNLPam) en forma interoperable con la IDE La Pampa (IDELP).

**Palabras Clave:** Territorio, Políticas públicas, Recomposición ambiental, río Atuel, IDE.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el mes de julio de 2020, la Corte Suprema de Justicia de la Nación (CSJN) falló con respecto a la causa La Pampa, Provincia de c/ Mendoza, Provincia de s/ uso de aguas) referida a los reclamos realizados por la provincia de La Pampa respecto de un caudal permanente del río Atuel dentro de los límites territoriales. Específicamente, el fallo estableció fijar como meta interina un caudal mínimo y permanente del río Atuel de 3,2 m3/s en el límite interprovincial entre La Pampa y Mendoza (art. 40, ley 25.675) y, entre otros puntos, ordenar a las provincias involucradas que, junto con el Estado Nacional, determinen en la órbita de la Comisión Interjurisdiccional del Atuel Inferior (CIAI), las acciones u obras de infraestructura necesarias para alcanzar dicho caudal. Esta, y otras decisiones, se fundamentaron en un largo, intenso e inacabado proceso de acción jurídica llevado adelante por La Pampa en el marco de los reclamos por el escurrimiento permanente y en régimen de sus ríos y la recomposición ambiental de los territorios que integran sus cuencas.

Luego de varias reuniones llevadas adelante por la CIAI, la Secretaría de Recursos Hídricos de la provincia de La Pampa elaboró distintos informe técnicos, entre ellos “Recomposición del ecosistema en el Noroeste de la provincia de La Pampa –Informe a la finalización del plazo establecido por la CSJN. Actividades, avances y propuestas” (2020) y “Memoria Técnica Sintética. Limpieza y adecuación del cauce del río Atuel en el tramo pampeano”. Obras: Etapa 1. (2021), entre otros, a efectos de dar cumplimiento a lo establecido por la CSJN.

Seguidamente, a través de un Convenio entre el Gobierno de La Pampa y la Universidad Nacional de La Pampa se llevó adelante “Estudio de Base para la recomposición del ambiente de la cuenca del río Atuel en la provincia de La Pampa” cuyos objetivos generales fueron: a) desarrollar una integración social, institucional y territorial de las diversas alternativas de solución técnica (acciones estructurales y no estructurales), en relación con la problemática del río Atuel y la recomposición ambiental, y b) Generar una propuesta de esquema interno de gestión para la toma de decisiones, que se acuerden a nivel de cuenca, y que se manifieste a través de la acción conjunta sobre el recurso hídrico. Por su parte, los objetivos específicos tendieron a brindar herramientas para sustentar la construcción de escenarios futuros a partir de un caudal mínimo, inmediato e interino del río Atuel ingresando a La Pampa, de manera permanente, ajustado a la progresividad de la recuperación del ambiente según monitoreos posteriores específicos y proponer, a partir del escenario actual, un modelo integral y participativo de un esquema de acciones a implementar para la recomposición ambiental mediante una serie de acciones. El análisis, evaluación e instrumentación de obras estructurales permitirán construir los escenarios futuros posibles de la cuenca según nuevos usos, nuevos actores, adelantos tecnológicos y efectos del cambio climático.

Entre las diversas líneas de análisis, el estudio incluyó la elaboración de un

somero corpus cartográfico sobre la base de la información disponible y la generación de nuevos mapas que dan cuenta de los resultados del estudio.

## 2. CONSIDERACIONES Y PROCEDIMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA

"La cartografía se constituye en una herramienta fundamental para el establecimiento de políticas de desarrollo nacional, regional y municipal" (Rey Martínez; 2007, p.45). Representa la base gráfica espacial más adecuada para comprender los procesos que ocurren en el territorio y en una plataforma ideal para centralizar y visualizar información relevante.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), son herramientas de trabajo para la planificación y la gestión del territorio, ya que mejoran el conocimiento de la realidad, facilitan la organización y la normalización de la información para una mejor efectividad en la toma de decisiones.

La generación de información espacial en formato digital y la calidad de los datos procesados impactan directamente en el resultado final del estudio. Por ello, se definieron los objetivos, los procesos y la información a integrar en el modelado de la realidad. Los datos georreferenciados y procesados presentan calidad, integridad, precisión, actualidad y consistencia. El tratamiento digital permitió realizar operaciones complejas que garantizan una clasificación y distribución espacial del área de estudio en sus diversas componentes (hidrológica, biótica y sociocultural) y simplificar la determinación de cambios temporales (Chuvieco Salinero, 2008).

En este sentido, la finalidad de la producción cartográfica, satisface las demandas de las distintas componentes del estudio para alcanzar la correcta representación espacial de la información analizada, como así también facilita las consultas de información no espacial que pueda estar contenida en las bases de datos.

Se definieron dos escalas de representación: 1) mapas que grafican la información general de la cuenca y 2) mapas que contienen información referida a las zonas metodológicas definidas para este estudio. Los alcances finales de cada mapa temático fueron los definidos por cada componente (hidrológica, biótica y sociocultural), y aquellos trabajados de manera interdisciplinaria.

Los pasos metodológicos consistieron en la recopilación de información básica y temática antecedente y se elaboró la cartografía según las escalas mencionadas. La cartografía del área total de la cuenca se generó a escala 1:250.000, utilizándose como referencia la del Instituto Geográfico Militar (IGM). Para el área de detalle de la cuenca en la provincia de La Pampa, se utilizó una escala de 1:60.000 y más grande según las diferentes zonas representadas.

La información temática, se procesó o generó en formato vectorial (Figura 1) realizándose, en caso de haber sido requerido, el procesamiento digital de imágenes de satélite.

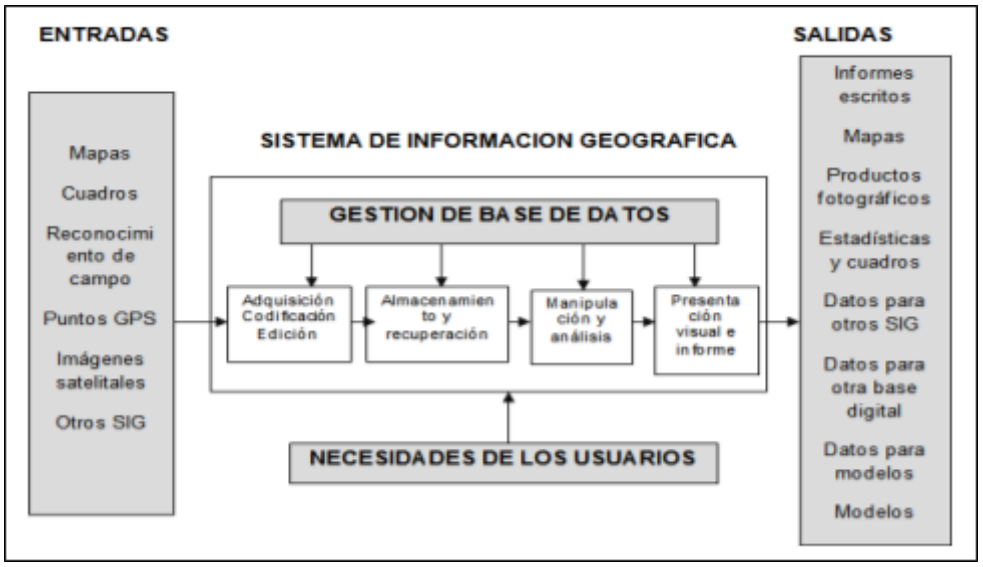



Figura 1. Esquema metodológico para el diseño de mapas temáticos en el entorno SIG. Fuente: Elaboración propia.

En las campañas de campo, se registraron los diferentes elementos para poder integrar al SIG. En la primera campaña (viaje de reconocimiento, noviembre 2021), se recolectó información esencial y de base, como punto de partida para el tratamiento gráfico del estudio. En la segunda campaña (marzo 2022), se realizó el relevamiento de las zonas metodológicas N° 1 y N° 2 y, en la tercera campaña (abril 2022) se concluyó con el relevamiento de las zonas metodológicas ubicadas al sur de la cuenca, N° 3 y N° 4 (Figura 2 y 3).

Para la generación y procesamiento de la información, en formato vectorial, se utilizaron las licencias de los *softwares ArcView* 3.1 y *ArcGIS* 10.3., y se trabajó con QGIS (*software* libre). Para el procesamiento de imágenes de satélite se utilizaron *softwares* de distribución gratuita, principalmente QGIS y Spring del *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais* (INPE). Estos, permitieron procesar, manipular, derivar y exportar archivos *raster* en formatos digitales compatibles con *ArcView*, ArcGIS y con programas de consulta y visualización de uso abierto como *ArcExplorer*, ER *Viewer* y otros. La adquisición de imágenes de satélite (Landsat, Sentinel y CBERS) se realizó a través de las páginas web del INPE, de la Universidad de *Maryland* y del *U.S. Geological Survey* (USGS). Estos organismos ofrecen sus recursos en forma gratuita, cubren el área de interés y

se obtienen a través de servidores ftp que reducen los tiempos de acceso. En todos los casos, los mapas base sirvieron de referencia para todos los mapas temáticos generados. Cuando fue necesario realizar georreferenciaciones y/o correcciones geométricas (imágenes de satélite, mapas antecedentes escaneados y otros archivos vectoriales o raster), se utilizó como referencia el SIG 250 del Instituto Geográfico Nacional (IGN). El sistema de referencia fue Posgar 94 (equivalente a WGS84) y las coordenadas geográficas *Gauss-Krüger* -Transversa Mercator- en faja 3.

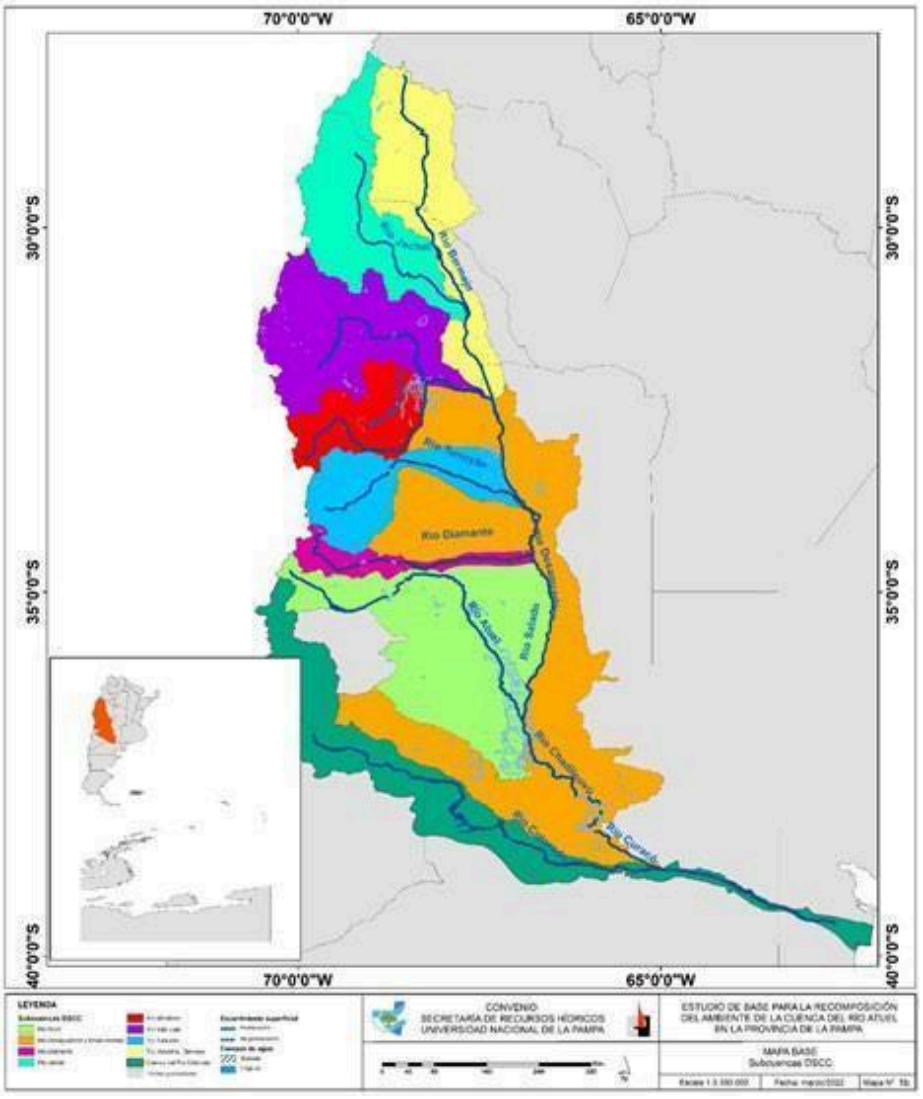



Figura 2. Localización de la cuenca y subcuencas del río Desaguadero-Salado-Chadileuvú Curacó y del río Colorado.
Fuente: Elaboración propia con datos de CONUNLPam, 2022.

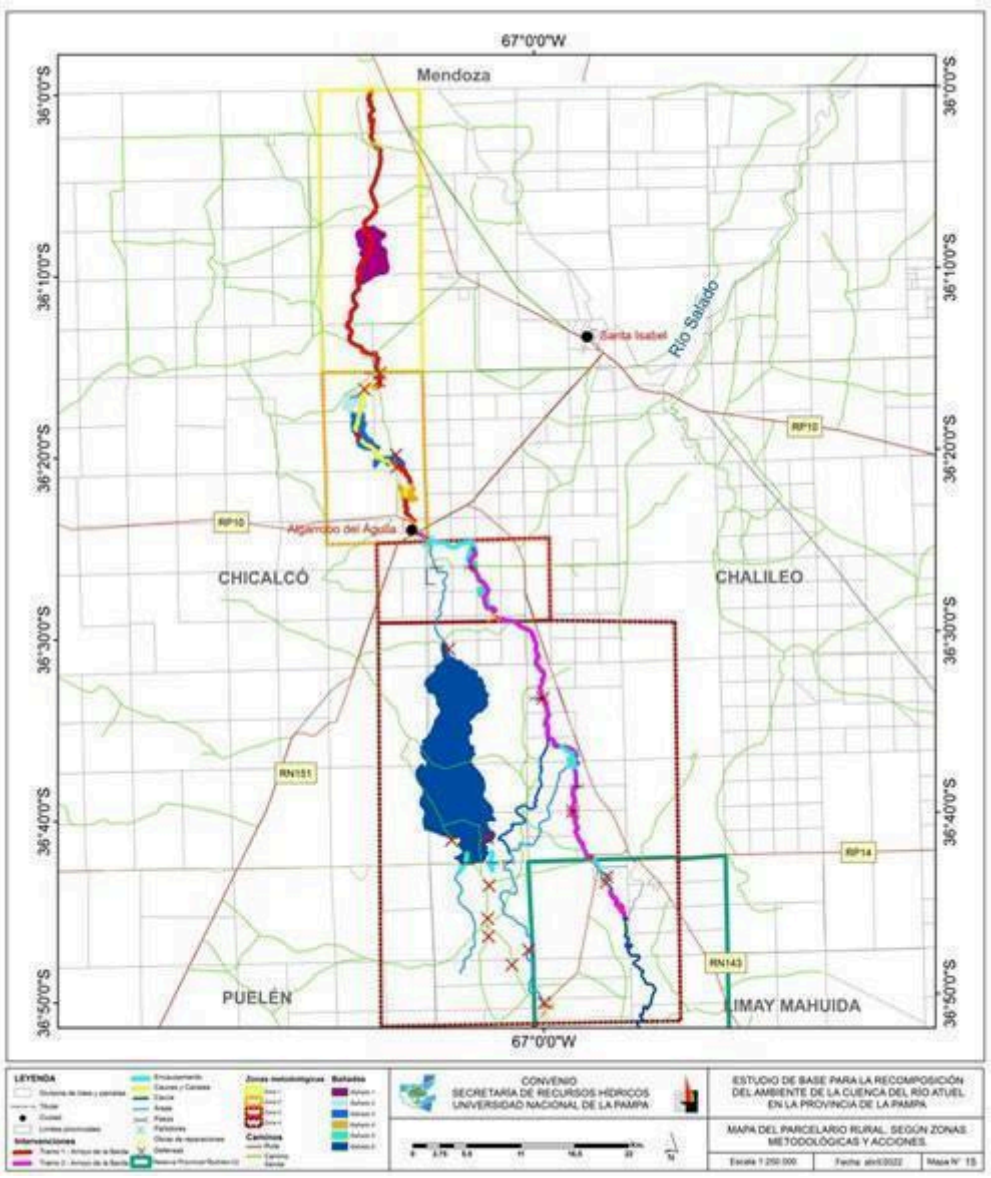



Figura 3. Zonas metodológicas, parcelario rural y acciones previstas.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Recursos Hídricos, de la Subsecretaría de Estadística y Censos de La Pampa y del informe CIAI-La Pampa, 2020.

Para la generación de información nueva, se utilizó tanto el formato raster como el vectorial. Para los ajustes se recurrió a *softwares* que permitieron la toma de puntos de control, evaluación de los errores medio cuadráticos y la generación

del archivo corregido mediante diferentes métodos de interpolación, aplicando el más apropiado para cada caso.

Para las campañas en campo, se definieron las pautas de trabajo relacionadas con el uso de navegadores GPS, sistemas de coordenadas y sistema de referencia y formatos de distribución e intercambio con el objeto de garantizar precisiones acordes con las escalas de representación final. Posteriormente a los registros, se crearon archivos de puntos y la representación espacial utilizando la graficación del sistema QGIS transformándolos posteriormente en un archivo vectorial. Esto permitió verificar y corroborar datos preexistentes (relevamientos 2005 y 2012) generándose nueva cartografía, según los objetivos del estudio. Para representar la condición de relevamiento de los puestos/explotaciones agropecuarias, se confeccionaron mapas metodológicos que indican en color verde los relevados; en amarillo aquellos con habitantes ausentes; en rojo los deshabitados/abandonado/taperas y en violeta los no relevados.

Luego de cada campaña de campo, fue necesario verificar coordenadas de algunos elementos o puntos identificables en las imágenes de satélite para su correcta georreferenciación o corrección geométrica. De acuerdo a los requerimientos de cada componente, se generó el tipo de representación espacial más conveniente y se verificaron y realizaron los ajustes o correcciones pertinentes.

A partir de la información espacial generada, se derivaron los archivos espaciales y de tablas, los que fueron controlados, corregidos y verificados para la generación de los archivos finales definitivos.

## 2.1. Secuencia de tareas

1. Elaboración de Mapas Base: se utilizaron archivos vectoriales a dos escalas, conformados por el siguiente conjunto de capas: límites provinciales y departamentales, vías de comunicación, áreas urbanas, escurrimiento superficial, cuerpos de agua y obras de infraestructura.
2. Análisis de cartografía antecedente: necesaria para las actividades de cada componente y generación de archivos digitales.
3. Generación de material para las campañas de campo para cada una de las componentes: determinación de coordenadas de sitios de muestreo, accesos, impresión de mapas básicos o temáticos, procesamiento de imágenes de satélite, bases de datos y otros.
4. Incorporación de información de campo para generación de mapas temáticos específicos, verificaciones, correcciones y ajustes.
5. Generación de cartografía temática: archivos vectoriales de cartografía temática según diferentes metodologías y de acuerdo a las características

particulares de cada componente.

6. Análisis espacial y derivación de mapas temáticos.
7. Generación de archivos vectoriales y *raster* en formatos de intercambio y registro en soporte digital.
8. Como resultado final de los trabajos, se entregaron los informes detallando las características de cada mapa temático y los procesos que se llevaron a cabo para obtenerlos.

## 2.2. Mapas del área de estudio

Los mapas se generaron a partir de capas (*shapefiles*), en su gran mayoría, preexistentes, al igual que los archivos vectoriales generados en estudios anteriores (CONUNLPam, 2012 y FCEyN-UNLPam, 2005). Se realizó una conversión de los archivos que corresponden a las acciones (estructurales y no estructurales) que se plantean desarrollar en el territorio pampeano. Estos archivos estaban en un formato .kmz, ya que se generaron para trabajar en *GoogleEarth*. De esta manera, se los convirtió a *shapefile* con el software ArcGIS. En la Tabla 1, se especifica el detalle de cada una de las capas generadas y sus características:

| Capas | Caracterí sticas |
|---|---|
| *Mapas Base* | Se incorporaron los mapas y capas elaborados en estudios anteriores, a efectos de unificar información y criterios de localización de la cuenca del río DSCC y subcuenta del río Atuel. |
| *Ñochilei-Có* | El *shapefile* correspondiente al Área Protegida Ñochilei-Có, entregada por la Secretaría de Recursos Hídricos, tuvo que ser modificada ya que no poseía los límites que indica la Ley N° 2710 del 10 de mayo del 2013, donde se establecen los inmuebles considerados dentro del área protegida. Se ingresaron los inmuebles mencionados en la Ley: Sección 018 – Fracción D – Lote 22 – Parcela 5, 6, 7 y 8; Lote 23, las Parcelas 1, 15, 16, 17, 4, 5, 18, 19, 20,21, 12 y 3. Sección 019 – Fracción A – Lote 2 – Parcelas 2, 3, 4, 5, 6 y 7; y del Lote 3 las parcelas 1, 2 y 3. |
| *Parcelario rural* | La Subsecretaría de Estadísticas y Censos de la provincia de La Pampa dio acceso del *shapefile* de la capa parcelaria rural del área de estudio actualizada a septiembre 2021. Esta información se cruzó con información, en formato .pdf, de los propietarios registrales. Como ese organismo trabaja en faja 4, se realizó la reproyección a faja 3. |

| | |
|---|---|
| *Zonificación metodológica* | Se confeccionó una capa *shapefile* en la cual se representan las 4 (cuatro) zonas metodológicas acordadas para este estudio. Se generaron mapas temáticos con información relacionada (Ej. Zonificación metodológica sobre la capa de acciones estructurales y no estructurales y sobre la capa del registro parcelario con la indicación de las personas propietarias). |
| *Base de datos y tabla de atributos – REPAGRO* | En este caso, se generaron archivos vectoriales con sus correspondientes tablas de atributos de la información suministrada por el Registro Provincial Agropecuario (REPAGRO) del 2019, según ubicación catastral del área de estudio. Se confeccionaron mapas relacionales entre las variables: puestos, tenencia de la tierra y actividad productiva declarada para cada una de las zonas metodológicas determinadas (Figura 4). |
| *Cartografía integrada* | Contiene el análisis de las diferentes entrevistas/encuestas realizadas a propietarios/puesteros de las distintas zonas metodológicas. De esta manera, se definieron categorías para cartografiar las percepciones en torno a la presencia/ausencia del escurrimiento del río (positivas, con alteraciones a la vida cotidiana, negativas y sin datos) lo que permitió identificar conflictos a solucionar para proceder a las autorizaciones para la realización de las obras (Figuras 5 y 6). |

Tabla 1. Capas generadas y características
Fuente: elaboración propia.

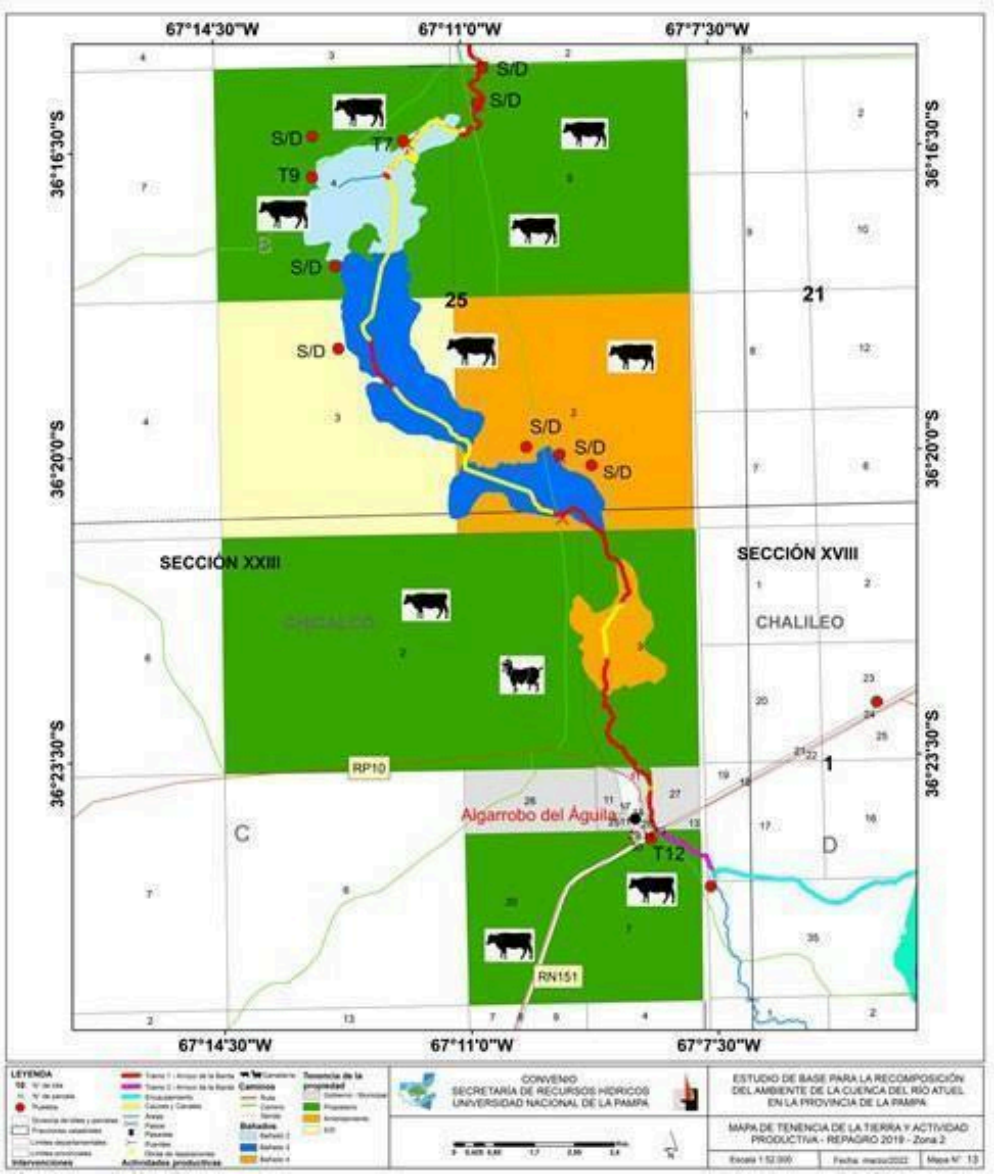



*Figura 4.* Tenencia de la tierra, actividad productiva predominante y puestos relevados y no relevados (S/D) en la Zona 2.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Recursos Hídricos y REPAGRO, 2019.

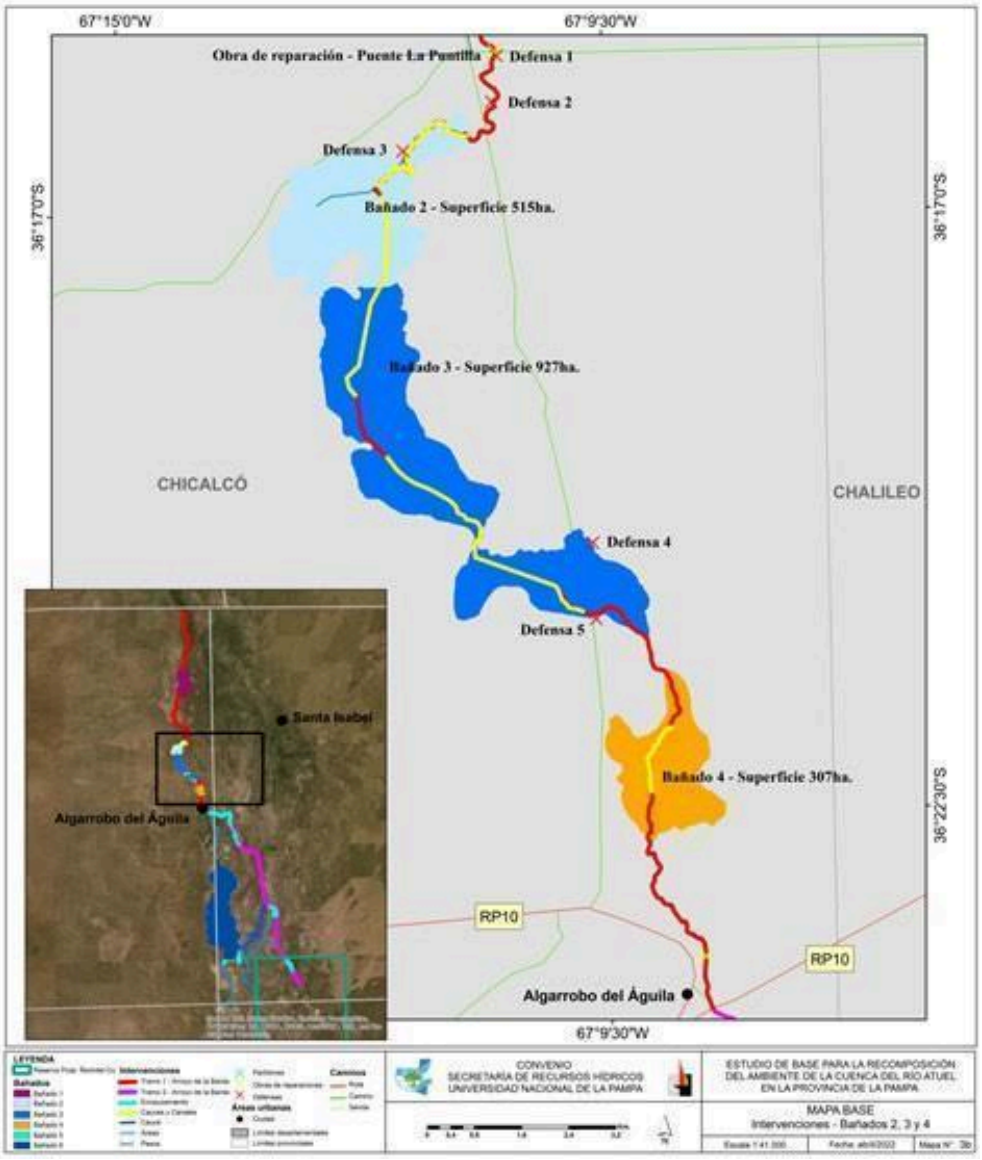



Figura 5. Localización de las intervenciones de la Zona 2.

Fuente: Elaboración propia con datos de la Secretaría de Recursos Hídricos y de CIAI-La Pampa, informe diciembre 2021.

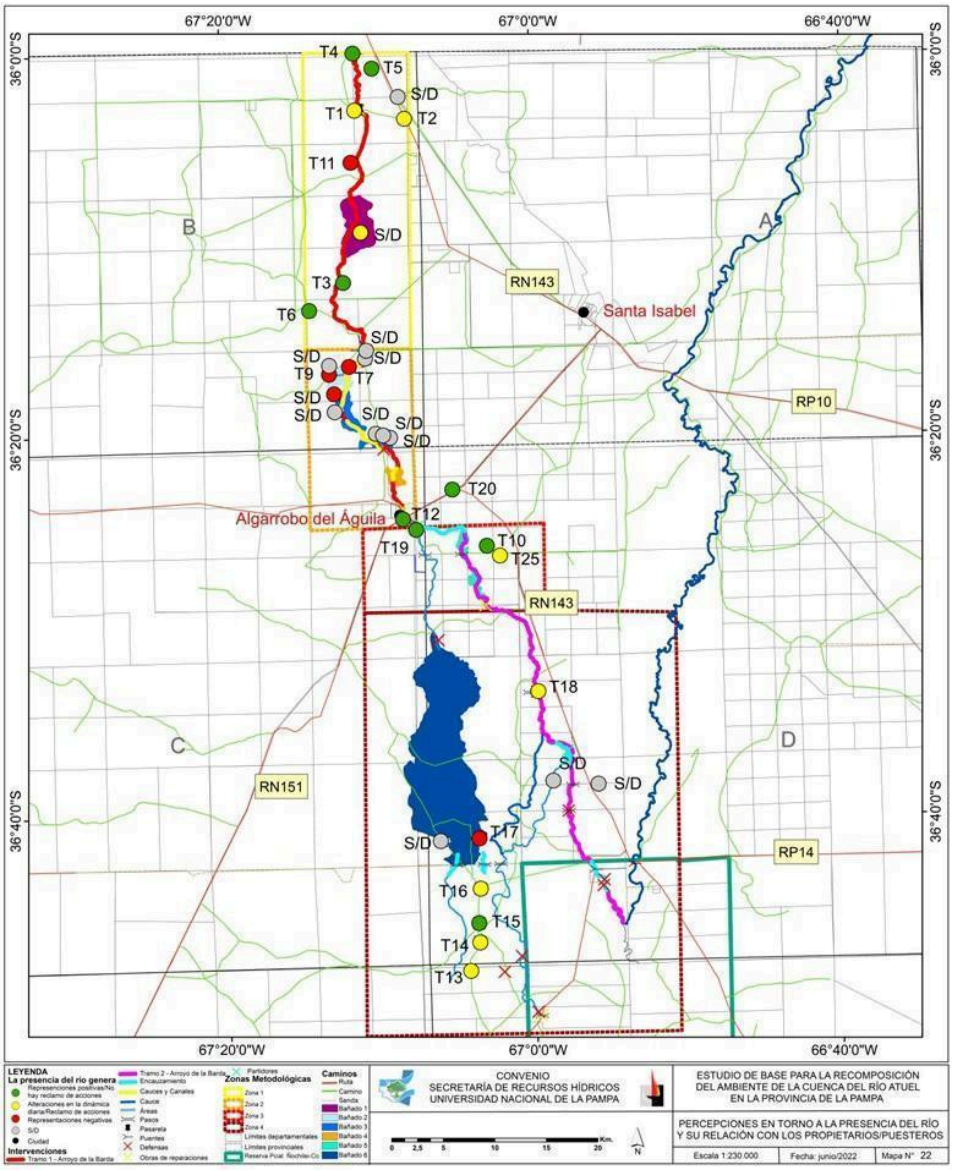



Figura 6. Percepciones de los propietarios/puesteros en torno a la presencia del río.

Fuente: Elaboración propia con datos recolectados en las campañas de campo; de la Secretaría de Recursos Hídricos de La Pampa y de la Subsecretaría de Estadística y Censos de La Pampa.

## 3. DE LOS SIG A LAS IDE

En el contexto de los cambios tecnológicos a escala mundial, los Sistemas de

Información Geográfica (SIG) ofrecen un amplio abanico de soluciones para la gestión de datos geográficos cuya utilidad se manifiesta en herramientas que permiten visibilizar problemáticas territoriales, orientan la planificación estratégica; estimulan la realización de trabajos multisectoriales, multi y transdisciplinarios; ayudan a la solución de conflictos y pujas territoriales y fundamentan la toma de decisiones, entre otras.

Tal como expresa Antonio Rodríguez (2007), durante la década de los ’90, si bien los SIG se habían difundido en algunos ámbitos académicos públicos y privados, persistían debilidades y dificultades que ensombrecían su aplicación práctica: datos costosos y de difícil utilización, fuentes de información desconocidas y a menudo inaccesibles, modelos y formatos físicos poco normalizados; aplicaciones complejas, aprendizajes dificultosos, entre otros. “Estas debilidades se vieron solucionadas o al menos atenuadas, por la aplicación de la filosofía de los sistemas abiertos a los SIG, impulsada por las especificaciones de interoperabilidad, públicas y accesibles en la web, definidas por el *Open GIS Consortium* (ahora *Open Geospatial Consortium*), fundado en 1994” (Rodríguez, 2007, p. 61).

Los cambios se hicieron evidentes a partir de la interoperatividad de los SIG ofrecidos como servicios estándar a través de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Las IDE representan un salto cualitativo, que no solo muestra la superación de los problemas tradicionales de los SIG, sino que permiten la democratización de la información a través del acceso libre y abierto. La accesibilidad mediante protocolos normalizados mediante formatos universales permite la socialización del conocimiento desde un simple navegador mediante interfaces sencillas.

Sin embargo aún persisten dificultades. Tanto en los ámbitos privados como públicos permanecen ideas tradicionales de la propiedad privada de la información generada por lo que se limita la socialización de la información, generando la duplicación de información ya disponible. Esto ocurre al interior de los distintos organismos de gobierno.

Específicamente, para el caso de la información generada para este estudio, se propondrá que la cartografía generada sea interoperativa entre la IDE del Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas de la UNLPam y la IDELP, a efectos de compartir la información que permita la toma de decisiones sectoriales y, a su vez, se convierta en una herramienta para la gestión local, la innovación, para la educación, entre otras.

## 4. CONCLUSIONES

La cartografía digital es una herramienta de inconmensurable valor a la hora de tomar decisiones que involucren transformaciones territoriales mediante acuerdos colectivos y cuyos resultados otorguen beneficios integrales.

El cese del escurrimiento permanente del río Atuel en la provincia de La Pampa, disparó una serie de acciones que, acabadas las instancias de mediación interjurisdiccional fueron presentadas ante la CSJN, resultando en diversos fallos que reconocen la interprovincialidad del río, el carácter necesario y permanente de un caudal interino, mínimo y permanente a efectos de recomponer, en parte, los serios daños ambientales provocados en el oeste pampeano.

Las posturas pampeanas fueron sustentadas por robustos estudios realizados a partir de equipos interdisciplinarios que integran la Consultora de la Universidad Nacional de La Pampa mediante convenios con el Gobierno de La Pampa y sus distintas dependencias.

El “Estudio de Base para la recomposición del ambiente de la cuenca del río Atuel en la provincia de La Pampa” permitió proponer actividades de integración social, institucional y territorial de diversas alternativas de solución técnica para la recomposición ambiental. Este estudio, complementó los estudios técnicos ya que su objetivos tendieron a realizar un relevamiento social de toda la cuenca pampeana y ofreció una serie de mapas digitales, tanto con información existente como generada vinculada con la receptividad social de una serie de accione estructurales y no estructurales propuestas por el gobierno provincial en acuerdo con la Comisión Interjurisdiccional del Atuel Inferior.

La cartografía (de uso público y otra de uso restringido) permitió visibilizar las problemáticas sociales que manifestaron los propietarios y puesteros ribereños así como sus percepciones respecto de las obras a llevar a cabo a efectos de no causar daños a su infraestructura y equipamientos rurales ni alterar su vida cotidiana sobre todo en áreas de humedales donde el cauce ha perdido definición.

Las diversas acciones de integración permitieron el inicio de las acciones estructurales a inicios de 2023, con la anuencia de todos los propietarios y puesteros rurales de la cuenca.

Como se ha mencionado, aún resta coordinar las acciones para que la cartografía generada pueda integrar la IDELP de manera interoperativa con la IDEIGUNLPAM.

## AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a la Secretaría de Recursos Hídricos de la provincia de La Pampa por autorizar y avalar la presentación de esta contribución.

## REFERENCIAS

CHUVIECO SALINERO, E. (2008). Teledetección Ambiental. Barcelona: Ed. Ariel Ciencia.

CONUNLPam (2012). *Estudio para la cuantificación monetaria del daño causado a la provincia de La Pampa por la carencia de un caudal fluvioecológico del río Atuel.* Informe final. Inédito.

CONUNLPam (2022). *Determinación del Caudal Ambiental del Río Desaguadero- Salado-Chadileuvú- Curacó y del Daño Ambiental y socioeconómico causado por el cese de la escorrentía del sistema fluvial.* Segundo Informe de Final. Inédito.

CONUNLPam (2022). *Estudio de Base para la recomposición del ambiente de la Cuenca del Río Atuel en la provincia de La Pampa*. Informe Final. Inédito.

IGN (2021). Instituto Geográfico Nacional. https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG.

INPE (2021). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. http://www.dgi.inpe.br/CDSR/first_ES.php.

KENNETH, E. F. & HUEBNER, D. J. (1995). Error, Accuracy, and Precision. Department of Geography. University of Texas at Austin. http://www.colorado.edu/geography/gcraft/notes/error/error_f.html.

LEY N° 2710 (2013). *Declarando "Área Protegida Ñochilei-Co".* Honorable Cámara de Diputados de la provincia de La Pampa. https://asesorialetradadegobierno.lapampa.gob.ar/images/stories/Archivos/AsesoriaLetrada/Leyes/2013/Ley_No_2710.pdf

REPAGRO (2019). *Registro Provincial de producción Agropecuaria*. Ministerio de la Producción. Subsecretaría de Estadísticas y Censos, Dirección de Estadísticas Socioeconómicas. Gobierno de la provincia de La Pampa.

REY MARTÍNEZ, D. I. (2007). *Informe de Gestión.* ICAG - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. República de Colombia.

RODRÍGUEZ, A. (Dir). (2017). Las IDE como evolución natural de los SIG. En *Boletic*, Nº 41, pp. 60-67. Recuperado de https://www.astic.es/wp-content/uploads/2017/03/mono_5_8.pdf.

UNLPAM- FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES (2005). *Estudio para la determinación del caudal mínimo necesario para el restablecimiento del sistema ecológico fluvial en el curso inferior del río Atuel*. Informe final. Inédito.

USGS (2021). United States Geological Survey. http://www.usgs.gov/.

# BLOQUE 2 SIG e IDE en la Gestión Territorial: Catastro Económico y Cursos de Agua

# La IDE como soporte para la digitalización e integración de bases catastrales

Javier Dieser[1], Camila N. Carrascal[1] y Lucía B. Docampo[1]

[1] Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de La Pampa (IDELP), Dirección General de Catastro (DGC), Centro Civico, Planta Baja, Santa Rosa, La Pampa Tel (2954)452600 int 1242
{jdieser,ccarrascal, ldocampo}@lapampa.gob.ar

**Resumen:** En el marco de colaboración entre la Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de La Pampa (IDELP) y la Dirección General de Catastro (DGC) provincial, se desarrolló una metodología de trabajo para digitalizar y automatizar la carga de los datos de valor de frente, con el fin de crear planos de valores de frente digitales de todas las localidades de la provincia, para su utilización en el Departamento Económico de la DGC y la posterior carga de datos en el Sistema Catastral. La metodología se desarrolló en el software QGis y el cruce de información se trabajó entre la base catastral alfanumérica y los archivos vectoriales del parcelario provincial. Los planos digitales resultantes sirven de consulta, quedando pendiente establecer el procedimiento para su mantenimiento y actualización.

**Palabras Clave:** CATASTRO, VALORES DE FRENTE, ACTUALIZACIÓN, IDELP

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde 2016 la Infraestructura de Datos Espaciales (IDELP) desarrolla sus actividades dentro de la Dirección General de Catastro (DGC) a partir de un decreto provincial[1]. La iniciativa IDELP contribuye al desarrollo de la base cartográfica del parcelario provincial, así como también productos derivados de su análisis.

La Dirección General del Catastro, dentro del Ministerio de Hacienda y Finanzas, es el responsable de la formación y mantenimiento del catastro territorial, estableciendo su sistema inmobiliario y determinando la correcta ubicación de las parcelas, así como la difusión de la información catastral.

En la provincia de La Pampa se encuentran catastradas la totalidad de las parcelas del territorio, las cuales son urbanas, suburbanas, rurales y subrurales, en sus tres aspectos: Jurídico, Económico y Gráfico.

En lo que respecta al aspecto económico, la DGC tiene entre sus funciones la determinación de los valores de los bienes inmuebles de la provincia, según lo establecido en la ley de Catastro. La misma determina el método valuatorio, tanto para parcelas rurales como urbanas, definiendo metodología y procedimientos de actualización. En el caso de parcelas urbanas, además de los elementos propios de cada parcela, se considera un indicador que está determinado por la ubicación en el espacio urbano de la localidad, condicionado por distintos aspectos de su ubicación, que concluye en el denominado Valor de Frente, cuya responsabilidad de determinación, mantenimiento y actualización, recae en el sector Catastro Económico.

El presente trabajo nace a partir de la necesidad de contar con una metodología de trabajo y productos digitales que integren distintas fuentes de información utilizadas en actividades internas de la DGC. En este contexto se pretende constituir a la IDE provincial como integradora y generadora de información catastral que ayude en el trabajo diario.

Por otro lado, cabe aclarar que no se profundizará en aspectos relacionados a la determinación de valores, sino específicamente a la digitalización del proceso de asignación de valor, para dejar de utilizar los planos en papel de las localidades, incorporándose a cartografía digital que permita, además de la despapelización, agilizar el proceso de gestión de la información, como así también la sistematización de la misma y la disponibilidad tanto para consulta, como su análisis tanto estadístico como de información asociada al valor de las parcelas.

## 2. CATASTRO ECONÓMICO

El catastro económico desarrolla tareas que permiten determinar el valor de los inmuebles a través de diferentes métodos y a partir de ellos, definir la base imponible utilizada para la definición de impuestos y gravámenes según la política fiscal del Ministerio de Hacienda y Finanzas.

Dentro de los datos que registra, administra y mantiene, se encuentran todas las características de tierra y mejoras determinadas para cada parcela. Lo que permite un manejo de información catastral individual, zonal y global, de acuerdo a las necesidades o servicios a prestar.

El Sistema Catastral (base de datos alfanumérica) está preparado para realizar avalúos y revalúos fiscales, parciales y/o totales de tierras y mejoras, según lo determine la política tributaria que se establezca y el momento de hacerlo. Los

cálculos para obtener valores fiscales y especiales de tierras y mejoras, tanto rurales como urbanas se ejecutan a través del sistema, donde además se encuentran incorporadas la totalidad de las tablas de depreciación de mejoras por su data y estado de conservación, con aplicación automática.

En el caso de la valuación de la tierra urbana, intervienen distintos coeficientes:

- *de forma:* características de frente, fondo, lados y ángulos de los vértices de la parcela.

- *de dimensiones:* de los lados y superficie de la parcela.

- *de ubicación:* de la planta urbana y la asignación de un indicador que se denomina Valor de Frente

Dentro de la DGC la incorporación y actualización de los datos de valores de frente se realizan a partir de la creación de macizos catastrales generados con los expedientes de mensura. De este modo, la creación de una nueva manzana o quinta que contendrá una o más parcelas, motiva la necesidad de la asignación de un valor de frente a cada una de sus lados, que será utilizado para la determinación de la valuación. El sector de Catastro Económico vuelca este dato en planos de papel de cada localidad, y posteriormente es incorporado a tablas específicas dentro del Sistema Catastral.

## 3. OBJETIVOS

Dada la necesidad de mejorar la actividad diaria del Departamento Económico y de integrar las distintas fuentes de datos de la información catastral dentro de la DGC, se propone como objetivo central elaborar una metodología para digitalizar los datos de valores de frente a partir de la integración con base de datos alfanuméricas y geográficas, para todas las parcelas urbanas y suburbanas de la provincia de La Pampa.

Con esta metodología se pretende lograr una actualización de los valores de frente de manera completamente digital dentro de la DGC, ya que hasta el momento se realiza en papel. Se busca así fortalecer la capacidad administrativa y técnica de las áreas de Catastro, actualizar su base de datos y, en el proceso, fortalecer las relaciones con la IDE provincial.

## 4. FUENTES DE DATOS

Para el desarrollo del trabajo se consultaron e integraron distintas fuentes de datos, bases alfanuméricas y vectoriales (Fig 1).

- Base vectorial catastral: la información parcelaria se trabaja desde la base de datos de IDELP a través del módulo PostGis en Qgis.
- Base de datos alfanumérica (Sistema Catastral): la DGC administra su información a través de software de alto nivel llamado PROGRESS que posee un servidor de aplicaciones y un motor de base de datos para gestión y publicación de información.
- Registro gráfico en papel: el departamento económico de la DGC posee un registro de los valores de frente de cada una de las localidades de la provincia en papel.
- Archivos en papel: en los legajos parcelarios (registros del estado parcelario) de cada parcela que la DGC posee en formato papel se encuentra la información detallada de los valores de frente de cada una.

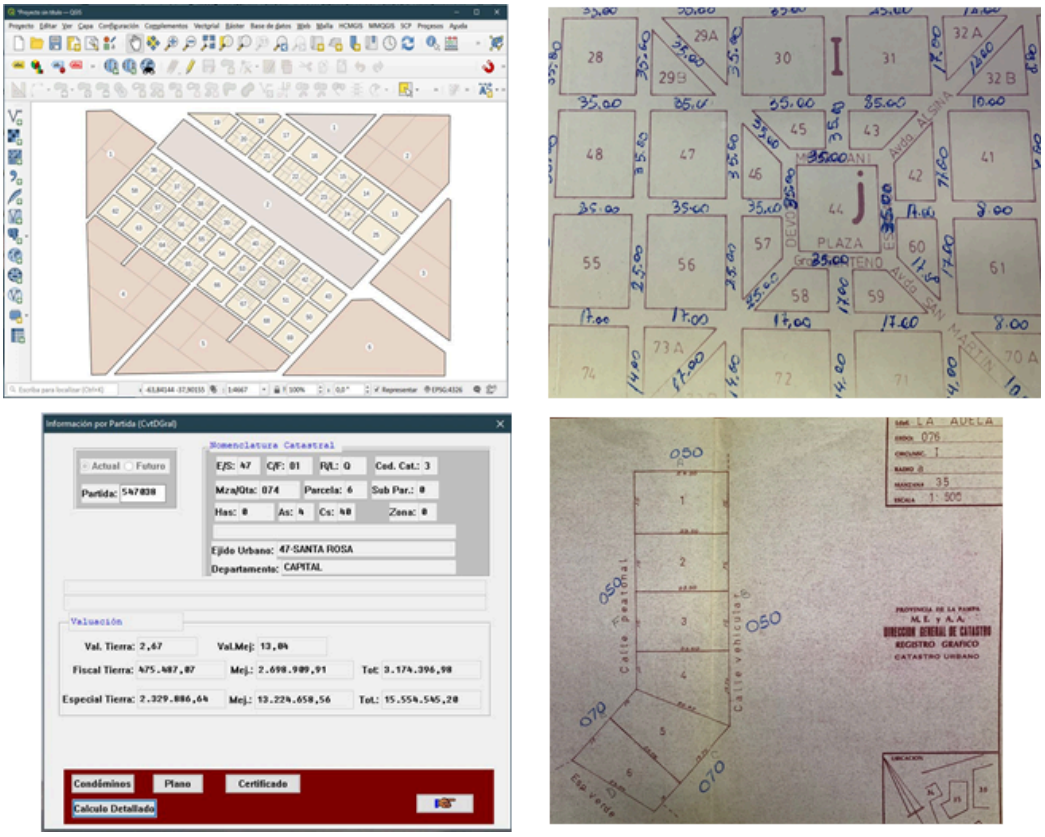



Figura 1 : Fuente de datos consultadas. Base vectorial (a), registro gráfico en papel (b), base alfanumérica (c), legajos catastrales (d)

## 5. PROCEDIMIENTO

En el siguiente apartado se expone el procedimiento para la adecuación de los datos alfanuméricos catastrales y cómo se relacionan con los datos vectoriales.

Las bases de información catastral tienen una estructura particular con un alto grado de estandarización que requiere conocimiento para una correcta manipulación de la información durante todo el proceso de digitalización y adecuación de las bases. En el caso de los valores de frente, el dato se compone de un valor numérico y una letra que se asigna a cada lado que integra un macizo catastral.

### 5.1. Cartografía vectorial catastral

Para la digitalización se utilizó el software en Qgis 3.26 y la base geográfica de macizos catastrales correspondientes a parcelas urbanas y suburbanas de cada una de las localidades de la provincia. Se define macizos catastrales como aquellos bloques definidos por calles que contienen parcelas urbanas (macizos manzanas), suburbanas (macizos quintas) y subrurales (macizos chacras) de cada localidad.

Para ello se realizó la conexión a base de datos PostgreSQL de la DGC desde PostGis. La información alfanumérica correspondiente a los valores de frente se obtuvo de la base alfanumérica de la DGC y se trabajó desde planillas de cálculo.

Como primera etapa se trabajaron las bases geográficas de macizos. Los mismos corresponden a geometrías de polígonos, por lo que debieron transformarse a líneas con el comando *Poligono a Líneas* de las herramientas de geometría. Además se ejecutó el comando del módulo GRASS, *v.split*, para obtener los lados de cada uno de los macizos de manera individual.

Una vez que se generaron los lados de los macizos se debió calcular el Azimut de cada línea. Desde la calculadora de campos del SIG se utilizó la sentencia: *degrees(azimuth(start_point($geometry), end_point($geometry))).* Además se calcularó las distancias de los segmentos para verificación de errores e inconsistencias en el dibujo.

Posteriormente se asignó la letra que corresponde a cada lado que conforman los macizos. Las mismas se asignan teniendo en cuenta la orientación de cada localidad respecto al Norte y en sentido de las agujas del reloj comenzando por la letra A el lado más cercano al norte (Figura 2). Para ello, se recurrió a los archivos en los que se definió el rumbo de cada una de las localidades.

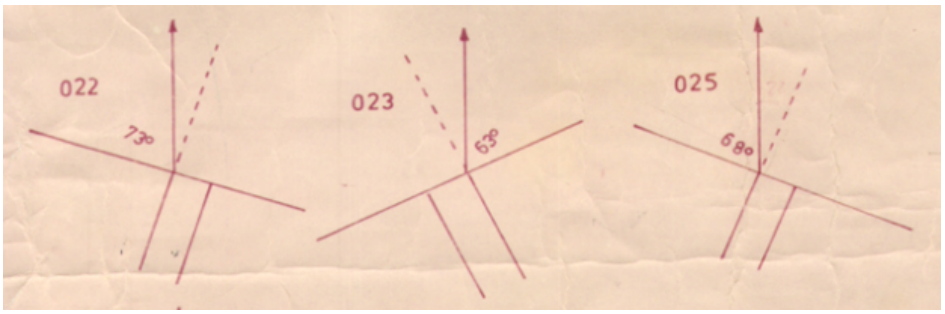



Figura 2: Ejemplo de los rumbos definidos para cada localidad

Teniendo en cuenta, entonces, el ángulo de Azimut calculado y la orientación de cada localidad respecto al norte, se definieron las siguientes sentencias para ejecutar, previamente controlando el rumbo y el azimut calculado. Como modelo se definieron las sentencias a ejecutar para la localidad de Realicó con rumbo de 81°30’ (Fig 3).

```
case
when "Azimuth" < 90 then 'A'
when "Azimuth" > 90 and "Azimuth" < 180 then 'B'
when "Azimuth" >180 and "Azimuth"< 270 then 'C'
when "Azimuth" > 270 then 'D'
end
```

Figura 3: Ejemplo de asignación de lados a la localidad de Realicó y el rumbo definido

La carga se logró para todos los macizos regulares (Fig 4), entendiendo como tales los que tienen 4 lados (A, B, C, D) y además se encuentran en la orientación cardinal definida en la localidad como general.

Para el resto de los casos se cargó el dato manualmente a partir de la consulta de legajos y registros en papel. Estos incluyeron los macizos irregulares (más de 4 lados), o bien los que tienen una orientación distinta a la de la localidad.

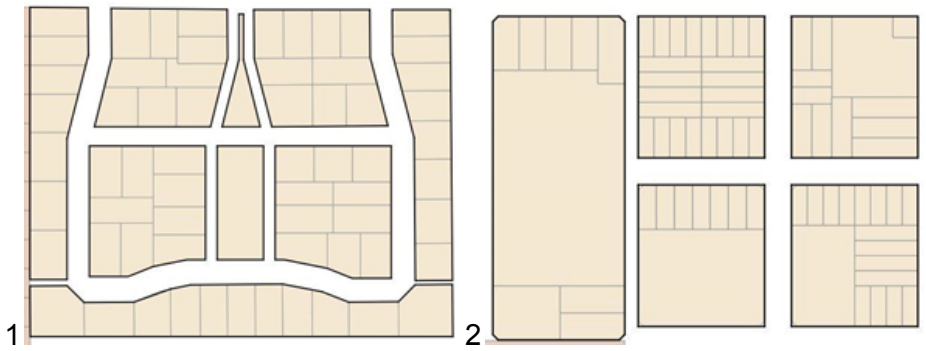



Figura 4: Tipo de macizos según sus lados, irregulares (1) y regulares (2)

### 5.2. Datos alfanuméricos catastrales

Una vez que la información geográfica estuvo completa y los parámetros calculados se debió organizar la base de datos alfanumérica que contenía el dato numérico de cada lado. Los archivos suministrados por la DGC se encontraban en formato de texto (.txt), conteniendo en un solo archivo toda la información provincial (Fig 5).

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Partida | Ejido | ladoA | ladoB | ladoC | ladoD | ladoE | ladoF | ladoG | ladoH | ladoI | ladoJ | ladoK | ladoL | Promedi | tipo | cc | super Tierra | super Plano | Partida tipo |
| 2 | 592456 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | E | 3 | 4.762,00 | 4.762 | Urbano |
| 3 | 592468 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | B | 3 | 313,95 | 314 | Urbano |
| 4 | 592480 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,25 | E | 3 | 11.220,00 | 0 | Urbano |
| 5 | 592492 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,25 | E | 3 | 11.220,00 | 0 | Urbano |
| 6 | 592529 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | A | 3 | 300 | 300 | Urbano |
| 7 | 592530 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | A | 3 | 400 | 400 | Urbano |
| 8 | 592531 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | A | 3 | 400 | 0 | Urbano |
| 9 | 592532 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | A | 3 | 400 | 400 | Urbano |
| 10 | 592533 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | A | 3 | 400 | 0 | Urbano |
| 11 | 592534 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | A | 3 | 300 | 0 | Urbano |

Figura 5: Estructura de la información obtenida de las base PROGRESS.

Para transformar estos datos en información relevante fue necesario elaborar hojas de cálculo con los valores alfanuméricos que describen la información catastral básica de cada localidad por separado. Además se construyeron los

campos de interés para realizar el *join**[2]*** con la base vectorial, esto es la nomenclatura y el valor de lado (Fig 6).

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | EJISEC | CIRFRA | LOTRAD | CODCAT | Mza/Qta | Lado | nomenclatura | Valor | |
| 2 | 1 | 1 | A | 2 | 1 | A | 1-1-A-1-A | 1 | |
| 3 | 1 | 1 | A | 2 | 1 | B | 1-1-A-1-B | 1 | |
| 4 | 1 | 1 | A | 2 | 1 | C | 1-1-A-1-C | 1 | |
| 5 | 1 | 1 | A | 2 | 1 | D | 1-1-A-1-D | 1 | |
| 6 | 1 | 1 | A | 2 | 2 | A | 1-1-A-2-A | 1 | |

Figura 6: Estructura de la información alfanumérica filtrada para el join con la base vectorial

Mediante la relación de los datos contenidos en cada archivo Excel se elaboró la cartografía con la información básica de valores de frente para cada una de las localidades de la provincia (Fig 7). Se resolvió generar dicha cartografía en formato óptimo para impresión, hasta tanto se adecuen los demás procedimientos internos del sector Catastro Económico, entre los que se prevé incluir la carga directa de valores, la sistematización de formularios de mejoras entre otros.

Figura 7: Cartografía de valores de frente elaborada para su uso en formato papel. Ejemplo de la localidad de Abramo.

## 6. CONCLUSIONES

Es bien conocido el rol que tienen las IDE como herramienta para integrar datos espaciales dentro de la administración pública a través de la consideración y adecuación a la realidad de cada organismo.

En el caso de la Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de La Pampa, ese rol integrador nace del procesamiento mismo de la información de cada sector. Este es el ejemplo de la Dirección General de Catastro de la provincia donde la necesidad de digitalizar información relevante en las tareas internas llevó a la IDELP a colaborar conjuntamente en el procesamiento de dicha información catastral.

Con la integración de los catastros en las IDE se está dando un paso enorme en la actualización y digitalización de su información, y en este sentido, en la adecuación de sus actividades internas.

Por último, cabe mencionar que la metodología desarrollada quedará a disposicion del departamento Económico de la DGC para su análisis y adecuación de ser necesario.

## 7. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todo el personal de la Dirección General de Catastro que facilitó el acceso al material catastral y prestó colaboración en el desarrollo del presente trabajo. En particular a Raul Cuesta y Ariel Vicente de IDELP y Marcos Massini del Departamento Económico de la DGC.

## 8. NOTAS

[1] Decreto Provincial 1956/16 https://idelp.lapampa.gob.ar/images/documentos/Dec1959_16_IDELP.pdf

[2] *Join* operación que permite la unión de tablas de atributos, en este caso realizada en el software QGIS

## 9. REFERENCIAS

Velasco Martin-Varés, A. (2014, noviembre). Aplicación de la información

geográfica y las IDEs en la gestión catastral. *V Jornadas Ibéricas de Infraestructura de Datos Espaciales.*

https://www.idee.es/resources/presentaciones/JIIDE14/20141105/IG_gesti%C3%B3n%20catastral.pdf

Olivares Garcia, J. y Virgós Soriano, L. (2006). La Cartografía Catastral como servicio WEB. *Catastro, ISSN 1138-3488*.

https://www.researchgate.net/publication/28131455_La_Cartografia_Catastral_como_servicio_WEB

Saez Burgaya, J., Coll Aliaga E., Martinez Llario J. (2021,noviembre) La IDE como instrumento para dar respuesta a necesidades y obligaciones de la administración local. El ejemplo de la IDEBarcelona. Revista Mapping,Vol. 29, 203, 38-45, ISSN: 1131-9100. https://riunet.upv.es/handle/10251/171693

Mora Garcia, R., Perez Sánchez, J., Cespedea Lopez, M., Pérez Sánchez, R. (2015). Reutilización de datos catastrales para estudios urbanos. https://www.researchgate.net/publication/330811236

Piumetto, M., Morales H. (2019). La IDE como facilitadora en los procesos de valuaciones masivas automatizadas. *Ponencias de las XIV Jornadas IDERA 23 y 24 de noviembre de 2019*.https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/jornadas/XIV_EntreRios/Libro_Ponencias_XIV_IDERA_EntreRios_OK.pdf

# Actualización de Viviendas mediante *Field Maps* en localidades menores a 2.000 habitantes en la provincia de La Pampa

Tatiana Waiman[1], Pablo Alanis[1]

[1] Subsecretaría de Estadística y Censos, La Pampa (SEyC). Casa de Gobierno, primer piso, Santa Rosa, 6300. (2333)406194.
{twaiman, palanis}@lapampa.gob.ar

**Resumen:** El desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), un mejor acceso a la información estadística y la generalización del uso de las nuevas tecnologías de la información geográfica, desempeñan un papel importante en múltiples campos de trabajo y disciplinas, como es el caso de distintas áreas del gobierno provincial.
En este trabajo se presenta un proyecto de Actualización de Viviendas interno del Área de Apoyo en Sistema y Análisis Geoestadístico, perteneciente a la Subsecretaría de Estadística y Censos (SEyC), dependiente del Ministerio de la Producción de La Pampa. El mismo consiste en recorrer las localidades e indicar altas, bajas y modificaciones en el listado de viviendas, con el fin de que la información esté georreferenciada de manera correcta. Para ello se utilizó la aplicación Field Maps basada en ArcGis para la captura de información. Los recorridos se realizaron en localidades menores a 2.000 habitantes, donde se efectúan actualizaciones por conteo y no mediante operativos por parte del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC).
Se trabajó mediante una Geodatabase para almacenar los datos que se toman en campo, por departamento y localidad, permitiendo administrar la información de manera integral. De esta manera, los cambios que se encuentran en relación a las viviendas y/o modificaciones de manzanas quedan registrados e integrados en una misma base de datos.

**Palabras Clave:** Geoestadística, Geodatabase, Localidades, Viviendas, ArcGis, Field Maps.

## 1. INTRODUCCIÓN

La geografía y la cartografía juegan un papel fundamental como base para la construcción de estadísticas de calidad. Constituyen también una de las bases para los Sistemas Nacionales de Información y por ende, para la toma de decisiones.

Actualmente, ambas han adquirido gran relevancia por la necesidad de vincular la información geográfica y los datos estadísticos, proporcionando una mayor demanda de datos georreferenciados.

La cartografía estadística es el puente o la vía de conexión entre la estadística y la cartografía. Permite convertir en mapas conjuntos amplios de valores estadísticos referidos a elementos geométricos concretos, sean puntos, líneas o superficies. La misma, se orienta a alcanzar diversos objetivos, tales como medir y cartografiar la variación de los datos espaciales o mostrar pautas de distribución espacial de una variable, lo que permite deducir patrones espaciales. El objetivo es conseguir que el mapa generado sea explicativo en sí mismo.

El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) lleva adelante diversos operativos, entre ellos, el Proyecto del Archivo de Domicilio de la República Argentina (ADRA) en el marco de las tareas pre censales del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas Ronda 2020 realizado en el año 2022. Su objetivo es construir una base de datos con el registro de todas las viviendas particulares y colectivas de las áreas urbanas del país en localidades de 2.000 y más habitantes.

En particular, desde el Área de Apoyo en Sistema y Análisis Geoestadístico se propuso una actualización para implementar en localidades de menos de 2.000 habitantes, donde no se llevan a cabo operativos precensales.

El principal objetivo de la Actualización de Viviendas es construir una base de datos con el registro de todos los domicilios particulares en las localidades en cuestión. Este registro servirá para futuros marcos de muestreo provinciales de encuestas sociales y económicas.

El operativo consistió en recorrer las manzanas, según el listado de domicilios del Censo 2010, identificando altas, bajas y modificaciones de los mismos. Registrándose también, los cambios producidos en la cartografía como nombre y/o cierre de calles, división y/o creación de nuevas manzanas, entre otros.

Llevar adelante esta tarea significó generar registros propios. En primer lugar, realizar trabajo de gabinete analizando la cartografía y planillas con datos de los domicilios particulares y, en segundo lugar, salir a campo con el aplicativo, donde se esperaba encontrar cambios/actualizaciones por el crecimiento de las localidades desde el último censo.

El aplicativo resultó muy beneficioso en cuanto a calidad de registros, disminución del tiempo de trabajo y la vinculación de la base de datos de viviendas con la cartografía de las localidades en cuestión.

Este trabajo forma parte de un operativo estadístico donde, a través de herramientas tecnológicas, permite tener registros actualizados de la cantidad de viviendas particulares por localidad.

## 2. OPERATIVO DE ACTUALIZACIÓN

El operativo, hasta el momento, se realizó en doce (12) localidades de la provincia de La Pampa. Para ello fue necesario construir una base de datos con el registro de viviendas por manzana en áreas urbanas menores a 2.000 habitantes.

Esta tarea la llevó adelante el Área de Apoyo en Sistema y Análisis Geoestadístico. La metodología consistió en recorrer las manzanas de la localidad con la cartografía y los puntos de viviendas cargados en el dispositivo, y el plano de la localidad en papel, en caso de que hubiera que editar calles y/o nombres de la misma.

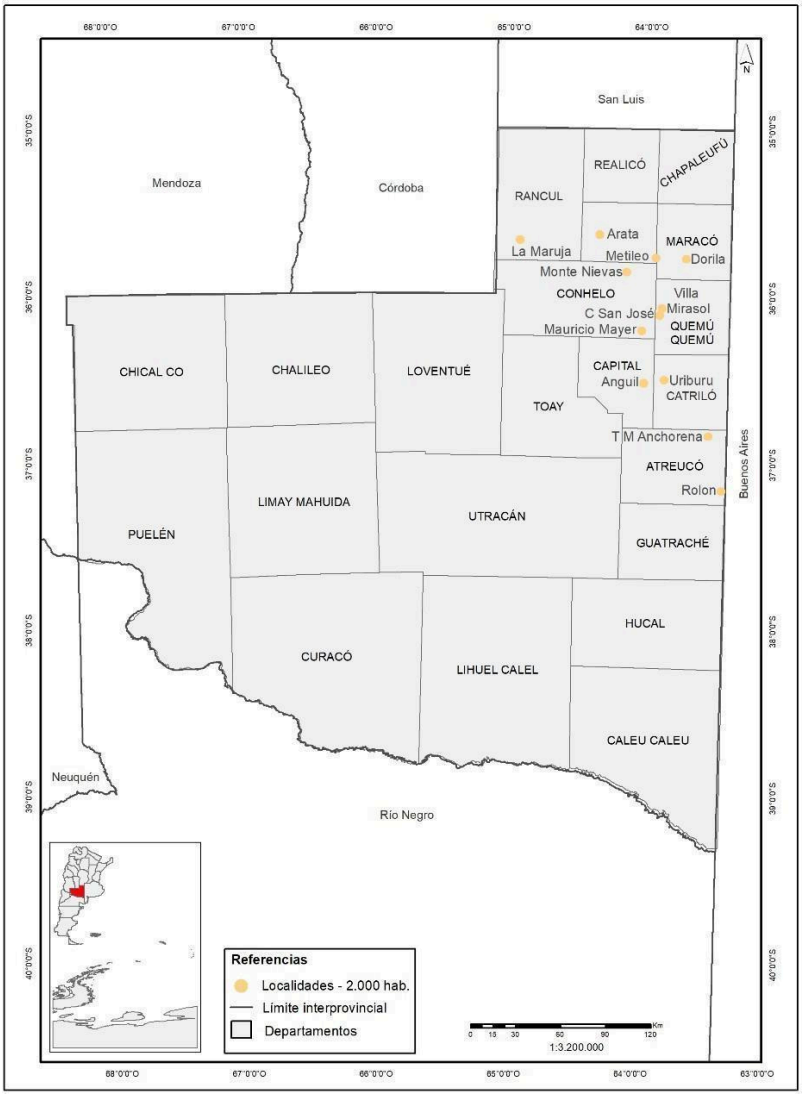



Figura 1: Localidades recorridas para relevamiento de viviendas.

## 3. GEODATABASE

Desde el año 2022, la Subsecretaría de Estadística y Censos (SEyC) ha adquirido la licencia del software ArcGis 10.8.2, permitiendo trabajar con base de datos en lugar de archivos independientes. También, la compra de un dispositivo tecnológico para el Área facilitó las salidas para relevar la información en campo.

Para realizar el trabajo de actualización se recurrió a almacenar los datos en una Geodatabase. Esta es la estructura de datos nativa de ArcGis y es el formato de

datos primario para la edición y la administración de datos. Aunque ArcGis trabaja con información geográfica en una gran cantidad de formatos de archivos de sistema de información geográfica (SIG), está diseñado para trabajar con los recursos de la Geodatabase y aprovecharlos.

Como primer paso se debía saber con qué información contaba el Área. Para ello se utilizaron las planillas por conteo de viviendas por manzana, imágenes satelitales y archivos shapefile: polígonos, arcos y puntos por localidad.

Como segundo paso, se hizo un control de las planillas y se constataron las direcciones con la información que se disponía. Se recurrió a los municipios para que puedan brindar el listado con los nombres de calles y así poder minimizar los errores.

Con esta información disponible se diseñó una Geodatabase en el software ArcGis, permitiendo la estandarización y carga de información, facilitando la edición y administración de la misma de manera integral.

Se procedió a la construcción de una Geodatabase de Archivos por departamento. La misma es una colección de varios tipos de Datasets SIG que se encuentran en una carpeta del sistema de archivos. Se puede trabajar mediante usuario único y grupos de trabajo pequeños. El uso concurrente de cualquier archivo específico finalmente se degrada para gran cantidad de lectores.

Cada base de datos contiene un Dataset de Entidades por localidad, entendida como una colección de Clases de Entidad relacionadas que comparten un sistema de coordenadas en común y este último, a su vez, alberga Clases de Entidades que son conjuntos homogéneos de entidades comunes, cada una con la misma representación espacial (punto, línea y polígono), en este caso viviendas, arcos y plano.

Figura 2: Estructura de la Geodatabase por Departamento.

## 4. ADAPTACIÓN A LA APLICACIÓN FIELD MAPS

Para el uso de la aplicación Field Maps se usó la Geodatabase construida para la edición de viviendas. Las mismas fueron compartidas como servicio a través de ArcGis Online y se configuraron los campos para poder trabajar desde la aplicación.

Una vez cargado en Web Map en la sección “Mi Contenido” se realizan ediciones, según sea necesario, de las Feature Layer alojadas (punto, línea, polígono). Previo al guardado de la cartografía, se activa el Rastreo del Editor para saber quién y en qué momento se llevan a cabo las modificaciones.

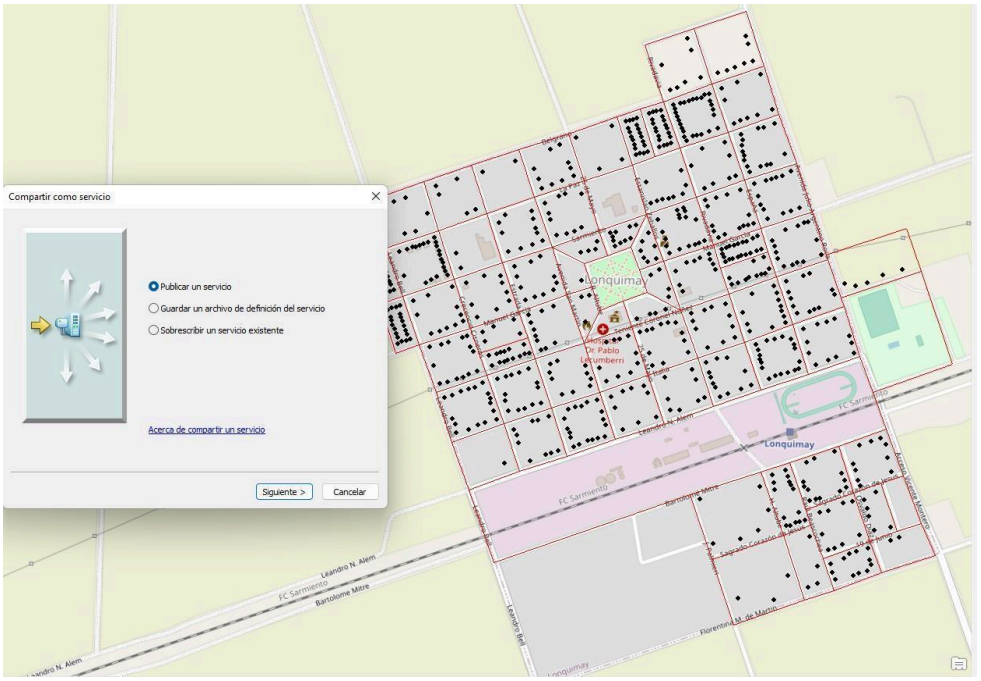



Figura 3: Localidad de Lonquimay. Mapa de arcos y puntos de viviendas, compartido como servicio.

## 5. SALIDA A CAMPO CON APLICATIVO

Las salidas se realizan recorriendo manzana por manzana y registrando los cambios en la aplicación Field Maps en Tablet y en el plano de la localidad en papel.

Para que funcione se debe agregar un área sin conexión, que es lo que permite editar las Clases de Entidades en campo. La aplicación toma la ubicación en tiempo real, facilitando el registro de los puntos de viviendas a medida que se avanza en el recorrido.

Cuando se carga un nuevo punto se registra el nombre de la calle y en caso de que se encuentre en una intersección, se especifica. También se pueden editar o eliminar puntos ya cargados en caso de detectarse errores o que la vivienda ya no se encuentre en el sitio.

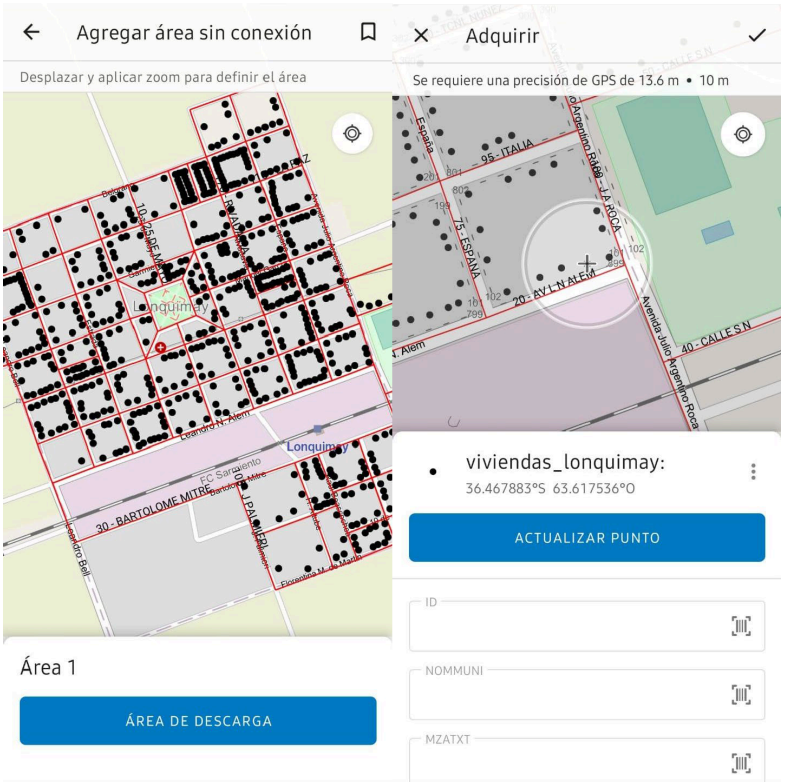



Figura 4. Izquierda. Área sin conexión para utilizar en campo desde un dispositivo móvil. Derecha. Captura punto de vivienda particular, ejemplo localidad de Lonquimay.

La aplicación también permite editar arcos y polígonos, como se ilustra a continuación. En este caso, cualquier cambio se detalla y diferencia del resto para registrar las actualizaciones.

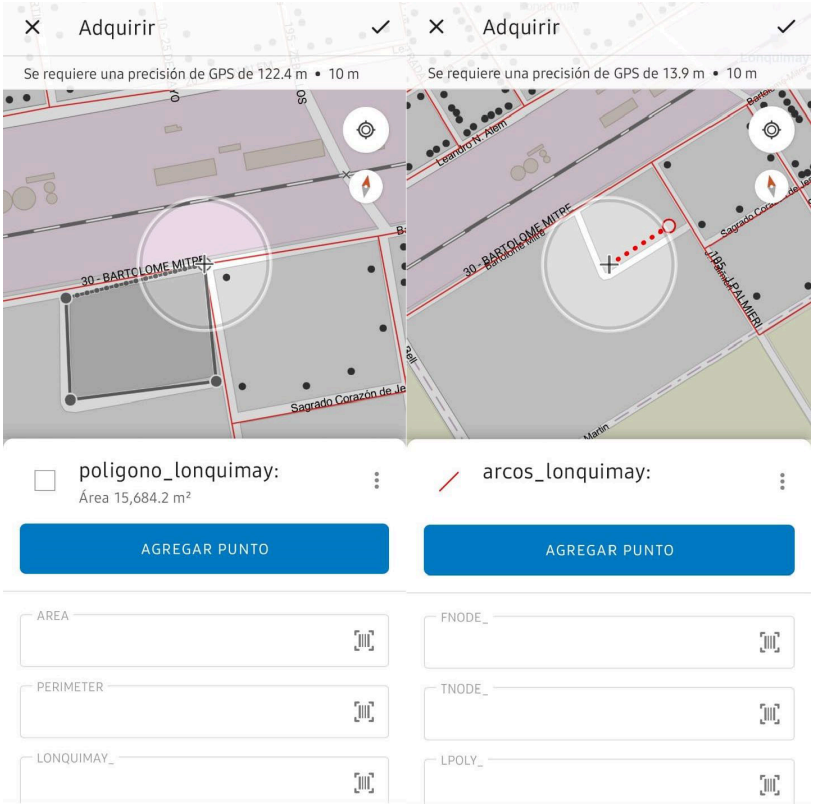



Figura 5. Izquierda. Dibujo del nuevo polígono de la capa. Derecha. Dibujo de nueva línea de arco, ejemplo localidad de Lonquimay.

## 6. VINCULACIÓN CON ARCGIS ONLINE

Finalizado los recorridos, en oficina se completa el trabajo. Desde la Tablet, con conexión a internet, se sincronizan las modificaciones realizadas en campo.

Una vez finalizada la captura, los cambios aparecen únicamente en el dispositivo, por tanto, se deben sincronizar para que estén disponibles en la versión de escritorio. Esto permite enviar y recibir actualizaciones de los mapas descargados.

En este caso se activó la sincronización automática que se aplica a todos los mapas sin conexión utilizados en Field Maps. El área de mapa activa se sincroniza automáticamente cada 15 minutos si el dispositivo tiene una conexión de datos y la aplicación está en pantalla. El área de mapa no se sincroniza si el dispositivo no detecta una conexión a Internet.

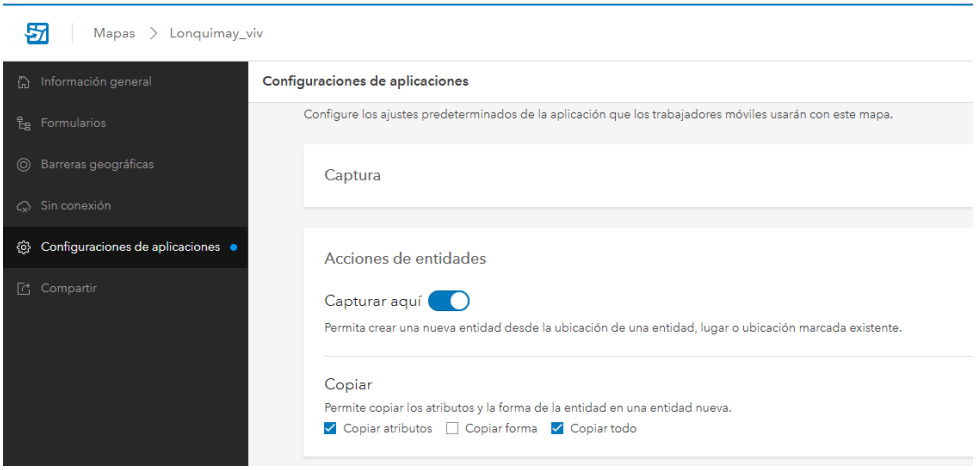



Figura 6. Configuración de aplicación Field Map para sincronización de datos.

Desde ArcGis Online se puede visualizar qué usuario realizó modificaciones, la fecha y hora de la misma. Esto permite tener un control de las actualizaciones que se llevan a cabo en cada localidad.

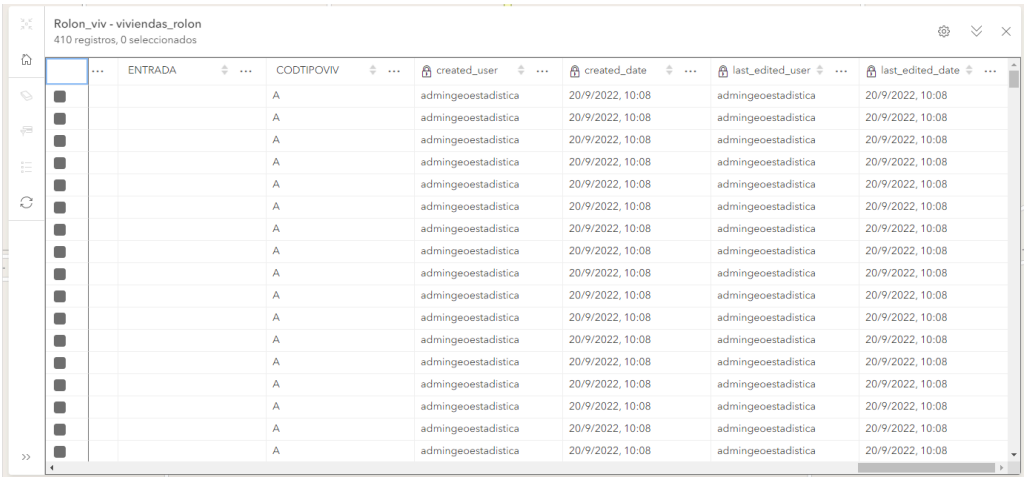



Figura 7. Tabla de atributos. Datos: creación y edición de archivo con fecha y hora.

En una tabla Excel también se lleva el registro de las modificaciones y se anexó una columna de “Observaciones” en caso de que haya nuevos barrios, calles abiertas, manzanas modificadas, entre otros.

| Localidad menos 2.000 hab | viviendas C1 | viviendas actualización | Total | Fecha actualización | Observación |
|---|---|---|---|---|---|

Figura 7. Planilla Excel con control de viviendas en localidades de menos de 2000 habitantes

## 7. CONCLUSIONES

Como se mencionó al principio, para la elaboración de cartografía estadística el papel de los SIG es fundamental. Este tipo de herramienta contribuye decisivamente a servirse de lo que las tecnologías de la información proporcionan y a lo que la actual sociedad de la información y el conocimiento demandan (de Cos Guerra, Reques Velasco, 2012).

La metodología adoptada permitió almacenar información de localidades menores a 2.000 habitantes y que la misma funcione como fuente de consulta eficiente. La Geodatabase que se armó por departamento con sus respectivas localidades se mantendrá actualizada de forma permanente para que sirva como base de referencia para distintas tareas, tales como muestras para encuestas probabilísticas, relevamiento de operativos que requieren salidas a campo, entre otros.

El uso de la tecnología permite minimizar costos, tiempos y errores en la captura, edición y validación de información. Sin olvidar que los SIG constituyen una herramienta orientada al tratamiento de información geográfica con diversos fines, tales como la gestión, operaciones de análisis espacial, visualización y presentación de información que alcanza su última expresión en la generación de cartografía estadística.

## REFERENCIAS

CLIFFORD, J. (2021) Configurar un mapa para la recopilación de datos en Field Maps. Mapas de campo de ArcGis. www.esri.com/arcgis-blog/products/field-maps/

COBA, L.; CHUMPITAZ, M.; AGUADO, D.; MAMANI M.; HUACHACA, C. (2018). Geodatabase y collector: Innovación tecnológica en la cartografía digital del INGEMMET. Publicación Especial N° 14 - Resúmenes ampliados del XIX Congreso Peruano de Geología. Boletín de la Sociedad Geológica de Perú. ISSN 0079-10-91. www.sgp.org.pe

DE COS GUERRA, O.; VELASCO REQUES, P. (2012). Estilos de aprendizaje. Investigaciones y experiencias: [V Congreso Mundial de Estilos de Aprendizaje]. Santander, 27, 28 y 29 de junio de 2012 / coord. por Fernando Guerra López, Rosa García-Ruiz, Natalia González-Fernández, Paula Renés Arellano, Ana Castro Zubizarreta, 2012, ISBN 978-84-695-3454-0.

MARICHAL, M.; JURAN, S.; VALLE, C.; MEJÍA, J. A. (2022). Dame un punto y tedaré un dato: la Cartografía Estadística como herramienta para la toma de decisiones de los gobiernos. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). https://blogs.iadb.org/administracion-publica/es/el-rol-de-la-cartografia-estadistica-ante-los-retos-del-crecimiento-poblacional/ .

RUSANSKY, D.; DOWBLEY, M. V.; TOMAS, S.; FERELLA, F. (2022). Aportes para la generación de información estadística georreferenciada: el caso de la Actualización del Archivo de Domicilios en la provincia de Buenos Aires. 50JAIIO - SIE - ISSN: 2451-7534 - Pág 7-25

# Del SIG a la IDE para la toma de decisiones territoriales en la ciudad de Santa Rosa

Hugo Javier Andrada[1], Diana Elizabeth Villagra[2]

[1] Dirección de Planeamiento Urbano. Municipalidad de Santa Rosa.
andradajh@hotmail.com
[2] Subdirección de Catastro y Sig. Municipalidad de Santa Rosa.
Villagradiana@gmail.com

**Resumen:** Un sistema de información geográfica (SIG), al igual que las infraestructura de Datos Espaciales (IDE), son herramientas que permiten la captura, almacenamiento, análisis y visualización de datos geoespaciales, lo que facilita la toma de decisiones y la gestión de recursos en un territorio. Estas herramientas se implementarán en las dependencias del Municipio de Santa Rosa, y junto a la normativa y documentación avalada desde la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA), se brindará al ciudadano una multiplicidad de información. Los datos documentados digitalizados por cada dependencia de la Municipalidad son procesados para ser compartidos con las diferentes áreas del municipio y seleccionados para la visualización pública. Sumado a esto, y pensando en la capital que queremos construir, enfocada en el ordenamiento territorial y proyectando hacia una ciudad ordenada y regulada, es clave la utilización e implementación de los recursos geotecnológicos por parte de los equipos de gobierno. Es aquí, donde los SIG tienen un rol fundamental, ya que puede ser utilizado por el municipio y/o instituciones del medio para la planificación y gestión del territorio, permitiendo identificar las áreas con mayor potencial de desarrollo, las zonas de riesgo, las áreas protegidas, entre otros aspectos relevantes, así como también las características físicas y sociales que los definen. Asimismo, es aquí donde el rol que tienen las IDE, es propicio para brindar al ciudadano y las instituciones intermedias un servicio de datos geoespaciales, rápido, fácil y dinámico, a través del portal del geoportal IDE Santa Rosa.

**Palabras claves:** SIG, USOS DE SUELO, ORDENAMIENTO TERRITORIAL, SANTA ROSA, CÓDIGO URBANÍSTICO.

## INTRODUCCIÓN

Vivimos en un contexto en el que la información geoespacial cumple un rol fundamental en el marco de las nuevas formulaciones propuestas para el ordenamiento territorial de los espacios urbanos.

Los recursos geotecnológicos, como los SIG y las IDE, son las nuevas herramientas para la gestión pública de la información que alientan el desarrollo de gobiernos abiertos y permiten poner en orden la base de información geográfica de las diversas entidades que los componen.

La IDE Santa Rosa contribuye con una política de gobierno de información transparente; en la búsqueda constante de estructurar la información geográfica generada en el seno de las diferentes áreas del departamento ejecutivo municipal. Actualmente, mediante el desarrollo de la herramienta al servicio público de los y las vecinos/as se ofrece el código urbanístico en base de información geoespacial, facilitando el acceso y la comprensión de la normativa en materia urbanística.

Este artículo propone primeramente poner de manifiesto al lector sobre los roles que tienen las IDE en el contexto de la globalización. Seguidamente, se especifica la nueva propuesta desarrollada desde la Subsecretaría de Planeamiento Urbano y Obras Particulares que dio como respuesta el cambio de los SIG a las IDE en la Municipalidad de Santa Rosa, poniendo al alcance de cada ciudadano y ciudadana el código urbanístico de la ciudad.

### Antecedentes generales

En la conferencia de las naciones unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo en el año 1992, denominada "*Cumbre de la Tierra*", comienza a reconocerse la información geográfica en proyectos y actividades. La toma de decisiones y soluciones acerca de problemas a diferentes niveles jurisdiccionales, aseguraron el desarrollo económico y social con un enfoque de protección al medio ambiente (Iniesto Alba, 2021).

Tal como especifica la autora Iniesto Alba (2021), en esta cumbre, 178 gobiernos acordaron en la declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, en los principios 9 y 10, tratar sobre el crecimiento e intercambio de conocimientos científicos intensificando el desarrollo tecnológico, el acceso a la información y la participación de la población poniendo información a disposición de todos; por otro lado, el programa 21, tenía como finalidad el desarrollo sostenible en el siglo XXI; y no menos importante, tratar los principios sobre cambio climático, desertificación, bosques y diversidad biológica.

Entre los mecanismos para afrontar este acuerdo, se habló de información geográfica como herramienta básica para el desarrollo de las actividades en todos los niveles de jerarquía dentro de un país. La importancia de la toma de decisiones desde la información geográfica tenía la necesidad de una información actualizada, disponibilidad inmediata y distribución con un acceso generalizado; estas acciones derivaron en crear la infraestructura de Datos Espaciales (IDE), incorporándose paulatinamente a diferentes países entre ellos, Estados Unidos como pionero en crear una IDE nacional por el año 1990.

La IDE se integra por una estructura virtual que cuenta con recursos de hardware y software para los datos y servicios, además de geoportales a través de internet que brindan el acceso. Estos datos y servicios web junto con los datos geográficos permiten la integración de ambos garantizando la interoperabilidad (Maria Iniesto, 2014). También los metadatos previstos siguen un catálogo que describe el conjunto de datos geográficos estandarizados, y un marco legal común según el lugar de desarrollo.

La IDE se basa en compartir datos y recursos geográficos, necesita de un acuerdo entre las partes interesadas dentro del marco institucional y otros ámbitos, La política de datos se establece a través de legislación e información institucional, condiciones básicas para catalogar los datos en un lenguaje común para ejecutar programas y transferir datos, otro de los componentes principales es el uso de tecnologías y accesibilidad a las mismas, en cuanto al hardware, software y comunicación que permite la gestión de esta tecnología, su difusión, utilización y uso de los correspondientes servicios geograficos.

En Argentina, se encuentra IDERA desde el año 2007, y busca publicar datos, productos y servicios como un aporte principal a la democratización del acceso a la información producida por el Estado (IDERA, 2014).

Esta comunidad de información geoespacial, se encuentra conformada por organismos nacionales, provinciales y municipales, como en el caso de la IDE Santa Rosa; enmarcados en objetivos claros, poner a disposición un servicio público y de libre acceso.

**Santa Rosa como prototipo de análisis**

Santa Rosa se localiza en la provincia de La Pampa, siendo la ciudad capital. Se posiciona como un importante centro urbano de crecimiento en infraestructura y servicios en el territorio provincial. Dispone de dos ejes viales circulatorios troncales, los cuales no solo permiten acceder a la ciudad, sino que también estas dos rutas nacionales, N°5 y N°35, logran poner en contacto directo con dirección a cada uno de los centros urbanos del país.

**Objetivos**

- Ofrecer por medio de la IDE Santa Rosa, la accesibilidad y utilización de la información geoespacial publicada por parte de las dependencias municipales, a sectores específicos e instituciones, tanto de orden privado, como público.
- Brindar la visualización pública de los parámetros urbanísticos del código de ordenamiento territorial de la ciudad de Santa Rosa, cuyo fin se enfoque en trabajos multisectoriales, multidisciplinarios y transdisciplinarios, entre diversos actores sociales, para la toma de decisiones de carácter político.

## METODOLOGÍA

En el desarrollo e implementación de este trabajo se aplican diversos recursos geotecnológicos y documentación específica, para dar como resultado el acceso a la visualización de los datos geoespaciales del Código Urbanístico de la ciudad de Santa Rosa.

Luego de realizar un diagnóstico inicial, y constatar las debilidades y fortalezas en este proyecto, se partió por la generación de información geográfica (IG), a través del software libre Qgis 3.18.1 Seguidamente se logró la estandarización de la IG, a partir de su integración en la infraestructura de datos espaciales del Municipio de Santa Rosa, teniendo como base central, las normativas y documentaciones de IDERA.

Para lograr los objetivos planteados fueron necesarias las capas de base de distritos generadas por la oficina SIG, dependiente de la Subdirección de Catastro y SIG, y la documentación específica en la planilla 4.2.1 del Código Urbanístico con las últimas modificatorias y/o ampliatorias de la Ciudad de Santa Rosa, la cual se encuentra subdividida en distritos, cubriendo un área de 5241,51 km2

El procedimiento partió de la base catastral, para construir la representación digital de los distritos de usos de suelo; con el parcelamiento de base se dividió la ciudad en los distritos correspondientes. La denominación de la tabla de atributos se realizó desde el código urbanístico de la ciudad de Santa Rosa, donde se categorizó cada uno y las actividades por categoría. Para realizar una previa visualización se etiquetó la capa (Figura 1) con el nombre de cada uno.

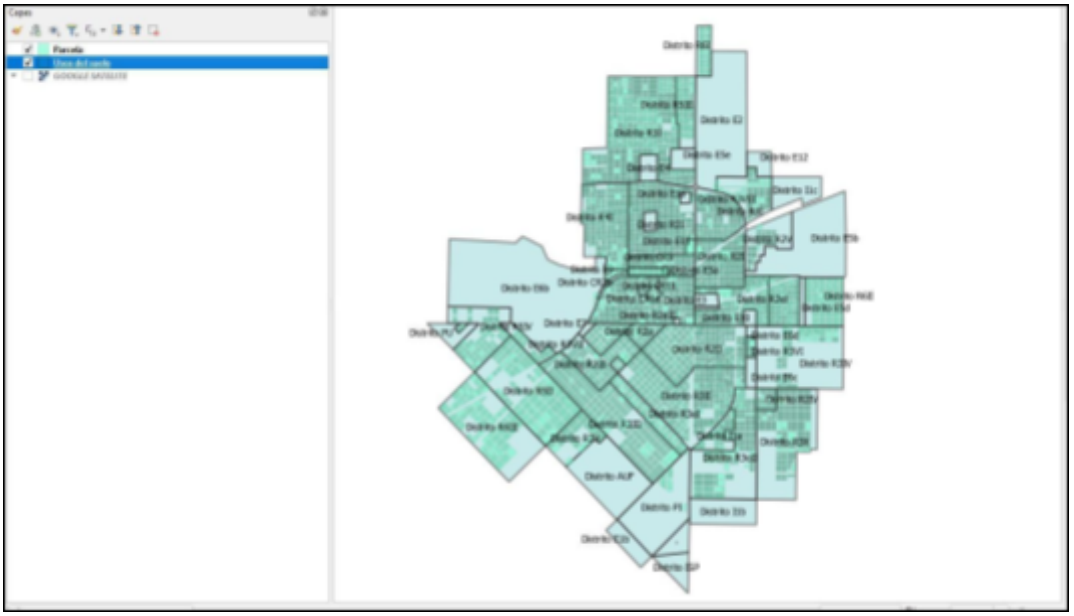


Figura 1. Distritos, Ciudad de Santa Rosa.

En la tabla de atributos, con las categorías correspondientes al polígono denominado "*Usos del Suelo*" (Figura 2), se identifican cada una de las actividades permitidas por distrito que aparecen categorizadas (Figura 3), donde se identifican los grupos generales de uso de suelo.

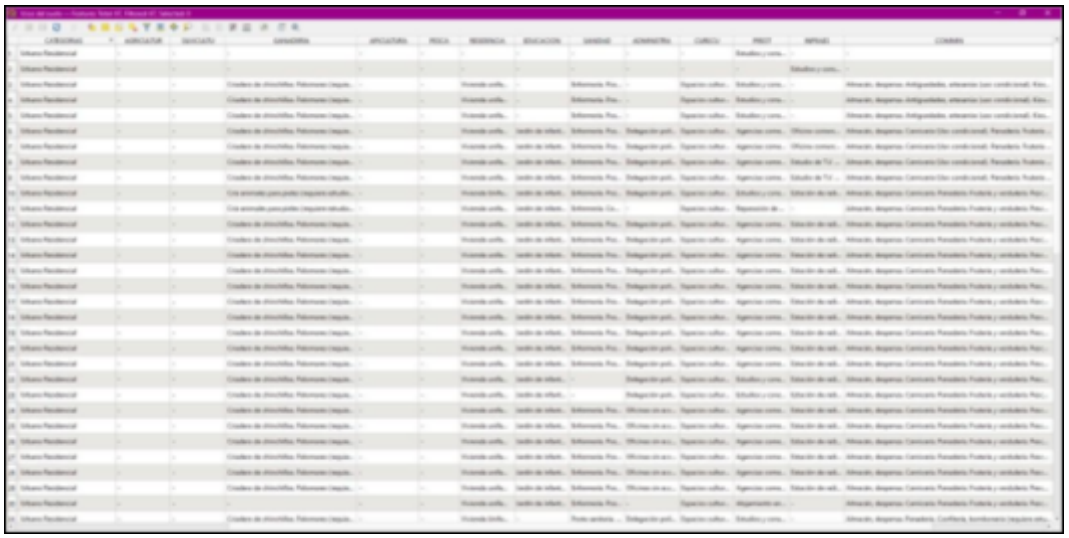


Figura 2. Atributos del polígono "*Usos del Suelo*"

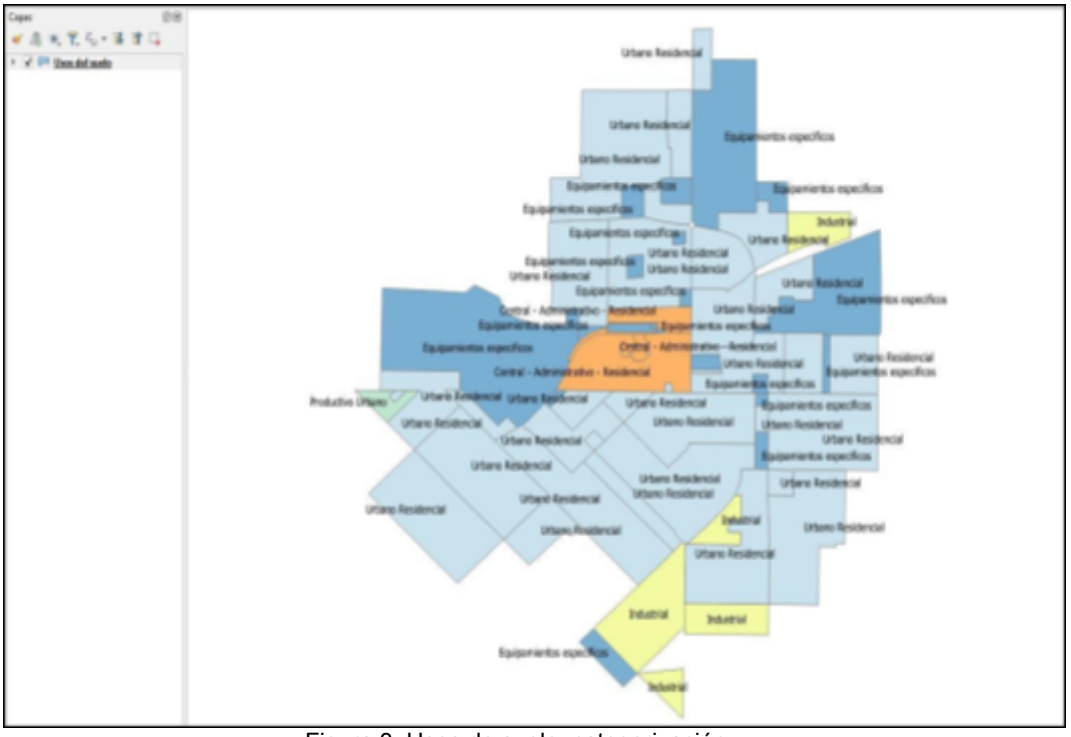



Figura 3. Usos de suelo, categorización.

## ANÁLISIS DEL CODIGO URBANÍSTICO

La municipalidad de Santa Rosa, cuenta con un Código Urbanístico actualizado que establece los parámetros relativos al uso del suelo para ser aplicados en cada uno de los Distritos en que se subdivide la planta urbana según la nueva zonificación. Este Código junto al Plano de Zonificación constituyen un marco legal-administrativo para la actualización periódica, mediante reajustes sucesivos que permitirán alcanzar los objetivos planteados por aquél.

Según la ORDENANZA Nº 3274/2005 del Código Urbanístico 2004 de la ciudad de Santa Rosa, en el título 4 de normas generales sobre usos de suelo, se especifica que:

**Título 1. Disposiciones Generales**
Sección. 1.3.2 Relativos al Uso:

1.3.2.1. Área Urbana: La destinada a contener todas las actividades concernientes a la vida ciudadana, donde la función predominante es la de asentamientos humanos intensivos que desarrollan usos vinculados con la residencia, las actividades

terciarias, las de producción y usos compatibles, reservas y áreas de esparcimiento. Incluye los Distritos denominados CR, R, E, I, PI. El Área Urbana queda deslindada en dos categorías de límite envolvente, las que corresponden al Área de Urbanización Prioritaria (AUP) y al Área de Urbanización Futura (AUF)

1.3.2.2. Área Rural: Alberga aquellas actividades que por su función exigen una ubicación externa a la ciudad propiamente dicha. Comprende las áreas destinadas a emplazamiento de usos relacionados con la producción agropecuaria intensiva, extensiva, forestal, minera, de producción y otras. Incluye las Zonas Rurales denominadas RU, contenida dentro de los límites fijados por el Decreto Provincial Nº 2280/84

1.3.2.3. Uso del Suelo: Todo tipo de función, activa o pasiva, referida a actividades humanas individuales o colectivas, o a la provisión de servicios esenciales que hacen viables esas actividades en una localización determinada.

1.3.2.4. Distrito de Uso del Suelo: Porción de territorio del Ejido respecto del cual se regulan parámetros de subdivisión, uso y ocupación del suelo.

1.3.2.5. Uso Permitido: El que puede localizarse en un Distrito de Uso del Suelo, según lo prescriben estas normas.

1.3.2.6. Uso no Permitido: El que no puede localizarse en un Distrito de Uso del Suelo, según lo prescriben estas normas.

1.3.2.7. Uso no conforme: Cualquier actividad que se desarrolle en una parcela en el momento en que estas normas tengan vigencia y que no cumpla total o parcialmente con las normas de este Código.

1.3.2.8. Uso Principal: Actividad específica de un Distrito que cuenta para su desarrollo con las mayores posibilidades de asentamiento.

1.3.2.9. Uso Complementario: El destinado a satisfacer actividades necesarias para el cumplimiento del uso principal

1.3.2.10 Uso Condicionado: Es aquel que cumple funciones

incompatibles con las admitidas en el Distrito, pero por ser de hecho existente puede continuar desarrollándose, siempre que se adopten los recaudos necesarios para no alterar el normal desenvolvimiento de la zona y cuando no medien Fundados reclamos de propietarios de inmuebles vecinos. La existencia de estos usos no significan antecedente válido para la instalación de otros similares.

**Categorías y visualización**
**Título 4. Normas Generales sobre uso del suelo**
Seccion 4.2.1.1
La planilla (Figura 4) se organiza en 13 grandes grupos, que contienen diferentes tipos de actividades permitidas, en función del uso u ocupación que se le dará al suelo.
Los cuales son:

- Agricultura
- Silvicultura
- Ganadería y otros
- Apicultura
- Pesca
- residencia
- Educación
- Culto,recreación y cultura.
- Sanidad
- Administración Pública
- Infraestructura de servicios
- Prestaciones de servicio
- Comercio minorista

**PLANILLA 4.2.1.1. PLANILLA DE USOS SEGÚN DISTRITOS**

***Ordenanzas Modificatorias y/o Ampliatorias***
*Ordenanza 5137/14: Modificatoria uso Geriátrico*
*Ordenanza 5172/14: Modificatoria uso Hotel*
*Ordenanza 5771/18: Modificatoria Espacios Culturales independientes*

| Usos Según Distrito | CR1 a | CR1 b | CR1 | CR2 a-b | CR3 | R2 | R2a | R2a | R3aX | R3a | R4 | RSI-II-III-IV | RSI-II-III | I1 | PI | ISP | E | PU | RU |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **AGRICULTURA** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cereales, Oleaginosas, forrageras | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • |
| Hortalizas, Legumbres | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • |
| Frutales | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • |
| Viveros | | | | | | | | | | | | | | | | • | | • | • |
| **SILVICULTURA** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Explotación Bosques | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • |
| Viveros de árboles forestales y | | | | | | | | | | | | | | | | • | • | • | • |
| **GANADERIA Y OTROS** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cría e inverne de ganado: Bovino, Ovino y caballar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | • |
| Cría e inverne de porcinos | | | | | | | | | | | | | | | | | | • | • |

Figura 4. Planilla de usos según distritos.

A su vez, se discrimina por distritos según **Título 5: Normas particulares sobre parcelamiento, uso de suelo y tejido urbano.** Los cuales quedan segmentados en:

Sección 5.1; 5.2 y 5.3

**1. CR. Central - Administrativo - Residencial.**

5.1.1. Carácter:

Es el Distrito de mayor nivel de centralidad relativa, destinado a concentrar la localización del equipamiento institucional, administrativo, religioso, cultural, comercial, financiero, esparcimiento a nivel local y regional, amenidades y residencia de alta densidad.

Sección 5.4; 5.5; 5.6; 5.8; 5.9; 5.10; 5.11 y 5.12

**2. R. Urbano residencial.**

5.4.1. Carácter:

Es el Distrito de Densidad Media externo al Área Central, con predominio del uso residencial en forma individual o colectiva, así como otros usos complementarios y/o compatibles, integrando el área urbana en proceso de compactación.

Sección.5.7

**3. Cc. Corredores ( Alineamiento comercial)**

5.7.1. Carácter:

Constituyen los lineamientos de uso comercial, industrial, de servicios o recreativos inducidos en vías de circulación que bordean o atraviesan distintos Distritos, y que en general corresponden a las calles y Avenidas jerarquizadas en la Red Vial.

Sección 5.13

**4. I: Industrial**

5.13.1. Carácter:

Es el Distrito destinado a la localización de actividades de complemento industrial y comercial relacionados con servicios al automotor, vehículos pesados y maquinarias agrícolas, con molestias limitadas y uso residencial restringido. Dicho uso se admitirá únicamente como complemento del uso industrial predominante, y sólo se autorizará una vivienda por parcela.

Sección 5.14

**5. P.I Parque Industrial**

5.14.1. Carácter:

Es el Distrito destinado a la localización de industrias según pautas de Parque Industrial.

Sección 5.15

**6. E: Equipamientos específicos**

5.15.1. Carácter:

Son los distritos destinados ó a destinar a la localización de usos específicos

relacionados con equipamientos a escala local o regional.

Sección 5.16

**7. P.U. Productivo Urbano**

5.16.1. Carácter:

Es el Distrito destinado a las localizaciones de actividades productivas y residenciales de mínima densidad, con preexistencia y predominio de usos semirurales y aquellos vinculados específicamente a la fabricación de ladrillos en forma artesanal.

Sección 5,17

**8. I.S.P. Industrial, de Servicios y Productivo**

5.18.1. Carácter:

Es el Distrito destinado a la localización de usos con algún proceso industrial, de servicios o productivo de gran magnitud y con relativo grado de molestia.

Sección 5,18

9. **R.U. Rural de explotaciones rurales**.

5.18.1. Carácter:

Son las zonas rurales RU, afectadas al uso productivo agropecuario, que rodean el espacio delimitado como Área Urbana

**Aplicación Usos de Suelo en la IDE**

El traspaso del código y de los datos aportados por el SIG, en un trabajo interdisciplinar, nos dieron como resultado la creación de 5 capas, como se puede observar en la figura 5, que engloban las anteriores designaciones para una fácil búsqueda en el visualizador.

Con las siguientes categorías:

- Central- Administrativo- Residencial. (Naranja)
- Equipamientos específicos (Azul)
- Industrial (Amarillo)
- Productivo Urbano (Verde)
- Urbano Residencial (Celeste)

Figura 5. Visualización de categorías de uso de suelo.

## SISTEMA DE BÚSQUEDA EN LA IDE SANTA ROSA

❖ ¿Cómo encuentro el geonode de IDE Santa Rosa?

A través de la URL: https://geonodeide.santarosa.gob.ar/ podemos visualizar en la solapa de mapas (Figura 6), los que se encuentran en el geoportal, si colocamos en el motor de búsqueda de texto “usos de suelo” se localiza en “usos de suelo según distritos” donde podemos acceder a ver el mapa (Figura 7).

Figura 6. Mapas en Geonode.

Figura 7. Mapa usos de suelo según distritos.

❖ ¿Cómo puedo ubicar la zona de interés?

Para localizarnos en el punto de interés, existe la posibilidad de activar y desactivar la visualización de las capas en el mapa, como se puede ver en la figura 8, tanto de usos de suelo como de distritos, calles o parcelas, entre otras. Una vez ubicado el lugar, a su vez también se encuentra la posibilidad de agregar capas, de aumentar o disminuir la transparencia y de mover las capas una sobre otra según cuál sea mi interés principal.

Figura 8. Visualización de la capa de uso del suelo.

❖ ¿cómo accedo a la información?

Accedo al lugar de interés con un click sobre el área, el cual despliega una serie de características indicadas por los atributos cargados en la capa (Figura 9).

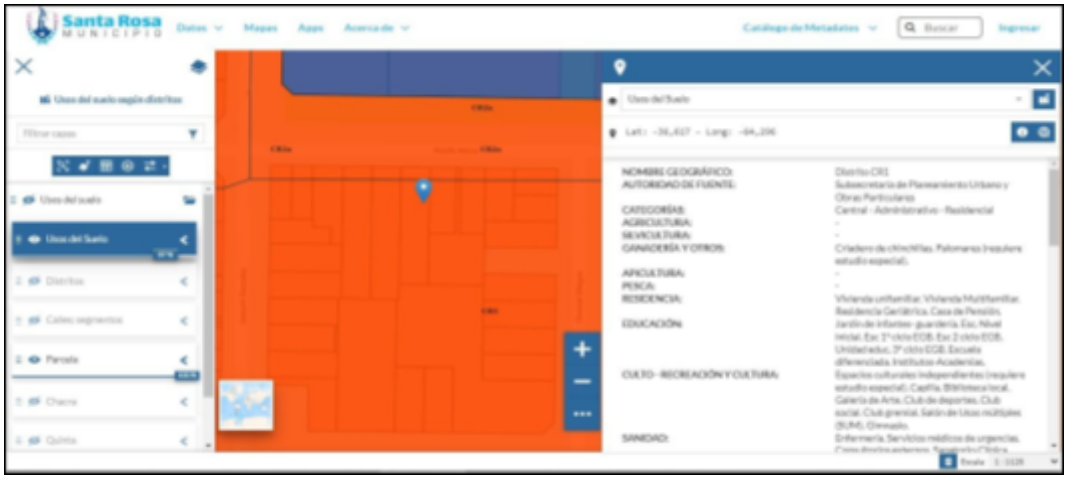


Figura 9. Visualización de atributos por categoría.

Otra forma de búsqueda de información es desde la Tabla de atributos (Figura 10), es decir cada elemento geográfico tiene un correspondiente registro en la tabla de valores, que se puede ubicar por categoría desde el filtro sobre cada columna o por un filtro avanzado .

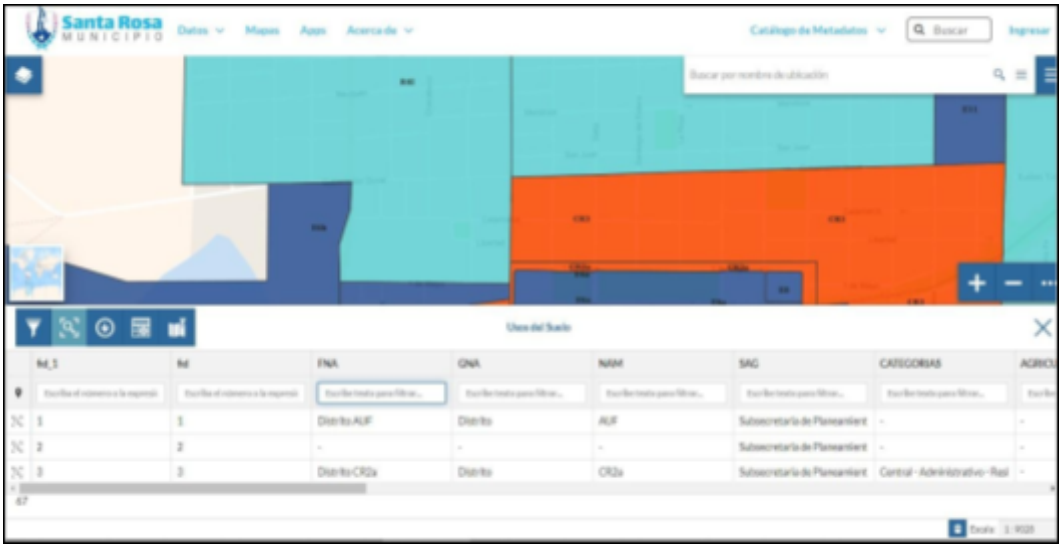



Figura 10. Sistema de búsqueda por filtro.

## CONSIDERACIONES FINALES

Transformar la Institución Pública, permitiendo la digitalización de la información geográfica de cada dependencia, brindando de tal manera, la accesibilidad y disponibilidad de respuesta que necesita cada actor social, llevó a generar un cambio de paradigma, planteado desde el crecimiento y el desarrollo del Estado.

A partir del acceso inmediato, a través de estas herramientas geotecnológicas, como un servicio público, no solo para el ciudadano, sino para diversas instituciones o especialistas que requieren de la misma, permite que se encuentren respuestas ante la mirada de la planificación territorial.

Los datos generados por la IDE Santa Rosa, son esenciales para la planificación urbana porque proporcionan información detallada y precisa sobre la localización, el uso del suelo, la topografía, la geología y otros aspectos geográficos que son importantes para el diseño y desarrollo de las ciudades.

Algunos de los aportes más relevantes que la IDE Santa Rosa brinda o puede brindar para la planificación urbana, están plenamente vinculados con:

1. Análisis de usos del suelo (Ordenamiento territorial): Permiten evaluar la distribución y el uso del suelo en una ciudad, lo que puede ser útil para la planificación de nuevas áreas urbanas, la evaluación de la demanda de servicios públicos y la identificación de áreas en las que se pueden desarrollar proyectos específicos.
2. Planificación de redes de transporte: Diseño y planificación de sistemas de transporte en las ciudades, ya que permiten conocer la ubicación de las

vías de acceso, el tráfico, los obstáculos en la circulación, las rutas de transporte público y otros aspectos relacionados con la movilidad.

3. Identificación de áreas críticas y Evaluación de impacto ambiental: Pueden ayudar a identificar áreas de riesgo y vulnerables, como zonas inundables, pendientes pronunciadas, fallas geológicas y otros factores que pueden ser importantes en la planificación de la infraestructura y en la seguridad de las personas; evaluar los riesgos ambientales y diseñar medidas para minimizar el impacto ambiental.
4. Toma de decisiones basadas en datos y estadísticas: La utilización de datos geoespaciales en la planificación urbana permite tomar decisiones más informadas y basadas en datos, lo que puede reducir los costos, mejorar la eficiencia y reducir los riesgos asociados con la toma de decisiones basada en suposiciones o información incompleta.

En resumen, los datos geoespaciales son una herramienta esencial en la planificación urbana, ya que proporcionan información valiosa para la toma de decisiones, el diseño de infraestructuras, la evaluación del impacto ambiental y la gestión de riesgos en la ciudad, entre otros.

**REFERENCIAS**

Infraestructura de datos espaciales de la República Argentina.(27/10/2014). IDERA.

https://www.idera.gob.ar/#:~:text=IDERA%20es%20un%20%C3%A1mbito%20de

.la%20informaci%C3%B3n%20geoespacial%20del%20pa%C3%ADs. (accedido 28 de marzo de 2023)

IDE Santa Rosa. https://geonodeide.santarosa.gob.ar/. (accedido 29 de marzo 03 de 2023)

Maria Iniesto y Amparo Núñez (2014). Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales. España. Instituto Geográfico Nacional.

Municipalidad de Santa Rosa (2004). Código urbanístico de la ciudad de Santa Rosa Recuperado de https://drive.google.com/file/d/1eRtV7teHnwekYqoaxE4PXR0oA1OaFgFA/view? usp=share_link.

Ordenanza N° 3274 del año 2015 (Municipalidad de Santa Rosa). Código Urbanístico. 2004.

Santa Rosa, Municipio. https://www.santarosa.gob.ar/informacion-general/

(accedido el 29 de marzo de 2023).

Pombo, Daila. (2017). “Expansión urbana acelerada en una ciudad intermedia: causas y consecuencias. Santa Rosa-La Pampa”.

# Cursos de agua y Red Geométrica para la Provincia de San Juan

Matías Nahuel Pose[1*], Daniel Fernandez[2], Julia Velázquez Yebrin[1], Nicolás Marino[1], Berenice Deniz[1], Florencia Romina Calizaya[1], Federico Capdevila[1], María Cecilia Villar[1], EzequielTassone[1]

[1] Departamento de Apoyo Topográfico, Dirección de Geodesia, Dirección Nacional de Servicios Geográficos, Instituto Geográfico Nacional (IGN).
*mpose@ign.gob.ar
[2] Unidad de Desarrollo, Dirección Nacional de Servicios Geográficos, IGN.

**Resumen:** Usando diversas fuentes de información cartográfica, principalmente el Modelo Digital de Elevación Argentino (MDE-Ar), se identificaron los cursos de agua de la provincia de San Juan. A partir de estos, se confeccionó una red geométrica la cual fue publicada mediante un servicio WPS dentro de un servidor de datos geoespaciales GeoServer.

**Palabras Clave:** RED GEOMÉTRICA, CURSOS DE AGUA, MDE-Ar, GEOSERVER, WPS

## 1. INTRODUCCIÓN

Lo presentado es parte de un trabajo llevado a cabo por el equipo de Geodesia del Instituto Geográfico Nacional (IGN), el objetivo principal del mismo es la captura y actualización de los objetos “cursos de agua”, “cuerpos de agua”, “curvas de nivel” y “puntos acotados” con el fin cartográfico escala 1:100.000. Nuestro equipo de trabajo planteó caracterizar al objeto “curso de agua” como un elemento que conforme una red geométrica, que posteriormente pueda ser publicada como herramienta de análisis. No solo se buscó mapear los cursos de agua, sino también indicar la dirección de flujo en los mismos, permitiendo determinar desde un punto arbitrario las corrientes de agua hacia abajo y hacia arriba.

La mayor dificultad en la determinación de una red geométrica, paradójicamente, no se encuentra en la confección de la misma, sino en el paso previo, es decir, la obtención de los datos que representan los cursos de agua. Lo extenso del territorio nacional sumado a la diversidad de climas es lo que hace dificultoso el proceso de captura de los cursos de agua. Por lo mencionado, el equipo de trabajo entiende que éste es el momento indicado para presentar dicho producto

a los productores y usuarios que buscan obtener los cursos de agua, con la finalidad de optimizar la obtención de los datos en función de concretar una red de este tipo.

## 2. RED GEOMÉTRICA

Se hablará de las redes como comúnmente se entienden en los Sistemas de Información Geográficas (SIG), específicamente como un archivo vectorial estructurado topológicamente, el cual contiene líneas llamadas arcos y cada uno de estos, contiene dos puntos en sus extremos llamados nodos.
Un sistema de ríos puede ser naturalmente representado como una estructura de red (Red Hidrográfica), pero existe una limitante sobre los cuerpos de agua como ser lagos/embalses, que cartográficamente se representarían con polígonos. La forma de asegurar que todos los ríos que conforman el sistema estén conectados es entonces colocar líneas en el interior de estos polígonos garantizando su continuidad.

## 3. ÁREA DE TRABAJO

El trabajo puntal de esta publicación se realizó en la provincia de San Juan, la selección se basó en los proyectos de actualización de la cartografía escala 1:100.000 que se vienen llevando a cabo por el IGN.
Dada la topografía montañosa de la provincia, el uso del Modelo Digital de Elevación Argentino (MDE-Ar), un producto de la Dirección de Geodesia del IGN, permitió localizar los posibles cursos de agua sobre el territorio. Por ser que la provincia presenta numerosos valles, los cuales poseen diferencias de pendientes escasas, se recurrió a fuentes de información adicionales al MDE-Ar.

## 4. METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CORRIENTES DE AGUA

Para la identificación de los cursos de agua a partir del MDE-Ar, las herramientas de hidrología de los softwares de SIG utilizados permitieron modelar el flujo de agua sobre los mismos. Los procesos que se mencionan a continuación se realizaron en el orden que se presentan en la Figura 1.

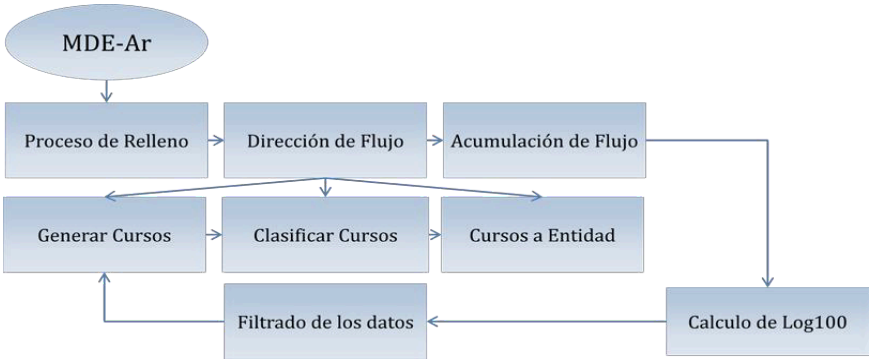



Figura 1: Diagrama de flujo para identificar posibles cursos de agua.

Proceso de Relleno:

Es el primero de los procesos realizados. Rellena posibles imperfecciones que pueda contener un MDE. El resultado obtenido se presenta en la Figura 2.

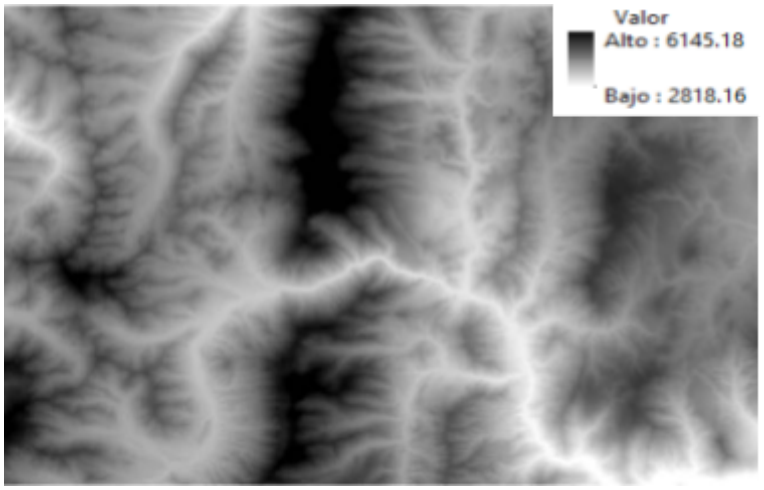



Figura 2: Resultado de un proceso de relleno del MDE-Ar.

Dirección de Flujo:

Genera un ráster donde el valor de cada uno de sus pixeles representa la dirección del flujo, como se muestra en la Figura 3, donde cada color determina una dirección. Estos valores se asignan según la dirección de flujo desde cada uno de sus pixeles a sus vecinos en el MDE, según establece el método D8, como se presenta en el esquema de la Figura 4.

Figura 3: Resultado Dirección de Flujo.

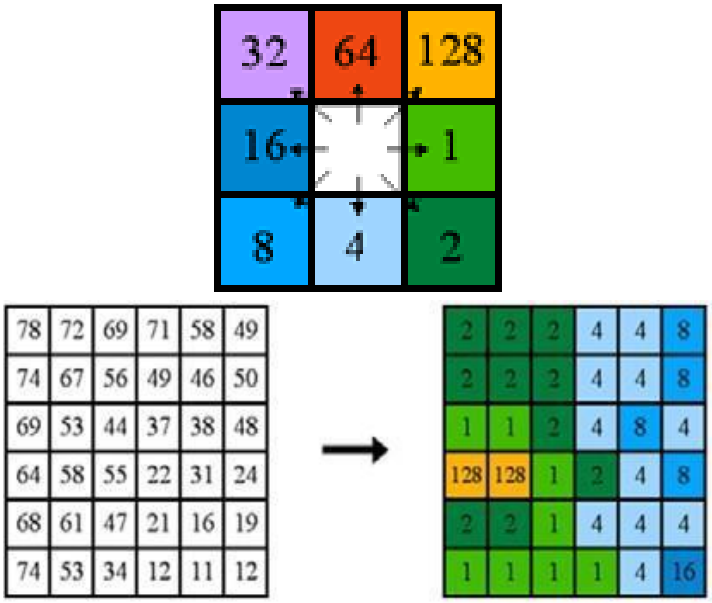



Figura 4: Método D8 tiene en cuenta los 8 pixeles vecinos. Se pueden ver los valores del MDE y los valores que se les asignan en el proceso de Dirección de Flujo.

Acumulación de Flujo:
El ráster que se genera contiene el flujo acumulado en cada uno de sus pixeles. El valor asignado en los pixeles de acumulación es el número de pixeles del ráster de dirección de flujo que convergen en los mismos, como se muestran en la Figura 5.

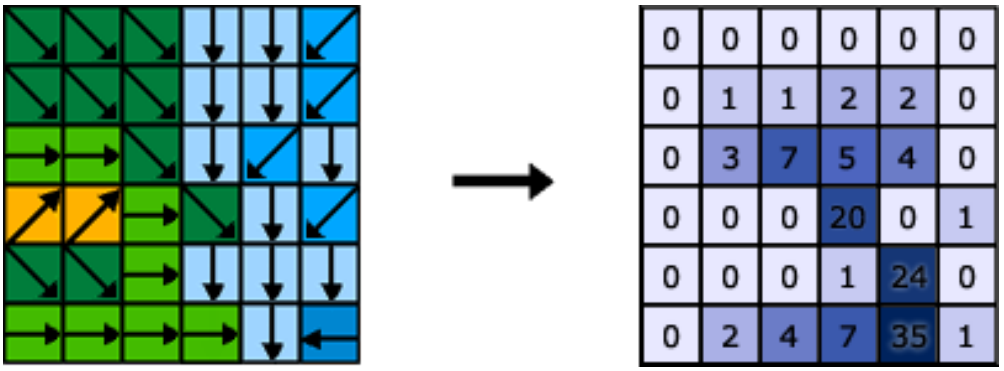



Figura 5: Esquema de proceso acumulación de flujo. A la izquierda el ráster de dirección de flujo, a la derecha los valores que toma el ráster de acumulación de flujo.

En la Figura 6 se muestra el resultado del proceso de acumulación de flujo. El valor de los pixeles está en el rango que va de 0 a 1324250. Siendo que la distribución se encuentra sesgada hacia el extremo superior. Esto hace difícil interpretar el fenómeno de corrientes de agua. Lo que requiere un paso intermedio entre este y el proceso de filtrado.

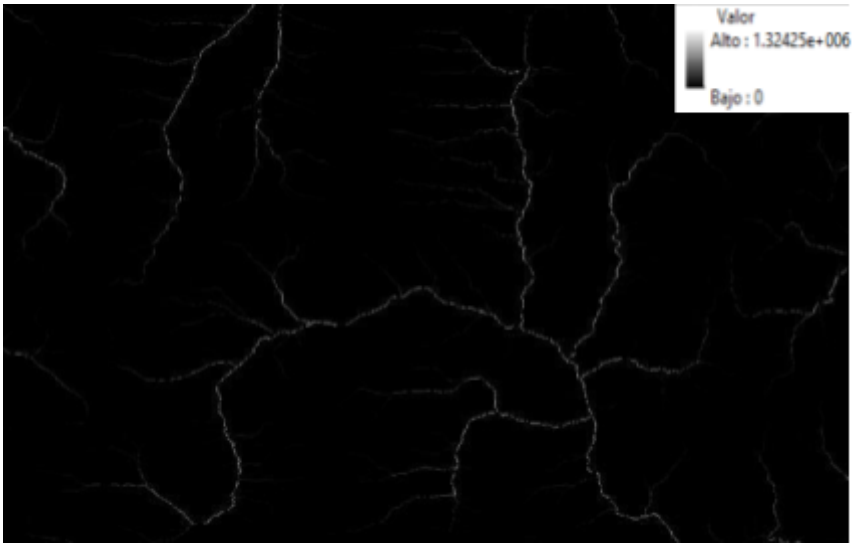



Figura 6: Resultado del proceso de acumulación de flujo.

Cálculo de Log10:

Este cálculo mapea el intervalo de valores obtenido en el proceso anterior a una distribución no tan sesgada. Esto hace que el fenómeno sea más comprensible para el subsiguiente proceso de filtrado. La Figura 7 muestra el resultado de este

cálculo y puede apreciarse como el nuevo rango de valores va de 0 a 6,12197.

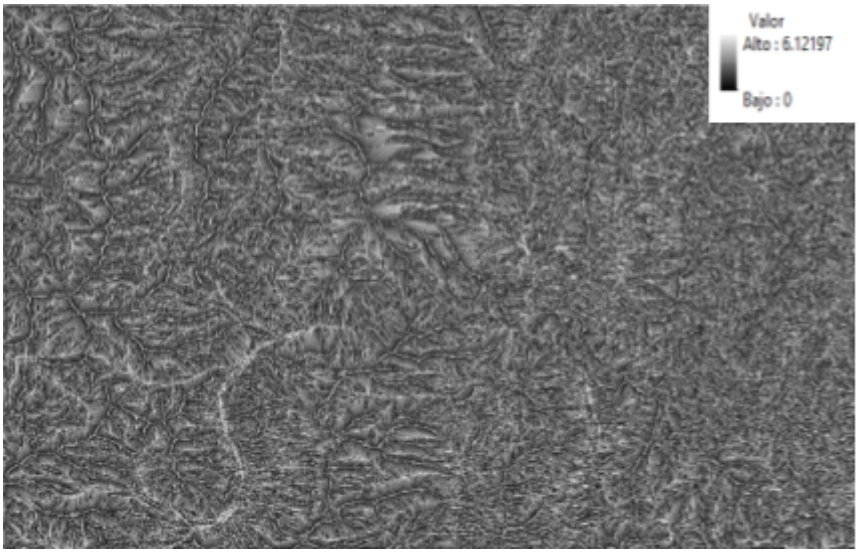



Figura 7: Resultado de cálculo Log10.

Proceso de Filtrado:

El proceso filtra los pixeles que contienen menor acumulación de flujo, conservando los de mayor. El valor de piso a utilizar dependerá de la topografía de la zona en la que se esté trabajando. La Figura 8 muestra un resultado posible de este proceso.

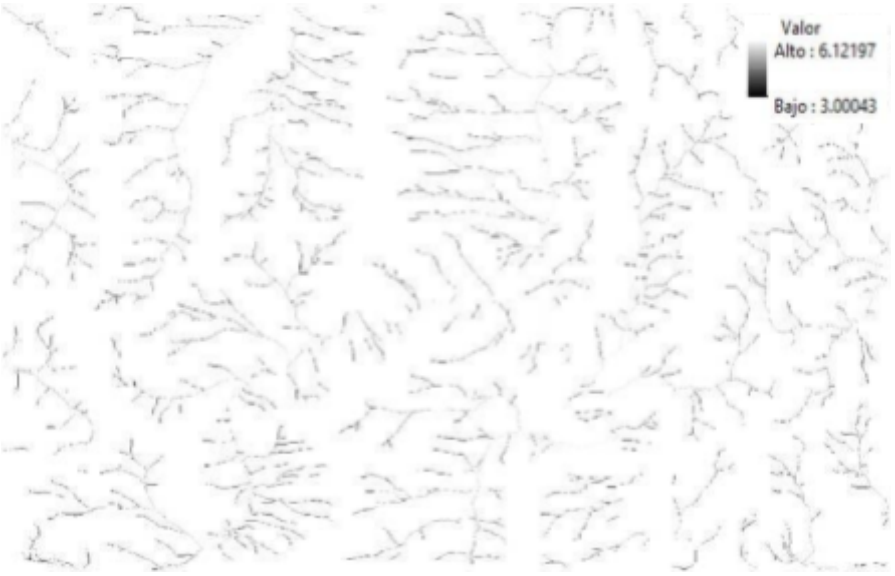



Figura 8: Resultado del filtrado.

Generar, clasificar y convertir cursos a entidad:

Con estos tres últimos procesos del flujo de trabajo se obtuvieron los vectores correspondientes a los cursos de agua tentativos. Según el software de SIG utilizado hay diferentes variantes en el proceso. El resultado en todos los casos es una capa vectorial, que responde a las reglas de conexiones topológicas requeridas por la red geométrica. La Figura 9 muestra el resultado obtenido.

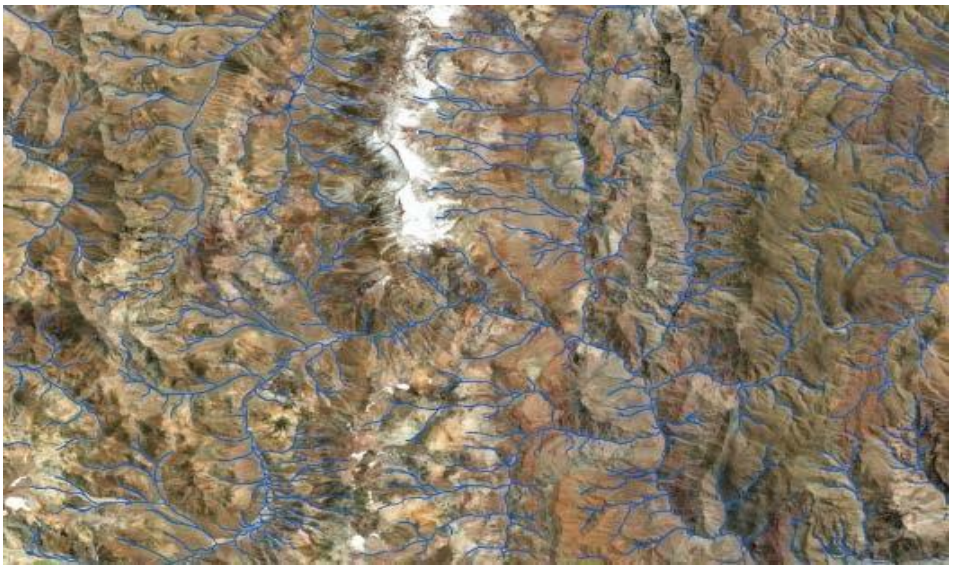


Figura 9: Vectores correspondientes a los cursos de agua tentativos.

## 5. METODOLOGÍA PARA LA GENERACIÓN DE LA RED GEOMÉTRICA.

Disponiendo de los vectores de cursos de agua en la provincia de San Juan a través de los procedimientos descriptos en la sección anterior, se procedió a interpretar el comportamiento de los escurrimientos de agua. Para esto se realizaron las siguientes tareas en el orden indicado:

- Agregado de líneas centrales sobre los cuerpos de agua.
- Conexionado de corrientes de agua.
- Determinación de la dirección de flujo (orientación de la digitalización).

El agregado de las líneas centrales (líneas dentro de los cuerpos de agua) se realizó de forma manual asegurando la conectividad dentro de los cuerpos de agua. Por ejemplo en el caso de un lago que intersecta el curso de un río, este último debe continuar su traza por dentro.

En lo referente al conexionado de corrientes de agua, los SIG cuentan con un repertorio de herramientas de identificación/corrección de errores topológicos,

para hacer el control de la conectividad, por lo que no se entrara en detalle en este escrito.

La determinación de la dirección de flujo, se realizó en la dirección de digitalización de los vectores. Tales vectores se debieron digitalizar previamente indicando su orientación según la dirección en que fluye la corriente. Como la fuente principal para la obtención de los cursos de agua fue el MDE-Ar, los ríos identificados cuentan ya con su orientación a diferencia de los que se debieron incorporar de forma manual. En el caso de estos últimos para definir su orientación se realizó el flujo de trabajo esquematizado en la Figura 10. Este implicó realizar una interpolación de los vectores y el MDE-Ar, obteniendo las cotas de los nodos iniciales y finales, con los cual a partir de su diferencia se definió la dirección de flujo del agua en el mismo.

Figura 10: Diagrama de flujo de los procesos para orientar cursos de agua.

## 6. PUBLICACIÓN RED GEOMETRICA.

El servidor de datos GeoServer nos permite, mediante una de sus extensiones, hacer uso del servicio de procesamiento WPS, el cual es un servicio OGC[1] para la publicación de procesos, algoritmos y cálculos geoespaciales. Este procesamiento actúa como una herramienta de análisis geoespacial remota completa, capaz de leer y escribir datos desde y hacia GeoServer. La principal ventaja de usar esta extensión es la integración directa con el resto de los servicios OGC y catálogo de datos internos de GeoServer. Así es posible crear procesos basados en datos servidos por GeoServer y/o resultados que se almacenen como nuevas capas dentro de su catálogo de datos.

El proceso desarrollado en el IGN denominado “Geoserver WPS Network Course[2] genera una secuencia de geometrías a partir de una red vectorial, las cuales se encuentran enlazadas partiendo de un punto inicial y avanzando en una dirección determinada.

Para su funcionamiento requiere cuatro parámetros:

- Red: un objeto que contiene todas las geometrías de la red (para este trabajo son los cursos de agua).
- Punto: el punto de partida, que es la primera intersección con la red indicada en el parámetro Red.
- Tolerancia: valor utilizado para buscar el objeto más cercano dentro de la

red. Esto es particularmente útil cuando el punto indicado no se encuentra exactamente sobre un objeto de la red (la unidad de medida de la tolerancia será la misma que la red).

- Dirección: indica la dirección en la que se recorrerá la red.

## 7. GEOSERVER WPS NETWORK COURSE

El desarrollo del código se realizó en el lenguaje de programación Java[3] y sigue las características necesarias para que sea compatible con un geoproceso WPS para GeoServer[4], pudiendo integrarlo a este último. Se han utilizado diferentes librerías entre las cuales se destaca Geotools[5], la cual contiene las funcionalidades geoespaciales empleadas.

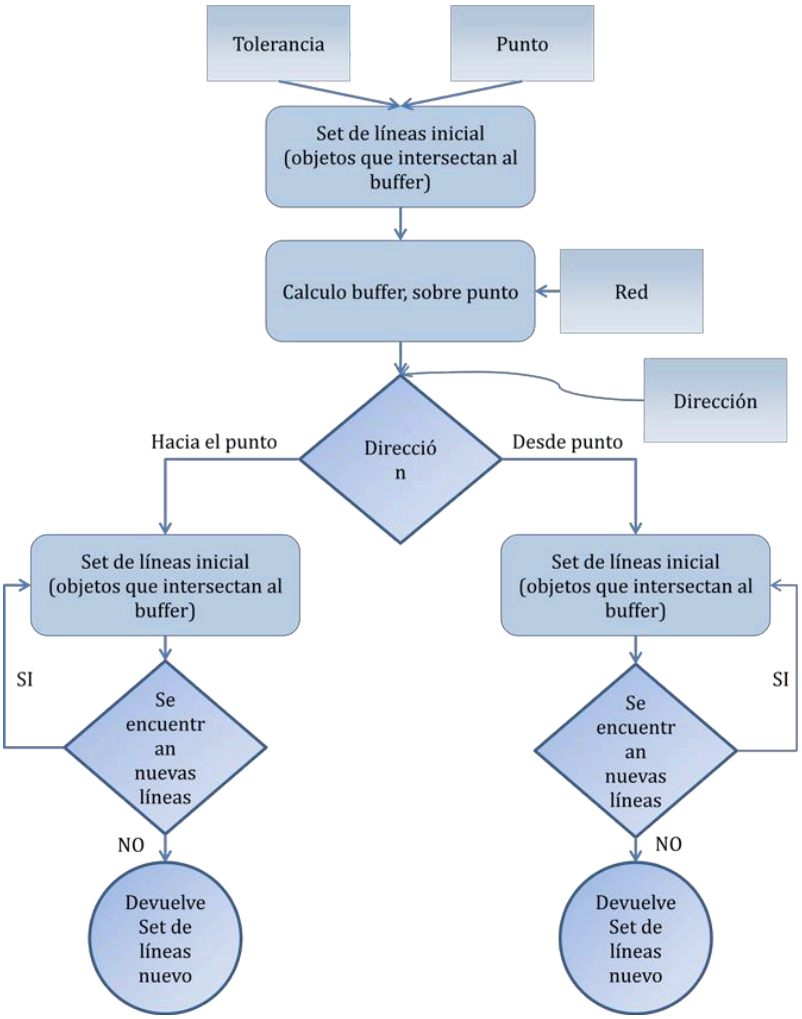



Figura 11: Flujo algoritmo Geoserver WPS Network Course.

## 8. EQUIPOS DE TRABAJO

Un equipo de ocho personas perteneciente al Departamento de Apoyo Topográfico de la Dirección de Geodesia de la Dirección Nacional de Servicios Geográficos del IGN, siguiendo el flujo de trabajo expuesto realizó la digitalización de los cursos/cuerpos de agua y la generación de las curvas de nivel en el periodo de un año. El desarrollo de esta primer versión del código para generar la red fue desarrollada por la Unidad de Desarrollo de la Dirección Nacional de Servicios Geográficos del IGN en un periodo aproximado de 30 días.

## 9. CONCLUSIONES

La metodología planteada no automatiza el proceso, pero estableció los lineamientos para su realización futura. A pesar de que aún se requiere de un trabajo artesanal por parte del operador, se redujeron los tiempos y se facilitó el trabajo. En contra partida presenta la desventaja de solo funcionar en terrenos montañosos.
La mayor dificultad en la confección de la red se encuentra en disponer de los cursos de agua requeridos y no en su procesamiento, pues las herramientas actuales permiten que este proceso sea sencillo. Por lo tanto, esto deja en evidencia la necesidad que hay de capturar cursos de agua. Entendemos que es el momento de presentar este tipo de trabajo/producto, siendo que tanto productores como usuarios de información geoespacial se encuentran en la etapa de optimización de la captura de la información.

## 10. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todo el equipo de trabajo del Departamento Apoyo Topográfico por la dedicación y predisposición, por ponerse al hombro este desafío y hacerlo propio. A si mismo se extiende el agradecimiento al equipo de la Unidad de Desarrollo de la Dirección Nacional de Servicios Geográficos, quienes desde el primer momento acompañaron el proyecto. Al director de Geodesia, quien ayudo a conformar este equipo de trabajo y confió en el mismo, el día que se le propuso un flujo cuyo objetivo no fue solo capturar el dato para una representación cartográfica sino también asentar las bases con el fin de obtener un elemento de análisis.

## 11. NOTAS

[1] https://www.ogc.org/

[2] https://github.com/Unidad-de-Desarrollo-DGSG-IGN/geoserver-wps-network-course

[3] https://www.java.com

[4] Implementing a WPS Process — GeoServer 2.24.x Developer Manual

[5] GeoTools The Open Source Java GIS Toolkit — GeoTools

## 12. REFERENCIAS

Departamento de Análisis Espacial, Subdirección de Edición Digital, Dirección de Edición de Información Geográfica, Dirección General Adjunta de Integración de Información Geoespacial, Dirección General de Geografía y Medio Ambiente, Instituto Nacional de Estadística y Geografía – Taller Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL).

https://antares.inegi.org.mx/analisis/red_hidro/siatl/

Esri – Documentación ArcGIS Desktop.

https://desktop.arcgis.com/es/documentation/

Manual de usuario de GeoServer 2.23.x

https://docs.geoserver.org/stable/en/user/services/wps/index.html

Ronald R. Rupay Yauri – HelpGis – YouTube.

https://www.youtube.com/playlist?list=PLBJSqCZBuOvIPkaJWSc943dJu9_ibUBUs

# Uso de QField para la Fiscalización de mejoras edilicias teledectadas en Posadas Misiones

Carlos Mauricio Rodriguez[1], Agrim. Marian Mira[2], Lic. Eduardo Silva[1], Ulises Quiroz[1]

[1] Relex SRL,Desarrollo GIS: Responsables de la implementación de la solución GIS, Félix de Azara 1872 – 18 A - Posadas Misiones Argentina, +54 9 03764 - 853335, {mauriciorodriguez, eduardo, ulises@relex.ar}
[2] Dirección General, Dirección General de Catastro de la Provincia de Misiones, Gral. Paz 1865, Posadas, Misiones, Argentina, CP 3300, +54 9 3764-661693, marianamira.dgc@gmail.com

**Resumen:** En el marco establecido por la Dirección General de CATASTRO de la Provincia de Misiones, se encuentra en proceso la revaluación provincial y su consiguiente verificación del estado actual de las parcelas urbanas declaradas como baldíos. Para poder contar con una base de datos actualizada resulta necesario relevar presencialmente todos las edificaciones que fueron identificadas mediante teledetección.
Con esta información se genera un archivo QGIS con parcelas que según la base de datos catastral se encuentra en condición de baldío, que mediante una verificación con imágenes satelitales se busca corroborar la existencia de una edificación sin declarar. Se cuantifica la superficie mediante la graficación de la silueta poligonal. Se arma una nueva estructura de archivo QGIS para realizar los relevamientos mediante la herramienta QFIELD y recolectar una información necesaria para que la D.G.C. pueda realizar el cálculo del valor económico.
En este procedimiento de campo se notifica al propietario la irregularidad, invitándolo a regularizar su situación mediante una DDJJ online en el portal de la Dirección Provincial de Catastro.

**Palabras clave:** IDE, CATASTRO, DATOS, QGIS, QFIELD.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente documento se desarrollará la información referida al relevamiento de campo de mejoras no declaradas en terrenos urbanos baldíos dentro de la Ciudad de Posadas, Provincia de Misiones, tarea realizada con la app móvil Qfield con su complemento Qfield Cloud para la Dirección General de Catastro de la Provincia de Misiones, encomendada la Empresa Relex SRL, especialista en soluciones de soluciones GIS e IDE: https://www.mapa.catastro.misiones.gov.ar/mapaCatastro/index.html

Este requerimiento viene bajo la solicitud de dicha institución para realizar la tarea de fiscalización, para poder actualizar la base catastral incorporando los nuevos valores económicos de las mejoras detectadas en la base de datos de la Dirección General de Catastro de la Provincia de Misiones.

Para realizar estas tareas la empresa se basó en antecedentes de la institución, la incorporación de tecnología y metodología propia, siendo el alcance Sistemas de información Geográficas (GIS), Base de Datos y desarrollo e implementaciones de software.

## 2. ÁREA DE TRABAJO

Para el desarrollo de esta actividad se trabajó en lo correspondiente a las zonas urbanas de las principales ciudades de la provincia. Se hace enfoque en parte de la Ciudad de Posadas, capital provincial del cual se tiene un seguimiento local de las tareas de relevamiento de campo.

Ilustración 1 | Área de trabajo de fiscalización.

## 3. DETECCIÓN DE MEJORAS NO DECLARADAS, ESTADO ACTUAL

Teniendo como antecedente los datos del revalúo provincial de años anteriores más las actualizaciones que fueron surgiendo durante este tiempo transcurrido en la prestación del servicio, la Dirección General de Catastro se plantea validar el estado actual de las parcelas catalogadas como Urbano Baldío, para ello, utilizando la información cargada en la base de datos catastral, se cruza con un archivo catastral vectorial (.shp) para poder marcar cuales se encuentran en condición de baldío. Una vez hecho esto se le adjunta una imagen satelital con la cual contrastar y saber si sigue en la misma situación o se encuentra con alguna mejora no declarada.

## 4. MODELO DE DATOS

Para poder realizar las tareas de relevamiento de campo se creó un formulario, en el cual se plasmó todos los atributos necesarios que utiliza el sistema de valuación catastral de inmuebles.

Consta de 28 datos, de los cuales 24 son valores alfanuméricos y 4 son archivos adjuntos (imágenes) que se toman de la parcela relevada y su entorno. Se deja el modelo de datos de ejemplo a continuación.

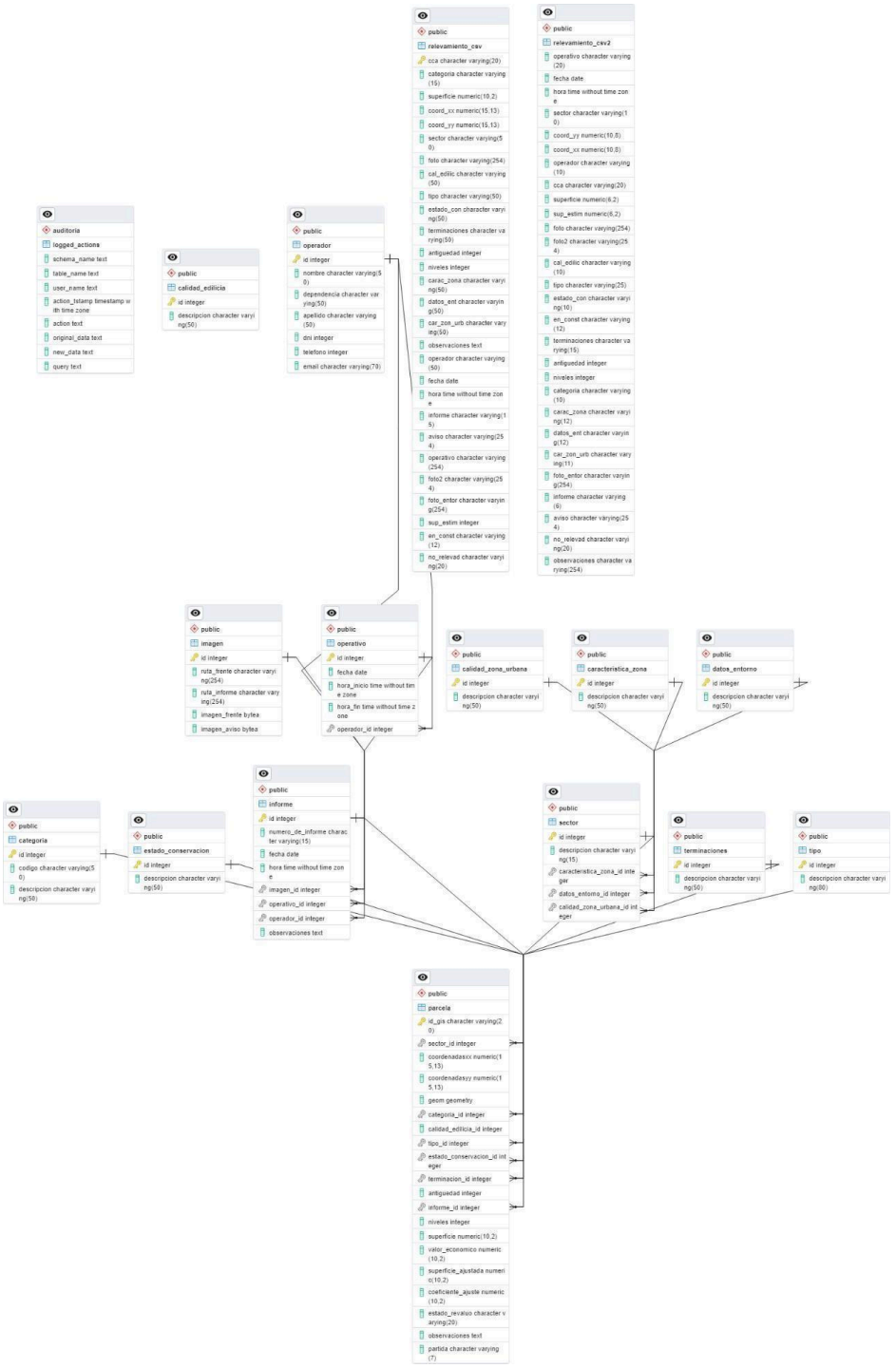



Ilustración 2 | Esquema de modelo de datos.

## 5. INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

Para poder realizar el relevamiento se necesitó de la definición de varios procedimientos operativos como también infraestructura de la cual en conjunto contemplan el resultado esperado. Siendo esta la solución necesaria para poder realizar estas tareas y que se describen a continuación.

La infraestructura utilizada para desarrollar las tareas es la siguiente:

- Infraestructura institucional de comunicación: La D.G.C. tiene la función de publicar las acciones de fiscalización, esto busca fomentar las declaraciones espontáneas. Por lo que se realiza difusión por medio de redes sociales institucionales, ya sean de la propia D.G.C. o las del Ministerio de Gobierno provincial. También por entidades privadas con las publicaciones de los medios digitales, programas de noticias municipales y provinciales, publicidad en redes sociales, entre otros medios..

Ilustración 3 | Difusión de la fiscalización por parte de un medio local.

- Infraestructura de aplicaciones.

-QGIS: Herramienta de procesamiento y edición de información geográfica. Se utiliza para realizar la teledetección y armar el archivo de relevamiento de campo.

-Qfield: Herramienta de relevamiento de campo utilizada para realizar la fiscalización de mejoras no declaradas.

-Qfield Cloud: servicio de nube utilizado para sincronizar, editar, y validar la información generada en campo.

-Drive workspace: Unidad de almacenamiento en la nube que se utiliza para guardar los proyectos .qgs (Proyecto Qgis).
-PostgreSQL: Sistema de almacenamiento de datos alfanumérica utilizado para gestionar la información generada en campo.
-PostGIS: Extensión de PG para la gestión de datos geográficos.
-Aplicación local de cálculo de valor económico de mejoras.

*Ilustración 4 | Esquema de infraestructura tecnológica.*

## 6. DATOS E INFORMACIÓN DEL RELEVAMIENTO

Con toda esta infraestructura establecida, se encara a la formulación de los datos de relevamiento. Como se mencionó anteriormente, estos datos son los que se generan en campo, que son necesarios para realizar el cálculo económico de la mejora detectada. Estos están estipulados dentro de la disposición de catastro económico de la Dirección General de Catastro. Aparte, aprovechando la salida a campo para realizar esta tarea, se cargan otros datos que servirán para realizar el revalúo de la tierra urbana sin mejoras.

### Formulario de relevamiento de campo:

Para poder realizar esta tarea, se crea una capa vectorial de puntos en formato .shp, en la cual se le asocia el formulario de relevamiento correspondiente, el

cual se lo carga a un proyecto .qgs (proyecto qgis) que consta de otras capas vectoriales con la información necesaria para realizar esta tarea. Hay campos que son obligatorios para su edición y otros que, dependiendo la tarea se deberán completar o no.

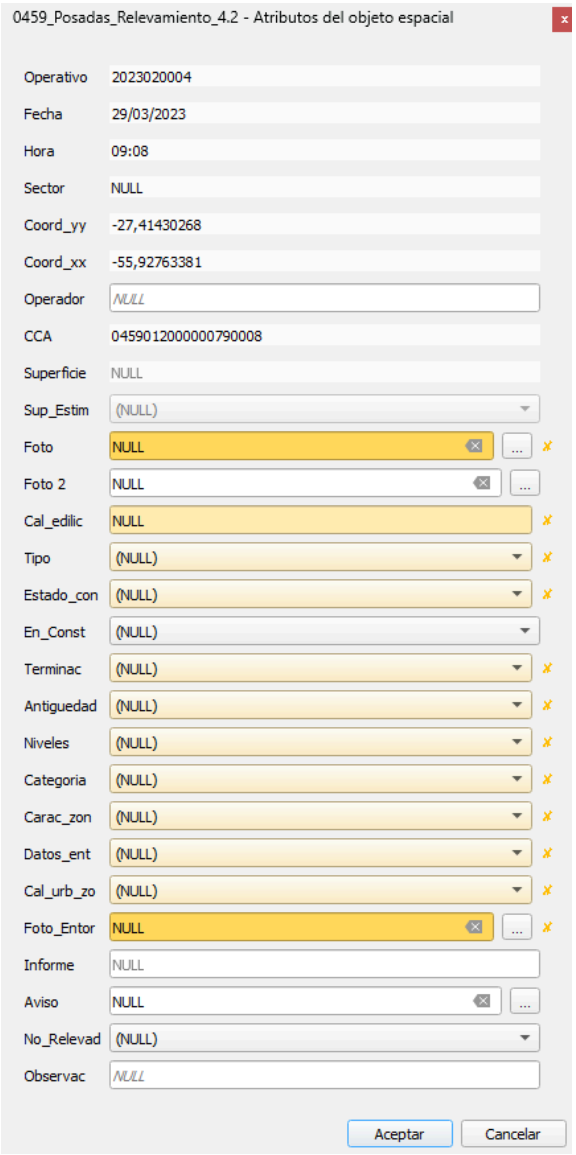



Ilustración 5 | Tabla de recolección de datos.

Una vez armado el archivo, se lo guarda en el Workspace de Google Drive. Luego, se modifica según lo requiera cada relevamiento. Actualizado el archivo se lo puede cargar a Qfield cloud para poder realizar la actividad de relevamiento de campo, esta permite vincular a cada dispositivo de relevamiento con un usuario de Qfield designado. Hecho esto, cada relevador al terminar su trabajo, sincroniza el archivo, generan la información, y finalizada la tarea, se validan los archivos por parte de un equipo de gestión y control de calidad.

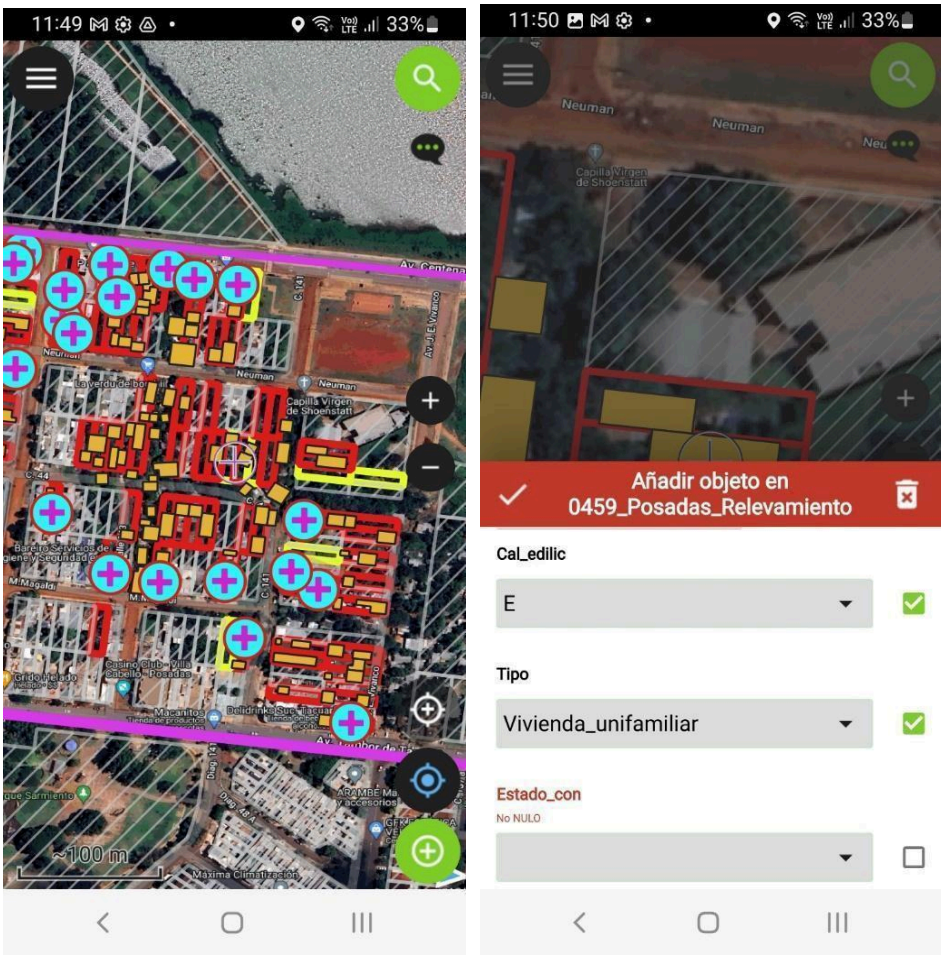



Ilustración 6 | Aplicación QField con el archivo de relevamiento de campo cargado.

Validada la información, se almacena en el Workspace de Drive para que el equipo de base de datos las incorpore a la base de datos catastral desarrollada en PostgreSQL, por medio de un script, tanto la información alfanumérica (.csv)

como las imágenes son importadas. Posteriormente esta información es utilizada por una aplicación de valuación, desarrollada en Python y Flask por la empresa, calcula el valor económico de las mejoras detectadas para luego almacenarlas en la misma base de datos.

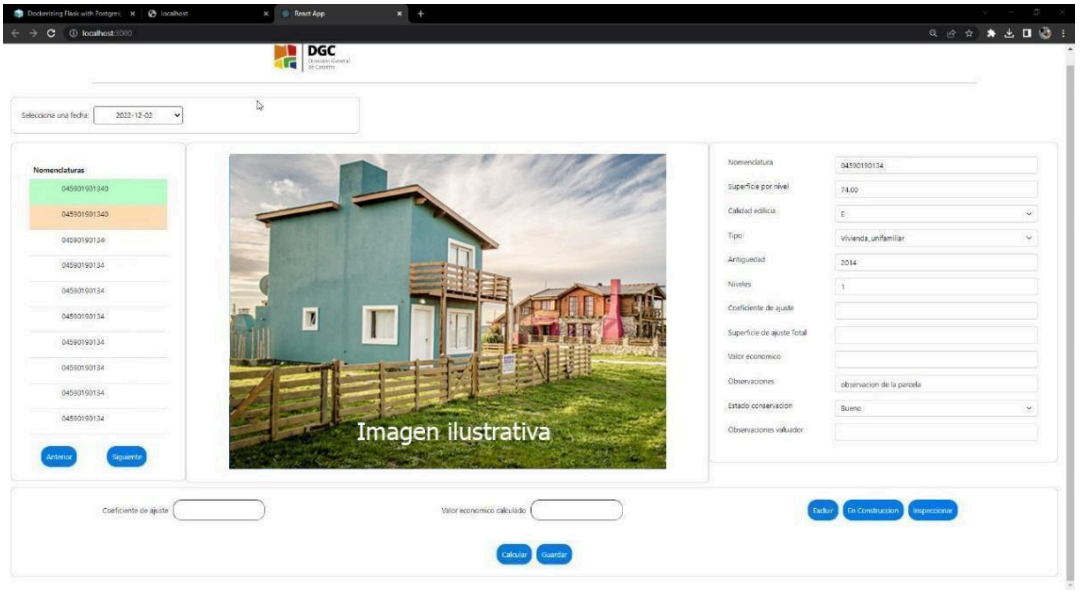



Ilustración 7 | Aplicación de cálculo económico de mejoras.

## 7. FLUJO DE TRABAJO DE RELEVAMIENTO

El flujo de tareas correspondientes a las |de fiscalización se ordenan de la la siguiente manera, contemplando las tareas de gabinete y de relevamiento de campo:

- Teledetección de los baldíos urbanos para detectar mejoras sin declarar.
- Armado del archivo para relevamiento de campo, guardado en el workspace de Drive.
- Actualización del archivo de relevamiento según requerimientos de cada salida.
- Sincronización de archivo a QField Sync.
- Carga del archivo a dispositivo de relevamiento (con QField instalado) mediante la sincronización en QField cloud.
- Inspección y carga de datos mediante el relevamiento presencial de los inmuebles con mejoras no declaradas.

- Carga de los datos del relevamiento de QField Cloud mediante la sincronización de los dispositivos móviles.
- Carga de datos de QField Cloud al workspace de Google Drive.
- Control de calidad y validación de datos generados en campo.
- Importación de datos de datos alfanuméricos e imágenes a la base de datos catastral.
- Cálculo del valor económico de la mejora detectada mediante la aplicación de revalúo catastral.
- Incorporación del valor económico de la mejora detectada y su correspondiente incorporación a la base de datos catastral provincial.

## 8. EQUIPO DE TRABAJO

- Un Responsable Infraestructura IDE – GIS: Responsable de la instalación y soporte de hardware; responsable de la verificación y mantenimiento del OMI; responsable de la implementación de la solución GIS y su mantenimiento.
- Un Coordinador GIS: responsable de la producción y análisis de información.
- Dos Operadores ETL y Objetos GIS: responsables del procesamiento y tratamiento de información digital georreferenciada.
- Dos Analistas de Datos: responsable del seguimiento y control de la información procesada, su impacto en la base de datos y documentación del proceso.
- Un Coordinador de Campo: responsable de las operaciones de campo.
- Dos Cuadrillas compuestas por Ingenieros Agrimensores capacitados para el relevamiento de información presencial.

## 9. CONCLUSIONES

Después de un largo proceso que finalizó con este producto, podemos afirmar que se desarrolló e implementó una herramienta adecuada, concisa, simple de mantener/usar y a la medida, de manera simple y eficaz. Siendo en todo momento un producto adaptado a la necesidad y requerimientos de la institución y por otra parte una gran experiencia en la aplicación de nuevas tecnologías de información.

**AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a la estructura funciona de la Dirección General de Catastro, por la predisposición con todo el procedimiento e implementación, a los profesionales externos al organismo por el seguimiento y el relevamiento presencial, al equipo de trabajo de la empresa prestadora del servicios por todo el desarrollo para realizar este trabajo y a todos aquellos que aportaron y fueron parte del camino que llevó al desarrollo e implementación de esta nueva tecnología.

**REFERENCIAS**

Dirección General de Catastro de la provincia de Misiones. Documentos. Valuaciones. Catastro económico – Parte I https://www.catastro.misiones.gov.ar/wp-content/uploads/2022/01/09414.pdf?x48 507

Dirección General de Catastro de la provincia de Misiones. Documentos. Valuaciones. Catastro económico – Parte II https://www.catastro.misiones.gov.ar/wp-content/uploads/2022/01/09415.pdf?x48 507

Dirección General de Catastro de la provincia de Misiones. Documentación interna. Plan de Revalúo y Fiscalización 2022 – 2023.

Open sourse GeoNinjas. Ecosistema de Documentación, manual de usuario Qfield y Qfield Cloud.https://docs.qfield.org/es/how-to/

Qgis org. Qgis 3.22 desktop user guide. Guía de usuario de QGIS. https://docs.qgis.org/3.22/es/docs/user_manual/

The PostgreSQL Global Development Group. Documentation. User manuals. https://www.postgresql.org/docs/

UNIGIS Girona. Formación en sistemas de información geográfica. Qfield: SIG móvil para trabajo de campo. https://www.unigis.es/qfield-sig-movil-para-trabajo-de-campo/

# BLOQUE 3

# Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) y políticas públicas

# Vínculos entre geotecnologías y la Agenda 2030

Alfredo D. Collado

Estación Experimental Agropecuaria San Luis, INTA Cruce Ruta Nacional 7 y 8 / CC 17, CP 5730, Villa Mercedes, San Luis Teléfono: (02657) 440700
collado.alfredo@inta.gob.ar

**Resumen**: La información geoespacial provee la versión digital de nuestro mundo en el que se desarrollan las actividades humanas con implicancias sociales, económicas y ambientales. Permite detectar cambios en diferentes escenarios de modo simultáneo (análisis sincrónico), como así también rescatar escenarios geográficos del pasado, representar los del presente y con la asistencia de modelos prospectivos vislumbrar posibles escenarios futuros.
En este contexto, la Organización de las Naciones Unidas *(ONU)*, enfatiza en la utilización de datos geoespaciales y la importancia en las Infraestructuras Nacionales de Datos Espaciales *(IDE)* para abordar el avance y cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible *(ODS)* de la Agenda 2030.
Frente al cambio climático, la información geoespacial evidencia los enormes desafíos y riesgos por los que atraviesan particularmente los Objetivos 6 (Agua Limpia y Saneamiento); 13 (Acción por el Clima) y 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres) que inciden transversalmente sobre otros Objetivos y las tres dimensiones del desarrollo sostenible: crecimiento económico, inclusión social y protección del medio ambiente. El presente trabajo evidencia cómo el cambio climático y el calentamiento global afecta a los mencionados Objetivos en un espacio geográficamente limitado al oasis sur de la provincia de Mendoza debido a la ablación o retroceso de glaciares.

**Palabras Clave**: GEOTECNOLOGIAS, AGENDA 2030, CAMBIO CLIMÁTICO

## INTRODUCCIÓN

El concepto de desarrollo sostenible que fundamenta la Agenda 2030, representa un complejo equilibrio entre ambiente economía y sociedad en donde no hay jerarquía de importancia, por su transversalidad, todo es importante (Figuras 1 y 2) y en donde cada país necesita decidir adonde la integración tiene sentido basado en su identidad, situación política, social, económica y ambiental. En Argentina, el Consejo Nacional de Coordinación de Políticas Sociales *(CNCPS)* es el organismo encargado de coordinar el proceso de adaptación, implementación y monitoreo de la Agenda 2030 en el país, asistido por el Sistema de Naciones Unidas en Argentina

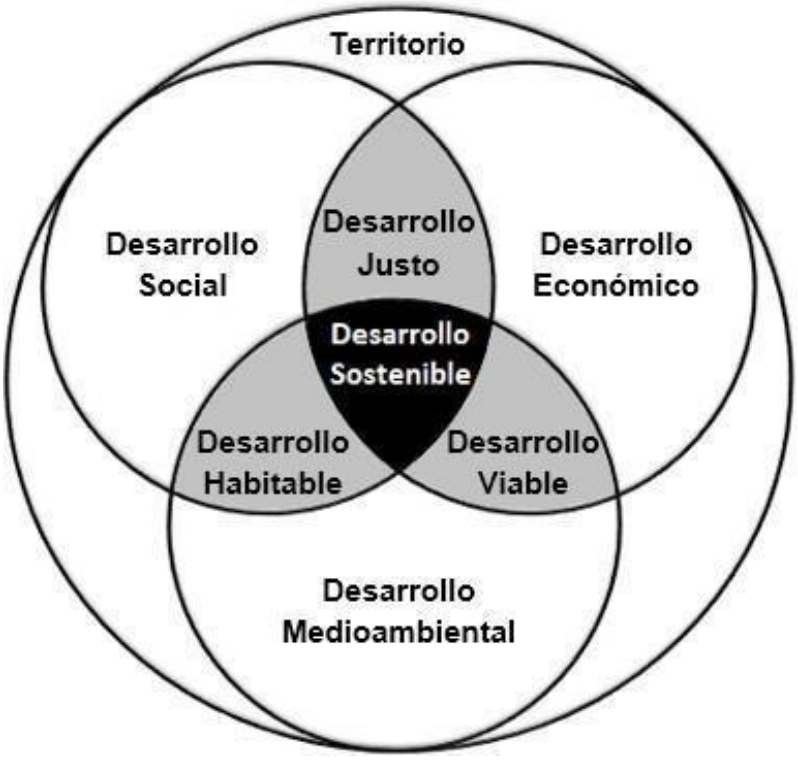



Figura 1: Configuración del Desarrollo Sostenible

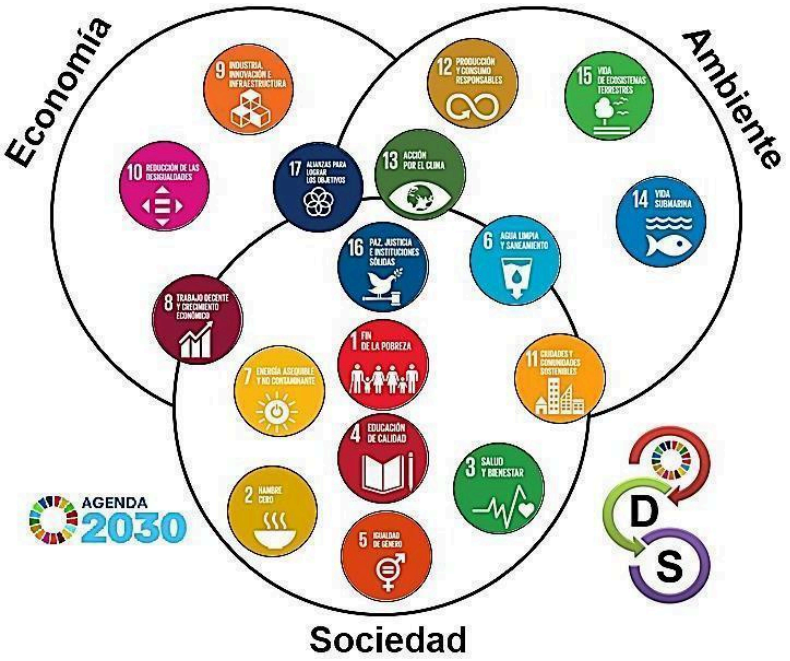



Figura 2: Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

A efectos de describir el escenario geográfico, la provincia de Mendoza se caracteriza climáticamente por sus condiciones de aridez, con precipitaciones inferiores a los 250 mm anuales. Los recursos hídricos disponibles provienen en su mayor parte de la fusión de nieve y el aporte de glaciares situados en la Cordillera de los Andes que han posibilitado la implantación de cultivos irrigados en tres oasis situados al norte, centro y sur, que totalizan el 4.8 % de la superficie provincial y en la que reside el 95 % de la población que enfrenta grandes desafíos ante el calentamiento global que promueve y acelera la ablación o retroceso de glaciares, comprometiendo el aprovisionamiento hídrico para garantizar la sustentabilidad del desarrollo y estimulando conflictos territoriales *(Collado, 2019)*.

Para sintetizar la complejidad del problema, se restringirá el análisis al oasis sur provincial en los Departamentos de San Rafael y General Alvear indicado en la Figura 3 y en donde están muy comprometidos los Objetivos 6 (Agua Limpia y Saneamiento); 13 (Acción por el Clima) y 15 (Vida de Ecosistemas Terrestres) que por su transversalidad afectan en la práctica a los Objetivos restantes y demandan la atención sobre el Objetivo 17 de Alianzas para lograr los Objetivos. Frente a problemas como el que se aborda, la Agenda 2030 tal como lo promulga el Objetivo 17, requiere fomentar el diálogo sobre políticas y coordinación para afianzar los vínculos entre sectores y un enfoque Integrado en procura de la sostenibilidad *(FAO, 2018)*.

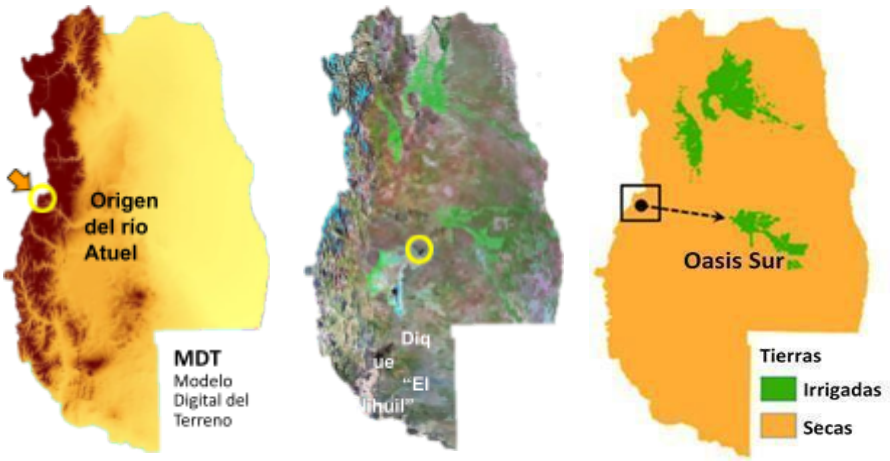



Figura 3: Localización del oasis sur de la provincia de Mendoza

Corresponde en primer término caracterizar uno de los recursos que ha originado conflictos territoriales de orden provincial e interprovincial: el río Atuel, cuya cuenca hidrográfica de aproximadamente 39404 $Km^2$ como puede apreciarse en la Figura 4, delimita en A el sector alto y medio de la cuenca y en B el sector bajo correspondientes a las provincias de Mendoza y La Pampa respectivamente. Un informe puede consultarse en *Rojas et al. (2015)*.

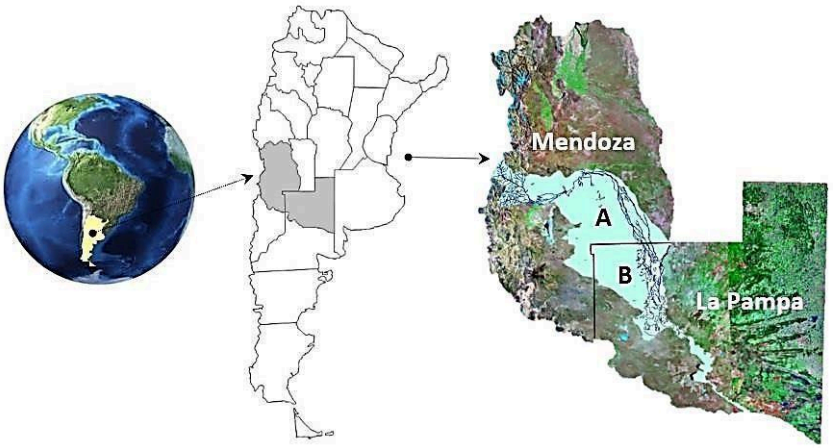



Figura 4: Localización de la cuenca del río Atuel.

El mencionado río se origina en la laguna del mismo nombre; su cuenca de alimentación es un frente cordillerano de 60 km con el glaciar de las Lágrimas en donde deben destacarse también el glaciar Humo y sus tributarios. Debe mencionarse que existen además ambientes periglaciares en alta montaña que

actúan como regulador del recurso hídrico que con fines de riego se almacena en gran proporción en el embalse El Nihuil y en donde las variaciones de nivel reflejan la variabilidad interanual de las escorrentías.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para comprender la evolución de este escenario geográfico en los Departamentos de San Rafael y General Alvear, ha sido decisiva una revisión documental recurriendo a los aportes de la geografía histórica, la historia ambiental, información satelital, recurrentes divergencias jurídicas en un complejo contexto de cambio climático y calentamiento global.
En el marco del Proyecto Problemas sin Fronteras: Los Glaciares y el Informe del *IANIGLA-CONICET* sobre glaciares de la cuenca del río Atuel, puede visualizarse en la Figura 5 la regresión del glaciar Humo.

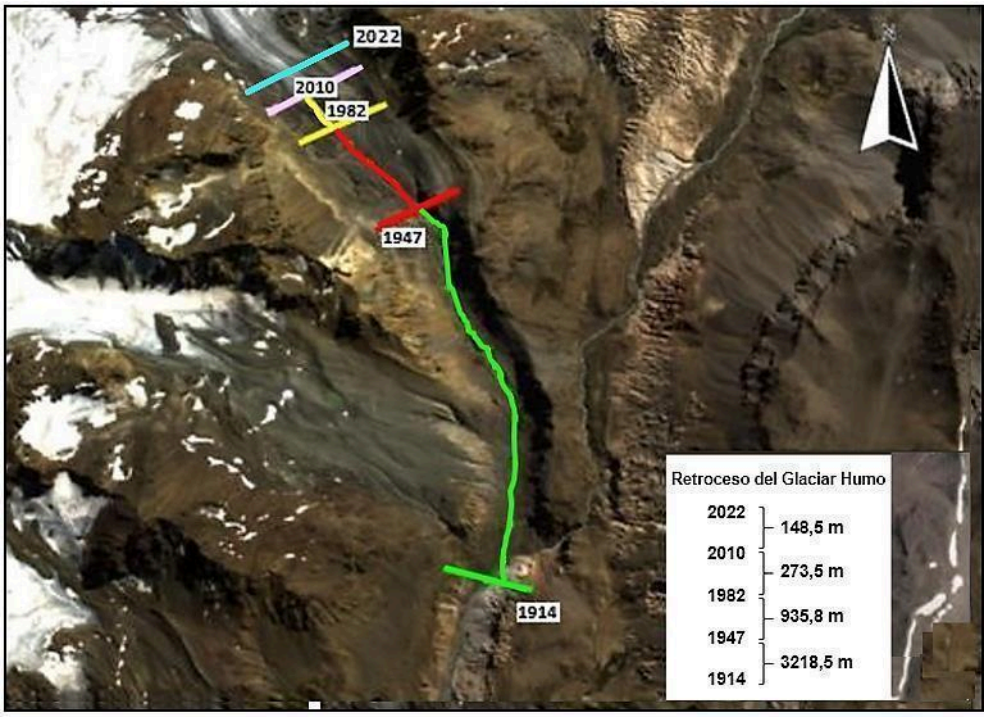



Figura Nº 5: Retroceso del glaciar Humo en el período 1914-2022 Fuente: Colegio Nº 4-057 Margarita Cinca de Geary, San Rafael, Mendoza, 2012.
Programa 2Mp Comisión Nacional de Actividades Espaciales - CONAE
https://2mp.conae.gov.ar/index.php/2mp/programa-2mp
Proyecto Problemas sin Fronteras: Los Glaciares
Informe IANIGLA-CONICET sobre glaciares de la cuenca del río Atuel.

Dado el vínculo existente entre cambio climático (Objetivo 13) y Vida de Ecosistemas Terrestres (Objetivo 15) se analizaron a partir de información satelital prácticas perturbadoras como los incendios rurales. Según el análisis, los mismos han aumentado drásticamente en las últimas décadas en ambos lados de los Andes Centrales, tanto en Chile como Argentina, como lo indica la Figura 6, aportando gran cantidad de gases de efecto invernadero y partículas de carbono negro que elevan la temperatura de la atmósfera debido a la absorción eficiente de la energía solar.
Por otro lado según los tipos de vegetación y modelos combustibles, con los incendios se liberan partículas. Cuando la luz solar se refleja en la superficie terrestre y en su trayectoria al espacio exterior encuentra partículas cuyo tamaño es superior a la longitud de onda del infrarrojo lejano o térmico retorna a la superficie terrestre mediante un proceso de dispersión no selectiva promoviendo ascensos de temperatura.

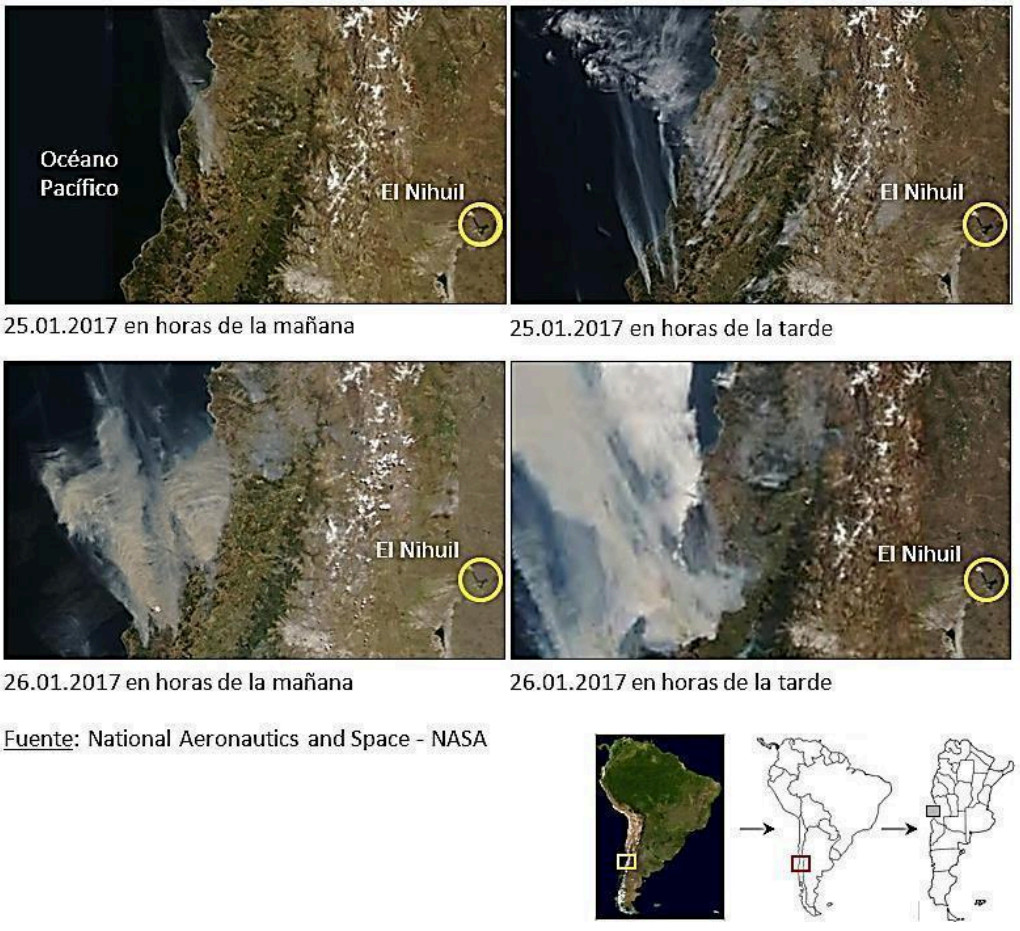



Figura 6: Imágenes *MODIS TERRA* registradas entre el 25.01.2017 y el 26.01.2017

La revisión bibliográfica sobre los incendios rurales en proximidades del área analizada, se relacionan con el número, determinación de superficies, frecuencia de incendios y estacionalidad de los mismos *(Collado y Echeverría, 2010)*, pero se requieren investigaciones sobre caracterización física de aerosoles por quema de biomasa y análisis sobre su distribución espacial, zonificar áreas según tamaño y densidad de los mismos, patrones de viento para conocer el transporte y la deposición de aerosoles. La interdependencia de aerosoles - procesos climáticos ha sido muy poco explorada por lo que existe incertidumbre respecto de esa interacción. Se considera que el 90 % de los incendios son de origen antrópico por lo que se requiere la implementación de políticas y rigurosas acciones legales contra prácticas que recurran al uso del fuego si se desean progresos en los *ODS*.

En la provincia de Mendoza la pequeña superficie del área bajo riego respecto al territorio provincial refleja la escasez de agua, el recurso natural que regula el crecimiento socioeconómico de la región. Gran parte del agua de riego en el oasis sur proviene del río Atuel que se origina en la cordillera de los Andes Centrales.

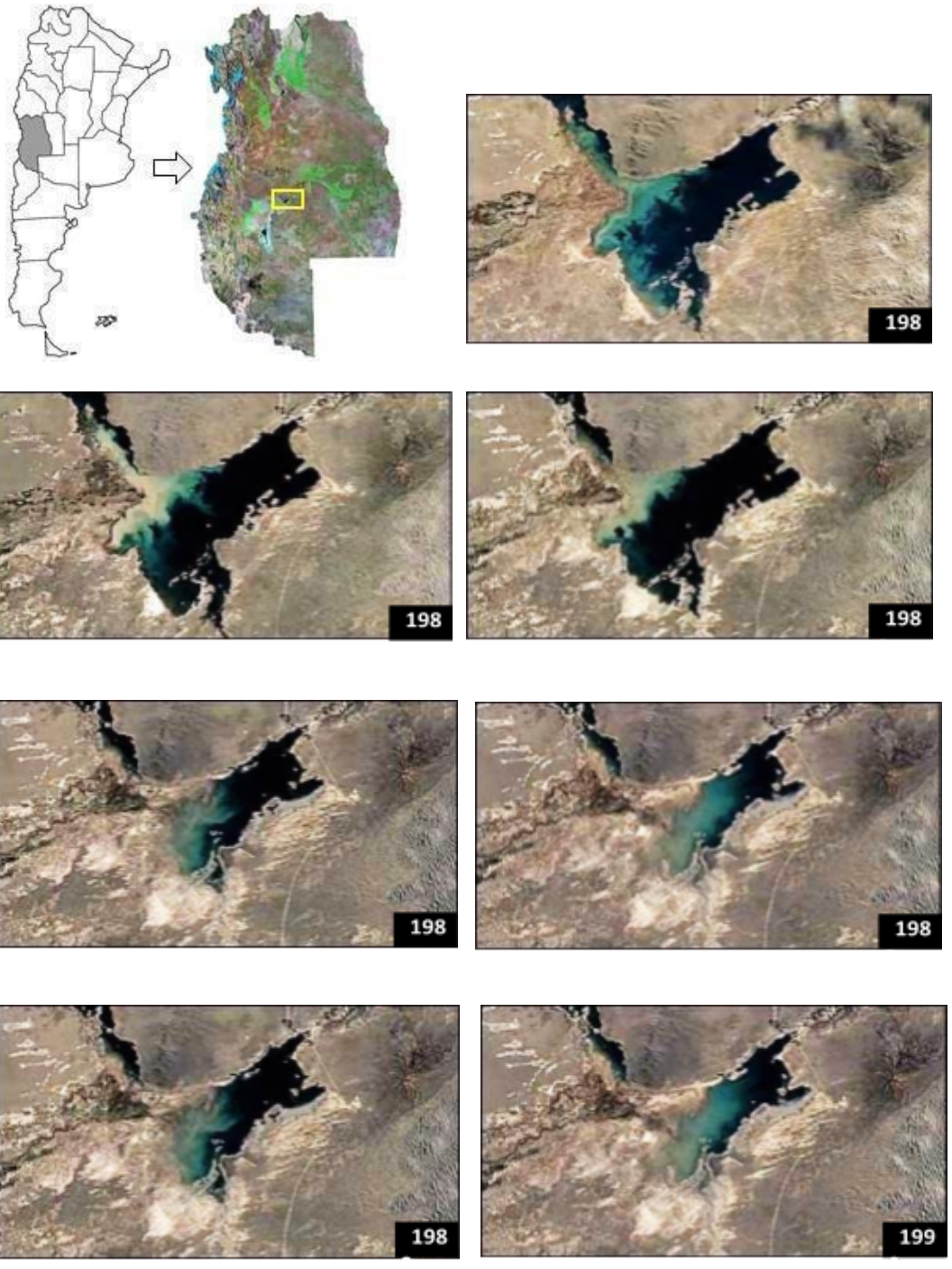
En este escenario, los glaciares como el glaciar Humo y sus tributarios han cumplido una importante función reguladora al aportar una contribución adicional de agua al mencionado río, pero el retroceso de estos cuerpos de hielo no pueden contribuir a contrarrestar la falta de nieve implicando una disminución de la capacidad reguladora de los caudales y por consiguiente, un aumento de la crisis hídrica y la vulnerabilidad del oasis sur ante los cambios ambientales causados por el calentamiento global. En el Área de Nivoglaciología - Glaciología se han realizado estudios sobre fluctuaciones de los glaciares en la cuenca alta del río Atuel *(Cobos, 1997).*

La gran variabilidad interanual de las nevadas dificulta establecer una clara tendencia sobre la disponibilidad de agua y añade mayor complejidad al enorme desafío en el manejo del vital recurso. Las Variaciones registradas en el caudal del río Atuel, indican desde 1985 una tendencia negativa (*CIENCIAHOY, 2016)*.

A efectos de visualizar las fluctuaciones en los flujos del río Atuel y la disponibilidad de recursos hídricos, se analizaron a partir de información satelital y para una serie de años las variaciones de nivel y situación del Dique El Nihuil en el oasis sur, el mayor espejo de agua artificial de Mendoza, con 9.600 hectáreas de extensión (Figura 7). El citado embalse es un lago artificial ubicado sobre el río Atuel, vital para acumular agua de regadío y para la generación de energía hidroeléctrica aunque debe mencionarse y aunque no se analizarán sus diferencias de nivel, el embalse Valle Grande de menores dimensiones.

En cualquier caso, la disponibilidad de agua representa el Objetivo 6 de la Agenda 2030 sobre Agua Limpia y Saneamiento. La salud de los ecosistemas de agua dulce es fundamental para la seguridad hídrica y alimentaria por lo que el Objetivo 6 es transversal a prácticamente todos los Objetivos de la agenda 2030. Respecto de la vital importancia de este tema, del 22 al 24 de marzo de 2023 se

realizó la Conferencia del Agua de la Organización de las Naciones Unidas en la que estados, compañías y organismos no gubernamentales fueron parte de los más de 700 acuerdos no vinculantes denominados como la Agenda de Acción para el Agua.



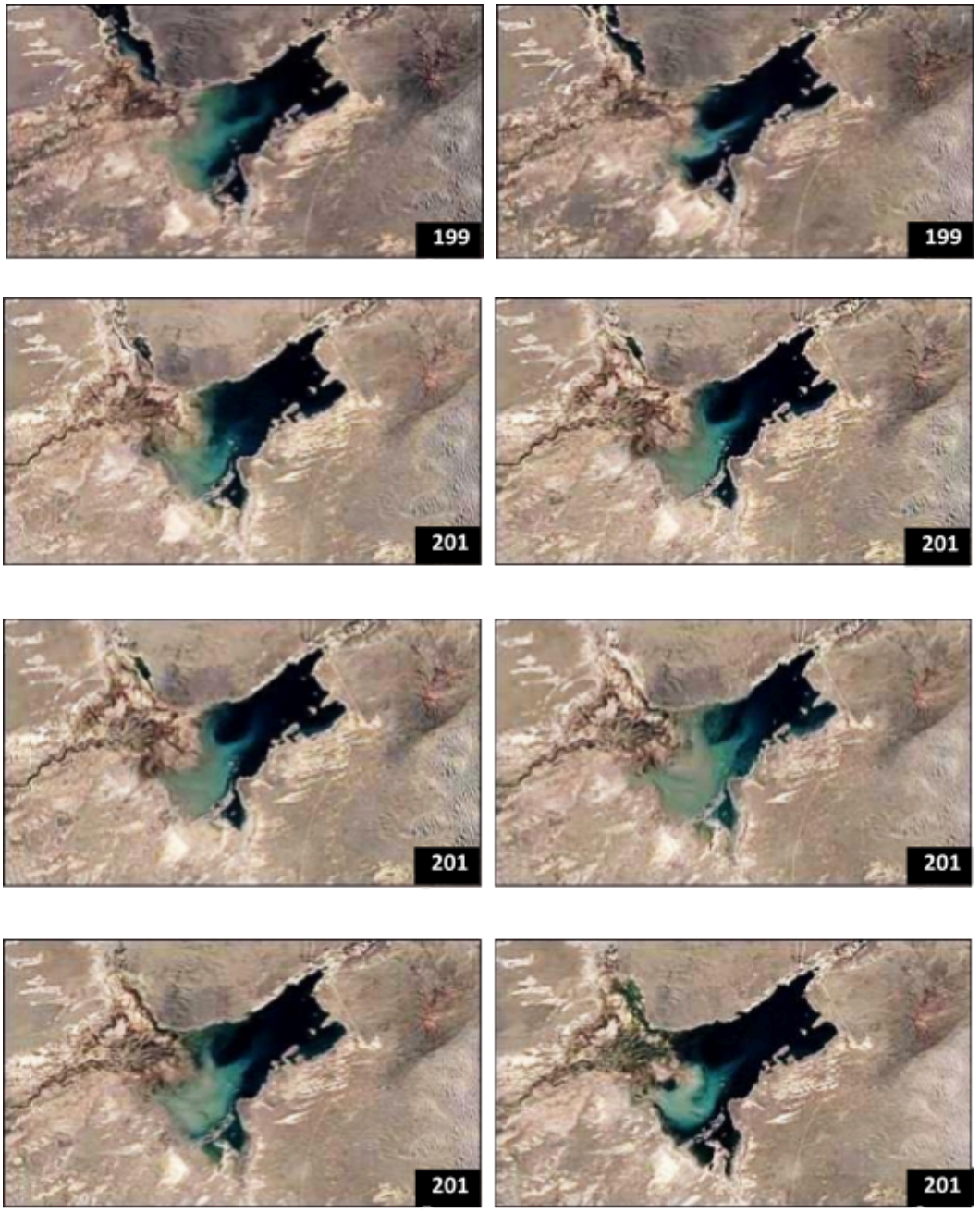

199
199
201
201
201
201
201
201

Figura Nº 7: Embalse El Nihuil. Variaciones de nivel en años representativos

En este espacio geográfico, la nieve representa un recurso hídrico esencial y la disponibilidad de agua depende de la nieve que se acumula cada invierno en la Cordillera Central. Un ejemplo de la variabilidad interanual de las nevadas puede ser visualizada en la Figura 8, registradas por la *NASA (National Aeronautics and Space Administration)* los días 16 de julio de 2021 y 2022.

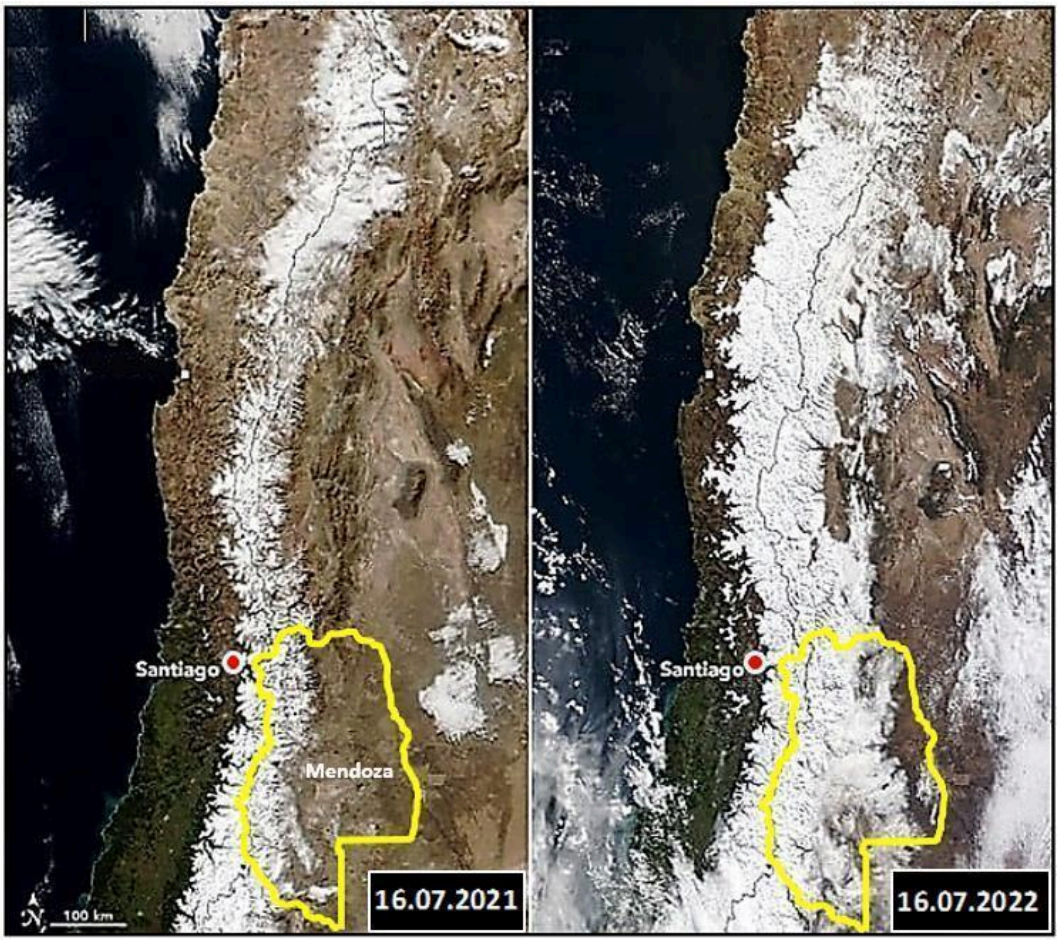



Figura Nº 8: Variabilidad de las precipitaciones níveas en 2021 y 2022

Así, los inviernos con mucha nieve generan grandes caudales y un aumento en la disponibilidad de agua, mientras que años con escasa precipitación de nieve, resultan en una baja significativa en los caudales y en la disponibilidad de agua.

Aproximadamente el 85% de la variabilidad en los caudales está explicada por la cantidad de nieve acumulada en la Cordillera Central, *(Cara, 2021).*

Variaciones en el nivel del embalse pueden ser relativamente pequeñas si se comparan años continuos como se aprecia en la Figura 9 A o muy notorias si se comparan situaciones extremas durante la serie temporal analizada en la Figura 9 B.

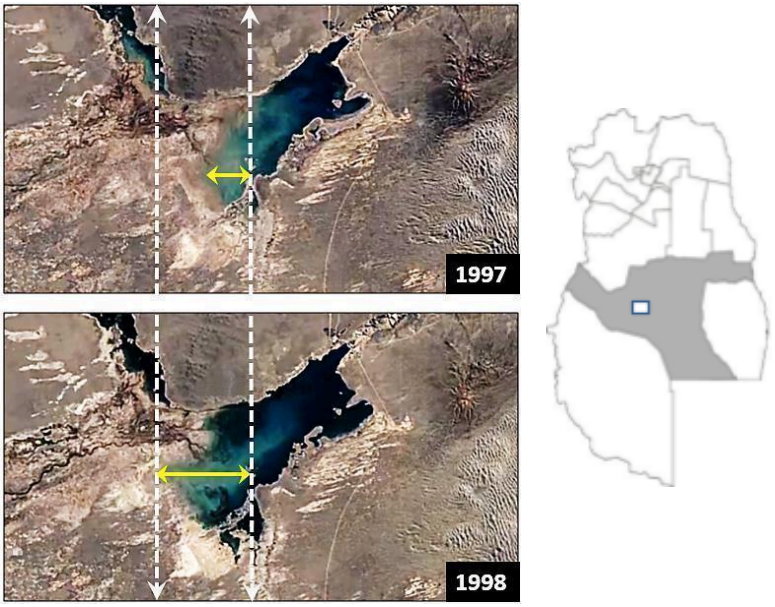



Figura 9 A: Variaciones de nivel en el Dique El Nihuil en los años 1997 y 1998

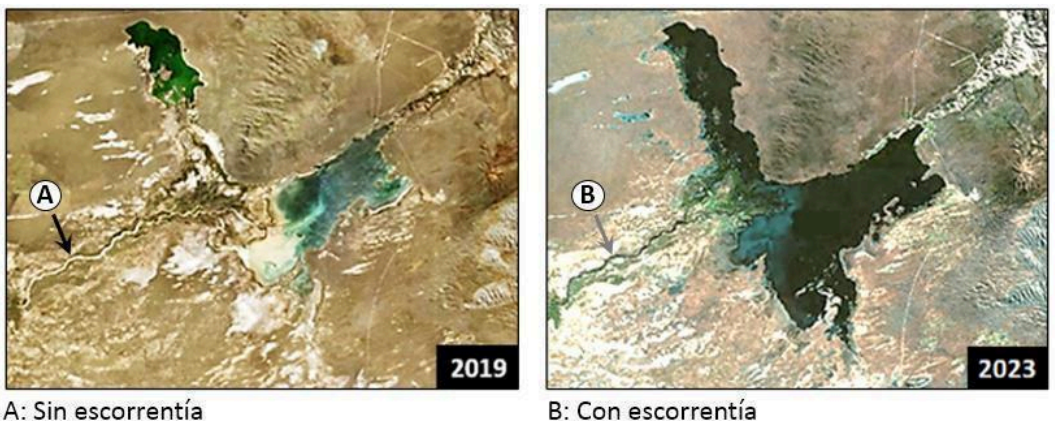



Figura 9 B: Variaciones de nivel en el Dique El Nihuil en los años 2019 y 2023

A fines de diciembre de 2019 y enero de 2020 el dique se encontraba en un 31% de su capacidad al transitar la provincia de Mendoza su noveno año consecutivo de sequía hidrológica debido al predominio de *"La Niña" (Rivera, 2018)*.

En este contexto existe en el marco del Objetivo 13 de "Acción por el Clima", vínculos con el Objetivo 15 sobre "Vida de Ecosistemas Terrestres" en el que destaca la Meta 15.3 que involucra la neutralidad de la degradación de la tierra *(NDT)* que implica luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar lograr un mundo con una degradación neutra del suelo. Existe de modo transversal una estrecha relación con otros *ODS* y Metas representados en la Figura 10.

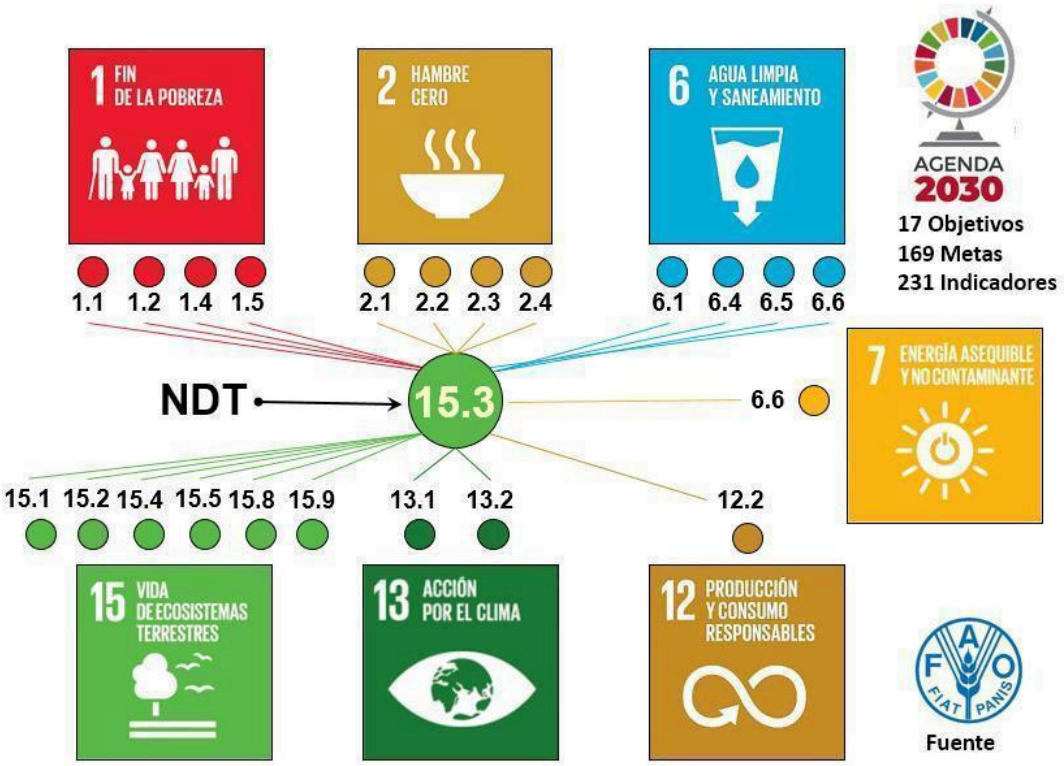



Figura 10: Relación entre la Meta 15.3 y otros ODS / Metas

La Meta 15.3 resulta de vital importancia debido a problemas de salinización de los suelos frecuente en la región debido en parte a la falta de lixiviación de sales que se concentran por evapotranspiración y en ocasiones por la presencia de napas freáticas a poca profundidad que carecen de salida por no existir

suficientes sistemas de drenaje.
Estudios detallados al respecto han sido realizados por *Tacchini (2012) y Barbosa (2017)* entre otros autores.

En relación al Objetivo 13 de Acción por el Clima establecido en la Agenda 2030, el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible *(MAyDS)* de Argentina desarrolló el Sistema de Mapas de Riesgo del Cambio Climático *(SIMARCC)* para realizar estimaciones prospectivas en un futuro cercano (proyección 2015-2039) y un futuro lejano (proyección 2050-2100) sintetizados en la Figura 11.

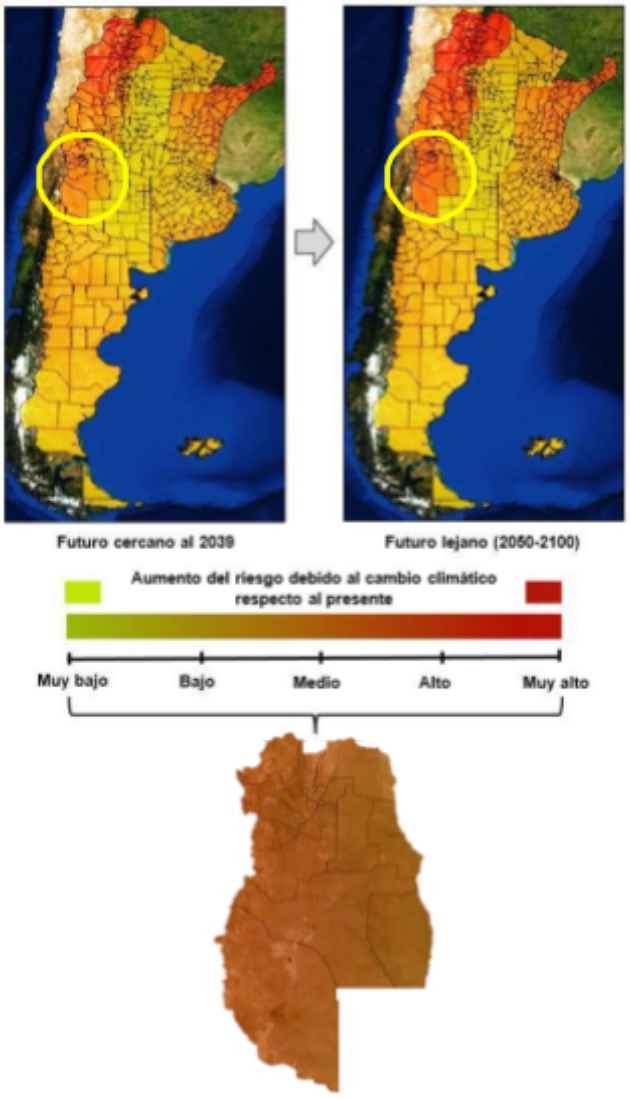



Figura 11: Prospectiva climática según *SIMARCC*

En términos prospectivos y según *SIMARCC* se producirá un aumento del riesgo climático de medio a medio-alto respecto del presente.

En el contexto de la Agenda 2030, debe enfatizarse en el Objetivo 17 por su gran transversalidad y contribución al progreso de otros ODS señalados en la Figura 12. Se reitera la necesidad de implementar políticas para afianzar los vínculos entre sectores, procurando un enfoque integrado frente a la sostenibilidad.

El Objetivo 17 pretende fortalecer la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible, movilizando e intercambiando conocimientos, capacidad técnica, tecnología y recursos financieros para alcanzar la Agenda en todos los países, en particular en los países en desarrollo y promover alianzas en las esferas pública y público-privada

Figura 12: Contribuciones del Objetivo 17 al progreso de otros Objetivos

## CONCLUSIONES

El análisis multitemporal restringido espacialmente a un espacio geográfico muy localizado, permite visualizar la complejidad y los múltiples desafíos para comprender y orientar las políticas, para mitigar el cambio climático y el potencial impacto negativo de la escasez de agua dulce sobre los habitantes y la producción de alimentos en la región.

Las geotecnologías, la información geográfica y las tecnologías de la información y la comunicación *(TIC)* contribuyen con los Objetivos de Desarrollo Sostenible *(ODS)*. No obstante, bajo el concepto de desarrollo sostenible subyace el reconocimiento de factores fundamentales a considerar: que el planeta tiene recursos finitos, que la humanidad es cada vez más eficiente para extraer y convertir esos recursos y que un aumento significativo de la población con el nivel de desarrollo y consumo actual, resultan insostenibles, con múltiples

consecuencias a niveles medioambientales, sociales, económicos y políticos.

Frente a los problemas más urgentes de sostenibilidad que se manifiestan como síndromes asociados al cambio global, encontramos el cambio climático, la degradación de los suelos, la pérdida de biodiversidad, la escasez y contaminación de fuentes de agua potable, sobre-explotación y contaminación de los océanos e incidencia creciente de desastres naturales inducidos por la presión antrópica que por su vinculación representan muy serios desafíos frente a la Agenda 2030.

Las herramientas con las que los humanos interactúan con el entorno y las capacidades para manipular el mundo físico se vieron incrementadas de modo disruptivo en varios órdenes de magnitud. La aplicación de soluciones tecnológicas crea de modo continuo espacios híbridos y nuevas interfaces entre el mundo físico y el digital y en donde se producen conflictos de valores derivados de las características y usos de ambos entornos. En este doble ecosistema interconectado del ciberespacio y el espacio físico se requiere de criterios de convivencia éticos, morales y de reglas jurídicas estrictas para ordenar las relaciones. En este contexto de hibridación deben necesariamente convivir las tecnologías, el mundo físico y un comportamiento ético, moral, responsable y regulado para su utilización, sostenibilidad, convivencia y respeto ambiental en procura de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa, L. A., (2017). Las intermitencias del río Atuel: una mirada desde la escalaridad del conflicto ambiental [Tesis].

https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/12893/2/TFLACSO-2017LAB.pdf

Cara, L, (2021). Nivología: un observatorio de la nieve en la cordillera de los Andes. Los Andes, 13 de febrero de 2021.

https://www.losandes.com.ar/sociedad/nivologia-un-observatorio-de-la-nieve-en-la-cordillera-de-los-andes/

CIENCIAHOY, (2016). Cambio climático y recursos hídricos. El caso de las tierras secas del oeste argentino, Volumen 25 Número 149, 30 de junio de 2016.

https://cienciahoy.org.ar/cambio-climatico-y-recursos-hidricos-el-caso-de-las-tierras-secas-del-oeste-argentino/

Cobos, D. (1997). Glaciers fluctuations in the upper Atuel river basin, Mendoza,

Argentina. Nivoglaciología - Glaciology and Snow Studies, 171-74.

https://studylib.es/doc/4443764/fluctuaciones-glaciarias-en-la-cuenca-superior-del-río-atuel

Collado, A.D., (9-12 de abril de 2019). Disputas Territoriales en progreso y Ecología Política en crisis entre las provincias de La pampa y Mendoza, Argentina. (Ponencia) XVII Encuentro de Geógrafos de América Latina (XVII EGAL). Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). Quito, Ecuador.

Collado, A.D. y Echeverría, J.C., (2005). Variabilidad espacio-temporal de los incendios rurales en las provincias de San Luis y Mendoza. Información técnica / EEA San Luis; N° 167, ISSN 0327-425X

https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/13361

FAO, (2018).Transformar la alimentación y la agricultura para alcanzar los ODS ISBN 978-92-5-130674-1

http://www.fao.org/3/i9900es/19900ES.PDF

Rivera, J. (2018). La sequía provocada por “La Niña” en las montañas de Mendoza podría terminar. Consejo IANIGLA, CONICET.

ttps://www.conicet.gov.ar/cientificos-advierten-que-la-sequia-provocada-por-la-nina-en-las-montanas-de-mendoza-podria-terminar/

Rojas, F.; Ferri Hidalgo, L.; Espizua, L. E. y Villalba, R. (2015). Informe de la cuenca del río Atuel. Inventario Nacional de Glaciares. IANIGLA. Technical Report, ResearchGate, 69 p.

https://www.researchgate.net/publication/286450671

SIMARCC, Sistema de Mapas de Riesgo de Cambio Climático. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (SAyDS), Argentina.

http://simarcc.ambiente.gob.ar/mapa-riesgo#

Tacchini, F. (7-9 de noviembre de 2012). El recurso Agua en el Departamento de General Alvear. Insumo crítico para el Desarrollo Ganadero Bajo Riego. VI Jornadas de Actualización en Riego y Fertirriego, Mendoza 2012.

https://www.ina.gob.ar/cra/riego/fertirriego/pdf/Tacchini.pdf

# IDE Santa Rosa como modelo en el nuevo paradigma de la Innovación y el Gobierno Abierto

Juan Pablo Bossa[1]

[1] Dirección de Innovación y Procesos Informáticos, Municipalidad de Santa Rosa. Avenida San Martín 50, Santa Rosa, 6300. Cel: (02954) 584203 jpbossa@santarosa.gob.ar

**Resumen:** En este artículo se analizan los roles que las instituciones gubernamentales tienen ante el cambio paradigmático en la innovación y el dato abierto. El nuevo giro institucional se enmarca en el derecho al acceso de la información producida por las dependencias públicas, permitiendo de tal manera, que las y los ciudadanos puedan tener a su alcance la información que, hasta no hace mucho tiempo atrás, quedaba dentro de los muros institucionales del Estado. Es así, como en estos dos años, desde la Dirección de Innovación y Procesos Informáticos de la Municipalidad de Santa Rosa, a través del proyecto IDE Santa Rosa, se estableció un nuevo despertar en la forma de acercar a la ciudadanía la información georreferenciada que se constituye en las dependencias municipales. Hoy 2023, este proyecto enfocado en la innovación, sigue siendo un pilar en la política de datos y aporta un recurso invalorable para la identificación de políticas públicas y la toma de decisiones del Estado y demás actores sociales, fomentando y promoviendo la transparencia activa de datos espaciales desde la Municipalidad de Santa Rosa.

**Palabras Claves:** IDE SANTA ROSA, INNOVACIÓN, GOBIERNO ABIERTO, POLÍTICAS PÚBLICAS, INFORMACIÓN GEORREFERENCIADA.

## 1. INTRODUCCIÓN

El acceso a la información georreferenciada producida por el Estado, es uno de los ejes prioritarios en las políticas públicas de un Gobierno Abierto. Es de identificar que en este contexto de globalización digital en el cual estamos inmersos, los recursos geotecnológicos de código abierto, cumplen un rol fundamental, no solo como medio de acceso a los datos espaciales, sino

también como herramienta de acceso público.

Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) se han convertido en un instrumento de suma importancia al momento de brindar a la ciudadanía, desde diversos organismos, dependencias e instituciones gubernamentales, el acceso a información geoespacial.

Es así como a lo largo de estos dos años, desde la Dirección de Innovación y Procesos Informáticos de la Municipalidad de Santa Rosa, el proyecto IDE Santa Rosa, está permitiendo que cada actor social, pueda acceder a datos, productos y geoservicios espaciales, logrando y asegurando la interoperabilidad entre los mismos, al momento de la toma de decisiones en los actos de gobierno.

## 2. INNOVACIÓN EN UN GOBIERNO ABIERTO

Enmarcados en una era digital, donde la Internet cumple un rol fundamental en la cultura digital, sumado al avance que tienen los recursos tecnológicos, conlleva a pensar en las innovaciones que se pueden desarrollar dentro los ámbitos gubernamentales, enfocadas en la claridad de los datos, ante la apertura de los mismos.

Hacer mención a un Gobierno Abierto, es hablar de mejorar la transparencia y acceso a la información; promover la generación de espacios en los cuales se fortalezca la colaboración y participación entre los actores sociales, tanto desde las administraciones públicas, sociedad civil, sector privado, entre otros (Ramírez- Alujas, 2010; en Ramírez-Alujas, 2014).

Autores como Álvarez Herranz, Zelasco, Martín y Linares (2013), permiten afirmar que las IDE implican un trabajo cooperativo y de colaboración, pues no solo entre sistemas sino, especialmente, entre las diversas organizaciones-dependencias, para brindarle a la ciudadanía, información de calidad.

Claro está que ofrecer a cada ciudadano el acceso a información geoespaciales, forma parte de una decisión claramente política, la cual debe surgir en la agenda de las instituciones gubernamentales.

Con esto, se afirma que los principios fundamentales que permiten demostrar las estrategias de un Gobierno Abierto, se encuadran en la apertura de los datos públicos, es decir, la publicación de la información de producida por las dependencias municipales, a través de diversos estándares, logrando la interoperabilidad entre los actores sociales en su conjunto; por otro lado, la apertura y la utilización de las redes sociales, al igual que ciertas plataformas que permitan facilitar la comunicación con la ciudadanía (Ramírez-Alujas, 2014).

La Municipalidad de Santa Rosa, a partir del 1 de noviembre del 2021, y por ordenanza, institucionalizó la creación de su propia Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), para permitir el acceso a su información georreferenciada, al igual que el acceso a productos cartográficos y geoservicios.

La IDE municipal (IDE Santa Rosa), permite el acceso a la información de acuerdo a la política de datos y brinda una herramienta invalorable para la identificación de políticas y la toma de decisiones del Estado y demás actores-sujetos en todos sus niveles.

Autores como Iniesto y Núñez (2014), permiten plantear claramente que las Infraestructuras de Datos Espaciales, como recurso geotecnológico, han generado un cambio valioso en la gestión y análisis de la información geográfica. Actualmente establecen recursos-soluciones tecnológicas que se basan y aprovechan la Internet, permitiendo la intercomunicación, e incluso la interoperabilidad, entre los sistemas de información geográfica de cada ciudadano, dependencia e institución.

Siguiendo los aportes propuestos por la autora Antik (2016), es importante remarcar que la transparencia, el acceso a la información y el dato, al igual que la participación-colaboración de las y los ciudadanos en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, son claves en la política de un gobierno abierto.

Por lo tanto, desde este proyecto denominado IDE Santa Rosa, se busca lograr la interoperabilidad entre las secretarias, subsecretarias, direcciones y subdirecciones que forman parte de la Municipalidad de Santa Rosa, pensando desde los principios que cada uno de los sujetos y actores sociales en su conjunto, puedan acceder a la información georreferenciada.

## 3. IDE SANTA ROSA CON PERSPECTIVA AMPLIA

Tal como se propone desde la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA, 2023), las IDE, actualmente en esta era digital, se constituyen como un recurso necesario para mejorar el acceso a la información espacialmente referenciada por parte de los entes académicos, de investigación, del sector privado, no gubernamental, el público en general, y por sobre todo de los organismos de gobierno.

Siguiendo estos lineamientos, es como desde la Dirección de Innovación y Procesos Informáticos, a cargo del director Beneitez Manuel, surge en el mes de agosto del 2021, como decisión política, la creación del proyecto denominado

IDE Santa Rosa. Posteriormente el 1 de septiembre, la Municipalidad de Santa Rosa firmó el acta de adhesión (Nota N.º 151/2021) con la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA); y consecutivamente en el mes de noviembre, aprobó por ordenanza municipal su conformación, permitiendo de tal manera el acceso a su información pública georreferenciada, a cada ciudadano que la requiera.

La IDE Santa Rosa, actualmente, sigue fortaleciendo sus objetivos generales, enmarcados en la incorporación de tecnologías de información y comunicación y sistemas de información geográficos, para el diseño, ejecución y control de las políticas públicas del municipio; por otro lado, coordinar el desarrollo, publicación y actualización de su propia base de datos geoespaciales; arduamente busca incentivar la participación en la producción de información geográfica a distintos sectores del municipio, organismos públicos, privados, no gubernamentales, académicos y de la sociedad civil; por otro lado, trabaja arduamente en la coordinación entre las partes, para lograr la interoperatividad y unificación de información geográfica de otros organismos participantes; por otro lado, promueve, colabora y capacita activamente en la formación de recursos humanos competentes en la materia y en el desarrollo de tecnologías; concientiza al personal municipal, técnico y jerárquico, respecto a los beneficios de contar con la información geográfica actualizada y disponible para la toma de decisiones; fomenta y promueve la transparencia activa de la Municipalidad de Santa Rosa en materia de datos espaciales, facilitando el acceso de la ciudadanía a la información pública; promueve y participa en el desarrollo de sistemas, aplicando sistemas informáticos referidos a datos geoespaciales de manera conjunta y coordinada con las dependencias generadoras de datos geográficos que sirvan de soporte a la gestión pública e instituciones; y por último, incentiva y participa activamente en los proyectos referidos a la Infraestructura de Datos Espaciales (Consejo Deliberante de la Municipalidad de Santa Rosa, 2021).

En línea con lo antes mencionado, el autor Reynoso (2018) retoma la definición de Gobierno Abierto, identificada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), donde lo conceptualiza como “la transparencia de las acciones gubernamentales, el acceso a servicios e información gubernamentales y la capacidad de respuesta del gobierno a nuevas ideas, demandas y necesidades” (p. 13).

Es como de tal manera, a través de los objetivos propuestos, la IDE Santa Rosa, permite acceder a datos, productos y servicios geoespaciales, a aquellos que pretenden tomar decisiones políticas en los actos de gobierno.

## 4. CONFORMACIÓN DE LA IDE SANTA ROSA

Actualmente la IDE Santa Rosa cuenta con un geoportal (Figura 1), el cual, responde a los lineamientos propuestos por los autores Mejía Cardona, Jiménez Cleves y Garzón Barrero (2019), los cuales establecen que un geoportal está constituido por ciertos recursos al servicio de cada sujeto-actor social, tales como, los geoservicios; un visor de información geoespacial; y los metadatos, normativas, recursos, novedades, entre otros elementos sobresalientes.

Los geoportales son una plataforma, la cual, mediante la Internet, se puede obtener en un mismo lugar, la información geoespacial, como en este caso de cada dependencia municipal, como así también una amplia diversidad de recursos. Así también el acceso a los geoservicios, permite que las y los usuarios logren identificar y analizar ciertas temáticas, respuesta de sus consultas.

Figura 1. Geoportal de la IDE Santa Rosa.

Dentro del geoportal se encuentra un sistema de gestión de contenido geoespacial (Figura 2) de código abierto, donde se identifican las capas, mapas, documentos, servicios remotos, al igual que los grupos (Secretaria de Planeamiento Urbano, Obras, Ambiente y Servicios Públicos; Secretaria de Gobierno; Secretaria de Hacienda y Abastecimiento; Secretaria de Cultura y Educación; y la Secretaria de Desarrollo Económico) y usuarios de las dependencias municipales, las cuales brindan información geoespacial a la ciudadanía.

Figura 2. Gestor de contenidos geoespaciales de la IDE Santa Rosa.

Geonode como gestor de contenidos geoespaciales, es una plataforma de código abierto, la cual cuenta con una amplia gama de recursos para que cada sujeto- actor social pueda dar respuesta a sus solicitudes. Permite la visualización de las capas (Figura 3), al igual que sus respectivos metadatos, dando respuesta no solo mediante la originalidad del dato geoespacial, sino también la calidad de los mismos. Por otro lado, la asociación y superposición de las capas, dan como resultado diversos mapas ante las consultas pertinentes.

Figura 3. Visor de capas y sus respectivos metadatos.

Por otro lado, el geoportal de la IDE Santa Rosa, dispone de un catálogo de metadatos; mediante la plataforma GeoNetwork (Figura 4), el cual, permite gestionar los recursos espacialmente referenciados. Esta aplicación permite describir las capas geoespaciales, servicios, mapas e incluso, hasta conjuntos de datos no geográficos.

Figura 4. Visor de capas y sus respectivos metadatos.

Hoy por hoy, la IDE Santa Rosa ofrece dos tipos de geoservicios (Figura 5) a las y los usuarios, poniendo a su alcance la visualización y el posterior procesamiento de los datos espaciales, a través de los sistemas de información geográfica. Por un lado, el geoservicio WFS de estándar abierto que brinda la posibilidad de transferir vectores que representan elementos geográficos, junto a sus atributos; y por el otro, el WMS que produce mapas de datos referenciados espacialmente, de forma dinámica a partir de información geográfica.

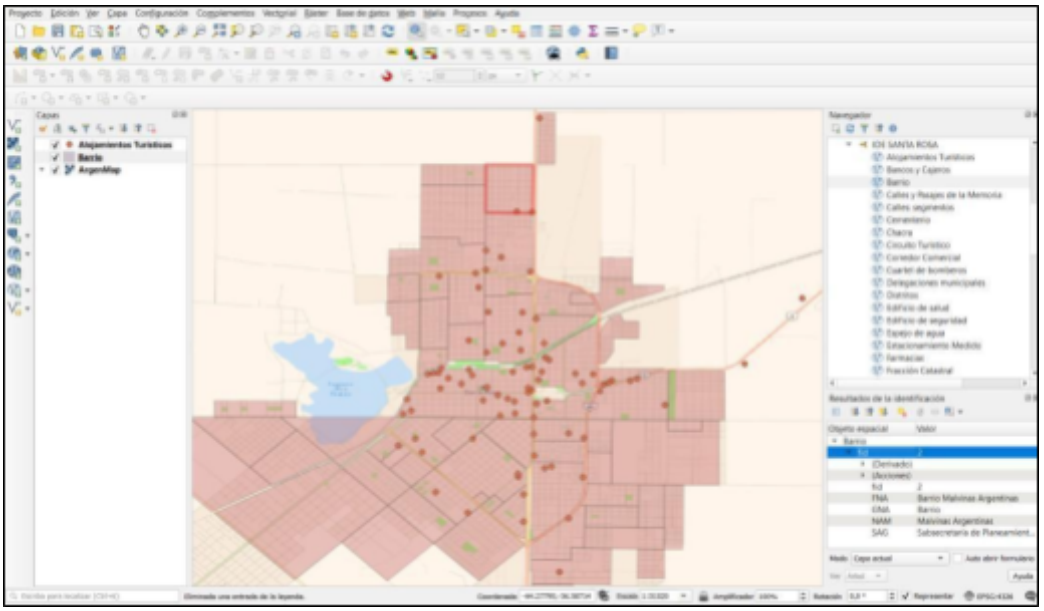


Figura 5. Importación de capas en QGIS a través de Geoservicio WFS.

La plataforma dispone de un visualizador (Figura 6) de los datos geoespaciales, donde se categorizan las capas de acuerdo a cada dependencia municipal.

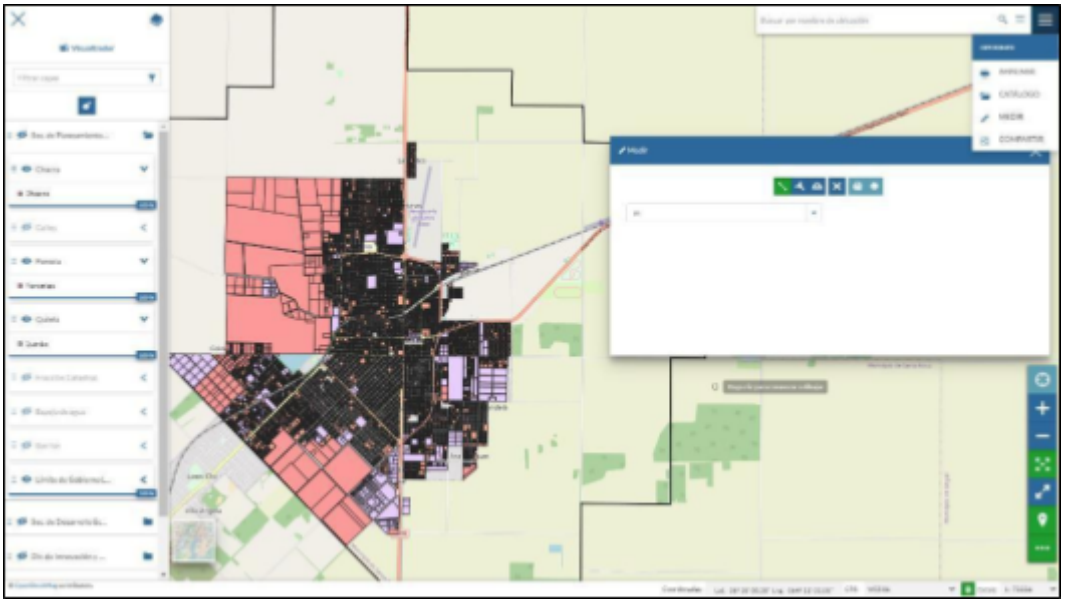


Figura 6. Visualizador. IDE Santa Rosa.

Por otro lado, cuenta con un sistema de búsqueda y filtro de los respectivos datos relevados (Figura 7), herramientas de medición, localización, transparencia de las capas, comparación, al igual que poder exportar diversos datos, como así también compartir los mismos.

Figura 7. Sistema de búsqueda de la información publicada.

Es así como a través de estos recursos geotecnológicos, la IDE Santa Rosa, brinda información pública generada por las dependencias municipales, permitiendo el acceso a datos, productos y servicios geoespaciales.

## 5. CONCLUSIONES

Mediante los aportes teóricos propuestos por las autoras y autores a lo largo del artículo, se establece que el acceso a la información geoespacial producida por el Estado, debe ser uno de los ejes fundamentales en orden de decisiones políticas, en el nuevo paradigma de los Gobiernos Abiertos.

Es aquí donde las IDE cumplen un rol fundamental al momento de acercar a las y los ciudadanos, a la información brindada por parte de los diversos organismos, dependencias e instituciones gubernamentales.

Por eso mismo, es como a lo largo de estos dos años, desde la Dirección de Innovación y Procesos Informáticos de la Municipalidad de Santa Rosa, el proyecto IDE Santa Rosa, está permitiendo que cada actor-sujeto social, no solo pueda acceder a datos, productos y geoservicios, sino que, a su vez, se profundice en la interoperabilidad entre las diversas dependencias y demás instituciones, al momento de la toma de decisiones en los actos de gobierno.

## 6. REFERENCIAS

Álvarez Herranz, A. P.; Zelasco, J. F.; Martín, H.; Linares, S. (2013). Desarrollo de un Sistemas de Información Geográfica para la gestión municipal mediante software libre. Resultados preliminares. II Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica y II Jornadas de Sistemas de Información Geográfica. Los Polvorines, 3 y 4 de octubre de 2013. En https://www.academia.edu/12283675/Desarrollo_de_sistemas_de_informaci%C3%B3n_geogr%C3%A1fica_mediante_herramientas_de_software_libre [accedido 05 de abril del 2023].

Antik, A. (2016). Políticas públicas y gobierno abierto. Revista Eurolatinoamericana de Derecho Administrativo, vol. 3, núm. 1, 2016, enero-junio. Universidad Nacional del Litoral. Argentina. ISSN: 2362-583X. En https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=655969788001 [accedido 01 de marzo del 2023].

Consejo Deliberante de la Municipalidad de Santa Rosa (2021). Ordenanza 6608/21. En https://www.concejosantarosa.gob.ar/ordenanza-6608-2021/ [accedido 16 de marzo del 2023].

Geonode. Open Source Geospatial Content Management System. En

https://geonode.org/

Geoserver. Open Source Server for Sharing Geospatial Data. En http://geoserver.org/

IDERA. Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina. En https://www.idera.gob.ar/

IDE Santa Rosa. Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Rosa. En https://ide.santarosa.gob.ar/

Iniesto y Núñez (2014). Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales. Gobierno de España. Ministerio de Fomento. Instituto Geográfico Nacional. Edita: *Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) y Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN)*. NIPO: 162-14-022-0. DOI: 10.7419/162.12.2014. En https://upcommons.upc.edu/handle/2117/26164 [accedido 01 de marzo del 2023].

Mejía Cardona, V.; Jiménez Cleves, G. y Garzón Barrero, J. (2019). ¿Qué es un geoportal y cómo se crea? Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI. 2° Congreso Latinoamericano de Ingeniería. 10 al 13 de septiembre. Universidad del Quindío. Armenia, Colombia. [accedido 01 de abril del 2023].

Municipalidad de Santa Rosa. En https://www.santarosa.gob.ar/

Reynoso, L. (2018). Hacia Nuevas Prácticas en Gobierno Abierto y Electrónico: IDE, Transparencia y Participación Ciudadana. Parte 1: IDE, Gobierno Abierto y Participación Ciudadana. Ponencia de las XIII Jornadas de IDERA. 28 y 29 de junio del 2018. San Juan. Argentina. ISBN: 978-987-4101-31-0. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/jornadas/XIII_SanJuan/Libro_ Ponencias_XIII_IDERA_SanJuan_OK.pdf [accedido 10 de marzo del 2023].

Ramírez-Alujas, A. (2014). Gobierno Abierto. En Eunomía. Revista en Cultura de la Legalidad. N°5, septiembre 2013 – febrero 2014. pp. 201-216. ISSN 2253-6655. En https://e-revistas.uc3m.es/index.php/EUNOM/article/view/2180 [accedido 20 de marzo del 2023].

# Geoportal Federal para la Gestión Local: un proyecto de investigación y desarrollo interinstitucional

Alejandro Puchet[1], Florencia Manduca[2]

[1] Instituto Geográfico Nacional. IGN. Av. Cabildo 381, C1426AAD, CABA, +541145765576. alejandro.puchet@gmail.com
[2] Instituto Geográfico Nacional. IGN. Av. Cabildo 381, C1426AAD, CABA, +541145765576. fmanduca@ign.gob.ar

**Resumen:** En el año 2020 el Instituto Geográfico Nacional (IGN) dependiente del Ministerio de Defensa se propuso diseñar una solución para el desafío planteado por el Ministerio del Interior, en el marco del programa “ImpaCT.AR Ciencia y Tecnología”, del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación: el proyecto Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) para la Gestión Municipal. Su objeto se centró en el desarrollo de una IDE y un relevamiento aerofotogramétrico de la planta urbana para diez municipios de diferentes puntos del territorio nacional, con el fin de facilitar el acceso a información geoespacial para la mejora de la gestión.
A partir de los resultados obtenidos, se planteó como nuevo desafío la necesidad de escalar el proyecto a los más de 2300 gobiernos locales de la Argentina. Sin embargo, en base a la experiencia adquirida se determinó que por diferentes variables no era posible replicar la metodología de trabajo utilizada. Por ello, se ideó la iniciativa del Geoportal Federal para la Gestión Local. En el presente trabajo nos proponemos esbozar los objetivos, actividades, componentes y avances de este nuevo proyecto de investigación y desarrollo abordado por el IGN.

**Palabras Clave:** IDE, GEOPORTAL, GOBIERNO LOCAL, ANÁLISIS TERRITORIAL,

## 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto “Desarrollo de una IDE para la Gestión Municipal” surgió de la articulación institucional de los ministerios del Interior, de Defensa y de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación. En el año 2020, el Instituto Geográfico Nacional (IGN) se propuso diseñar una solución para el desafío planteado por la

Subsecretaría de Relaciones Municipales, con el financiamiento del programa “ImpaCT.AR Ciencia y Tecnología”. El objeto de este proyecto se centró en el desarrollo de una IDE y un relevamiento aerofotogramétrico de la planta urbana para diez municipios de diferentes puntos del territorio nacional, con el fin de facilitar el acceso de información geoespacial y herramientas web para el análisis territorial de la gestión local y, así, aportar a su mejoramiento.

El programa “ImpaCT.AR Ciencia y Tecnología” tiene como objeto promover proyectos de investigación y desarrollo orientados a apoyar a organismos públicos de las diferentes jurisdicciones a encontrar soluciones a desafíos de interés público que requieran conocimiento científico o desarrollo tecnológico para colaborar en su resolución y así generar un impacto positivo en el desarrollo local, regional y nacional.

El diseño, desarrollo e implementación del mencionado proyecto estuvo a cargo del IGN, organismo descentralizado del Ministerio de Defensa, y tenía como objetivo general desarrollar e implementar una infraestructura de datos espaciales para la gestión municipal con el fin de promover y fortalecer la producción, administración, integración y publicación de información geográfica, aportando a la optimización de la planificación, coordinación e implementación de las políticas públicas en el territorio local. Dicho proyecto también aportó un mosaico fotogramétrico y un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) como productos de un relevamiento aerofotogramétrico realizado con un Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT) sobre la planta urbana de cada uno de diez los municipios seleccionados por el Ministerio del Interior: Concordia (Entre Ríos), General Roca (Río Negro), Gualeguaychú (Entre Ríos), Fontana (Chaco), Monteros (Tucumán), San Luis (San Luis), San Ramón de la Nueva Orán (Salta), Río Grande (Tierra del Fuego AIAS), Oberá (Misiones) y Villa María (Córdoba).

A partir de los resultados obtenidos, se planteó como nuevo desafío la necesidad de escalar el proyecto a los más de 2300 gobiernos locales de la Argentina. Sin embargo, en base a la experiencia adquirida se diagnosticó que por diferentes variables (condiciones técnicas e informáticas, conectividad, déficit de personal calificado y capacidades operativas, entre otras) no era viable replicar la metodología de trabajo.

En este contexto, el IGN generó una nueva iniciativa de innovación con el diseño, desarrollo e implementación de un Geoportal Federal para la Gestión Local, basado en una plataforma web para que todos los equipos técnicos municipales tengan la posibilidad de acceder a información geoespacial estandarizada y de calidad junto a herramientas de análisis espacial para lograr mejorar las capacidades de gestión pública de los gobiernos locales.

En el presente trabajo nos proponemos esbozar los objetivos, actividades, componentes y avances de este nuevo proyecto de investigación y desarrollo abordado por el Instituto Geográfico Nacional.

## 2. UNA IDE PARA CADA GOBIERNO LOCAL O UN GEOPORTAL FEDERAL

Con la implementación del proyecto IDE para la Gestión Municipal se alcanzaron resultados altamente positivos en los diez municipios participantes; los cuales se sintetizan a continuación:

- Conformaron un equipo de trabajo, establecer un organigrama para la IDE municipal y realizar las capacitaciones brindadas por el IGN.
- Definieron los datos básicos y fundamentales para publicar la información geoespacial municipal.
- Validaron y ajustaron la información geoespacial provista por el IGN y generaron nueva información geoespacial específica a escala municipal.
- Sistematizaron la información geoespacial a publicar mediante la confección de un catálogo de datos y seleccionaron los estilos (simbología) para los nuevos datos municipales.
- Definieron la organización temática y estética del visor de mapas municipal.
- Publicaron una primera versión del visor de mapas de la IDE municipal, que incluye la información geoespacial normalizada, los mosaicos de fotografías aéreas y los MDE.

Sin embargo, las actuales desigualdades en materia de herramientas de gestión, cantidad y formación de recursos humanos y capacidad técnica instalada que poseen los gobiernos locales hacen que sea muy complejo pensar en la construcción de una IDE para cada uno de los 2.311 gobiernos locales vigentes, de manera masiva y en el mediano plazo.

Por ello y a fin de atender las demandas de gestión de los gobiernos locales, acercando instrumentos que permitan el diseño de estrategias dirigidas a promover el desarrollo planificado es que se propuso el diseño del Geoportal Federal para la Gestión Local, como una herramienta niveladora que pretende aportar a la democratización del acceso a la información geoespacial a nivel local, en el corto plazo.

La implementación de un geoportal tiene como propósitos generales:

1) La de nivelar el acceso a la información que nos brindan los datos espaciales producidos por diferentes organismos; garantizando a los gobiernos locales un piso mínimo de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), de información geoespacial provista por el IGN y de imágenes satelitales facilitadas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE).

En el caso de la CONAE, el aporte de imágenes satelitales de alta resolución será clave para que los gobiernos locales accedan a un insumo fundamental

para la planificación urbana y el ordenamiento territorial; y al sustituir los productos de los vuelos fotogramétricos, se logrará una disminución significativa de los costos y los tiempos de ejecución del proyecto.

2) Será un complemento potenciador para las iniciativas propias de gobiernos locales que posean la capacidad técnica para producir y publicar su propia información geoespacial en una IDE municipal, que tome como base el visor de mapas desarrollado y disponible en la nueva plataforma. De este modo, la estrategia presentada no resulta excluyente para aquellos gobiernos locales que estuvieran en condiciones de avanzar hacia el desarrollo de una IDE sino un paso más hacia el mismo objetivo.

3) Además, a partir de esta iniciativa se busca fomentar el trabajo conjunto entre los gobiernos locales, las Universidades Públicas y las IDE provinciales, para la conformación de las IDE municipales en aquellos lugares donde no tienen o son incipientes los desarrollos tecnológicos y existe un déficit de recursos humanos calificados.

**La iniciativa de un geoportal federal**

El geoportal se pensó como una plataforma web basada en los estándares de IDERA y que permitirá democratizar y garantizar el acceso a la información geoespacial a cualquier gobierno local que decida utilizarlo.

El objetivo general de esta iniciativa fue desarrollar un geoportal que facilite el acceso a información geoespacial producida por el Estado Nacional a través de sus diversos organismos; brindando herramientas de análisis territorial en línea y también permitiendo su descarga, con el fin de aportar a la planificación estratégica y la gestión del territorio por parte de los gobiernos locales.

En virtud de dicho objetivo general se determinaron dos ejes de trabajo para el diseño y desarrollo del Geoportal Federal para la Gestión Local. El primer eje implicó el diseño, desarrollo y puesta en funcionamiento de una plataforma web de acceso a información geoespacial o geoportal (Figura 1).

El acceso a la información geoespacial, tanto vectorial como raster, producida y publicada por el Estado Nacional se pone a disposición a través de un visor de mapas que permitirá su visualización y descarga; pero también aportará herramientas para su análisis en línea; con el fin de sumar a la planificación estratégica y la gestión del territorio a nivel local.

Figura 1: Geoportal Federal para la Gestión Local: www.mapamuni.ign.gob.ar

El componente principal de esta plataforma lo representa el Mapa para la Gestión Local, un visor de mapas que contiene información geoespacial normalizada para la gestión municipal. Además este visor incluye:

- Mapas base (Argenmap clásico, Argenmap gris, Argenmap oscuro, Argenmap topográfico).
- Menú de objetos geográficos (OG) agrupados en temáticas específicas para la gestión municipal
- Imágenes satelitales ópticas de alta resolución provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE).
- Capacidad de acceso a geoservicios (WMS)
- Geoprocesos para el análisis territorial en línea: a) cálculo de curvas de nivel, b) identificación de cota altimétrica, c) determinación de área de influencia, d) generación de perfil de elevación. (Figura 2).

Figura 2: Visor de mapas: geoproceso perfil de elevación

El segundo eje de trabajo implicó la actualización de la información geoespacial a escala local de los Datos Básicos y Fundamentales (DByF) vinculados con la gestión de los gobiernos municipales y donde los objetos geográficos fueron organizados de acuerdo a las siguientes categorías:

- Límites, catastro y planeamiento urbano;
- Infraestructura y equipamiento urbano;
- Educación y salud;
- Cultura, turismo y deporte;
- Gestión ambiental;
- Seguridad y protección civil;
- Transporte y movilidad urbana;
- Fotografías aéreas;
- Modelos digitales de elevaciones;
- Cartografía;
- Imágenes satelitales CONAE.

Por último, con el objetivo de difundir y facilitar el uso del Mapa para la Gestión Local, en el geoportal se brinda el acceso a una serie de videos tutoriales sobre el funcionamiento general del visor y sobre los geoprocesos posibles de aplicar en línea. También se incluyen videos de divulgación sobre la usabilidad del

mismo basados en experiencias de diferentes municipios.

La solución propuesta por el IGN en el marco de este proyecto pretende alcanzar a la totalidad de los más de 2300 gobiernos locales de la Argentina.

Asimismo, los resultados esperados en el marco de dicha solución son:

a. Geoportal para la gestión local desarrollado y publicado.

b. Flujograma del dispositivo de producción, integración, actualización y publicación, en base a estándares de IDERA, de la información geoespacial en el ámbito municipal.

c. Visor de mapas instalado, configurado y en funcionamiento, que permita:
- Visualización a diferentes escalas de objetos geográficos y sus atributos.
- Superposición de capas de información
- Selección de objetos y sus elementos por área geográfica;
- Medición de distancias y superficies.
- Creación, edición y etiquetado de nuevas entidades espaciales
- Conexión con geoservicios y visualización de sus objetos y atributos
- Buscador de localidades
- Descarga información geoespacial seleccionada

d. Herramientas de geoprocesos para análisis espacial en línea:
- Cálculo de curvas de nivel
- Identificación de cota altimétrica
- Determinación de área de influencia
- Generación de perfil de elevación.

## 3. CONSIDERACIONES FINALES

A partir del desafío de aportar al fortalecimiento de las capacidades de los gobiernos locales para mejorar la planificación territorial y el diseño e implementación de políticas públicas, se gestó la iniciativa del Geoportal Federal para la Gestión Local y su visor de mapas.

En este sentido, se buscó seguir contribuyendo a promover y fortalecer la producción, administración, integración y publicación de información geoespacial por parte de los municipios.

Pero además, se le sumaron herramientas de análisis espacial en línea, que facilitan el abordaje territorial para el diseño y ejecución de las políticas públicas locales, permitiendo abordar temas como:

- Análisis espacial de variables socio-económicas, ambientales, etc.
- Análisis espacial de usos del suelo.
- Detección de nuevas construcciones a partir de imágenes satelitales.
- Generación de áreas de influencia para definir cobertura de servicios.
- Identificación de vacíos urbanos

Estas y otras problemáticas requieren diferentes estrategias de acompañamiento pero que parten de un eje común: el acceso a la información como derecho y como herramienta para la toma de decisiones.

Por ello, a la luz de lo expuesto, consideramos que el Geoportal Federal para la Gestión Local es un aporte de los organismos científico-técnicos del Estado Nacional para ofrecer soluciones concretas a la gestión de información geoespacial pública en general y a los gobiernos locales en particular; con el fin de aportar al mejoramiento de las políticas públicas y así a la calidad de vida de toda la sociedad.

## 4. REFERENCIAS

COMITÉ DE EXPERTOS DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE LA GESTIÓN GLOBAL DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL (UN-GGIM) (2018). Eighth session: Determination of global fundamental geospatial data themes. Nueva York: UN-GGIM. Fecha de consulta: 2019-07-06. Recuperado en: http://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/8th-Session/documents/E-C20- 2018-7-Add_1-Global-fundamental-geospatial-data-themes.pdf

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (IDERA) (2023). Construir una IDE. Argentina: IDERA. Fecha de consulta: 2023-04-01. Recuperado en: https://www.idera.gob.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=560&It emid=591

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (IDERA) (2023). Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA. Versión 2.1. Argentina: IDERA. Fecha de consulta: 2023-04-01. Recuperado en: https://www.idera.gob.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=564&It emid=590

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA REPÚBLICA ARGENTINA (IDERA) (2023). Descripción de Datos Básicos y Fundamentales. Versión 2.0. Argentina: IDERA. Fecha de consulta: 2023-04-01. Recuperado en: https://www.idera.gob.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=564&It emid=590

INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA (IPGH (2021): Catálogo de Objetos Geográficos y Símbolos Multiescala. V1.3. Colaboración técnica en representación del Instituto Geográfico Nacional – Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Ciudad de México. Agosto 2021

INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA (IPGH) (2017). Datos Geoespaciales Fundamentales. Versión 2. México: IPGH. Fecha de consulta: 20-07-09. Recuperado en: https://www.ipgh.org/assets/dgf.pdf

PUCHET, A. (2022): “Infraestructura de Datos Espaciales para la Gestión Municipal” en Revista El Ojo del Cóndor Nº 11 (pags. 57-59), Instituto Geográfico Nacional, CABA, 2022.

PUCHET, A. (2021): “Información Geoespacial: Datos Básicos y Fundamentales para la Gestión Pública” en Revista El Ojo del Cóndor Nº 10 (pags. 48-51), Instituto Geográfico Nacional, CABA, 2021.

# Clasificación de cobertura del suelo en Argentina a partir de imágenes satelitales utilizando el algoritmo Random Forest

Gonzalo Dieguez Gaviola[1], Evelyn Tengler[1], Augusto Van Der Ploeg[1], Martín Fernando Ortiz[1]

[1] Departamento de Aplicaciones Geoespaciales, parte de la Dirección de Información Geoespacial del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Avenida Cabildo 381, CABA.
{aploeg, gdieguez, etengler, mortiz}@ign.gob.ar

**Resumen:** El Instituto Geográfico Nacional de Argentina tiene la misión de entender la representación oficial del territorio nacional y elaborar marcos normativos para su realización, mediante la obtención de información geográfica precisa, oportuna y concisa. La gran disponibilidad de información satelital permite incorporar la dimensión espacial y temporal, dirigiendo los esfuerzos en el desarrollo de metodologías que permitan una actualización constante y el estudio de cambios cuali-cuantitativos en las coberturas y usos de suelo en el tiempo, especialmente debidos a intervenciones humanas, que tienen efectos significativos en el ambiente. En este contexto, se propone una metodología para establecer, de manera gráfica y cuantitativa, los distintos tipos de cobertura del territorio argentino, para que puedan ser insumos de posteriores análisis en cuanto a su evolución espacial y temporal. Se dividió al territorio en 6 regiones y para ello se definieron 13 categorías de cobertura y se procedió a utilizar el algoritmo Random Forest en la plataforma basada en la nube Google Earth Engine. Los resultados otorgan índices de precisión general aproximados al 83% y un coeficiente Kappa aproximado de 66%.

**Palabras Clave:** COBERTURA, TELEDETECCIÓN, RANDOM FOREST, AMBIENTE, ANÁLISIS.

## 1. INTRODUCCIÓN

Conocer y caracterizar la cobertura de suelo, y eventualmente monitorear su cambio en el tiempo constituyen insumos fundamentales para múltiples

aplicaciones, que van desde la planificación y gestión del territorio y sus recursos naturales, hasta la prevención e intervención en materia de Riesgo de Desastres [1]–[3].

El Comité de Expertos sobre la Gestión Mundial de la Información Geoespacial (UN-GGIM) es el órgano intergubernamental de Naciones Unidas encargado de debatir, mejorar y coordinar las actividades de gestión de la información geoespacial mundial con la participación de los Estados miembros y cuenta con su capítulo regional: UN-GGIM Américas. Su objetivo es maximizar el uso y los beneficios económicos, sociales y ambientales derivados de la información geoespacial, basado en el conocimiento y el intercambio de experiencias y tecnologías por parte de los Estados miembros [4]. En este contexto, un grupo especializado del UN-GGIM realizó la identificación de una serie de 14 datos básicos y fundamentales para fortalecer la infraestructura de datos espaciales de un país, entre los cuales se encuentran las coberturas y usos de suelo.

Por su parte, el Instituto Geográfico Nacional tiene la misión de entender la representación oficial del territorio nacional y en la elaboración de los marcos normativos para su realización, mediante la obtención de información geográfica precisa, oportuna y concisa [5].

La gran disponibilidad de información satelital permite incorporar la dimensión espacial y la dimensión temporal, dirigiendo los esfuerzos en el desarrollo de metodologías que admiten una actualización constante y el estudio de cambios cuali-cuantitativos en las coberturas y usos de suelo en el tiempo, especialmente debidos a intervenciones antrópicas, que tienen efectos significativos en el ambiente [2], [3].

Se propone aquí explorar una metodología para establecer, de manera gráfica y cuantitativa, los distintos tipos de cobertura del territorio nacional, para lograr brindar un insumo que permita futuros análisis de su evolución espacial y temporal, compatibilizando las coberturas de suelo que pueden ser discernidas con técnicas de teledetección, y las clases establecidas en el Catálogo de Objetos Geográficos institucional [6]

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2 - 1. Área de estudio

El área de estudio seleccionada para implementar la metodología fue la República Argentina, exceptuando los territorios de la Antártida. En la figura 1 se observa el recorte del mapa ArgenMap (https://mapa.ign.gob.ar) con el área propiamente dicha. Argentina cuenta con un total de 18 ecorregiones, resultado

de un conjunto amplio de características climáticas, topográficas, geológicas, biológicas, entre muchas otras que conforman un gran mosaico de coberturas [7].

*Figura 1: Área de estudio*

Para lograr optimizar el tiempo de procesamiento se dividió a la totalidad del área en las 6 regiones de la Argentina: Centro, Patagonia, NOA, NEA, Cuyo e Islas del Atlántico Sur (Figura 2).

*Figura 2: División en regiones de la Argentina, de la región patagónica por procesamiento se separó a las islas del atlántico sur*

## 2 - 2. Imágenes satelitales

Se utilizaron las imágenes satelitales de la misión SENTINEL-2 MSI, con nivel de preprocesamiento 1-C para todo el territorio a excepción de Tierra del Fuego que se utilizaron las 2-A, ambas con una resolución espacial de 10m y 20m dependiendo la banda utilizada. En la provincia de Tierra del Fuego se utilizó ese nivel de procesamiento debido a la alta presencia de nubes en esa zona. El nivel de procesamiento 1-C son imágenes ortorectificadas con nivel de reflectancia por debajo de la atmósfera (BOA por sus siglas en inglés), mientras que la 2-A son imágenes corregidas atmosféricamente. Del mismo proveedor, se utilizó el producto SENTINEL-1 SAR GRD: escala log, con una resolución de 10m, que brinda imágenes del tipo Radar de Apertura Sintética (SAR), banda C. La colección de imágenes se utiliza directamente desde la plataforma Google Earth Engine, y son provistas por Copernicus Sentinel Data [8]. El periodo analizado fue para los meses de enero a diciembre del año 2021, excepto en la región del NOA donde se utilizaron imágenes de junio 2021 a junio 2022 por disponibilidad de imágenes sin presencia de nubes.
Adicionalmente, se utilizó el Modelo Digital de Elevación (DEM por sus siglas en inglés) provisto por el instituto [9] con una resolución de 30m para proveer al clasificador de información auxiliar de altitud.

## 2 - 2. Categorías de cobertura

Las categorías fueron definidas previamente a partir del conocimiento del terreno, información bibliográfica e información geoespacial disponible, así también con una perspectiva de trabajo en una escala de 1:25.000 . Se buscó compatibilizar las clases presentes en el Catálogo de Objetos institucionales [6], que fueron relevadas en cartografía antecedente, con las clases consideradas por organismos nacionales e internacionales. Del análisis de antecedentes se concluyó que los trabajos realizados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Agencia Espacial Europea (ESA), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), MapBiomas y el mapa de las unidades de vegetación en la Argentina realizada por Oyarzabal et al. [10] son las más pertinentes a considerar por su similitud con los antes mencionados Objetos del Catálogo [10,11,12,13]
En base a todo lo antes mencionado, las categorías finales fueron:

1. **Cuerpos de Agua**
    a. Abarca tanto los cuerpos lénticos como lóticos.
2. **Nieve**
    a. Manchones de nieve estacionales como permanentes
3. **Bosque, selva**
    a. Área cerrada o abierta con árboles naturales de importante densidad, de bajo, mediano o gran porte.
4. **Estepa Arbustiva**
    a. Asociación de arbustos bajos, de tallos finos y con baja densidad de cobertura que puede dejar claros. Se encuentran ejemplos en Patagonia.
5. **Tierra para cultivo**
    a. Terreno destinado a la siembra de cereales, hortalizas u otros vegetales que no son permanentes, y que pueden rotar de un año a otro.
6. **Afloramiento rocoso**
    a. Manifestación en superficie de alguna litología de cualquier tipo y composición. Incluye macizo rocoso.
7. **Humedal**
    a. Es la zona inundada con un régimen prácticamente permanente, regulada por factores climáticos. Incluye las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.
8. **Salina**
    a. Zona baja arreica donde se produce acumulación de sales por evaporación (cloruros y sulfatos principalmente), constituyendo un depósito natural de sales, cuya denominación varía según el

tipo de sal. Salina o salar se refiere a la acumulación de sales en solución acuosa. Salitral es el depósito natural de salitre. Boratera es una salina donde la sal predominante es borato.

9. **Médano, duna**
    a. Acumulación de sedimentos sueltos, tamaño arena, que puede trasladarse por acción del viento. Pueden estar en ambiente continental o costero
10. **Pastizal**
    a. Implica un área con dominio de gramíneas por presentar tallos de igual grosor y nudos salientes, hojas cintadas y envainadoras. Comúnmente se denomina estepa herbácea o pradera.
11. **Monte**
    a. Superficie cubierta por hierbas, arbustos y árboles de no más de 5 metros de altura, de menor densidad de cobertura que en el caso del bosque
12. **Planta Urbana***
    a. Acumulación de sedimentos sueltos, tamaño arena, que puede trasladarse por acción del viento. Pueden estar en ambiente continental o costero
13. **Glaciar***
    a. Masa de hielo permanente y en movimiento, alimentada desde un ventisquero y que en forma de lengua ocupa un valle moviéndose cuesta abajo.

Es importante remarcar que las categorías planta urbana y glaciar no fueron categorizadas a través del algoritmo implementado, sino que se usó una máscara. En el caso de planta urbana a partir del shapefile proporcionado por la institución que se realizó a base de fotointerpretación por el departamento de Actualizaciones de Información Geoespacial perteneciente al Instituto Geográfico Nacional. En el caso de glaciar se utilizó la información vectorial provista por el Inventario Nacional de Glaciares [14]

### 2 - 4. Preprocesamiento de Imágenes

Todo el procesamiento fue realizado en la nube, en la plataforma Google Earth Engine. Una vez seleccionados los productos y periodo de procesamiento, se realizó un filtrado de los metadatos para las imágenes Sentinel 2A/B - 1C que permite obtener pixeles con un porcentaje de nubosidad menor al 30%, ya que la presencia de nubes en imágenes que no son radar tienen impacto en el cálculo de índices y datos de reflectancia.
A partir de las imágenes seleccionadas para el periodo en cuestión (enero 2021 - diciembre 2021, y junio 2021 - junio 2022 únicamente para la región de NOA) y las distintas área de interés, se calculó la media aritmética de los pixeles en el

período considerado, tal como se observa en la figura 3 en el uso del algoritmo ee.Reducer de la plataforma de Google (figura 3). Este algoritmo calcula la media para cada pixel de todas las bandas, dentro del período seleccionado. A su vez, también se calculó de la misma manera la máxima y la mínima para cada pixel.

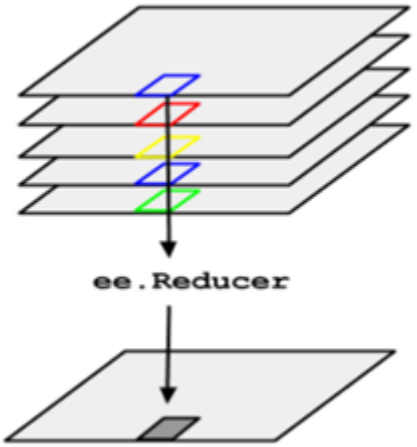



Figura 3: Esquema de procesamiento, donde ee.Reducer () calcula la media, mínima y máxima.

Posteriormente se seleccionaron las bandas espectrales a utilizar en la clasificación. Para el producto SENTINEL 2 se utilizaron las siguientes bandas:

- Banda 2: **Azul** (0,49 um)
- Banda 3: **Verde** (0,56 um)
- Banda 4: **Rojo** (0,65 um)
- Banda 5: **Borde del rojo** (0,70 um)
- Banda 8: Infrarrojo cercano (**NIR** por sus siglas en inglés) (0,84 um)
- Banda 11: Infrarrojo onda corta (**SWIR** por sus siglas en inglés) (1,61 um)

Para las imágenes SAR se utilizaron la banda de co-polarización simple, transmisión vertical/recepción vertical. Esta fue seleccionada debido a su fuerte interacción con volúmenes, ya que la vegetación, especialmente arbórea despolariza la onda, generando una respuesta de mayor intensidad [15, 16].
Los índices espectrales son herramientas fundamentales en la clasificación supervisada, ya que permiten aprovechar la información contenida en las diferentes bandas del espectro electromagnético para identificar y distinguir características específicas en una imagen. Estos índices proporcionan medidas cuantitativas de fenómenos biológicos, químicos y físicos, lo que facilita la

discriminación entre las diversas categorías de cobertura. Al utilizar índices espectrales en la clasificación supervisada, podemos mejorar la precisión y la eficiencia del proceso, al tiempo que obtenemos una comprensión más profunda de la distribución de clases y características en la imagen. En este trabajo se utilizaron los siguientes:

- **NDVI** = (NIR – Rojo) / (NIR + Rojo)

El NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) está altamente asociado con la presencia de vegetación vigorosa, permitiendo su identificación gracias a su fuerte respuesta en el NIR, y absorción en el Rojo [17]. Por lo tanto, los valores altos de este índice estarán asociados a las categorías de bosque y cultivo, mientras que los bajos a zonas de afloramiento rocoso, arenal, agua y estepa.

- **NDWI** = (Verde – NIR) / (Verde + NIR)

El Índice de Agua de Diferencia Normalizada (NDWI) se utiliza para resaltar el aspecto de las masas de agua en una imagen de satélite. Permitiendo que dichas masas de agua “destaquen” en la imagen [18]

- **BSI** = [(SWIR + Rojo) - (NIR + Azul)] / (SWIR + Verde) + (NIR + Azul)]

El BSI (Bare Soil Index) es un indicador numérico que combina bandas espectrales azules, rojas, infrarrojas cercanas e infrarrojas de onda corta para capturar las variaciones del suelo [19]. Esté índice estará asociado a la detección de las categorías de estepa y afloramiento rocoso principalmente.

- **EVI2** = 2,4 * (NIR – Rojo) / (NIR + Rojo + 1)

El Índice de Vegetación Mejorado (EVI2 por sus siglas en inglés) es un índice espectral utilizado para evaluar la salud y la vigorosidad de la vegetación en un área determinada. El EVI2 se basa en la relación entre las bandas del espectro electromagnético sensible a la vegetación, generalmente la banda roja (R) y la banda infrarroja cercana (NIR). El EVI2 proporciona una medida cuantitativa de la densidad y el estado de la vegetación, teniendo en cuenta tanto el contenido de clorofila como la estructura del dosel vegetal. Este índice es útil en aplicaciones de monitoreo ambiental y agrícola, ya que puede ayudar a detectar cambios en la cobertura vegetal, evaluar la salud de los cultivos y estimar la productividad de la vegetación. [20].

- **NDSI** = (Verde – SWIR) / (Verde + SWIR)

El Índice Diferencial Normalizado de Nieve (NDSI) es un indicador numérico que muestra la cobertura de nieve en áreas terrestres. Las bandas espectrales de infrarrojos, verde y de onda corta (SWIR) se utilizan dentro de esta fórmula para trazar el mapa de la cubierta de nieve. Dado que la nieve absorbe la mayor parte de la radiación incidente en el SWIR mientras que las nubes no lo hacen, esto permite a NDSI distinguir la nieve de las nubes. Esta fórmula se utiliza comúnmente en la aplicación de mapas de cobertura de nieve y hielo, así como en el monitoreo de glaciares [21].

- **SAVI** = NIR – Rojo / (NIR + Rojo + 0,5) * (1 + 0,5)

El Índice de Vegetación Ajustado al Suelo (SAVI, por sus siglas en inglés) es un índice espectral utilizado para evaluar la vegetación en áreas con cobertura

vegetal densa, donde el brillo del suelo puede afectar la precisión de otros índices de vegetación. El SAVI ajusta la influencia del suelo en el índice de vegetación, lo que lo hace especialmente útil en áreas con suelo expuesto o con vegetación muy densa. Se calcula a partir de la utilización de la banda NIR que representa el valor de reflectancia en la banda infrarroja cercana, R que representa el valor de reflectancia en la banda roja y L que es un factor de ajuste que puede variar de 0 a 1, dependiendo de las características del suelo y la vegetación del área. Generalmente se suele usar un valor de L igual a 0,5, pero en algunos casos puede ser necesario ajustar ese valor para obtener resultados más precisos dependiendo el objetivo de estudio [22].

- **NDMI** = NIR - SWIR / NIR + SWIR

El Índice de Diferencia Normalizada de Humedad (NDMI) se utiliza para determinar el contenido de agua de la vegetación. Se calcula como una relación entre los valores NIR y SWIR de forma tradicional [23].

Para cada uno de estos índices, se calculó su media, máxima, mínima y el rango del período analizado a partir de la utilización de las bandas espectrales previamente reducidas por el algoritmo ee.Reducer() de Google Earth Engine. Además, se incorporó el modelo digital de elevación para proveer al clasificador de información sobre el relieve de la provincia. Toda esta información se agrupó en una sola imagen stack, donde cada banda espectral, índice espectral e información auxiliar se incorporó como una banda independiente dentro del stack. El resumen de todos los productos acumulados utilizados, con su nivel de procesamiento, más período analizado dentro de la imagen strack se encuentran en la Tabla 1:

Tabla 1 - Productos, niveles de procesamiento y fechas utilizadas

| Producto | Nivel de Procesamiento | Fechas |
|---|---|---|
| **SENTINEL 2A/B** | 1-C | 2021 excepto la Tierra del Fuego que fue junio 2021 a junio 2022 |
| **SENTINEL 2A/B** | 2-A | 2021 excepto la Tierra del Fuego que fue junio 2021 a junio 2022 |
| **SENTINEL 1 SAR - GRD** | Banda C | 2021 excepto la Tierra del Fuego que fue junio 2021 a junio 2022 |
| **Bandas del espectro visible e infrarrojo** | - | 2021 excepto la Tierra del Fuego que fue junio |

| | | |
|---|---|---|
| | | 2021 a junio 2022 |
| **Índices Espectrales** | - Media<br>- Máxima<br>- Mínima | 2021 excepto la Tierra del Fuego que fue junio 2021 a junio 2022 |
| **MDE-Ar v2** | - | - |

**2 - 5. Puntos de entrenamiento y validación**

A partir de la fotointerpretación de imágenes satelitales provistas por Google, así también como las imágenes SENTINEL-2 en falso color compuesto, se realizó la elección de un variado número de píxeles para cada una de las categorías, tratando de incorporar la heterogeneidad dentro de las clases como espacialmente dentro del área de estudio. Por otro lado, se utilizó la plataforma Collect Earth, donde se incorporó el shape de cartas topográficas de las distintas regiones y estableciendo un muestreo aleatorio dentro de cada una. Luego se exportó como .csv para ser editado y georeferenciado en QGIS. También se incorporó un muestreo no aleatorio y focalizado en las categorías con mayor representación en el territorio para obtener una mayor equitatividad de las mismas. Las zonas como Cuyo y la provincia de Misiones poseen un mayor número de muestras dado a la incorporación de puntos de muestreo de trabajos previos realizados en esas áreas.
A los efectos de garantizar un mínimo de puntos que resulten en una clasificación robusta y confiable, se identificaron como mínimo 10x píxeles, siendo x la cantidad de bandas utilizadas para la clasificación [24]. Se intentó distribuir los puntos de manera aleatoria siempre que sea posible, para reducir el riesgo de autocorrelación [25].

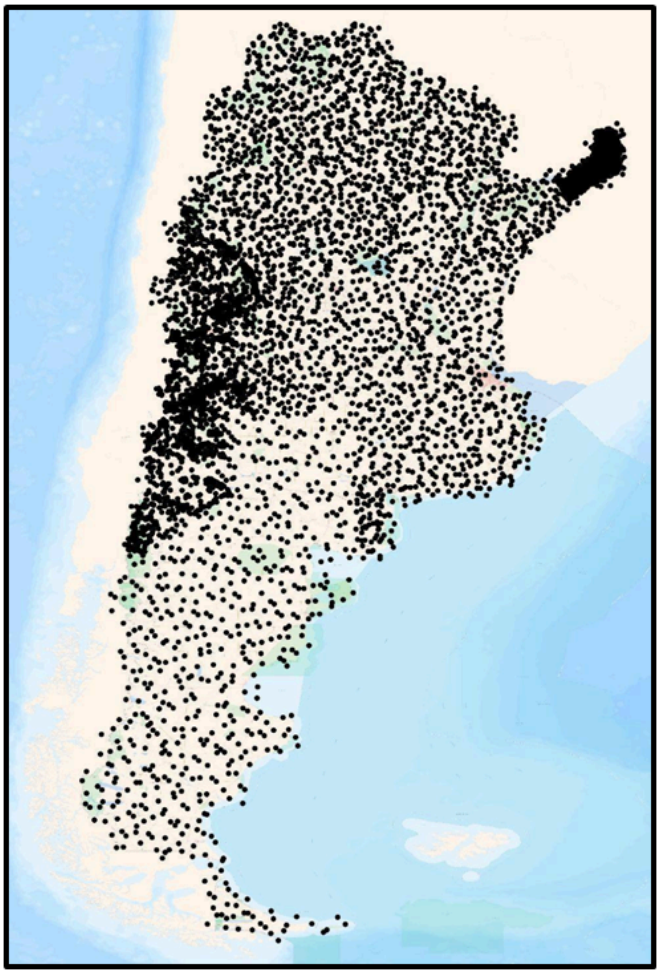


Figura 4: Distribución de los puntos de entrenamiento y validación en el área de estudio

Del total de puntos de entrenamiento y validación, se utilizó el 70% para entrenamiento del algoritmo, y el 30% para validación (Tabla 2). Todas las clases deben tener una buena proporción de datos en el grupo de entrenamiento y validación para subsanar los problemas de la división entrenamiento-validación, utilizada en la validación cruzada. Se pueden hacer sucesivas iteraciones, donde la muestra se divide aleatoriamente, y comparar cómo resultan los parámetros luego de esa serie de repeticiones (es decir, se dividen en 70/30 de manera aleatoria, pero se procesa varias veces el algoritmo, así cada división reparte los datos de manera diferente). La plataforma GEE reparte el 70% y 30% en cada iteración de manera aleatoria.

Tabla 2 - Cantidad de puntos de entrenamiento y validación por categoría de cobertura del suelo.

| Categoría del punto | Cantidad |
|---|---|
| Cuerpos de Agua | 2166 |
| Nieve | 503 |
| Bosque, selva | 2075 |
| Estepa arbustiva | 2047 |
| Tierra para cultivo | 1203 |
| Afloramiento rocoso | 935 |
| Humedal | 1212 |
| Salina | 987 |
| Médano, duna | 880 |
| Monte | 471 |
| Pastizal | 1378 |
| Planta Urbana* | MÁSCARA |
| Glaciar* | MÁSCARA |
| **TOTAL** | **13857** |

El Random Forest es un método de clasificación supervisada que ejecuta varios algoritmos de árboles de decisiones para clasificar un nuevo objeto basado en atributos, bandas del stack en este caso que incluye las bandas espectrales de las imágenes, las imágenes radar, los índices espectrales y el DEM. Cada árbol de decisión da una clasificación y finalmente la decisión con mayor “votos” es la predicción del algoritmo. Unos de los beneficios que más llama la atención es el de poder manejar grandes cantidades de datos con mayor dimensionalidad. Puede manejar miles de variables de entrada e identificar las variables más significativas, por lo que se considera uno de los métodos de reducción de dimensionalidad. Además, el modelo muestra la importancia de la variable, que puede ser una característica muy útil a la hora de analizar las bandas del stack

que se usó en la clasificación.

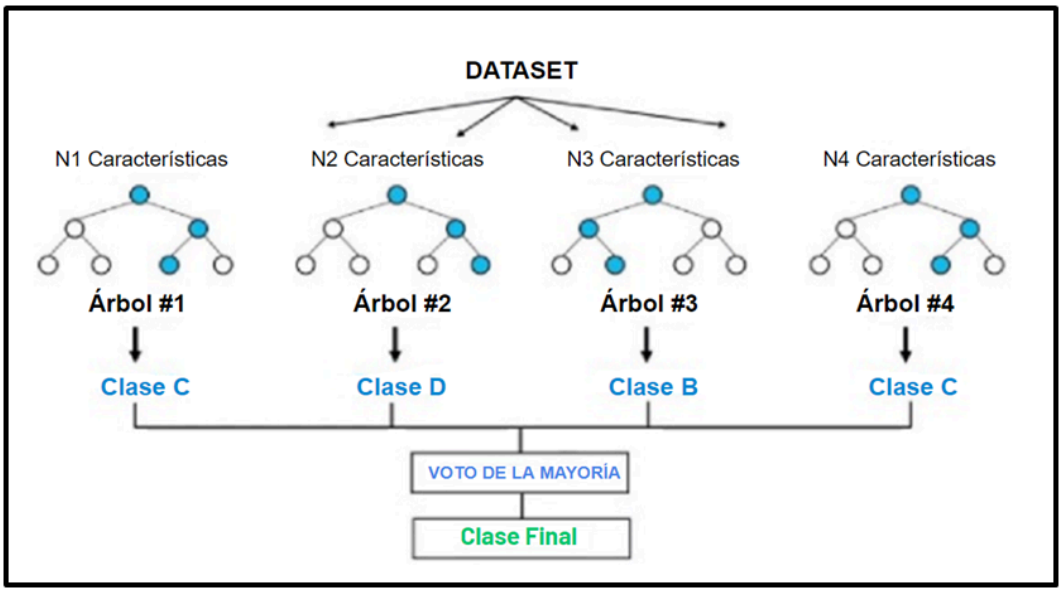



Figura 5: Representación de cómo funciona el algoritmo de clasificación supervisada Random Forest

Se utilizó esta metodología para realizar la clasificación supervisada ya que ofrece una buena respuesta con muestras reducidas, aunque si los puntos de muestreo son escasos puede tener problemas con la identificación de clases de menor peso relativo [26]. Entonces, entre las características deseables del clasificador RF podemos nombrar [27]:

- Es relativamente robusto a valores atípicos y al ruido.
- Brinda información útil sobre estimaciones internas del error, la fuerza, correlación e importancia de variables.
- Es simple y fácilmente paralelizado.
- Es capaz de tomar numerosas variables de entrada y ejecutar clasificaciones rápidas, sin ser severamente afectado por el "curse of dimensionality [28].

### 2 - 7. Análisis de la clasificación

Finalmente, con la zona de estudio ya clasificada, se analizó la precisión del modelo sobre los puntos de validación, a partir de los índices de precisión general, precisión del usuario, precisión del productor y el índice Kappa. A su vez, se realizó la matriz de confusión para evidenciar las precisiones del clasificador en cada categoría. Cabe destacar que estos índices de precisión y

matriz son propios de cada región.

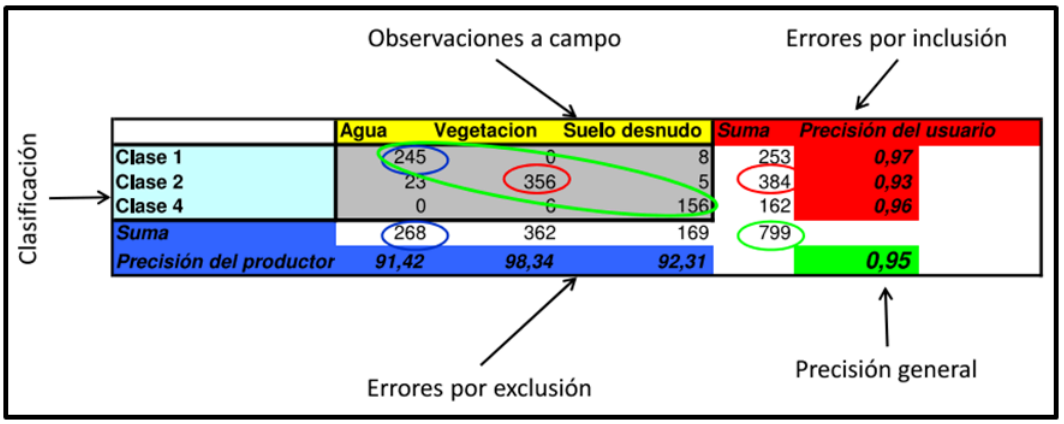



Figura 6: Ejemplo de Matriz de Confusión, donde se observa los distintos tipos de precisión, de errores y las diferencias entre las clases analizadas.

Se obtuvieron las matrices y resultados de precisión desde el plug-in de QGIS "Semi-Automatic Classification". Para utilizarlo, se procesaron las muestras de puntos con un buffer de 30 metros, aproximadamente el tamaño de un píxel de clasificación, para transformarlas a polígonos. Luego el plugin toma como inputs la clasificación y las muestras para corroborar la verdad terrestre con la brindada por el clasificador. Se tuvieron en cuenta dos índices de precisión, el general y el Kappa. El Índice Kappa evalúa la concordancia entre las clasificaciones realizadas por un modelo y las clases de referencia, teniendo en cuenta la concordancia esperada al azar. Es una medida útil para evaluar la confiabilidad y el acuerdo más allá de lo que se podría esperar por azar. El Índice Kappa tiene en cuenta tanto los acuerdos correctos como los desacuerdos, lo que puede ser especialmente importante cuando hay clases desbalanceadas o cuando los errores en algunas clases son más críticos que en otras. Por otro lado, la precisión general mide la proporción de clasificaciones correctas en relación con el total de observaciones clasificadas. Es una medida más simple y directa de la precisión global del modelo, sin tener en cuenta los desacuerdos entre clases individuales.

## 3. RESULTADOS

Como resultado se obtuvo un producto que representa la cobertura del suelo del territorio nacional para las 13 categorías propuestas anteriormente, para una utilización en escala 1:25.000. El tamaño del píxel es de 30m y se realizaron en las proyecciones EPSG:4326 y EPSG:3857. Se adecuaron los estilos a las categorías correspondientes y se realizaron los procesos de post-producción (compresión del archivo y creación de pirámides).

A continuación se muestran los índices de precisión, general y Kappa, para cada una de las regiones

### 3 - 1. Centro

➔ **Precisión general (%)** = 81

➔ **Índice Kappa** = 0.6440

| Matriz de Confusión | | Verdad Terrestre | | | | | | | | | | Precisión | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cuerpo de agua | Bosque, selva | Estepa Arbustiva | Cultivo | Afloramiento rocoso | Humedal | Salina | Arenal | Pastizal | Monte | Total | P. Usuario |
| Clasificación | Cuerpo de agua | 70 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 73 | 0.96 |
| | Bosque, selva | 0 | 11 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 14 | 0.79 |
| | Estepa Arbustiva | 0 | 0 | 23 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 30 | 0.77 |
| | Cultivo | 5 | 0 | 1 | 87 | 0 | 3 | 0 | 0 | 12 | 2 | 110 | 0.79 |
| | Afloramiento rocoso | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 1.00 |
| | Humedal | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 59 | 1 | 0 | 9 | 1 | 72 | 0.82 |
| | Salina | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 23 | 0 | 0 | 0 | 24 | 0.96 |
| | Arenal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 23 | 0 | 0 | 24 | 0.96 |
| | Pastizal | 0 | 0 | 2 | 17 | 1 | 6 | 0 | 1 | 49 | 1 | 77 | 0.64 |
| | Monte | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 18 | 24 | 0.75 |
| Precisión | Total | 75 | 17 | 27 | 106 | 10 | 72 | 27 | 24 | 74 | 24 | 456 | - |
| | P. Productor | 0.93 | 0.65 | 0.85 | 0.82 | 0.80 | 0.82 | 0.85 | 0.96 | 0.66 | 0.75 | - | 0.81 |

### 3 - 2. Cuyo

➔ **Precisión general (%)** = 77

➔ **Índice Kappa** = 0.5661

| Matriz de Confusión | | Verdad terrestre | | | | | | | | | | | Precisión | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cuerpo de agua | Nieve | | Estepa arbustiva | Tierra para cultivo | Afloramiento rocoso | Humedal | Salina | Médano, duna | Pastizal | Monte | Total | P. Usuario |
| Clasificación | Cuerpo de agua | 108 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 124 | 0.87 |
| | Nieve | 0 | 142 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 151 | 0.94 |
| | Bosque, selva | 0 | 0 | 102 | 15 | 0 | 8 | 7 | 0 | 0 | 0 | 2 | 134 | 0.76 |
| | Estepa arbustiva | 16 | 0 | 25 | 727 | 51 | 62 | 76 | 10 | 148 | 8 | 19 | 1142 | 0.64 |
| | Tierra para cultivo | 0 | 0 | 0 | 0 | 123 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 127 | 0.97 |
| | Afloramiento rocoso | 3 | 9 | 5 | 17 | 0 | 191 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 232 | 0.82 |
| | Humedal | 5 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 84 | 7 | 0 | 0 | 0 | 102 | 0.82 |
| | Salina | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 155 | 0 | 0 | 0 | 159 | 0.97 |
| | Médano, duna | 0 | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 0 | 1 | 187 | 0 | 0 | 198 | 0.94 |
| | Pastizal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 18 | 1.00 |
| | Monte | 0 | 0 | 9 | 14 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 63 | 87 | 0.72 |
| Precisión | Total | 132 | 151 | 143 | 783 | 178 | 270 | 179 | 173 | 335 | 42 | 88 | 2474 | - |
| | P. Productor | 0.82 | 0.94 | 0.71 | 0.93 | 0.69 | 0.71 | 0.47 | 0.90 | 0.56 | 0.43 | 0.72 | - | 0.77 |

### 3 - 3. NOA

➔ **Precisión general (%)** = 79

➔ **Índice Kappa** = 0.6707

| Matriz de Confusión | | Verdad terrestre | | | | | | | | | | | Precisión | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cuerpo de agua | Nieve | Bosque, selva | Estepa arbustiva | Tierra para cultivo | Afloramiento rocoso | Humedal | Salina | Médano, duna | Pastizal | Monte | Total | P. Usuario |
| Clasificación | Cuerpo de agua | 64 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 65 | 0.98 |
| | Nieve | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0.86 |
| | Bosque, selva | 20 | 0 | 60 | 5 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 6 | 96 | 0.63 |
| | Estepa arbustiva | 0 | 0 | 0 | 27 | 0 | 3 | 5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 36 | 0.75 |
| | Tierra para cultivo | 0 | 0 | 1 | 1 | 26 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 30 | 0.87 |
| | Afloramiento rocoso | 0 | 0 | 1 | 9 | 0 | 36 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 50 | 0.72 |
| | Humedal | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 0.87 |
| | Salina | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 17 | 0 | 0 | 0 | 17 | 1.00 |
| | Médano, duna | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1.00 |
| | Pastizal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1.00 |
| | Monte | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 18 | 0.89 |
| Precisión | Total | 84 | 6 | 64 | 44 | 28 | 41 | 22 | 18 | 3 | 3 | 23 | 336 | - |
| | P. Productor | 0.76 | 1.00 | 0.94 | 0.61 | 0.93 | 0.88 | 0.59 | 0.94 | 0.33 | 0.33 | 0.70 | - | 0.79 |

## 3 - 4. Patagonia

➔ **Precisión general (%)** = 87

➔ **Índice Kappa** = 0.6027

| Matriz de confusión | | Verdad terrestre | | | | | | | | | | | Precisión | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cuerpo de agua | Nieve | Bosque, selva | Estepa arbustiva | Tierra para cultivo | Afloramiento rocoso | Humedal | Salina | Médano, duna | Pastizal | Monte | Total | P. Usuario |
| Clasificación | Cuerpo de agua | 169 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 184 | 0.92 |
| | Nieve | 5 | 16 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 23 | 0.70 |
| | Bosque, selva | 1 | 0 | 97 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | 0 | 107 | 0.91 |
| | Estepa arbustiva | 2 | 0 | 2 | 141 | 1 | 9 | 7 | 11 | 0 | 3 | 1 | 177 | 0.80 |
| | Tierra para cultivo | 0 | 0 | 0 | 2 | 33 | 1 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 39 | 0.85 |
| | Afloramiento rocoso | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 31 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | 37 | 0.84 |
| | Humedal | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 37 | 2 | 0 | 1 | 0 | 42 | 0.88 |
| | Salina | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 78 | 2 | 1 | 0 | 84 | 0.93 |
| | Médano, duna | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 41 | 1 | 0 | 43 | 0.95 |
| | Pastizal | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 28 | 0 | 32 | 0.88 |
| | Monte | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 7 | 0.86 |
| Precisión | Total | 181 | 16 | 101 | 146 | 37 | 43 | 50 | 95 | 43 | 56 | 7 | 775 | - |
| | P. Productor | 0.93 | 1.00 | 0.96 | 0.97 | 0.89 | 0.72 | 0.74 | 0.82 | 0.95 | 0.50 | 0.86 | - | 0.87 |

## 3 - 5. NEA

➔ **Precisión general (%)** = 77

➔ **Índice Kappa** = 0.6613

| Matriz de Confusión | | Verdad terrestre | | | | | | | Precisión | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cuerpo de Agua | Bosque, selva | Estepa arbustiva | Tierra para cultivo | Humedal | Pastizal | Monte | Total | P. Usuario |
| Clasificación | Cuerpo de Agua | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37 | 1.00 |
| | Bosque, selva | 1 | 164 | 0 | 8 | 4 | 21 | 4 | 202 | 0.81 |
| | Estepa arbustiva | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.00 |
| | Tierra para cultivo | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 1 | 14 | 0.93 |
| | Humedal | 4 | 4 | 2 | 0 | 30 | 2 | 1 | 43 | 0.70 |
| | Pastizal | 0 | 17 | 0 | 15 | 2 | 45 | 0 | 79 | 0.57 |
| | Monte | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 11 | 13 | 0.85 |
| Precisión | Total | 42 | 185 | 3 | 36 | 37 | 68 | 17 | 388 | - |
| | P. Productor | 0.88 | 0.89 | 0.00 | 0.36 | 0.81 | 0.66 | 0.65 | - | 0.77 |

## 3 - 6. Atlántica

➔ **Precisión general (%)** = 97

➔ **Índice Kappa** = 0.8290

| Matriz de Confusión | | Verdad Terrestre | | | | Precisión | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Nieve | Afloramiento rocoso | Humedal | Pastizal | Total | P. Usuario |
| Clasificación | Nieve | 9 | 0 | 0 | 0 | 9 | 1.00 |
| | Afloramiento rocoso | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1.00 |
| | Humedal | 0 | 0 | 9 | 0 | 9 | 1.00 |
| | Pastizal | 0 | 0 | 1 | 16 | 17 | 0.94 |
| Precisión | Total | 9 | 2 | 10 | 16 | 37 | - |
| | P. Productor | 1.00 | 1.00 | 0.90 | 1.00 | - | 0.97 |

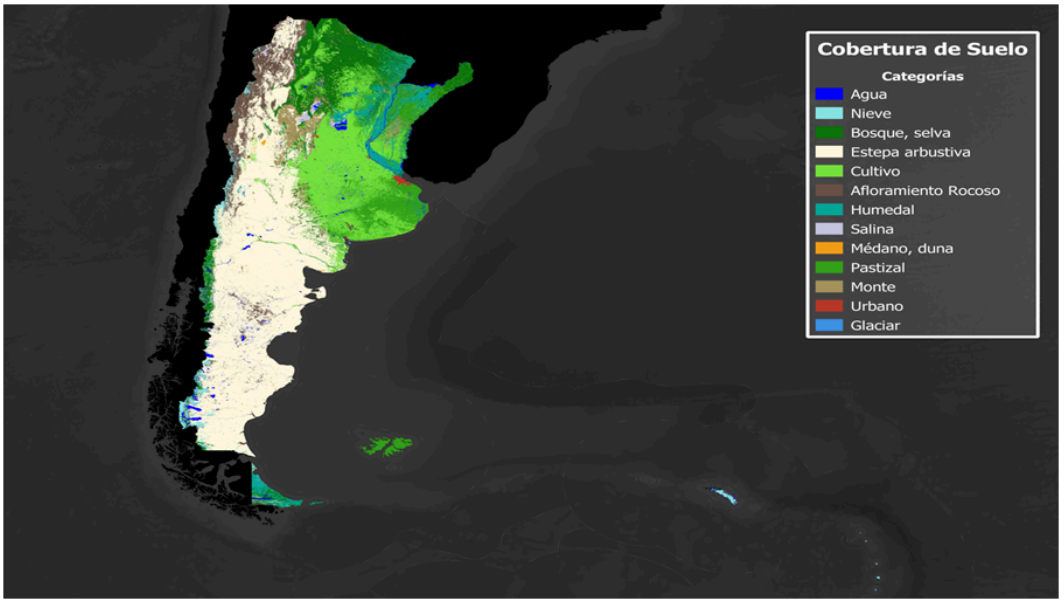



Figura 7: Resultado final de cobertura del suelo de la República Argentina

## 4. CONCLUSIONES

La clasificación de cobertura de suelo para el territorio Argentino constituye un insumo nacional de calidad para su futura implementación en análisis temporales y espaciales de las mismas. El contar con un producto nacional y de libre acceso, brinda la posibilidad de generar una inmensa cantidad de análisis o subproductos posteriores tales como ordenamientos territoriales, gestión de riesgos, gestión ambiental, entre muchos otros.
Durante el trabajo se detectaron ciertas oportunidades de mejora, tales como, mejorar el tamaño de píxel para trabajar en menores escalas, la toma de muestras a campo para la clasificación, sub-categorías en las clases y la unión entre regiones para que la continuidad sea más fluida.

## 5. REFERENCIAS

[1] S. Talukdar et al., “Land-use land-cover classification by machine learning classifiers for satellite observations-A review,” Remote Sens., vol. 12, no. 7, 2020, doi: 10.3390/rs12071135.

[2] Y. A. Liou, A. K. Nguyen, and M. H. Li, “Assessing spatiotemporal eco-environmental vulnerability by Landsat data,” Ecol. Indic., vol. 80, no.

May, pp. 52–65, 2017, doi: 10.1016/j.ecolind.2017.04.055.

[3] K. A. Nguyen and Y. A. Liou, “Global mapping of eco-environmental vulnerability from human and nature disturbances,” Sci. Total Environ., vol. 664, pp. 995–1004, 2019, doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.01.407.

[4] UN-GGIM, UN-GGIM: Américas. Estatutos, Comité Regional de Naciones Unidas Sobre Gestión Global de la Información Geoespacial para las Américas (UN-GGIM: Américas). 2019, pp. 1–12.

[5] Instituto Geográfico Nacional, “DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE CORRESPONDIENTE AL TERRITORIO CONTINENTAL, ANTÁRTICO E INSULAR DE LA REPÚBLICA ARGENTINA,” 2022. [Online]. Available: https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/UnidadesTerritoriales/DocumentacionTecnica/.

[6] Instituto Geográfico Nacional, “Descripción del Diccionario de Conceptos y Catálogo de Objetos Geográficos del Instituto Geográfico Nacional República Argentina,” 2017.

[7] Waller, Tomas & Micucci, Patricio & Draque, Juan & Barros, Mariano & Estavillo, Candelaria. (2010). CONSERVACIÓN DE LA BOA AMPALAGUA (Boa constrictor occidentalis) EN LA REPÚBLICA ARGENTINA.

[8] Ruiz-Ramos, J., Marino, A., Boardman, C., & Suarez, J. (2020). Continuous Forest Monitoring Using Cumulative Sums of Sentinel-1 Timeseries. Remote Sensing, 12(18), 3061. MDPI AG. Retrieved from http://dx.doi.org/10.3390/rs12183061

[9] MDE-Ar | Instituto Geográfico Nacional. (s. f.). https://www.ign.gob.ar/category/tem%C3%A1tica/geodesia/mde-ar

[10] Oyarzabal, M., Clavijo, J., Oakley, L., Biganzoli, F., Tognetti, P., Barberis, I., Maturo, H. M., Aragón, R., Campanello, P. I., Prado, D., Oesterheld, M., & León, R. J. (2018). Unidades de vegetación de la Argentina. Ecología Austral, 28(1), 040–063. https://doi.org/10.25260/EA.18.28.1.0.399

[11] Zanaga, D., Van De Kerchove, R., Daems, D., De Keersmaecker, W., Brockmann, C., Kirches, G., Wevers, J., Cartus, O., Santoro, M., Fritz, S., Lesiv, M., Herold, M., Tsendbazar, N.E., Xu, P., Ramoino, F., Arino, O., 2022. ESA WorldCover 10 m 2021 v200. https://doi.org/10.5281/zenodo.7254221

[12] LAND COVER CLASSIFICATION SYSTEM. (s/f). Fao.org. Recuperado el 23 de febrero de 2023, de https://www.fao.org/3/x0596e/x0596e00.htm

[13] Volante, José & Collado, Alfredo & Ferreyra, Eduardo & López, Carlos & Navarro Rau, Maria & Pezzola, Alejandro & Puentes, María & Olmedo, Guillermo & al,. (2009). Monitoreo de la cobertura y el uso del suelo a partir de sensores remotos.

[14] IANIGLA - Inventario Nacional de Glaciares. 2018. Resumen ejecutivo de los resultados del Inventario Nacional de Glaciares. IANIGLA-CONICET, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Pp. 27.

[15] M. Shimada, T. Itoh, T. Motooka, M. Watanabe, and T. Shiraishi, “New global forest / non-forest maps from ALOS PALSAR data ( 2007 – 2010 ) Remote Sensing of Environment New global forest / non-forest maps from ALOS PALSAR data ( 2007 – 2010 ),” Remote Sens. Environ., no. February 2018, 2014, doi: 10.1016/j.rse.2014.04.014.

[16] L. Pasolli et al., “Estimation of soil moisture in mountain areas using SVR technique applied to multiscale active radar images at C-band,” IEEE J. Sel. Top. Appl. Earth Obs. Remote Sens., vol. 8, no. 1, pp. 262–283, 2015, doi: 10.1109/JSTARS.2014.2378795.

[17] K. J. Raj and S. Sivasathya, “SVM and Random Forest Classification of Satellite Image with NDVI as an Additional Attribute to the Dataset,” doi: 10.1007/978-81-322-1771-8.

[18] S. K. McFEETERS (1996) The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features, International Journal of Remote Sensing, 17:7, 1425-1432, DOI: 10.1080/01431169608948714

[19] M. Castelo-cabay, J. A. Piedra-fernandez, and R. Ayala, “Deep learning for land use and land cover classification from the Ecuadorian Paramo .,” 2022, doi: 10.1080/17538947.2022.2088872.

[20] Mondal, P. (2011). Quantifying surface gradients with a 2-band Enhanced Vegetation Index (EVI2). Ecological Indicators, 11(3), 918–924. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.10.006

[21] Raster calculator. (s/f). Bluemarblegeo.com. Recuperado el 23 de febrero de 2023, de https://www.bluemarblegeo.com/knowledgebase/global-mapper-19/Raster_Calculator.htm

[22] Landsat Soil Adjusted Vegetation Index. (s/f). Usgs.gov. Recuperado el 23 de febrero de 2023, de https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-soil-adjusted-vegetation-index

[23] Normalized Difference Moisture Index. (s/f). Usgs.gov recuperado el 28 de febrero de 2023, de Normalized Difference Moisture Index | U.S. Geological Survey (usgs.gov)

[24] D. A. Griffith, “Effective Geographic Sample Size in the Presence of Spatial Autocorrelation,” vol. 95, no. December 2004, pp. 740–760, 2005.

[25] L. C. L. High-resolution, C. A. Ramezan, T. A. Warner, A. E. Maxwell, and B. S. Price, “Effects of Training Set Size on Supervised Machine-Learning Remotely Sensed Data,” Remote Sens., pp. 1–27, 2021.

[26] J. Bialas, T. Oommen, and T. C. Havens, “Int J Appl Earth Obs Geoinformation Optimal segmentation of high spatial resolution images for the classification of buildings using random forests,” Int J Appl Earth Obs Geoinf., vol. 82, no. June, p. 101895, 2019, doi: 10.1016/j.jag.2019.06.005.

[27] Breiman, L. (2001). Random Forest. Machine learning, 45(1), 5–32. https://doi.org/10.1023/a:1010933404324

[28] Rodriguez-Galiano, V. F., Chica-Olmo, M., Abarca-Hernandez, F., Atkinson, P. M., & Jeganathan, C. (2012). Random Forest classification of Mediterranean land cover using multi-seasonal imagery and multi-seasonal texture. Remote Sensing of Environment, 121, 93–107. https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.12.003

# Portal de Mapas Estadísticos Provincia de Buenos Aires

Federico Ferella[1], Juan Ramón Pérez[1], Diaz Pablo[1], Magi Ortiz Jairo[1]

[1] Dirección Provincial de Estadística,
Subsecretaría de Coordinación Económica y Estadística, Ministerio de Hacienda y Finanzas de la Provincia de Buenos Aires
Calle 7 N°684, La Plata, CP 1900, +54 0221 4294400 Int 97036,
Calle 9 N°653, La Plata, CP 1900, +54 0221 4294400 Int 97006,
ffere, jperez @estadistica.ec.gba.gov.ar, leon.pablodiaz@gmail.com
jairo.magi@gmail.com

**Resumen:** En la Provincia de Buenos Aires, la Dirección Provincial de Estadística del Ministerio de Hacienda y Finanzas (DPE) es el organismo responsable de recabar, producir y brindar información de alta calidad, oportuna y relevante tanto para el diseño de las políticas públicas como para la toma de decisiones de diversos actores.
Para cumplir con dicha misión, un actor fundamental dentro de la Dirección, es el Departamento de Cartografía Estadística que utilizando Sistemas de Información Geográfica produce, comparte y publica información estadística georeferenciada de la Provincia. Este documento tiene como objetivo dar a conocer el trabajo realizado en la DPE con los Sistemas de Información Geográfica, que permitió publicar un Portal de Mapas desde donde se puede visualizar, descargar, analizar y utilizar información estadística de la Provincia de Buenos Aires.

**Palabras Claves:** PORTAL DE MAPAS, GEOESTADÍSTICA, CARTOGRAFÍA CENSAL, MAPAS ESTADÍSTICOS, POBLACIÓN.

## INTRODUCCIÓN

El Sistema Estadístico Nacional está integrado por el INDEC y por los Servicios Estadísticos (SE) de los organismos nacionales, provinciales y municipales, que son las unidades orgánicas encargadas de elaborar, recopilar, interpretar y/o divulgar estadísticas oficiales.
En cada provincia existe una Dirección Provincial de Estadística (DPE), dependiente del gobierno provincial. Cada una de ellas coordina su correspondiente Sistema Estadístico Provincial. En la Provincia de Buenos Aires la Dirección Provincial de Estadística del Ministerio de Hacienda y Finanzas (DPE) es el organismo responsable de planificar y orientar metodológicamente, todos los operativos estadísticos y censales oficiales que se desarrollen en la Provincia.
Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) cumplen un rol determinante en cada uno de los operativos y en la publicación de sus resultados. Para ello, el "Portal de Mapas Estadísticos" que estamos presentando, es una herramienta fundamental, ya que permite utilizar mapas interactivos durante el desarrollo de los operativos, descargar capas base y visualizar información de los resultados.

El siguiente es un detalle de las utilidades más importantes que tiene el Portal:
1. Visualizadores de Mapas
2. Geoservicios
3. Descarga de Capas
4. WebMaps de Operativos
5. Repositorio digital de mapas

Tener el Portal de Mapas Estadísticos disponible en Internet, presenta un adelanto importantísimo en la manera de trabajar la Geoestadística en la Provincia de Buenos Aires. El mismo permite a los actores Nacionales, Provinciales, Municipales y público en general, interactuar con las capas y datos estadísticos para el análisis, la gestión y toma de decisiones.

## 1. VISUALIZADORES DE MAPAS

El Portal presenta diversos visualizadores de mapas interactivos, destacándose los que contienen información por Partido de los últimos dos censos Nacionales:

- Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2022, con información de Pobación, Viviendas, Densidad de Población, Variación Intercensal Relativa y Participación Porcentual de cada municipio (figura 1).

- Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, con información de Cantidad de Habitantes, Densidad de Población, Viviendas, NBI y Variación Intercensal Relativa (figura 2).

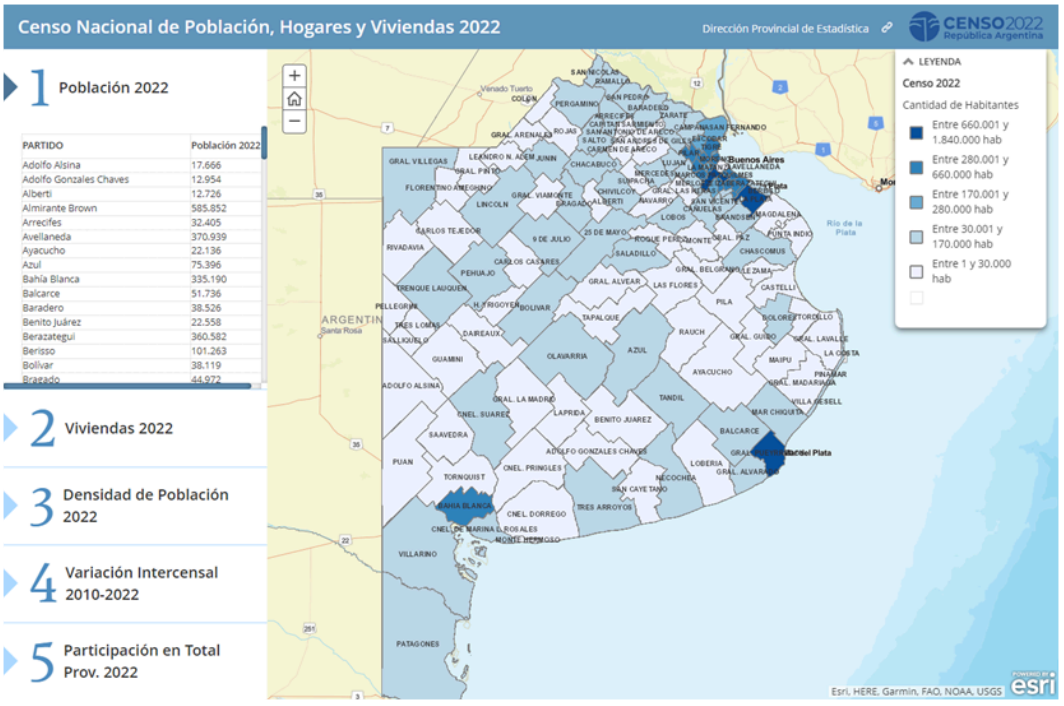



Figura 1: Visualizador Censo 2022

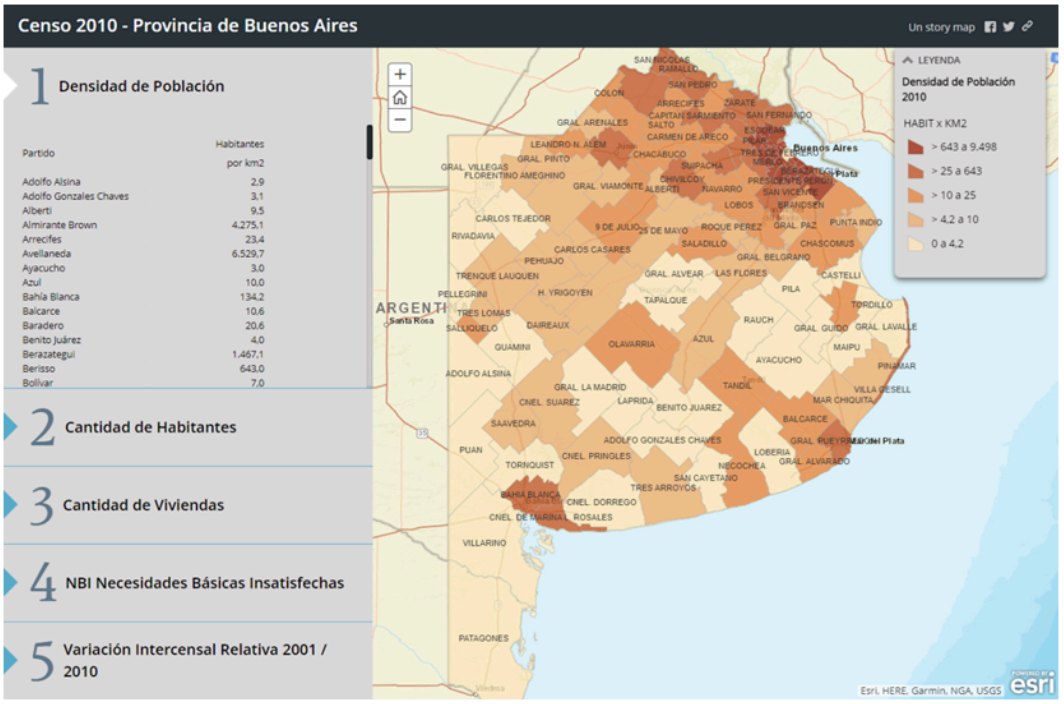



Figura 2: Visualizador Censo 2010

## 2. GEOSERVICIOS

Para aquellos que trabajen con Sistemas de Información Geográfica, se pone a disposición en el Portal, las capas de información como Geoservicio. Si el usuario tiene conocimientos básicos, posee cualquier software SIG, y tiene una conexión a internet, podrá utilizar los geoservicios disponibles para realizar sus propios estudios y análisis con información georeferenciada.
Se ofrece información a nivel provincial y a nivel municipal en formato WMS y WFS.
A nivel Provincial: Partidos, Fracciones Censales, Radios Censales y Localidades. A nivel Municipal: Ejes de calle con nombre y alturas, manzanas, hitos de referencia, Fracciones Censales y Radios Censales.

Los geoservicios están alojados en servidores propios de la Dirección de Estadística y se publican desde el Portal.

## 3. DESCARGA DE CAPAS

Desde el Portal, se ponen a disposición también para libre descarga, las capas de información geoestadística en formato Shapefile (formato utilizado universalmente por los softwares SIG).
Los Shapes disponibles son, al igual que los Geoservicios, a nivel provincial y nivel municipal e incluyen Partidos, Fracciones Censales, Radios Censales, Localidades, Fracciones Censales, Radios Censales, Hitos de Referencia, y Manzanas.
Se pueden descargar libremente, las capas mencionadas utilizadas en el Censo 2010 y las capas actualizadas que se utilizaron para el Censo de Población, Hogares y Viviendas 2022.

## 4. WEBMAPS DE OPERATIVOS

Cada operativo de campo que coordina y ejecuta la Dirección, Provincial de Estadística (Censo, Encuesta Nacional, Encuesta Provincial, etc), tiene mucho trabajo previo de preparación utilizando mapas e información geográfica.
Cada encuestador o censista que recorra el territorio provincial para cualquier operativo, debe llevar un mapa con su zona a recorrer y su carga de trabajo. Para ello, el departamento de Cartografía Estadística confecciona de acuerdo a distintos criterios individuales de cada encuesta, la cartografía de campo para toda la estructura de trabajo.

Los clásicos mapas de papel para cada encuestador o censista se siguen utilizando, pero ahora se agrega la posibilidad de que cada persona en campo también disponga de información digital en su celular o dispositivo.
Para ello se utilizan distintos modelos de WebMaps que se pueden visualizar desde PC, tablet, celular o cualquier dispositivo móvil. Cuando se visualizan se puede ver información base con imágenes satelitales actualizadas, lo que enriquece mucho la información para cualquier persona que se encuentre en gabinete o en campo (figuras 4 y 5).

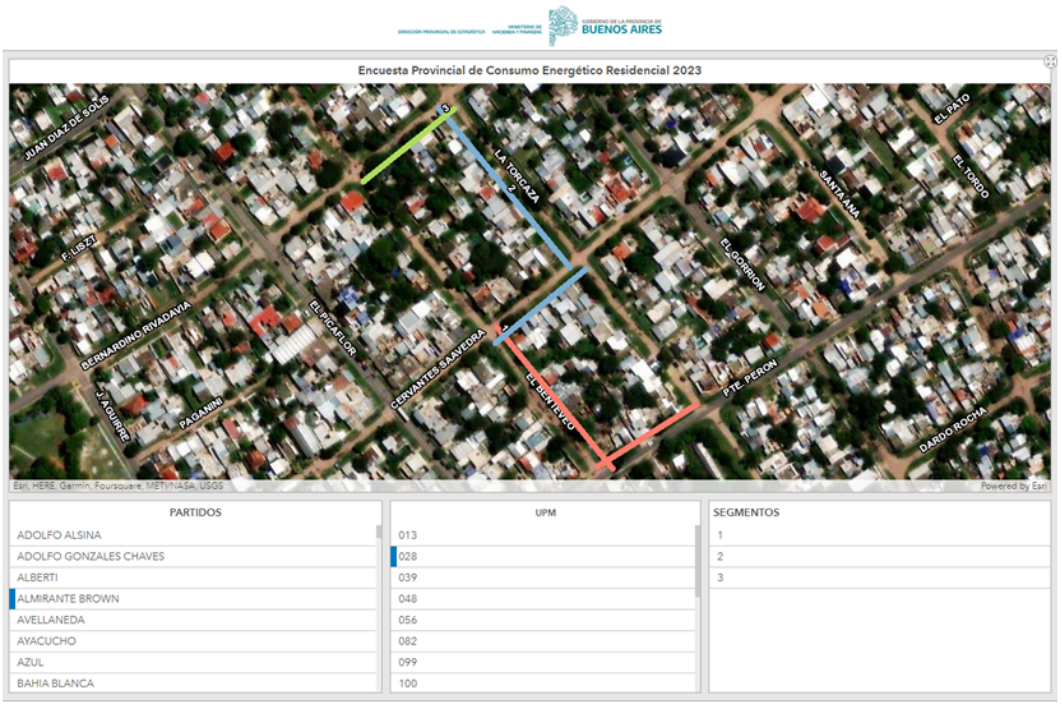



Figura 4: WebMap de Operativo Provincial (vista PC)

Figura 5: WebMap de Operativo Provincial (vista Celular)

## 5. REPOSITORIO DIGITAL DE MAPAS

Dentro del Portal, se pone a disposición un repositorio digital de mapas. En el mismo se pueden visualizar y descargar mapas en formato PDF de distintos operativos para toda la Provincia.
En la actualidad están a disposición más de 3.000 pdf con los mapas de fracciones censales y totales de partido utilizados en el Censo 2022 en todos los municipios de la provincia.
Está sección del Portal, se irá enriqueciendo con archivos PDF de mapas temáticos diversos y de distintos operativos históricos de la Provincia.

## CONCLUSIONES

El Portal de Mapas Estadísticos es una herramienta fundamental para el intercambio y publicación de información geoestadística, ya que posibilita la llegada de la información desde la Dirección Provincial de Estadística hacia todos los actores Nacionales, Provinciales y Municipales que requieren información geoestadística, y hacia la comunidad usuaria de información geoespacial en general.

Figura 6: WebMap Fracciones y Radios Censo 2022

**AGRADECIMIENTOS**

A las autoridades del Ministerio de Hacienda y Finanzas de la Provincia de Buenos Aires, a las autoridades y equipo técnico del INDEC, al Equipo Técnico del Departamento de Cartografía Estadística de la DPE y a todo el personal de la DPE PBA.

# BLOQUE 4
# Mapeos de Información Geoespacial en la Gestión Pública

# Aportes de la Sección Sensores Remotos y SIG de la EEAOC a la Campaña de Vigilancia Fitosanitaria contra el HLB (Huanglongbing) en la Provincia de Tucumán

Lic. Federico J. Soria [(1)(2)]; Mg. Carmina Fandos[(1)]; Mg. Pablo Scandaliaris[(1)]; Mg. Javier Carreras Baldrés[(1)(2)]; Mg. Gerardo Gastaminza[(1)]; Dra. Lucrecia Augier[(1)] y Ing. Agron. Marcelo Lizondo[(1)]

[1] Sección Sensores Remotos y SIG (SRySIG) de la Estación Experimental Agroindustrial "Obispo Colombres" (EEAOC). Av. William Cross 3150, Las Talitas - CP: T4101XAC - Tucumán. - Tel.: +549381 5887630 -
federicos@eeaoc.org.ar
[2] Instituto de Estudios Geográficos "G. Rohmeder" (IEG) de la Facultad de Filosofía y Letras (FFyL) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Av.
Benjamín Aráoz 850, San Miguel de Tucumán - CP: 4000 - Tucumán

**Resumen:** El Huanglongbing (HLB) es considerada la enfermedad más devastadora de los cítricos a nivel mundial, se propaga a través de la utilización de material infectado y de su insecto vector, que es la *Diaphorina citri*, y ésta se alimenta preferentemente de plantas cítricas aunque también lo hace de un hospedante alternativo llamado *Murraya paniculata*, jazmín árabe o mirto.
Hasta el momento esta enfermedad mortal de los citrus no tiene cura, el primer paso para un control exitoso del HLB es su prevención, detección y diagnóstico temprano. La vigilancia fitosanitaria en Tucumán se realiza mediante el monitoreo de la presencia del vector utilizando "Trampas Amarillas" desde 2013coordinado por el SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria).
El 3 de marzo de 2022 en uno de los puntos de monitoreo de la Red Vial Complementaria se detectó la presencia del vector *Diaphorina citri* en el pueblo Manuel Garcia Fernández. Se conforma un Comité de Emergencia provincial y se implementa el Plan de Contingencia. Desde la EEAOC se convoca a la Sección SRySIG para ayudar en las tareas de planeamiento e implementación de distintas redes de Trampas Amarillas en la provincia de Tucumán, utilizando herramientas de la Teledetección y TIG´s para optimizar los resultados. Al día de hoy no se detectó

el virus de la enfermedad, solo el vector y en zonas urbanas.

**Palabras Clave:** HLB - BARRERAS SANITARIAS - TELEDETECCIÓN - SIG

## 1. INTRODUCCIÓN

El HLB es una peligrosa enfermedad que tiene en vilo a muchas zonas productoras de cítricos del mundo y en nuestro país ya está perjudicando plantaciones del NEA, ya que la bacteria fue localizada en Misiones, en Corrientes, en Entre Ríos y en Formosa, tanto en el vector, la *Diaphorina citri*, como en material vegetal, y las cifras empiezan a crecer paulatinamente. Figura 1.

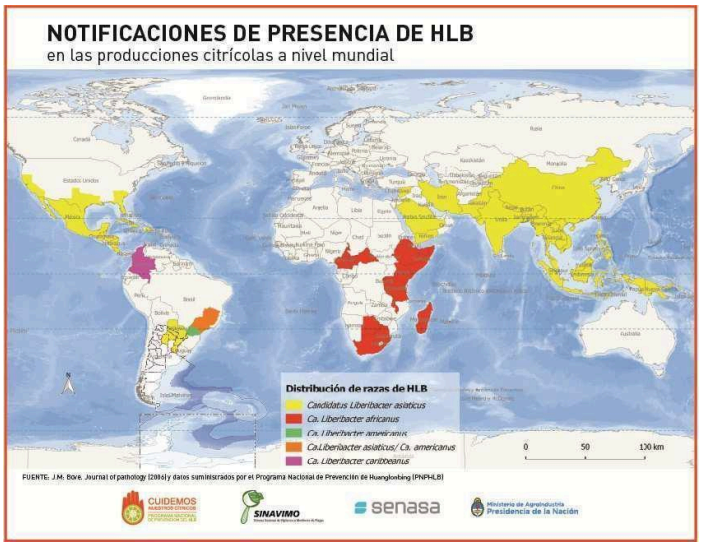



Figura 1: Distribución de sectores afectados con HLB a nivel mundial.

Las características de esa enfermedad, que no tiene cura, que produce la muerte de la planta infectada y hasta la destrucción de toda la citricultura, como pasó en México, Cuba y Brasil entre otros países, requieren que pongamos mucho énfasis en la prevención. Prevenir para mantener nuestro estatus fitosanitario, en cuanto provincia libre de HLB.

El HLB es un problema grave, que pone en riesgo el patrimonio productivo y económico de Tucumán. “Debido a ello debemos trabajar mucho y no bajar la guardia en la vigilancia de nuestra zona, fortaleciendo todo lo actuado hasta el momento tanto en los **controles** como en los **monitoreos**”.

La vigilancia fitosanitaria en Tucumán se realiza mediante el monitoreo de la presencia del vector utilizando "Trampas Amarillas", Figura 2, el monitoreo es llevado adelante por la Red Oficial del SENASA; la Red Complementaria privada en quintas cítricas coordinada por EEAOC y ACNOA y la Red Vial de Trampas coordinada por EEAOC y ACNOA.

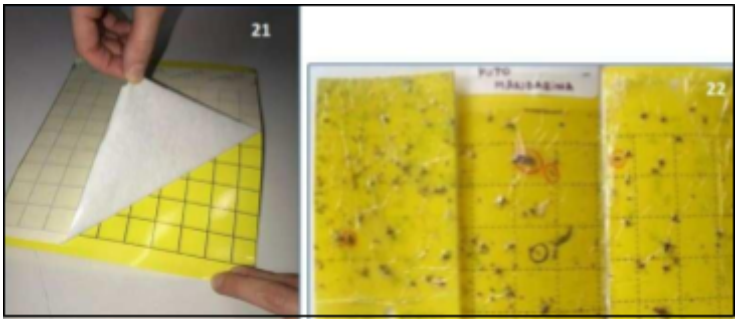



Figura 2: Trampas amarillas utilizadas para el monitoreo de la *Diaphorina citri*.

En ese sentido este trabajo se propone mostrar la tarea mancomunada del SENASA, la EEAOC y AFINOA/ACNOA, es decir la sinergia entre el estado y la actividad privada, a los fines de abordar estrategias de gestión del sistema de monitoreo y control del vector del HLB, la *Diaphorina citri*, Figura 3, en pos de salvaguardar la actividad citrícola en Tucumán y el NOA.

Figura 3: Psilido asiático de los cítricos, *Diaphorina citri*, ejemplar adulto y larvas.

## 2. ÁREA DE TRABAJO

El área de trabajo está delimitada por los límites políticos de la provincia de Tucumán.

Si bien el área citrícola de la provincia se encuentra fundamentalmente en el sector del piedemonte, al este de los cordones montañosos, Figura 4, el monitoreo y control fitosanitario se planificó para que abarque toda la provincia.

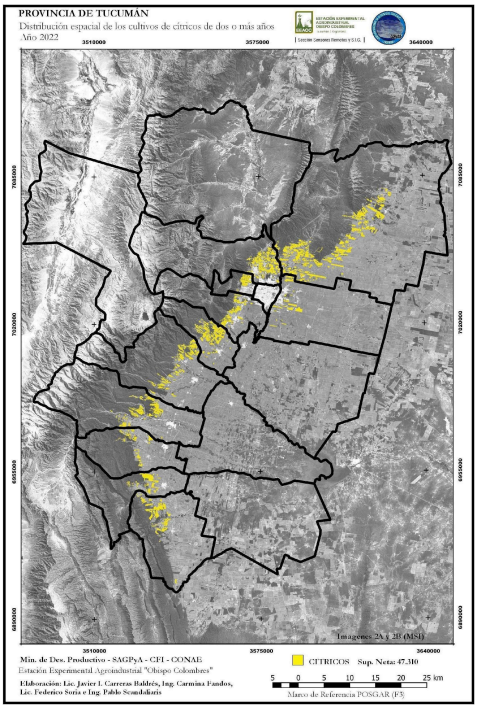



Figura 4: Sector citrícola en la provincia de Tucumán

## 3- OBJETIVOS:

En una primera etapa, en octubre de 2017, rediseñar el Sistema de Monitoreo de la Red Vial en puntos estratégicos en toda la provincia. Y en una segunda fase, a partir del 03 de marzo de 2022, determinar la ubicación de las nuevas redes de monitoreo específico acordes al Protocolo del Plan de Contingencia previsto por el SENASA y COSAVE (Comité de Sanidad Vegetal del Cono Sur). Esto último se encuentra en desarrollo y actualización constante acorde a los resultados de los monitoreos.

## 4. MATERIALES Y METODOS:

Los materiales utilizados básicamente fueron capas de información vectorial y capas en formato raster:

**Vectoriales:**

Capas de información geoespacial en formato vectorial del repositorio del Instituto Geográfico Nacional (IGN) provenientes del **Atlas TUCUMAN 1:100K**:

- Red vial.
- Límites provinciales y departamentales.
- Localidades poblacionales.
- Relevamientos propios de la Sección SRySIG.4

**Raster:**

- Imagenes categorizadas con la clasificación de Citrus 2020 y 2022 realizadas por la Sección SRySIG. Figura 5.
- Imagenes Sentinel 2 de fecha 20220830 y posteriores.
- Mapa Base: Google Satellite

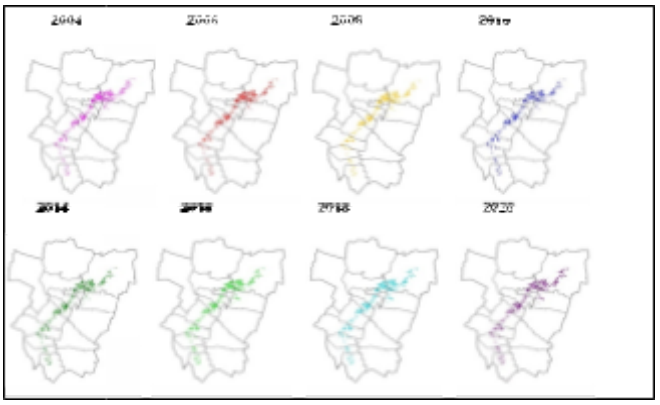


Figura 5: Relevamiento bienal del área citrícola de la provincia de Tucumán, fuente Sección SRySIG de la EEAOC.

**Tablas:**

-Tablas Excel manejadas por la Sección Zoología Agrícola de la EEAOC de fincas y empresas participantes.

**Software utilizados:**

- Versión de QGIS 3.4.5-Madeira.
- Paquete Microsoft OFFICE.

**GPS:**

- GPSs Garmin de la serie Etrex

**Metodología:**

Se utilizaron metodologías propias de la teledetección, para la delimitación del área citrícola, y de los Sistemas de Información Geográfica para la selección de la ubicación de nuevos puntos de control y monitoreo.

## 5. RESULTADOS

Durante la Primera Etapa, setiembre-octubre de 2017, se realizó el relevamiento de la ubicación de las trampas amarillas de la Red Complementaria de Monitoreo de *Diaphorina citr*i en quintas cítricas, donde se identificaron 130 trampas amarillas distribuidas en el área citrícola, Figura 6.

Este relevamiento se realizó a partir de tablas con la geolocalización aportadas por los particulares, Figura 7.

Hoy los productores citrícolas tienen instaladas 3.542 trampas en diferentes quintas cítricas de la provincia, administradas en forma conjunta por Empresas / AFINOA-ACNOA / EEAOC.

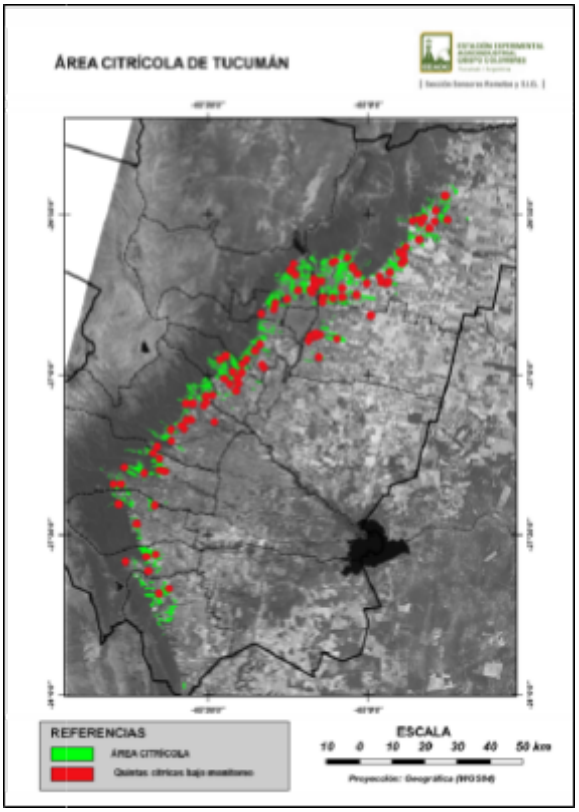



Figura 5: Distribución espacial de las trampas amarillas en quintas cítricas privadas. En la actualidad esta distribución fue densificada.

Figura 5: Formato de las tablas aportadas por particulares para la confección de la cobertura de trampas en fincas privadas.

También en esta etapa se procedió a diseñar el sistema de monitoreo de *D. citri* en la red vial, denominado Barrera Fitosanitaria Móvil o Vial, compuesta por 85 trampas distribuidas en puntos estratégicos en toda la provincia. Esta red está administrada por AFINOA-ACNOA / EEAOC.

Para el diseño de esta Barrera se conto con la asistencia de agentes de SENASA, AFINOA, ACNOA y la EEAOC quienes definieron las premisas que debía cumplir el diseño de la misma. Estas fueron:

1.- Cubrir todo el territorio provincial, a excepción del departamento Tafí del Valle.

2.- Tener presencia en todos los accesos viales a la provincia. 3.- Ser de fácil acceso desde la ruta.

4.- Encontrarse a no más de 30km de, al menos, otro puesto de la Red Móvil.

5.- Priorizar, en lo posible, la ubicación de trampas en zonas urbanas y sub- urbanas.

Cumpliendo estas premisas y aprovechando la potencialidad de los sistemas SIG se elaboro la red que se aprecia en la Figura 6:

Figura 6: Distribución de los puestos de la Barrera Fitosanitaria Móvil o Vial.

| Nombre | Geolocalización - Lat Lon | LAYER | Carpeta | Trampa |
|---|---|---|---|---|
| Zararte sur | Point (-65.33851970738417947 - 26.24204702409317846) | Punto | HLB | 60-1-1 |
| Leocadio Paz | Point (-65.30666722319091377 - 26.15035386245180149) | Punto | HLB | 59-1-1 |
| San Pedro | Point (-65.49490407084283561 - 26.23486956223111122) | Punto | HLB | 49-4-1 |
| Ryta 303-Las marias | Point (-64.84560310675873041 - 26.8683582447891709) | Punto | HLB | 49-1-1 |
| Ranchillos | Point (-65.04404666151108927 - 26.95569165635830089) | Punto | HLB | 4-45-1 |
| Arbol Solo | Point (-64.96580588332699335 - 27.01575520875885061) | Punto | HLB | 4-42-1 |
| Est. Araoz | Point (-64.9203232297632411 - 27.05547648456076004) | Punto | HLB | 4-40-1 |
| Las Cejas | Point (-64.73994863748731632 - 26.88667174740730914) | Punto | HLB | 4-39-1 |
| Puesto del medio | Point (-64.67073676266140581 - 26.78358062061355938) | Punto | HLB | 4-34-1 |
| Los Ralos | Point (-64.99957998370697965 - 26.8872255343695805 2) | Punto | HLB | 4-30-1 |
| Delfin gallo | Point (-65.09123424596215557 - 26.8578715410085386 8) | Punto | HLB | 4-27-1 |
| Tala Pozo | Point (-64.82915491137507047 - 26.73645725146717922) | Punto | HLB | 4-26-1 |
| Cooperativa-La Ramada | Point (-64.90838906695967125 - 26.72239016797445998) | Punto | HLB | 41-3-1 |
| Cruce R304-317-mastil | Point (-64.98472294267200766 - 26.70710282186388085) | Punto | HLB | 37-02-29 |
| El Rodeo-poblacion | Point (-64.92552813687561297 - 26.6692813836339617 2) | Punto | HLB | 41-2-1 |
| Rapelli | Point (-64.50243133067847623 - 26.39205882596796826) | Punto | HLB | 4-40-25 |

Figura 7: Tabla con los atributos de la capa Barrera Fitosanitaria Móvil.

En la Segunda Etapa, que se definió a partir de la identificación del vector *D. citri* en el jardín de una casa en el pueblo Manuel Garcia Fernández, el día 3 de marzo de 2022 en un puesto de la Barrera Móvil. Figura 8.
El día 4 de marzo se creó el Comité de Emergencia y el 5 de marzo de 2022 se implementa el Plan de Contingencia. Esta vez el hospedero fue una Murraya paniculata, comúnmente conocido como jazmín árabe o mirto, Figura 9.

Figura 8: Area de contingencia M. Garcia Fernández. Nótese la ausencia de campos cítricos en los alrededores del pueblo

Figura 9: *Murraya paniculata*, comúnmente conocido como jazmín árabe o mirto.

El Plan de Contingencia estipula que deben monitorearse en círculos concéntricos a partir de la trampa foco a distancias de 1000m, 3000m, 6000m, 8000m y 16000m.

Utilizando las imágenes raster categorizadas con la superficie cítrica de la campaña 2022 y generando buffers a las distancias estipuladas a partir de las trampas foco, se pudo conocer que sectores citrícolas quedaban comprometidos y a qué distancia. De esa manera se pudo optimizar el uso de los recursos y el tiempo invertido en los nuevos monitoreos. El resultado de esta tarea se aprecia en la Figura 10.

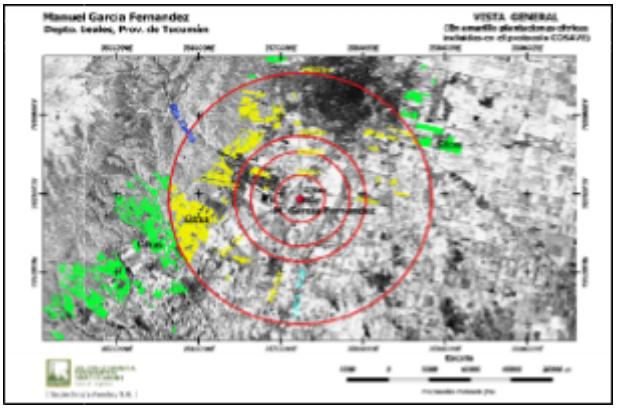



Figura 10: Generación de buffers a partir de trampa foco en M. Garcia Fernandez. En amarillo las plantaciones cítricas incluidas en el protocolo SENASA/COSAVE.

En días subsiguientes, junto a ejemplares de D. citri ,se detectan ejemplares de Tamarixia radiata en las poblaciones de Villa Fiad y Villa de medinas. El porqué radica en que esta avispa es un control biológico natural de la D. citri.

Los resultados gráficos pueden verse en las Figuras 11 y 12 respectivamente.

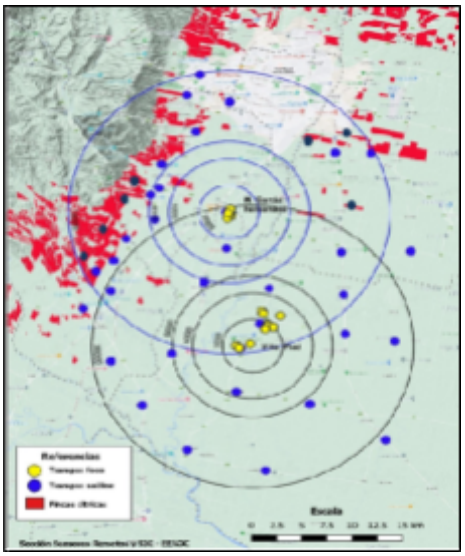


Figura 11: Generación de buffers a partir de trampa foco en M. Garcia Fernandez y Villa Fiad. Los puntos en amarillo corresponden a trampas foco y los azules a nuevas trampas dentro del protocolo SENASA/COSAVE.

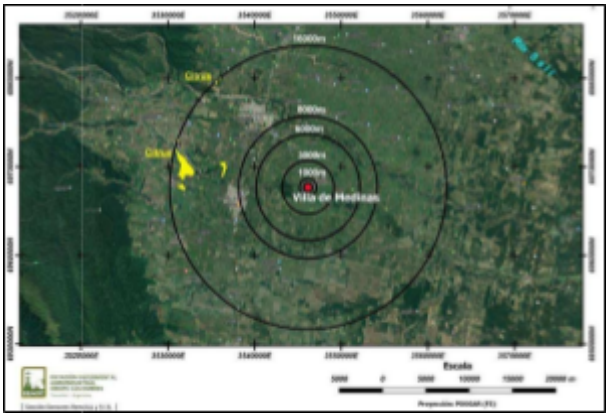



Figura 12: Generación de buffers a partir de trampa foco en Villa de Medina. En amarillo las plantaciones cítricas incluidas en el protocolo SENASA/COSAVE.

Al igual que en los puntos foco de M. Garcia Fernández, las trampas amarillas de villa Fiad y Villa de Medinas se encuentran en zonas urbanas y fuera del área citrícola.

En la Tabla 1, se exponen las hectáreas con cítricos comprometidas para cada uno de los buffers alrededor de las trampas focos con *D. citri*.

| Focos de *D. citri* | Anillos de contingencia | | | Total |
|---|---|---|---|---|
| | **3 - 6 km** | **6 - 8 km** | **8 - 16 km** | |
| García Fernández | 106 ha | 144 ha | 5.159 ha | **5.409 ha** |
| Villa Fiad | - | - | - | |
| Villa de Medinas y La Trinidad | - | - | 409 ha | **409 ha** |

Tabla 1: Superficie con citrus involucrada en el protocolo SENASA-COSAVE.

## 6. CONCLUSIONES

La metodología utilizada contribuye al monitoreo de la presencia del vector del HLB, a los fines de la optimización de la planificación operativa de la misma.

La utilización de capas de información georreferenciadas facilita su cruzamiento y la generación de información útil al momento de la toma de decisiones, en este caso el emplazamiento de los distintos puestos de la Barrera Fitosanitaria.

Las Trampas Foco donde se detecto la presencia de *D. citri* no se encontraban en áreas citrícolas ni rurales. Fueron encontradas en áreas urbanas y en entorno principalmente cañero.

El patógeno causante del HLB, la bacteria *Candidatus Liberibacter spp.*, no fue encontrada en los ejemplares de *D. citri* colectados en trampas amarillas.

## REFERENCIAS

GALLOTTI FLORENZANO, T. (2011). Iniciacao em Sensoriamiento Remoto. Sao Paulo, Brasil: Oficina de Textos. 3º edición 2011.

GASTAMINZA, G. (2020). Cuidado con el HLB. Uno para todos, todos para uno. *Revista Avance*, 38-4. https://www.eeaoc.gob.ar/wp-content/uploads/2021/11/02-AA-38-4_compressed.pdf

PINILLA, C. (1995)-Elementos de Teledetección. Madrid, España: Editado por RA-MA.

QUIROGA, D.(2015), ¿Qué más podemos hacer?. *Avance Agroindustrial* 35-3. https://www.eeaoc.gob.ar/?publicacion=avance-35-3

SALAS, H. (2020). La amenaza del HLB exige exacerbar las alertas. *La Gaceta* 5/12/2020.

# Atlas de Espacios Verdes: Mapeando y diagnosticando el acceso a espacios verdes públicos con datos abiertos

Antonio Vázquez Brust[1], Leandro Nicolás Rodríguez[1], Eugenia Hernández[1], Brenda Walter[1]

[1] Fundación Bunge y Born. 25 de Mayo 501, 6°Piso Ciudad Autónoma de Buenos Aires, C1002ABK, +54 (11) 4318-6600. info@fundacionbyb.org. {avazquez, rodrileandro06}@gmail.com , {bwalter, ehernandez}@fundacionbyb.org

**Resumen:** El acceso a servicios básicos adecuados es tanto un derecho fundamental para la vida en las ciudades como un inmenso desafío logístico y económico. Se considera a los espacios verdes como parte importante de la infraestructura urbana, al atender necesidades de esparcimiento, cohesión social y reducción de los efectos del cambio climático. En este sentido, resulta fundamental garantizar su disponibilidad y accesibilidad, para lograr beneficios en el ambiente y en la salud pública.

En la Argentina, la planificación y evaluación de los efectos de espacios verdes públicos se hace difícil ante la inexistencia de información oficial y completa respecto a la calidad, ubicación y extensión de las áreas verdes, así como de estudios sobre sus beneficios.

A propósito de esta situación, se desarrollaron tres recursos de acceso abierto: (1) un Atlas de Espacios Verdes de Argentina, con la localización, extensión, nombre y atributos relacionados de cada uno de los espacios verdes de acceso público presentes en los 31 aglomerados urbanos en la República Argentina (2) un índice de accesibilidad a espacios verdes a nivel radio censal (3) un informe a partir de la relación entre accesibilidad y nivel socioeconómico. Se muestran los resultados de la aplicación del índice en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

**Palabras Clave:** ESPACIOS VERDES PÚBLICOS, SUSTENTABILIDAD, OBJETIVOS DEL DESARROLLO SOSTENIBLE, DATOS ABIERTOS

## 1. INTRODUCCIÓN

Entre los 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible fijados por Naciones Unidas, el onceavo trata sobre “Ciudades y Comunidades Sostenibles”. Entre las metas del Objetivo, la primera que se define es la de “asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles y mejorar los barrios marginales” (ONU, 2017).

En línea con esta meta, planificadores y decisores políticos se encuentran en el desafío de lograr un equilibrio entre la densidad habitacional y la presencia de espacios verdes en las ciudades. Por un lado, es necesario promover una densidad de población adecuada que permita la inversión en infraestructuras y servicios básicos y garantice la sostenibilidad a largo plazo. Por otro lado, es fundamental asegurar la presencia de espacios verdes para prevenir la degradación ambiental y mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad (CEPAL, 2019).

Ante la creciente evidencia de que la oferta verde de calidad funciona como reductor de la desigualdad, la necesidad de atender y planificar la disponibilidad de espacios verdes se hace aún más importante. Reconocidos estudios destacan que los beneficios para la salud asociados con el acceso a espacios verdes tiene un efecto mayor entre la población que no cuenta con alternativas en el ámbito privado (WHO, 2016; White *et al.,* 2013).

En síntesis, la accesibilidad a espacios verdes es un aspecto fundamental para el desarrollo sostenible de las ciudades, ya que su disponibilidad contribuye a mejorar la salud y el bienestar de las personas, reducir la desigualdad y promover la conservación del medio ambiente.

## 2. METODOLOGÍA

La base de datos utilizada para identificar la posición de los espacios verdes es el proyecto *OpenStreetMap* (OpenStreetMap, s.f). Para crear y mantener actualizado el Atlas de Espacios Verdes, se desarrolló un *script* en lenguaje de programación R que accede a esta base de datos, identifica y extrae el perímetro de todos los espacios verdes que se sitúan en alguna de las localidades que conforman los aglomerados urbanos de la Argentina. Se utilizó la consulta *leisure=park* para recuperar todos los polígonos correspondientes a espacios verdes considerados de uso público o comunitario.

En línea con el programa de Indicadores Europeos de Sustentabilidad, se estableció un umbral de 5000 m2 de superficie, lo cual permite retirar a pequeños espacios verdes que aparecen en los registros pero no permiten una actividad física comunitaria, por ejemplo, terraplenes, bulevares con césped entre otros (European Environment Agency, 2012).

Para la elaboración del índice de accesibilidad, se estimó la distancia desde el centro de cada radio censal hasta el espacio verde público más cercano, considerando que cada espacio verde brinda un servicio cotidiano a la población que reside a una distancia de diez minutos de caminata o menos, establecido en 300 metros lineales. Este umbral, se desprende de estudios que determinaron la distancia a partir de la cual la población local incorpora el uso de parques y plazas a su rutina diaria (Han *et. al*, 2013).

Los aglomerados urbanos fueron definidos como unidades de análisis a partir de los criterios utilizados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos en su Encuesta Permanente de Hogares. Además, se utilizaron los datos del Censo 2010 correspondientes a población y radios censales.

La visualización de esta información se aloja en un mapa integrado a la página oficial de la Fundación desarrollado mediante el paquete *Shiny* de *Rstudio.* Para agilizar su consulta, se ofrece un selector que permite fijar la vista del mapa en cualquiera de los aglomerados.

Este mapa muestra los espacios verdes públicos disponibles, los radios censales cuyo centro se encuentra a menos de 300 metros de un espacio verde público y los radios en los cuales esta distancia supera los 300 metros.

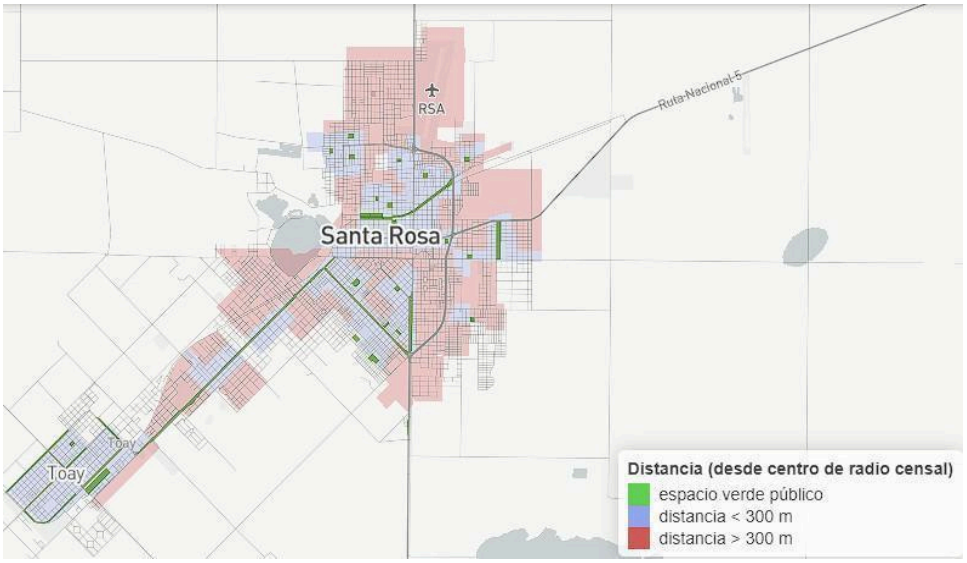



Figura 1: Distancia a espacios verdes públicos. Aglomerado Santa Rosa - Toay. La Pampa.

La base de datos con los polígonos georeferenciados de los espacios verdes urbanos, el *script* utilizado para realizar la extracción y establecer los indicadores de accesibilidad, asi como las métricas resultado de la aplicación del índice a nivel localidad y aglomerado urbano, se encuentran disponibles en repositorios de acceso libre y permanente actualización.

## 3. RESULTADOS

### Aplicación del Índice de Accesibilidad a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires se encontró un total de 14.556.285 m2 de espacios verdes públicos. Considerando que la población estimada por el Censo 2010 es de 2.286.806 personas, indica que en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires se dispone de 5,04 m2 de espacio verde *per cápita*, encontrándose por debajo del promedio de los aglomerados urbanos a nivel nacional (6,43 m2).

Por otra parte, se hallaron grandes áreas de la ciudad a menos de diez minutos de caminata de un parque o plaza. Pero también amplios corredores urbanos en donde la población reside a una distancia mayor al umbral recomendado.

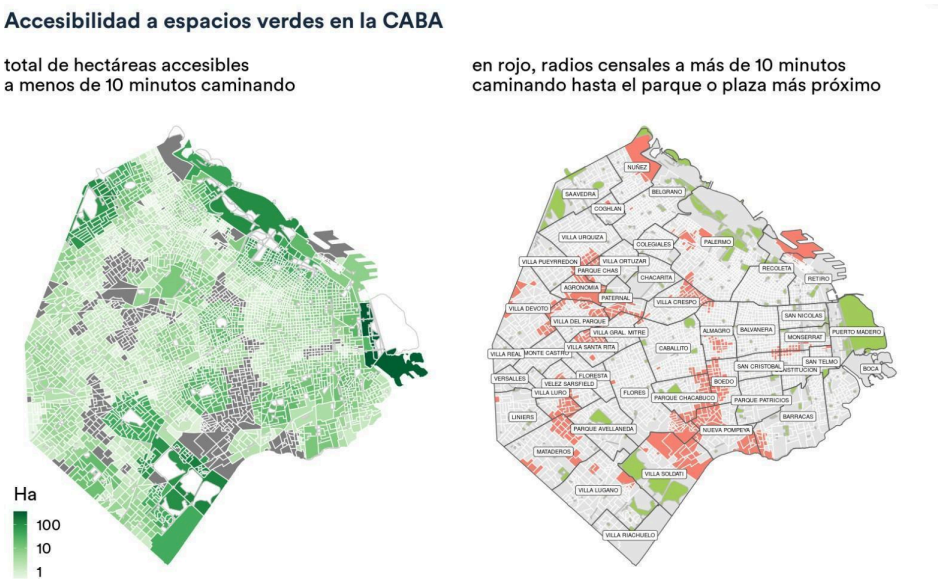



Figura 2: Accesibilidad a espacios verdes. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

Si se consideran los habitantes de los radios censales con bajo acceso, un 12,4% de la población de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires reside lejos de un espacio verde público, es decir, a más de 350.000 habitantes les falta un parque o plaza cerca de su vivienda.

A partir de clasificar a la población en deciles, se concluye que el 25% de la población de menor nivel socioeconómico carece de acceso a espacios verdes, situación que sólo afecta a un 4% de las personas con mayores ingresos de la ciudad. Por otra parte, en los sectores medios, incluidos en los deciles 4 a 6, la situación afecta a un 15% de la población, aproximadamente 120.000 personas.

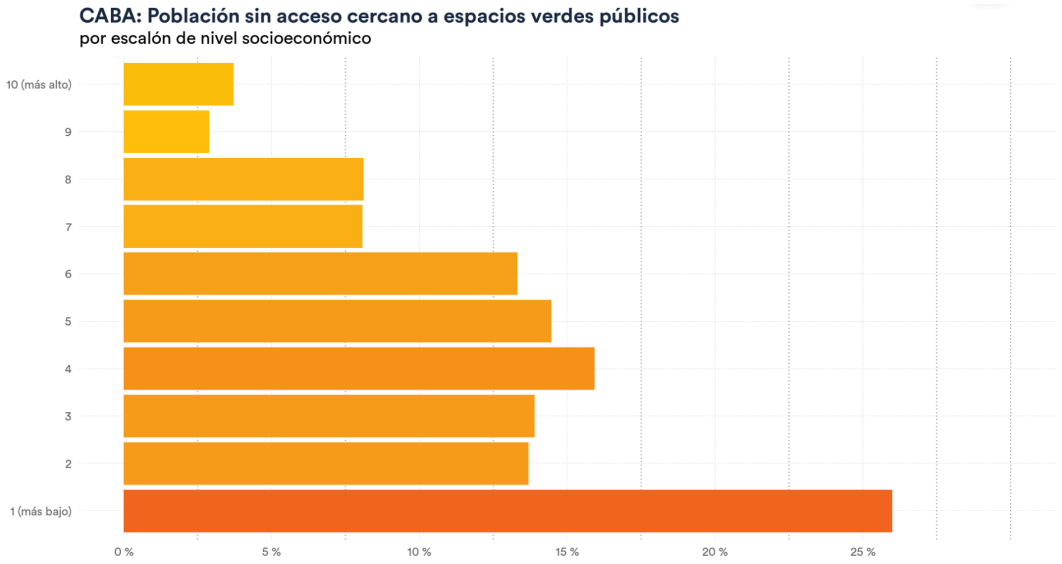



Figura 3: Distribución de población con acceso insuficiente a espacios verdes, de acuerdo a nivel socioeconómico. Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

## 4. CONCLUSIONES

El acelerado crecimiento urbano en nuestro país resalta la importancia de contar con información precisa y actualizada sobre la situación de nuestras ciudades. La provisión y la garantía de accesibilidad a espacios verdes públicos resultan fundamentales tanto para reducir el impacto negativo de las ciudades sobre el medio natural, como para promover la salud y el desarrollo de sus habitantes. El mapa interactivo, las bases de datos y los resultados del Atlas de Espacios Verdes han sido publicados en forma abierta, con la finalidad de contribuir con el diseño de políticas públicas y futuras investigaciones, en el siguiente sitio:

https://www.fundacionbyb.org/atlas-espacios-verdes-argentina

## REFERENCIAS

CEPAL. (2019). Planificación para el desarrollo territorial sostenible en América Latina y el Caribe. https://www.cepal.org/es/publicaciones/44731-planificacion-desarrollo-territorial-s ostenible-america-latina-caribe

European Environment Agency (EEA). (2012). Environmental indicator report

2012. EEA. http://www.eea.europa.eu/publications/environmental-indicator-report-2012/at_do wnload/file

Han, B., Cohen, D., & McKenzie, T. L. (2013). Quantifying the contribution of neighborhood parks to physical activity. Preventive medicine, 57(5), 483-487. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2013.06.021

ONU. (2017). Informe de los objetivos de desarrollo sostenible 2016. United Nations. https://doi.org/10.18356/fdc72e34-es

Openstreetmap. (s. f.). OpenStreetMap. Recuperado 13 de abril de 2023, de https://www.openstreetmap.org/

White, M. P., Alcock, I., Wheeler, B. W., & Depledge, M. H. (2013). Would you be happier living in a greener urban area? A fixed-effects analysis of panel data.

Psychological Science, 24(6), 920-928. https://doi.org/10.1177/0956797612464659

WHO. Regional Office for Europe. (2016). Urban green spaces and health (WHO/EURO:2016-3352-43111-60341). World Health Organization. Regional Office for Europe. https://apps.who.int/iris/handle/10665/345751

# Crisol UNCuyo

Liliana Magni[1], Gabriel Miner[1], Camila Sanchez[1], Abel Nacif[1]

[1]Universidad Nacional de Cuyo - Ciudad Universitaria s/N°. Capital. Mendoza. Tel: (0261) 4494159 lmagni@uncu.edu.ar

**Resumen:** CRISOL UNCUYO tiene como meta desarrollar la infraestructura de datos espaciales llamada IDE UNIVERSITARIA como un proyecto de autoría colectiva en el que colaboran todas las instituciones del ámbito universitario generando una plataforma de trabajo que presenta como resultado final una impresionante oferta de información vinculada al territorio y permite vislumbrar un abanico de líneas de trabajo de gran interés para todos los especialistas, técnicos, investigadores y comunidad universitaria en general.

**Palabras Clave:** DATOS, MAPA, ADMINISTRACIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

CRISOL UNCUYO es un equipo multidisciplinario de agrimensores y geógrafos que llevan adelante el proyecto IDE UNIVERSITARIA de la Universidad Nacional de Cuyo, aprobado por la Resolución del Consejo Superior N° 169/2023.

Dicho proyecto tiene como objeto desarrollar la infraestructura de datos espaciales de la Universidad Nacional de Cuyo, siendo su objetivo principal relacionar el mapa, los datos, la administración, el uso y la disponibilidad de los mismos.

La universidad en general y las facultades en particular, núcleos científicos tecnológicos, institutos, escuelas, generan una gran cantidad de información, la que se encuentra subida a una misma plataforma y se accede a ella a través de un buscador.

## 2. ÁREA DE TRABAJO

Para realizar la experiencia seleccionamos la información de los bienes inmuebles y muebles registrables, propiedad de la Universidad Nacional de Cuyo.

## 3. BIENES INMUEBLES Y MUEBLES REGISTRABLES (AUTOMOTORES). SITUACIÓN

CRISOL surge por la necesidad de que la información referida a los inmuebles propiedad de la Universidad Nacional de Cuyo se encontraban en papel, en las distintas dependencias universitarias. Para realizar alguna acción referida a los mismos había que solicitar los datos a distintas reparticiones, haciendo compleja la ubicación de la información requerida. Además, la misma quedaba desactualizada rápidamente por la inexistencia de una retroalimentación de los actores intervinientes.

Por ello surge la propuesta de realizar un sistema integral de información de los inmuebles universitarios en sus aspectos físico, jurídico, económico, ocupacional y edilicio. Los usuarios podrán acceder a los mismos y actualizar las acciones que se producen sobre cada uno de ellos. La misma fue aprobada por el Consejo Superior a través de la resolución Nº 586/15.

Por la evolución de la herramienta el GIS se convierte en una infraestructura de datos espaciales y se amplía la información a toda la oferta universitaria.

## 4. INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

La puesta en práctica de este proyecto se materializa a través de un GEOPORTAL- GEONODE que tiene una interfaz fresca y moderna. Es una plataforma colaborativa, sencilla de utilizar y que ofrece como mínimo las siguientes aplicaciones:

Visualización de los datos a través de servicios web y su consulta.

Catálogo de información geográfica que posibilite la búsqueda de datos y servicios a través del contenido de metadatos.

Nomenclador que permita la localización en un mapa a través de un nombre geográfico Sus elementos fundamentales son:

DATOS: información geográfica de base y o temática que se visualiza a través de visores de mapas

METADATOS: descriptores de los datos (fecha de la cartografía, formato, autor)

GEOSERVICIOS: funciones que ofrecen a los usuarios y que son accesibles mediante un navegador web.

NOMENCLADOR: recurso que permite a los usuarios una búsqueda en su mapa de una información geográfica.

La normalización de la información geográfica digital de las IDE se realiza a través de los organismos de normalización que adoptan la serie ISO 19.100.

## 5. DATOS E INFORMACIÓN DE RELEVAMIENTO

Encontramos en la IDE la forma más sencilla de buscar en una misma plataforma datos tales como:

- ✔ Uso de las superficies cubierta y no cubierta
- ✔ Cantidad de usuarios de las mismas
- ✔ Resultados de sus acciones tanto de grado como de post-grado (proyectos, investigaciones, financiamiento)
- ✔ Estadísticas
- ✔ Previsiones futuras
- ✔ Recursos necesarios para el mantenimiento de cada espacio
- ✔ Mejor aprovechamiento del lugar
- ✔ Documentación relacionada: legal, catastral, avalúos, automotores
- ✔ Enlaces a otros sistemas: sistemas informáticos universitarios (SIU), páginas web entre otros.
- ✔ Planos de mensura, arquitectura, de riesgo.

El equipo CRISOL UNCUYO será el encargado de la carga y control de la información. El acceso a la misma será restringido en función de las necesidades creando capas públicas para la comunidad en general y privadas para los referentes universitarios.

## 6. FLUJO DEL TRABAJO EN EJECUCIÓN

- ~ Cada organismo universitario proporciona la información que le interesa subir a laIDE en el formato requerido.
- ~ El equipo CRISOL controla dicha información.
- ~ La convierte en datos geográficos.
- ~ Determina si la capa es de carácter público o privado.
- ~ Genera los grupos de usuarios que acceden a las capas de acceso limitado.
- ~ Promociona y capacita a la comunidad universitaria en el uso de la

herramienta.

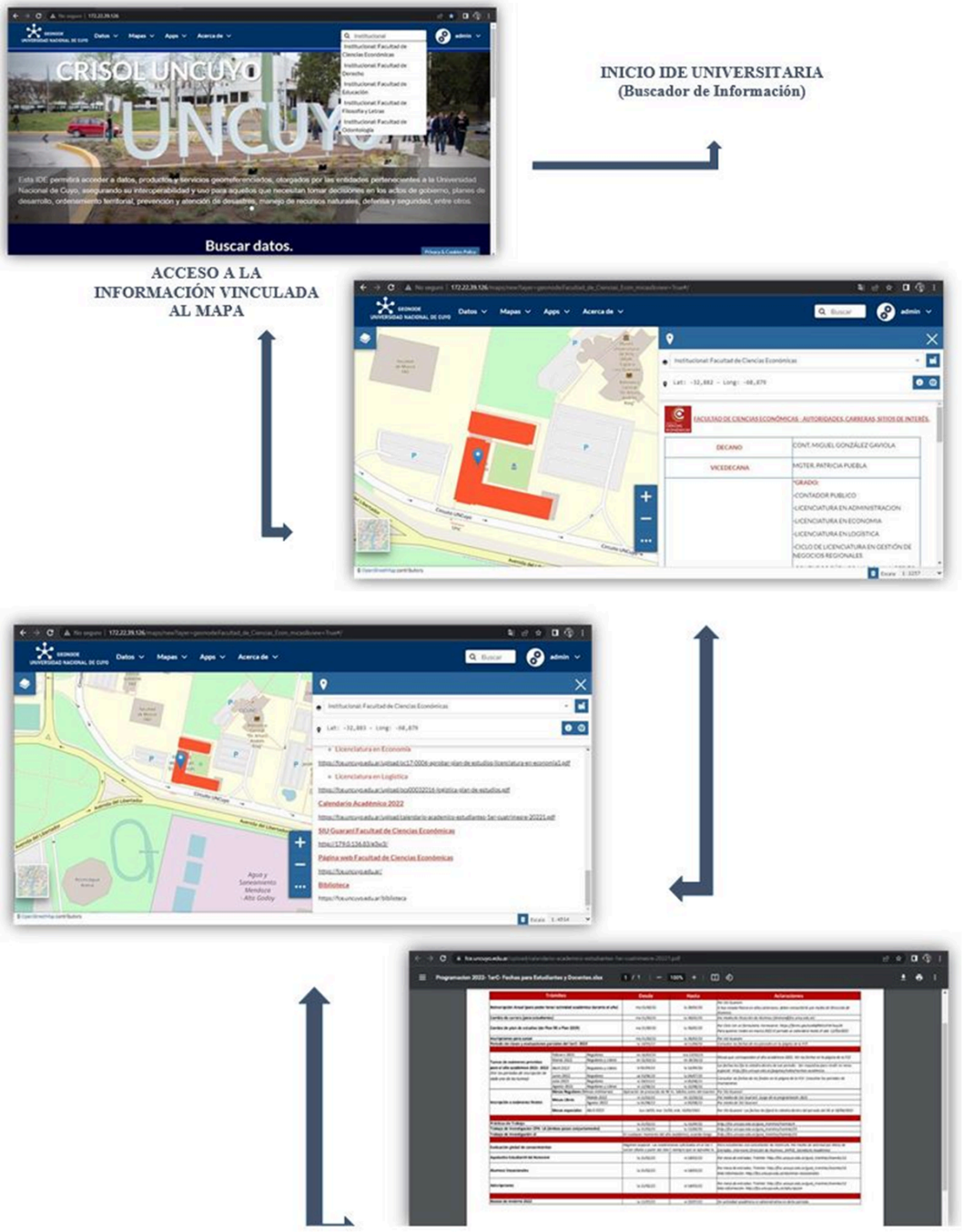



Figura 1: Acceso GeoNode-Crisol UNCuyo

## 7. EQUIPOS DE TRABAJO

Integran este equipo los ingenieros agrimensores Liliana Magni y Gabriel Miner, los geógrafos Camila Sanchez y Abel Nacif

## 8. CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS) DE LAS NACIONES UNIDAS

Objetivo 4: la educación favorece la movilidad socioeconómica ascendente y es fundamental para salir de la pobreza.

La educación debe ser gratuidad, equitativa y generar resultados de aprendizaje efectivos.

Objetivo 9: la industrialización de tipo inclusiva y sostenible puede impulsar las fuerzas económicas, dinámicas y competitivas. Para ello se deberá aumentar la inversión en investigación e innovación científica.

## 9. CONCLUSIONES

La Universidad Nacional de Cuyo contará con una plataforma informática con base geográfica donde toda la comunidad podrá acceder a sus requerimientos, tomar decisiones como actos de gobierno, planes de desarrollo, ordenamiento territorial, prevención y atención de riesgos de desastres.

Esta IDE UNIVERSITARIA genera un mejor aprovechamiento de los recursos económicos.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a toda la comunidad universitaria.

# BLOQUE 5
# Aplicaciones de Teledetección y SIG en Agricultura y Medio Ambiente

# Centro de Información Agroclimática (CIAg) para la planificación y toma de decisiones en el sector agropecuario y el ambiente

María Elena Fernández Long[1], Mercedes Peretti[1], Leandro Calabrese[1], Tomás Lúgaro[1], Emilia Figueiras[1], María Sol Rossi Lopardo[1], Gastón Sosa[1] y Tomás Della Chiesa[1]

[1] Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, FAUBA, Av. San Martín 4453, Ciudad de Buenos Aires. {flong, merperetti, calabres, lugaro, efigueiras, gdsosa, rossilop, tomasdc}@agro.uba.ar

**Resumen:** Los eventos climáticos generan repercusiones directas sobre la producción y el precio de los alimentos. El sector agropecuario es el primer eslabón en esta cadena y es afectado cada vez más por los impactos del cambio y la variabilidad climática. El conocimiento del clima permite generar información útil para la toma de decisiones del sector agropecuario y el ambiente. A pesar de la gran relevancia de esta información, en muchos casos no se encuentra disponible. Sumado a esto, la escasez de estaciones meteorológicas deja grandes áreas productivas sin información. Por lo tanto, es indispensable recurrir al uso de información satelital y de modelos globales, siendo aún más complejo el acceso a esta información.
Este trabajo muestra los resultados del proyecto cuyo objetivo general fue diseñar un servicio de información agroclimática. En primer lugar, se creó una base de datos con información meteorológica de distintas fuentes tales como: datos observados, datos satelitales y datos generados por modelos globales y regionales. En segundo lugar, se calcularon una gran cantidad de variables agrometeorológicas y agroclimáticas. En tercer lugar, se desarrolló un atlas digital e interactivo con las principales variables. Por último, se creó una página web orientada a ofrecer toda la información generada.

**Palabras Clave:** ATLAS AGROCLIMÁTICO, BASES DE DATOS, CAMBIO CLIMÁTICO, PÁGINA WEB

## 1. INTRODUCCIÓN

La actividad agropecuaria modifica la estructura y funcionamiento de los ecosistemas transformándolos en agroecosistemas destinados a lograr rendimientos adecuados y, de ser posible, crecientes. Estos niveles de producción y de calidad se encuentran condicionados fuertemente por los factores meteorológicos, en especial en los períodos del ciclo del cultivo en los que la sensibilidad es máxima, es decir, períodos críticos. Durante estos, el apartamiento de los valores óptimos a condiciones de exceso o deficiencia resulta en pérdidas de rendimiento o fracasos que constituyen una situación crítica para los productores, aunque dependiendo de la magnitud y extensión de esos valores extremos, pueden afectar la disponibilidad alimentaria, los saldos exportables y el precio del producto (Thomasz et al. 2019; Perez-Franco et al.,2022; Thomasz et al., 2023). Esta actividad agropecuaria, por el área involucrada y por la magnitud de los recursos involucrados representa un gran impacto sobre el ambiente provocando cambios que, muchas veces, ponen en serio riesgo la sustentabilidad de estos sistemas.

La toma de decisión en el sector agropecuario se puede organizar en tres niveles consecutivos donde cada uno requiere de información agroclimática muy específica. En primer lugar, se encuentra el “diseño”, donde se determinan los atributos y aspectos más estables del sistema agropecuario y se define el rasgo principal de la actividad productiva. En segundo lugar, está la “planificación”, para establecer los objetivos y programas de los sistemas de producción para uno o más años. Por último, el “manejo”, vinculado a las decisiones coyunturales y operativas que se llevan a cabo durante una campaña agrícola. El requerimiento de información específica para cada nivel se hace evidente en la creciente demanda de conocimiento de los fenómenos del tiempo y del clima y de su influencia sobre los procesos productivos agropecuarios (Podestá et al., 2013). Por este motivo resulta imprescindible proveer a los tomadores de decisiones de herramientas útiles para el desarrollo de la actividad cualquiera sea la escala de producción. Además, esta información es requerida no solo por los técnicos y tomadores de decisiones, sino también por docentes y grupos de investigadores que requieren de datos agrometeorológicos para alimentar sus modelos y analizar resultados.

Dentro de estas herramientas para la toma de decisión del sector agropecuario se debería considerar, además, las distintas escalas temporales, vinculadas en mayor o menor medida a una escala espacial. Un muy escueto listado debería incluir, desde la información estadística del clima pasado, volcada, para cada observatorio, en Anales Climáticos, Estadísticas Climatológicas y Estadísticas Pluviométricas para diversos períodos hasta los Atlas Climáticos o Agroclimáticos que posibilitan observar la distribución espacial de los distintos elementos del clima (Murphy et al., 2008). Otros, tal vez los que resultan más conocidos, se refieren al estado presente de la atmósfera, a sus momentos

pasados recientes y al monitoreo de las diferentes variables. Y por último a los pronósticos meteorológicos, que estiman el estado del tiempo futuro en un corto a mediano plazo, desde el pronóstico a corto plazo, con unas pocas horas de anticipación, hasta las perspectivas semanales y los pronósticos climáticos. Estos últimos tienen la capacidad de predecir anomalías climáticas, con una anticipación de tres a seis meses, o, en el caso de las proyecciones climáticas, para periodos más extensos de hasta 100 años o más.

Esta necesidad de información, centrada principalmente en el área de la climatología aplicada a la producción agropecuaria, surge como consecuencia de la escasa accesibilidad a gran parte de la información climática básica generada por organismos oficiales en general y por la FAUBA en particular, y de la necesidad de transformarla en índices agroclimáticos que la vinculen directamente a los procesos productivos agropecuarios. En consecuencia, el desarrollo de la investigación y la producción de información agrometeorológica y/o agroclimática, trasciende el interés individual del productor. El uso de la información climática es una de las estrategias de alerta temprana para reducir las vulnerabilidades socioeconómicas en las comunidades de agricultores (Seydou et al., 2023). Las políticas agrometeorológicas nacionales y regionales, deben transformarse en un objetivo de los tomadores de decisiones por el impacto que la producción agropecuaria tiene no sólo en la economía en términos del PBI sino también en el desarrollo y alimentación de la población.

La originalidad de este proyecto radica en el cálculo y desarrollo de diferentes índices e información agroclimática y agrometeorológica a partir de distintas fuentes de información (desde observaciones de superficie, satélites y modelos), y almacenamiento de forma electrónica en un sistema informático controlado por un sistema de gestión de base de datos relacional y espacial (DBMS, *DataBase Management System*). El DBMS permite acceder, gestionar, modificar, actualizar, controlar y organizar fácilmente los datos utilizando un lenguaje de consulta estructurada (SQL, *Structured Query Language*). Con toda esta información se genera una página web dividida en tres secciones: pasado (atlas agroclimático presentado a partir de mapas interactivos, descargables de manera opcional, que permitan elegir la variable, la fuente de datos y el período de tiempo), presente (monitoreo agrometeorológico, también presentado en forma de mapas) y futuro (pronósticos a mediano y largo plazo y proyecciones; en este caso son enlaces a instituciones que se dedican a los pronósticos meteorológicos, ya que por el momento no se cuenta con pronósticos agrometeorológicos propios). Además, contiene material educativo, acceso a los trabajos de investigación del equipo docente de la cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas (CCyFA) y los datos en tiempo real de la estación automática de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA).

## 2. DATOS

Se trabajó con diferentes fuentes de información, desde datos observados en estaciones meteorológicas de superficie, hasta información satelital. En las siguientes secciones se detalla cada una de las fuentes de datos que se utilizan para generar la información que se difundirá en el sitio web del Centro de Información Agroclimática y Ambiental.

### 2.1. Red de estaciones meteorológicas

En primer lugar, se trabajó con datos observados en superficie, provenientes de las 130 estaciones meteorológicas convencionales pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y del INTA (Figura 1). Los datos fueron procesados para el período 1991-presente.

Los datos meteorológicos utilizados son:

- Temperatura máxima diaria (ºC)
- Temperatura mínima diaria (ºC)
- Heliofanía efectiva (hs)
- Precipitación diaria (mm)
- Temperatura de rocío (ºC)
- Tensión de vapor (hPa)
- Presión a nivel de la estación (hPa)
- Viento a 10 Km (km/hs)

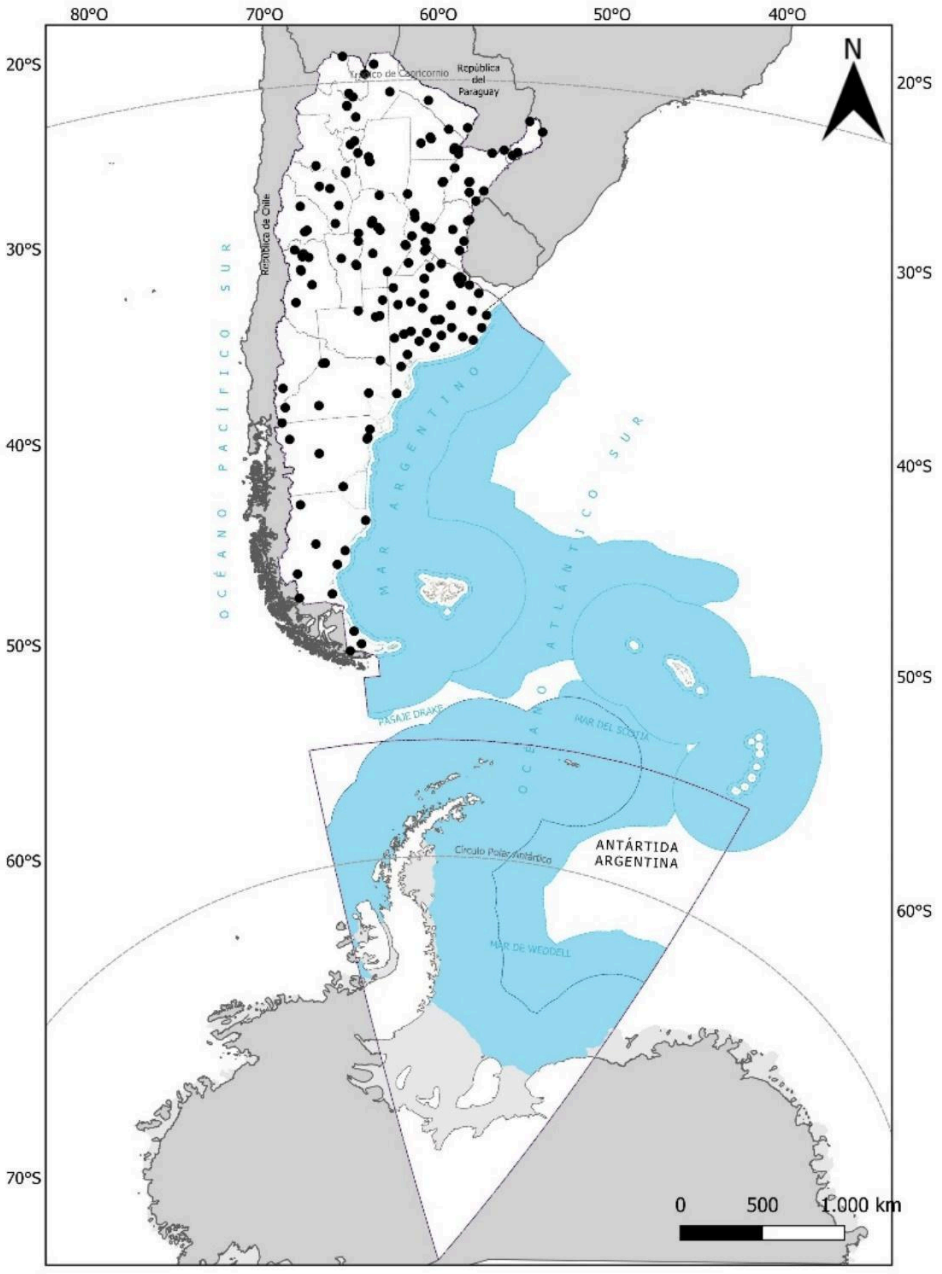



Figura 1: Ubicación de las estaciones meteorológicas convencionales del SMN y el INTA.

Los datos meteorológicos utilizados son:

## 2.2. Proyecto NASA POWER

El Proyecto NASA POWER proporciona información de diversas variables meteorológicas, así como de radiación solar de forma diaria. Esta variable es realizada a partir de observaciones satelitales y es validada con mediciones de radiación superficial de diversas estaciones meteorológicas. Los parámetros meteorológicos se obtienen a partir del modelo de asimilación MERRA-2. Los tipos de observaciones utilizadas en el análisis incluyen: (1) observaciones de la superficie terrestre; (2) observaciones de la superficie del océano: presión del nivel del mar y vientos; (3) vientos a nivel del mar deducidos de la información provista por radares espaciales; (4) datos convencionales de la atmósfera superior desde radiosondas; (5) fuentes adicionales de datos en altitud medidos desde globos piloto y aeronaves; y (6) información de sensores remotos (NASA POWER PROJECT, 2023). El producto final se obtiene en una resolución de 0.5°, disponible para el periodo 1979 al presente. Las variables meteorológicas del producto NASA POWER que se utilizaron son:

- Temperatura Mínima a 2 m (°C dia-1)
- Temperatura Máxima a 2 m (°C dia-1)
- Temperatura Media a 2 m (°C $dia^{-1}$)
- Precipitación (mm $dia^{-1}$)
- Presión de Vapor (hPa)
- Flujo Radiación Solar (J $m^{-2}$ $dia^{-1}$)
- Velocidad de viento a 10 m (m $s^{-1}$)

## 2.3. AgERA5

El producto ***AgERA5*** proporciona información agrometeorológica diaria, disponible desde el año 1979 al presente, con una resolución espacial de 0.1°. Los datos son procesados a partir de la quinta generación de reanálisis de datos climáticos globales del Centro Europeo de Previsión Meteorológica a Mediano Plazo (ECMWF, por sus siglas en inglés), conocido como ERA5, que utiliza métodos avanzados de modelado y asimilación de datos provenientes de diversas fuentes de información, como aquellos medidos en superficie y altura, y los estimados por sensores remotos. ***AgERA5*** es realizado aplicando correcciones topográficas y métodos de interpolación a los datos originales del modelo ERA5, con el objetivo de mejorar la resolución espacial (ECMWF, 2023).

Las variables meteorológicas del modelo AgERA5 que se encuentran disponibles en el CIAg son:

- Temperatura Mínima a 2 m (°C $dia^{-1}$)
- Temperatura Máxima a 2 m (°C $dia^{-1}$)
- Precipitación (mm $dia^{-1}$)
- Presión de Vapor (hPa)
- Flujo Radiación Solar (J $m^{-2}$ $dia^{-1}$)
- Velocidad de viento a 10 m (m $s^{-1}$)

### 2. 4. CHIRP-CHIRPs

La Precipitación Infrarroja del Grupo de Amenazas Climáticas, y el producto combinado de precipitación con observaciones pluviométricas (CHIRP y CHIRPs, por sus siglas en inglés), representa un set de datos de precipitación casi global (50°S-50°N) desde el año 1981 a la actualidad, disponibles en diferentes escalas de tiempo: diaria, pentadal y mensual. El set de datos CHIRP, surge de la combinación de series climáticas (CHP-clim), calibradas a nivel local con información satelital. CHIRPS, adiciona la información pluviométrica diaria a nivel global, siendo integrados a partir de métodos sofisticados de interpolación, en cuadrículas de 0.05° de resolución espacial (Funk et al. 2015). Debido a la mayor complejidad que posee la información CHIRPS, se encuentra disponible con una latencia mensual, mientras que el producto CHIRP puede consultarse en tiempo casi real (3-5 días). En el sistema de base de datos se encuentra disponible la información diaria de ambos productos, con una resolución de 0.05°.

### 2.5. CPC Climate Prediction Center

Este conjunto de datos forma parte de los productos del Proyecto de Precipitación Unificada del Centro de Predicción Climática (CPC, por sus siglas en inglés), de la NOAA. El objetivo del producto consiste en obtener un set de datos con mayor precisión cuantitativa, a partir de las mediciones en superficie, consistidas mediante un análisis de calidad con registros históricos, modelos numéricos de pronóstico y estimaciones satelitales. En un proceso posterior, los datos son interpolados a una grilla de 0.5°, para crear campos de datos diarios teniendo en cuenta los efectos orográficos (Chen et al. 2008). La información se encuentra disponible desde el año 1979 hasta la actualidad, el cual cuenta con dos componentes, una versión retrospectiva (RETRO) que abarca el periodo 1979-2005, que reúne la información de más de 30.000 estaciones meteorológicas, y una versión en tiempo real desde el 2006 al presente, que cuenta con los datos de 17.000 estaciones.

### 2.6. IMERG

El producto IMERG (*Integrated Multi-satellitE Retrievals for Global Precipitation Measurement*), desarrollado por la NASA, surge de la fusión de todas las estimaciones de precipitación de satélites de microondas e infrarrojas.

El algoritmo se ejecuta varias veces para cada tiempo de observación, dando como resultado una estimación rápida (*Early Run*- ER), una versión posterior que incluye mayor cantidad de datos (*Late Run*- LR), y por último una versión que incorpora correcciones mensuales con datos pluviométricos (Final Run, FR). A medida que aumenta el nivel de complejidad de cada producto, también aumenta la latencia de su disponibilidad (Huffman et al. 2019).

Los datos IMERG-LR se encuentran disponibles en la base de datos, desde el año 2000 a la actualidad con una frecuencia de actualización de aproximadamente 14 hs. El dato diario representa la precipitación acumulada desde las 9 HOA hasta las 9 HOA del día posterior.

Tabla 1. Resumen de los Productos Satelitales y Modelos Globales

| | **NASA POWER** | **AgERA5** | **CHIRP** | **CHIRPS** | **CPC** | **IMERG LR** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Fuente de Datos | Modelo Global (MERRA2), estimaciones satelitales, datos de superficie. | Modelo Global (ERA5), estimaciones satelitales, datos de superficie. | Datos climatológicos, estimaciones satelitales | Datos climatológicos, estimaciones satelitales, datos de superficie. | Datos climatológicos, estimaciones satelitales, datos de superficie. | Estimaciones Satelitales de Microonda s e Infrarrojo |
| Resolución Espacial | 0.5° | 0.1° | 0.05° | 0.05° | 0.5° | 0.1 ° |
| Resolución Temporal | Diario | Diario | Diario | Diario | Diario | Diario |
| Periodo | 1979 - presente | 1979 - presente | 1981 - presente | 1981 - presente | 1979 - 2022 | 2001- presente |
| Latencia de actualización | 2 días | 8 días | 2 – 5 días | 1 - 2 meses | 2 días | 14 horas |
| Variables Meteorológicas | PP, Radiación, T máxima, T mínima, Tmedia, HR Presión, Viento | T mínima, T máxima, PP, Presión de vapor, Radiación, Viento | PP | PP | PP, T máxima, Tmínima | PP |

## 3. BASE DE DATOS

Una vez descargados, los datos históricos descriptos en el punto anterior fueron almacenados en una base de datos (BD) relacional *PostgreSQL*. Luego, se automatizó la descarga y almacenamiento de los datos actuales, casi en tiempo real acorde a la disponibilidad de cada dato (figura 2, cuadro azul). Para el

procesamiento y la descarga de datos se utilizaron los entornos de programación *Python* y R. La BD utilizó la extensión espacial *Postgis* que permitió gestionar la información georreferenciada *raster* y vectorial. Los datos *raster* fueron CHIRP, CHIRPS, CPC, AgERA5 y los datos vectoriales fueron NASA POWER, SMN e INTA.

La estructura de la BD contó con esquemas, tablas y vistas (figura 2, cuadro verde). Los esquemas se utilizaron para organizar y restringir el acceso a las tablas. Cada tabla estuvo conformada por datos o información meteorológica o climática. Las tablas incluían índices para aumentar la velocidad de las consultas SQL. Los índices que se utilizaron fueron el "*gist*" que indexaba las tablas *raster* por zonas o *tiles*, y el "*btree*" que indexaba las tablas según las fechas. Otro punto importante es que las tablas contaban con restricciones (o *constraints*) que impedían la carga de nuevos datos con errores. Por último, se utilizaron las vistas para monitorear el espacio utilizado e identificar otros posibles errores en la descarga automática de datos.

Finalmente, los datos e información de la BD son consultados por distintos tipos de usuarios (figura 2, cuadro naranja). Los usuarios están conformados, por un lado, por técnicos que a partir de SQL y R generaron información climática (4. Atlas Agroclimático y, por otro lado, una página web que a partir de SQL y *Python* genera mapas meteorológicos y series temporales puntuales (5. Página web).

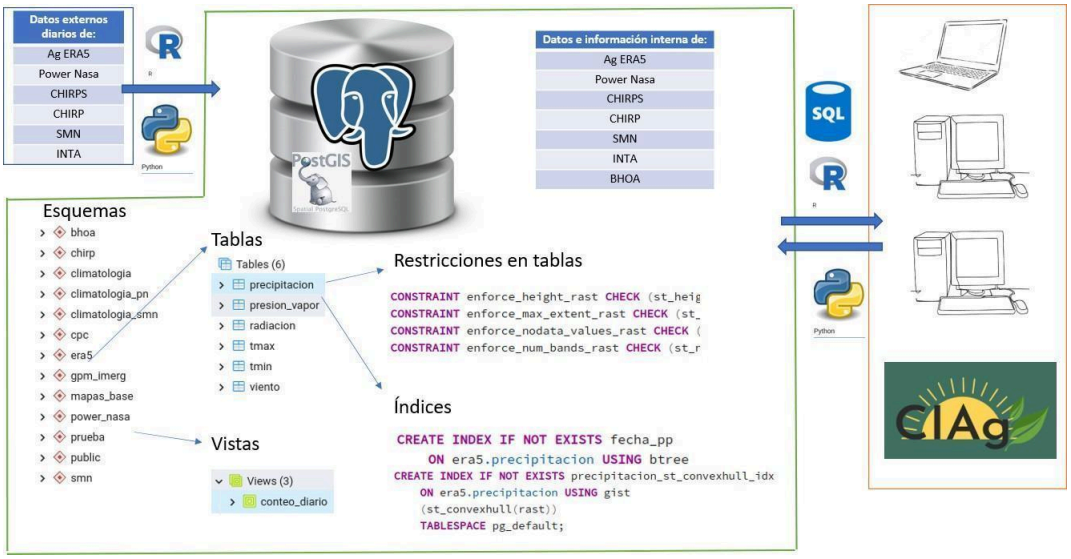



Figura 2. Diagrama de la base de datos CIAg. Dentro del cuadro azul aparecen los datos externos. Dentro del cuadro verde aparece la base de datos con sus componentes. Dentro del cuadro naranja aparecen los usuarios. Las flechas azules representan los flujos de datos/información con

los lenguajes de programación que se utilizan.

## 3. PAGINA WEB

Para la presentación al público de los productos desarrollados se programó una página web (Figura 3), en la cual el front-end fue realizado con los lenguajes de HTML5, Css5, JavaScript y la biblioteca multiplataforma Bootstrap5 y el back-end fue desarrollado con Python en el framework web Flask. La misma se encuentra alojada en un servidor perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos aires y conectada mediante Python a la base de datos, lo que permite a los usuarios realizar consultas para visualizar marchas temporales y mapas actualizados en tiempo real.

La información de las distintas variables calculadas se organizaron en la página web en tres secciones principales, (i) Pasado, en donde se encuentra el Atlas Agroclimático Interactivo descripto anteriormente; (ii) Presente, donde se puede consultar en tiempo real las marchas temporales y mapas de diversas variables agrometeorológicas para períodos de tiempo elegidos y (iii) Futuro, donde se pueden consultar pronósticos a corto, mediano y largo plazo y proyecciones climáticas (estos pronósticos no son generados en este proyecto, son enlaces que redirigen al usuario a las páginas web de los centros o instituciones que los realizan). Además, la página contiene secciones secundarias como el acceso a los datos de la Estación Meteorológica Automática de la Facultad de Agronomía (EMA-FAUBA), actualizados de forma horaria, el acceso a trabajos publicados por docentes de la CCyFA, y una sección de educación que cuenta con programas creados por docentes con fines educativos.

Figura 3. Sección de Inicio del Ciag. Disponible en: ciag.agro.uba.ar.

## 4. ATLAS AGROCLIMÁTICO

El atlas agroclimático consiste en un visor interactivo dentro de la página web (Figura 4), en el cual se pueden visualizar mapas y gráficos de distintas variables climáticas y agroclimáticas en diversas escalas temporales para el territorio argentino, detalladas en la Tabla 1. Todos los mapas presentados en esta sección del portal web corresponden al período comprendido entre los años 1991 y 2020. De esta manera se actualizó el Atlas Agroclimático anterior desarrollado por los integrantes de la CCyFA realizado en papel para el período 1981-2010 (Murphy et al., 2008).

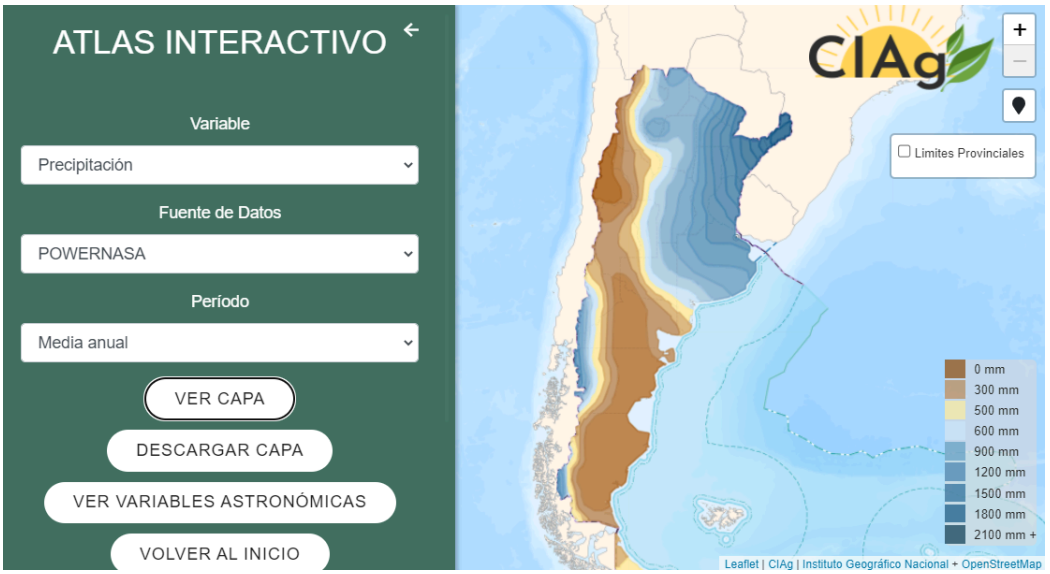



Figura 4. Atlas agroclimático interactivo. Disponible en: ciag.agro.uba.ar

A partir de los datos disponibles de cada fuente, se calcularon variables agroclimáticas (Tabla 2) tales como: (i) Evapotranspiración Potencial, a partir de la ecuación de Penman-Monteith FAO (Allen et al., 2006); (ii) Radiación Global, mediante la ecuación de Ångström (1924); (iii) Humedad Relativa, a partir de la ecuación de Clausius-Clapeyron (Iribarne y Godson, 1996), y (iv) Agua Útil, Evapotranspiración Real, Déficits y Excesos, calculadas a partir del modelo de Balance Hidrológico Operativo para el Agro (BHOA) (Fernández Long et al., 2012). Las variables astronómicas (Heliofanía Astronómica, Fotoperíodo y Radiación Astronómica) se obtuvieron de la planilla de cálculo VarAst, desarrollada por Fernández Long et al. (2015).

Para la construcción de los mapas se realizaron consultas a la BD en lenguaje SQL, mediante las cuales se calcularon las medias anuales, mensuales, trimestrales y semestrales, dependiendo de cada variable y luego se realizaron

los mapas utilizando el software QGIS. En el caso de los datos provenientes del SMN, se aplicó un filtro para seleccionar estaciones meteorológicas operativas por más de 25 años y meses con menos de 5 datos faltantes. Además, se realizó una interpolación con el método “lineal no sesgado” (Ordinary Kriging) incluido en el software SAGA GIS. La interpolación obtenida se exportó en formato raster (.tiff).

Posteriormente, con el programa QGIS, se vectorizaron esos rasters y los polígonos resultantes fueron cargados al atlas interactivo en formato geojson. Como resultado, el atlas permite al usuario descargar las capas de todas las variables disponibles en formato geojson.

Tabla 2. Listado de variables agroclimáticas disponibles en el atlas interactivo. Las variables que presentan un asterisco (*) en la fuente de datos, fueron calculadas a partir de distintas ecuaciones y modelos.

| Variable | Unidad | Fuentes de datos | Período de cálculo |
|---|---|---|---|
| Precipitación | mm | SMN, AgERA5, NASA POWER, CHIRPS y CPC | Media anual, media mensual, semestral y trimestral |
| Evapotranspiración Potencial (FAO) | mm | SMN* y NASA POWER* | Media anual y media mensual |
| Temperaturas media, máxima y mínima | ºC | SMN, AgERA5 y NASA POWER | Media anual y media mensual |
| Radiación Global | MJ $m^{-2}$ $día^{-1}$ | SMN*, AgERA5 y NASA POWER | Media anual y media mensual |
| Heliofanía efectiva | horas | SMN | Media anual y media mensual |
| Humedad relativa | % | SMN* y NASA POWER | Media anual y media mensual |
| Déficit de Presión de Vapor (DPV) | hPa | SMN, AgERA5 y NASA POWER | Media anual y media mensual |
| Tensión de vapor | hPa | SMN, AgERA5 y NASA POWER | Media anual y media mensual |
| Agua útil (BHOA) | % | SMN* y NASA POWER* | Media anual y media mensual |
| Evapotranspiración Real (BHOA) | mm | SMN* y NASA POWER* | Media anual y media mensual |
| Déficits (BHOA) | mm | SMN* y NASA POWER* | Media anual y media mensual |
| Excesos (BHOA) | mm | SMN* y NASA POWER* | Media anual y media mensual |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Heliofanía Astronómica | horas | Programa VarAst | Mensual (día 21 de cada mes) |
| Fotoperíodo | horas | Programa VarAst | Mensual (día 21 de cada mes) |
| Radiación Astronómica | MJ $m^{-2}$ $día^{-1}$ | Programa VarAst | Mensual (día 21 de cada mes) |

## 6. CONCLUSIONES

La principal fortaleza del presente proyecto radica en la diversidad de fuentes utilizadas para generar la información que se ofrece a los usuarios. Es decir, que se generaron mapas de cada variable, sea agroclimática o agrometeorológica, utilizando datos de superficie, de sensores remotos o la combinación de ambos. Dado que la precisión de cada fuente varía entre regiones, épocas del año o variable analizada, el usuario puede consultarlas en el mismo sitio y percibir la concordancia entre las distintas fuentes. Actualmente, hay dos Tesis de Maestría en curso de integrantes de este proyecto que se encuentran realizando un análisis integral de la calidad y precisión de cada una de las fuentes, comparándolas con los datos de superficie. Además, el servicio de Información agroclimática y agrometeorológica creado por la Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas representa una herramienta de gran valor para distintos sectores de la sociedad ya que, mediante un portal web de fácil acceso, pone a disposición del usuario fuentes de datos que, en algunos casos, no se encuentran en plataformas conocidas y accesibles. Otra característica importante del portal web es que permite descargar los mapas consultados en formato de *raster*, lo cual facilita su uso e incrementa las posibles aplicaciones de la información. La información ofrecida en el portal web es de vital importancia para la toma de decisiones del sector agropecuario y el medio ambiente y para su uso en distintos niveles educativos, pudiendo alcanzar a diferentes actores sociales, instituciones y organismos, tanto públicos como privados.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Servicio Meteorológico Nacional y al INTA por los datos meteorológicos brindados.

Este trabajo fue financiado por el proyecto PIDAE 2022. Proyectos de Investigación y Desarrollo en Áreas Estratégicas con Impacto Social (Res. CS Nº RESCS-2022-282-E-UBA-REC)

**REFERENCIAS**

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. (1998). Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage. Paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. Rome.

ÅNGSTRÖM, A. (1924). Solar and terrestrial radiation. Report to the international commission of solar research on actinometric investigations of solar and atmospheric radiation. *Quart. J. Roy. Meteorol. Soc.* 50: 121-126.

CENTRO EUROPEO DE PREVISIONES METEOROLÓGICAS A PLAZO MEDIO (2023-03-30). ECMWF. https://confluence.ecmwf.int/pages/viewpage.action?pageId=27855 0984.

CHEN, M., P. Xie. (2008), CPC Unified Gauge-based Analysis of Global Daily Precipiation, Western Pacific Geophysics Meeting, Cairns, Australia, 29 July - 1 August, 2008.

FERNANDEZ LONG, M. E.; SPESCHA, L. B.; BARNATÁN, I.; MURPHY, G. (2012). Modelo de Balance Hidrológico Operativo para el Agro (BHOA). *Rev. Agronomía & Ambiente* 32(1-2): 31-47. FA-UBA, Buenos Aires, Argentina.

FERNÁNDEZ LONG, M. E.; HURTADO, R. H.; SPESCHA, L. B. (2015). Planilla de cálculo de variables astronómicas (VARAST 1.0). *Rev. Agronomía & Ambiente 35(2)*: 171-177. FA-UBA, Buenos Aires, Argentina.

FUNK, C., PETERSON, P., LANDSFELD, M. *et al.* (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Sci Data* **2**, 150066. https://doi.org/10.1038/sdata.2015.6

NASA POWER PROJECT (2023-03-30). https://power.larc.nasa.gov/.

HUFFMAN, G. J.; BOLVIN, D. T.; DAN BRAITHWAITE, K. H.; JOYCE, R.; Kidd, C.; NELKIN, E. J.; SOROOSHIAN, S.; TAN, J.; XIE, P. (2019). NASA
Global Precipitation Measurement (GPM). Integrated Multi-satellitE Retrievals for GPM (IMERG). Algorithm Theoretical Basis Document (ATBD). Version 06.

MURPHY, G.M.; HURTADO, R. H.; FERNÁNDEZ LONG, M. E.; SPESCHA (2008). Atlas Agroclimático de la Argentina. Editorial Facultad de Agronomía. ISBN: 9789502910666.

PÉREZ-FRANCO, I., THOMASZ, E. O., RONDINONE, G., & GARCÍA-GARCÍA, (2022). Feed price risk management for sheep production in spain: A

composite future cross-hedging strategy. Risk Management, 24(2), 137-163. doi:10.1057/s41283-021-00088-1

PODESTÁ, G. P., NATENZON, C. E., HIDALGO, C., & RUIZ TORANZO, F. (2013). Interdisciplinary production of knowledge with participation of stakeholders: A case study of a collaborative project on climate variability, human decisions and agricultural ecosystems in the argentine pampas. *Environmental Science and Policy, 26*, 40-48. doi:10.1016/j.envsci.2012.07.008.

SEYDOU, T.H.; AGALI, A.; AISSATOU, S.; SEYDOU, T.B.; ISSAKA, L.; IBRAHIM, M. (2023). Evaluation of the Impact of Seasonal Agroclimatic Information Used for Early Warning and Farmer Communities' Vulnerability Reduction in Southwestern Niger. Climate 2023, 11, 31. https://doi.org/10.3390/cli11020031.

THOMASZ, E. O., CORFIELD, K., VILKER, A. S., & OSMAN, M. (2023). Forecasting soybean production to enhance climate services for agriculture in argentina. Climate Services, 30. https://doi:10.1016/j.cliser.2023.100341

THOMASZ, E. O., VILKER, A. S., & RONDINONE, G. (2019). The economic cost of extreme and severe droughts in soybean production in argentina. [El costo económico de eventos severos y extremos de sequía en la producción de soya Argentina] *Contaduria y Administracion, 64* doi:10.22201/fca.24488410e.2018.1422

# Áreas quemadas en la provincia de La Pampa en temporada estival (periodo 2011-2023): Aportes para la caracterización del régimen de incendios de la provincia

Sebastián A. Pereyra Fernandez[1]

[1] Dirección General de Recursos Naturales, Gobierno de la provincia de La Pampa, Sarmiento Nº 161, Santa Rosa, 6300, Argentina. sebastianpereyraf@gmail.com

**Resumen:** Los incendios constituyen una problemática importante en la provincia de La Pampa y ha sido identificado como una de las principales causas de pérdida y degradación de los bosques del espinal. Como parte de las actividades de gestión de la Dirección General de Recursos Naturales se han mapeado las áreas quemadas en la temporada estival durante los últimos 12 años. El objetivo del presente trabajo es caracterizar la ocurrencia de incendios estivales en La Pampa y ponerlo a disposición del público y otras agencias gubernamentales, así como listar posibles usos de la información.

**Palabras Clave:** INCENDIOS, BOSQUES NATIVOS, GESTIÓN DE INCENDIOS.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los incendios son fenómenos naturales que datan de tiempos geológicos constituyendo procesos ecológicos complejos con escalas espaciales y temporales muy disimiles entre los distintos ecosistemas, capaces de modelar la composición, estructura y funcionamiento de la vegetación (Bowman et al., 2009), además de ser capaces de afectar los ciclos de nutrientes, así como el clima regional y global.

Las características típicas de los incendios varían de una región a otra y son producto de las condiciones de la vegetación, el clima y las fuentes de ignición dadas y pueden ser caracterizadas a través de lo que se conoce como regímenes de incendios, entre cuyos parámetros descriptivos se encuentran la estacionalidad, intensidad, severidad, tamaños, frecuencia, distribución espacial, entre otros (Falk et al., 2007).

El mapeo de áreas incendiadas no solo es importante para las tareas de gestión

durante los momentos que ocurren los incendios, sino que constituye información valiosa para definir prioridades de acción, conservación y prevención a posteriori de su ocurrencia. Asimismo, su elaboración en forma periódica aporta elementos para caracterizar el régimen de incendios de una región, siendo esta información valiosa para poder intervenir de una forma más eficaz a los fines de mitigar su ocurrencia y sus consecuencias negativas.

Además de los daños en términos materiales y de vidas humanas, los incendios forestales son una de las principales causas de perdida y degradación de los bosques en el espinal (Méndez, 2007), siendo muy frecuentes sobre todo en la temporada estival en el área del caldenal (Fischer et al., 2012).

El mapeo de incendios durante las temporadas de verano forma parte de las actividades de gestión de la Dirección General de Recursos Naturales de La Pampa, desde la sanción de la Ley Provincial de Bosques N° 2624 en el año 2011. Sin embargo, la complejidad de la problemática amerita un abordaje integral que involucre múltiples áreas de gobierno y de la sociedad civil,siendo para ello necesario que la información generada en esta dependencia pueda ser puesta a disposición de quien la requiera.

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar la ocurrencia de incendios durante la temporada estival (noviembre a febrero), desde el año 2011 al 2023, en la provincia de La Pampa (identificando particularmente las áreas boscosas quemadas). A su vez, aportar elementos e información geoespacial a las entidades gubernamentales y al público en general, para una mejor comprensión de la problemática.

## 2. METODOLOGÍA

El análisis sólo tuvo en cuenta la superficie quemada dentro de la temporada alta de incendios (desde el mes de noviembre a febrero), puesto que es el periodo más importante en cuanto superficie afectada, y donde las quemas prescriptas no se encuentran habilitadas (práctica habitual y legal en la provincia de La Pampa). Asimismo, el recorte temporal realizado se corresponde con el periodo de análisis, el cual se desarrolló entre el 2011 (año en el que se sanciona la Ley Provincial de Bosques Nº 2624) y el año 2023, abarcando de esta manera 12 temporadas de incendios.

La definición de áreas quemadas se realizó mediante interpretación visual de imágenes satelitales del sensor MODIS (Satélites Terra y Aqua de la NASA) utilizando una composición de bandas RGB:7-2-1 (Chuvieco, 2002), y complementando la interpretación con los puntos de calor de los sensores

MODIS y VIIRS. Posterior a la identificación de un área quemada se procedía a su digitalización manual en una escala de trabajo aproximada de 1:250.000, y se le asignaba la fecha donde se detectaba la cicatriz de fuego. Para evitar que las cicatrices de fuego se “borraran” o perdieran definición entre el inicio y fin de cada temporada, así como para tener un mejor fechado que permita su evaluación progresiva, se utilizaron entre 12 y 25 imágenes satelitales por temporada, explorando la superficie de la provincia a modo de barrido en cada una de ellas.

Una vez identificadas y mapeadas las áreas quemadas, se procedió a identificar las áreas correspondientes a bosques, utilizando para ello la cobertura de bosques nativos dispuesta en el Ordenamiento Territorial de Bosques Nativos (OTBN) de la provincia de La Pampa, suministrada por los geoservicios del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (MAYDS).

Posteriormente, se procedió a elaborar la cartografía para describir la distribución espacial de las áreas afectadas por incendios, y se calcularon distintos parámetros de estadística descriptiva para su caracterización temporal, tanto intratemporada como entre temporadas de incendios.

Finalmente, mediante la superposición espacial de las distintas temporadas de incendios se procedió a evaluar la recurrencia del fuego tanto de manera cuantitativa como espacial.

Para poner la información geoespacial generada en el presente trabajo a disposición de entidades gubernamentales y del público en general, se decidió utilizar la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de La Pampa (IDELP), ya que constituye el ámbito más adecuado para la coparticipación y el intercambio de datos espaciales de la provincia. Para ello se contactó al equipo técnico de la Dirección General de Catastro de la provincia (a cargo del desarrollo de la IDELP), con quien se mantuvo un intercambio técnico a los fines de iniciar el proceso de publicación de dicha información (en proceso).

## 3. RESULTADOS

### Superficie Quemada en La Pampa

La superficie quemada acumulada en la provincia de La Pampa entre las temporadas 2011-2012 y 2022-2023 es de aproximadamente 3.589.882 hectáreas (Tabla Nº 1), lo que representa en términos comparativos, un 25% de la superficie total de La Pampa.

Tabla N° 1: Tabla con las superficies (Hectáreas) quemadas acumuladas por temporadas (meses de noviembre a febrero) en la provincia de La Pampa desde la temporada 2011-2012 a la temporada 2022-2023. Elaboración propia

| Temporada | MESES | | | | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| | 11 | 12 | 1 | 2 | |
| **2011-2012** | 0 | 80318 | 25574 | 286 | **106178** |
| **2012-2013** | 0 | 0 | 7829 | 9773 | **17602** |
| **2013-2014** | 745 | 50200 | 412843 | 3215 | **467004** |
| **2014-2015** | 627 | 16718 | 219398 | 8471 | **245214** |
| **2015-2016** | 4992 | 7451 | 63749 | 1099 | **77292** |
| **2016-2017** | 303 | 285022 | 890197 | 101135 | **1276656** |
| **2017-2018** | 13139 | 23963 | 593289 | 216742 | **847132** |
| **2018-2019** | 1066 | 44368 | 50012 | 56927 | **152374** |
| **2019-2020** | 3062 | 30549 | 1185 | 3385 | **38181** |
| **2020-2021** | 1555 | 78331 | 12482 | 18670 | **111038** |
| **2021-2022** | 276 | 2264 | 36314 | 7073 | **45927** |
| **2022-2023** | 89090 | 56703 | 40663 | 18829 | **205285** |
| **Total** | **114857** | **675886** | **2353535** | **445605** | **3589882** |

La temporada 2016-2017 fue la que presentó mayor superficie incendiada, mientras que la temporada 2012-2013 registró menor incidencia del fuego, existiendo una gran variabilidad en la superficie quemada entre años.

Puede apreciarse que enero es el mes que presenta mayor acumulación de superficie quemada, siendo los meses de diciembre y febrero los que le siguen en importancia en términos de superficie acumulada (Tabla Nº 1 y Figura Nº1). Sin embargo, como se puede observar en la Figura Nº 1 estos resultados están fuertemente influenciados por las temporadas donde ocurrieron grandes incendios forestales.

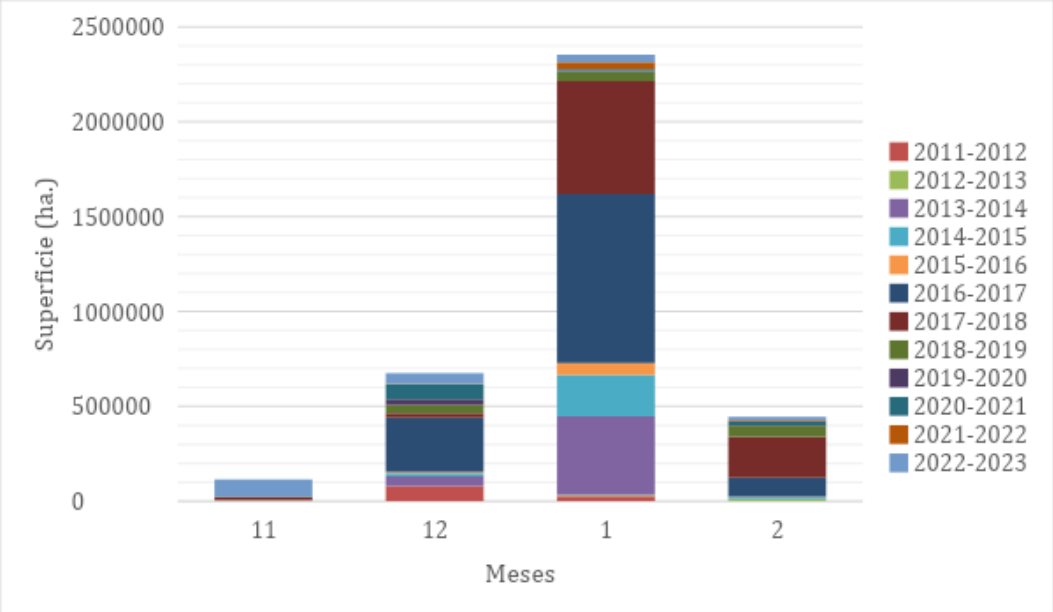



Figura N° 1: Superficie acumulada y distribución temporal de las superficies quemadas en cada periodo. Elaboración Propia

En cuanto a la superficie de bosque quemada se registró un total acumulado de 1.741.864 hectáreas aproximadamente (Tabla Nº 2), lo que representa aproximadamente la mitad de la superficie de bosques de la provincia reconocida por el OTBN.

TTabla N° 2: Tabla con las superficies (Hectáreas) de bosques quemadas por temporadas (meses de noviembre a febrero) en la provincia de La Pampa desde la temporada 2011-2012 a la temporada 2022-2023. Elaboración propia

| **Temporada** | **MESES** | | | | **Total** |
|---|---|---|---|---|---|
| | **11** | **12** | **1** | **2** | |
| **2011-2012** | 0 | 7162 | 14595 | 286 | **22043** |
| **2012-2013** | 0 | 0 | 786 | 3310 | **4096** |
| **2013-2014** | 559 | 14104 | 65467 | 2316 | **82446** |
| **2014-2015** | 0 | 10203 | 109201 | 5526 | **124929** |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **2015-2016** | 1584 | 2719 | 19128 | 502 | **23933** |
| **2016-2017** | 0 | 132878 | 609661 | 23888 | **766427** |
| **2017-2018** | 6641 | 10512 | 352225 | 115511 | **484889** |
| **2018-2019** | 498 | 29345 | 34120 | 48040 | **112003** |
| **2019-2020** | 1780 | 18477 | 786 | 3138 | **24182** |
| **2020-2021** | 954 | 9157 | 6486 | 2464 | **19061** |
| **2021-2022** | 0 | 680 | 31749 | 2806 | **35235** |
| **2022-2023** | 1419 | 22841 | 8034 | 10325 | **42619** |
| **Total** | **13435** | **258078** | **1252238** | **218113** | **1741864** |

La diferencia entre el total de la superficie quemada y la superficie boscosa quemada, se corresponde a grandes áreas de pastizales naturales y matorrales en el ecotono del espinal y la provincia fitogeográfica del monte.

La superficie de bosque quemada acumulada presenta un comportamiento similar a la superficie quemada general, siendo el mes de enero el que mayor acumulación posee. Este comportamiento está influenciado por las temporadas donde ocurrieron grandes incendios forestales (Figura Nº 2).

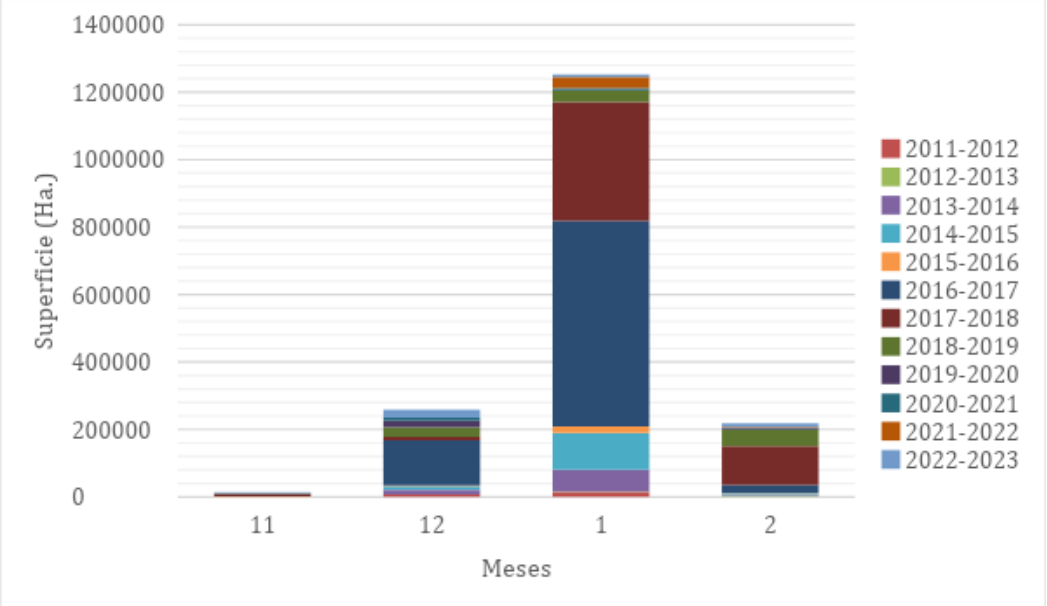


Figura N° 2: Superficie acumulada y distribución temporal de las superficies de bosques quemadas en cada periodo. Elaboración propia

La relación entre superficie de bosque quemada respecto a la superficie total quemada no siempre fue similar entre todas las temporadas (Figura Nº 3).

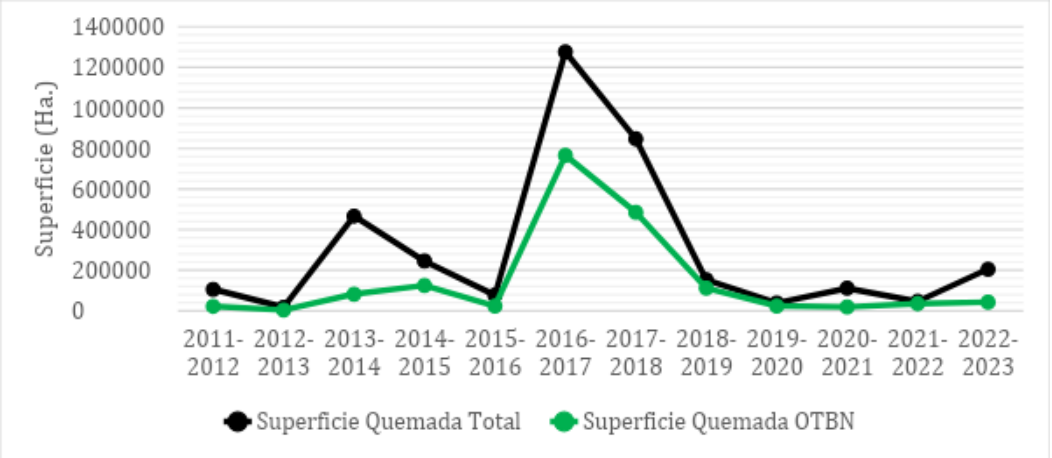



Figura N° 3: Evolución de las superficies quemadas totales y de bosques en la provincia de La Pampa desde la temporada 2011-2012 a la temporada 2022-2023. Elaboración propia

La superficie quemada total promedio fue de casi 300.000 hectáreas por año y de casi 150.000 hectáreas por año para las superficies de bosques. En la Tabla Nº 3 y Figura Nº 4 se muestran los estadísticos descriptivos y la distribución de los datos de cada temporada, donde puede advertirse que el promedio no es tan representativo como medida de lo acontecido en el periodo analizado.

Tabla N° 3: Estadísticos descriptivos de las superficies quemadas totales y de bosques en la provincia de La Pampa desde la temporada 2011-2012 a la temporada 2022-2023. Elaboración propia

| | **Quemadas Totales** | **Quemadas Bosque Nativo** |
|---|---|---|
| **Promedio** | **299157** | **145155** |

| | | |
|---|---|---|
| **Mediana** | **131706** | **38927** |
| **Desvió Estándar** | **387367** | **235433** |
| **Coeficiente Variación (%)** | **129** | **162** |

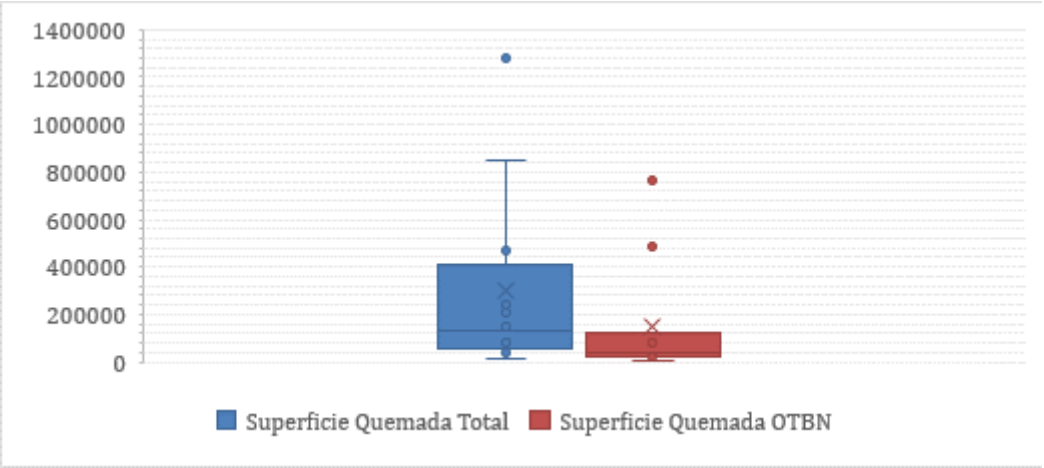



Figura N° 4: Distribución de las superficies quemadas totales y de bosques en la provincia de La Pampa desde la temporada 2011-2012 a la temporada 2022-2023. Elaboración propia

Las áreas quemadas en la provincia de La Pampa para todo el periodo analizado se pueden apreciar en la Figura Nº 5. (Ver Apéndice I para observar áreas incendiadas por temporada).

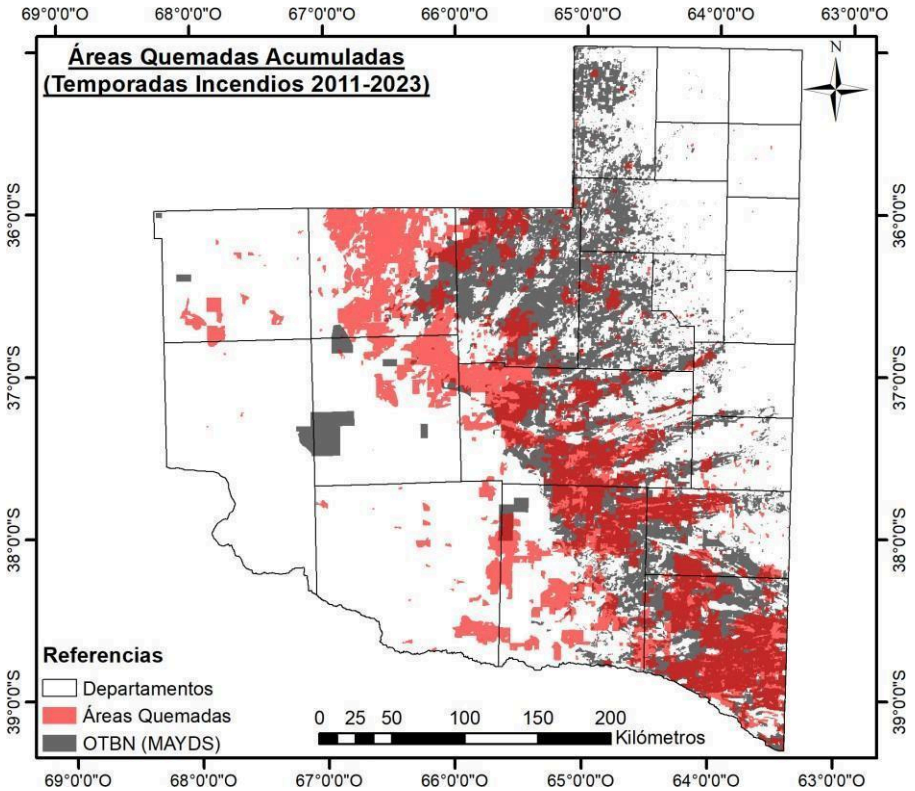


Figura N° 5: Mapa de la superficie (Hectáreas) quemada acumuladas en la provincia de La Pampa desde la temporada 2011-2012 a la temporada 2022-2023. Elaboración propia

## Recurrencia del fuego

La superficie efectivamente quemada tanto en el total de la provincia como en las áreas de bosques, es ligeramente diferente y menor al total acumulado, puesto que existen áreas que se han quemado en más de 1 temporada alta de incendios.

Así, las áreas efectivamente quemadas teniendo en cuenta la superposición entre temporadas, es de aproximadamente 2.889.878 hectáreas en el total provincial, con casi idéntica superficie de bosques (1.467.021 ha) y de otras coberturas del suelo (1.422.857 ha).

En el total provincial hubo áreas que fueron afectadas con recurrencia de fuego de hasta 5 temporadas. Vale aclarar que áreas de alta recurrencia representan un porcentaje pequeño de la superficie total, pero que en valores absolutos pueden llegar a ser extensiones apreciables. Por ejemplo, las áreas de bosques que presentaron recurrencia de fuego en 3 de las 12 temporadas analizadas representan sólo 1,46 % de las áreas de bosques quemadas, lo que equivale en términos absolutos a aproximadamente 21 mil hectáreas.

Un detalle de la recurrencia de áreas quemadas puede encontrarse en la Tabla Nº 4 y Figura Nº 6.

Tabla N° 4: Recurrencia del fuego: Número de veces (temporadas) en el que el fuego afecto a un mismo lugar junto con el detalle de la superficie y la proporción de área que presenta tal condición. La tabla de la izquierda hace referencia a las superficies de bosques quemadas efectivamente desde la temporada 2011-2012 a la temporada 2022-2023 mientras que la tabla de la derecha representa las áreas quemadas pertenecientes a otras coberturas del suelo. Elaboración propia

| **Áreas de Bosques Quemadas** | | |
|---|---|---|
| **Recurrencia** | **Porcentaje** | **Superficie (Ha.)** |
| **1** | 82,933 | 1216642 |
| **2** | 15,590 | 228713 |
| **3** | 1,464 | 21481 |
| **4** | 0,011 | 156 |

| | | |
|---|---|---|
| **5** | 0,002 | 29 |
| **Total** | 100 | **1467021** |

| **Áreas Quemadas Otras Coberturas** | | |
|---|---|---|
| **Recurrencia** | **Porcentaje** | **Superficie (Ha.)** |
| **1** | 76,68 | 1091014 |
| **2** | 17,51 | 249131 |
| **3** | 5,16 | 73384 |
| **4** | 0,64 | 9053 |
| **5** | 0,02 | 275 |
| **Total** | 100 | **1422857** |

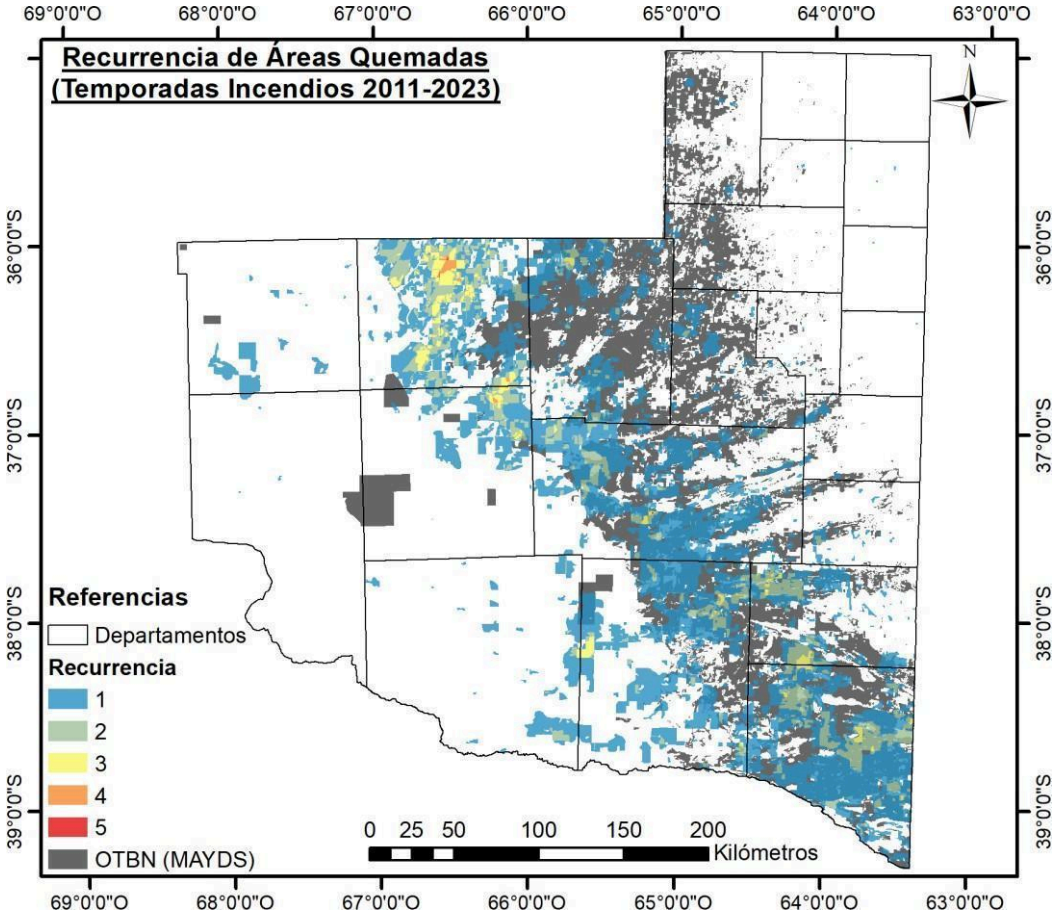



Figura N° 6: Mapa de recurrencias de áreas quemadas en la provincia de La Pampa desde la temporada 2011-2012 a la temporada 2022-2023. Elaboración propia

## 4. CONCLUSIONES

Las superficies incendiadas a lo largo de 12 temporadas resultan muy significativas, tanto en términos absolutos como relativos, cuando se la compara con la superficie provincial o inclusive cuando se las compara con la superficie total de bosque provincial.

Los valores medios anuales de superficies quemadas resultan altos, pero son poco representativos de lo acontecido en el periodo analizado puesto que la mayoría de las temporadas de incendios alcanzaron valores de superficie por debajo de estos.

Las temporadas de incendios 2016-2017 y 2017-2018 representan casi el 60 %

de la superficie total quemada, y aproximadamente el 70% de la superficie de bosque quemada dentro del periodo analizado. Aunque estos valores resultan excepcionales para el periodo analizado, pueden formar parte de una serie de eventos recurrentes en una serie más larga de tiempo. Cabe resaltar que en la temporada de los años 2000 y 2001 también ocurrieron grandes incendios, llegando a alcanzar casi los 3 millones de hectáreas.

Espacialmente las áreas quemadas ocurren en la región central de la provincia siguiendo un patrón similar a la ecorregión del espinal y sus áreas ecotonales con el monte. La mayor recurrencia de incendios ocurre fuera de áreas de bosques nativos en el centro-oeste provincial, en coberturas correspondientes a pastizal psamofilo. Dentro de las áreas de bosques, la mayor recurrencia se da en el sureste provincial.

## 5. DISPONIBILIDAD DE LA INFORMACIÓN Y POSIBLES USOS

Las áreas quemadas, así como la recurrencia de incendios será puesta a disposición del público en la IDE de la provincia de La Pampa (en proceso de publicación).

Dicha información resulta valiosa ya que permite apreciar espacialmente las áreas ocurrencia de incendios y superponer a la misma distintas fuentes de información para realizar análisis específicos que variarán en requerimientos de acuerdo al tipo de objetivos.

Las áreas incendiadas y otro tipo de información como podría ser la red vial, de caminos rurales, la densidad poblacional, información climática espacial y otras capas de información podrían usarse para identificar los factores principales que explican la ocurrencia de incendios.

Otros análisis podrían evaluar el grado de accesibilidad que presentan los campos de las áreas incendiadas, para prever planes de evacuación futuros, la cercanía a centros asistenciales de salud para poder dar adecuada respuesta ante emergencias, la distancia a cuerpos de bomberos o de defensa civil de las áreas preponderantes a incendios, para poder mejorar la logística ante futuros incendios, la vulnerabilidad de las distintas redes de suministro eléctrico ante incendios, etc.

A partir de la información aportada en conjunción con otras se pueden priorizar planes de acción que eviten que las áreas no quemadas se incendien o identificar áreas prioritarias para promover la restauración ecológica.

La dimensión de la problemática de los incendios en la provincia de La Pampa requiere un abordaje integral, siendo necesaria la colaboración efectiva de distintas áreas de gobierno, y donde la información geoespacial juega un rol importante. En este sentido, facilitar la accesibilidad de esta información

mediante la IDE provincial permite avanzar hacia espacios de colaboración e integración y posibilitando nuevos abordajes para mejorar el tratamiento de esta problemática.

## REFERENCIAS

Bowman, D. M., Balch, J. K., Artaxo, P., Bond, W. J., Carlson, J. M., Cochrane, M. A., D'Antonio, C. M., Defries, R. S., Doyle, J. C., Harrison, S. P., Johnston, F. H., Keeley, J. E., Krawchuk, M. A., Kull, C. A., Marston, J. B., Moritz, M. A., Prentice, I. C., Roos, C. I., Scott, A. C., … Pyne, S. J. (2009). Fire in the Earth system. *Science*, *324*(5926), 481–484. https://doi.org/10.1126/science.1163886

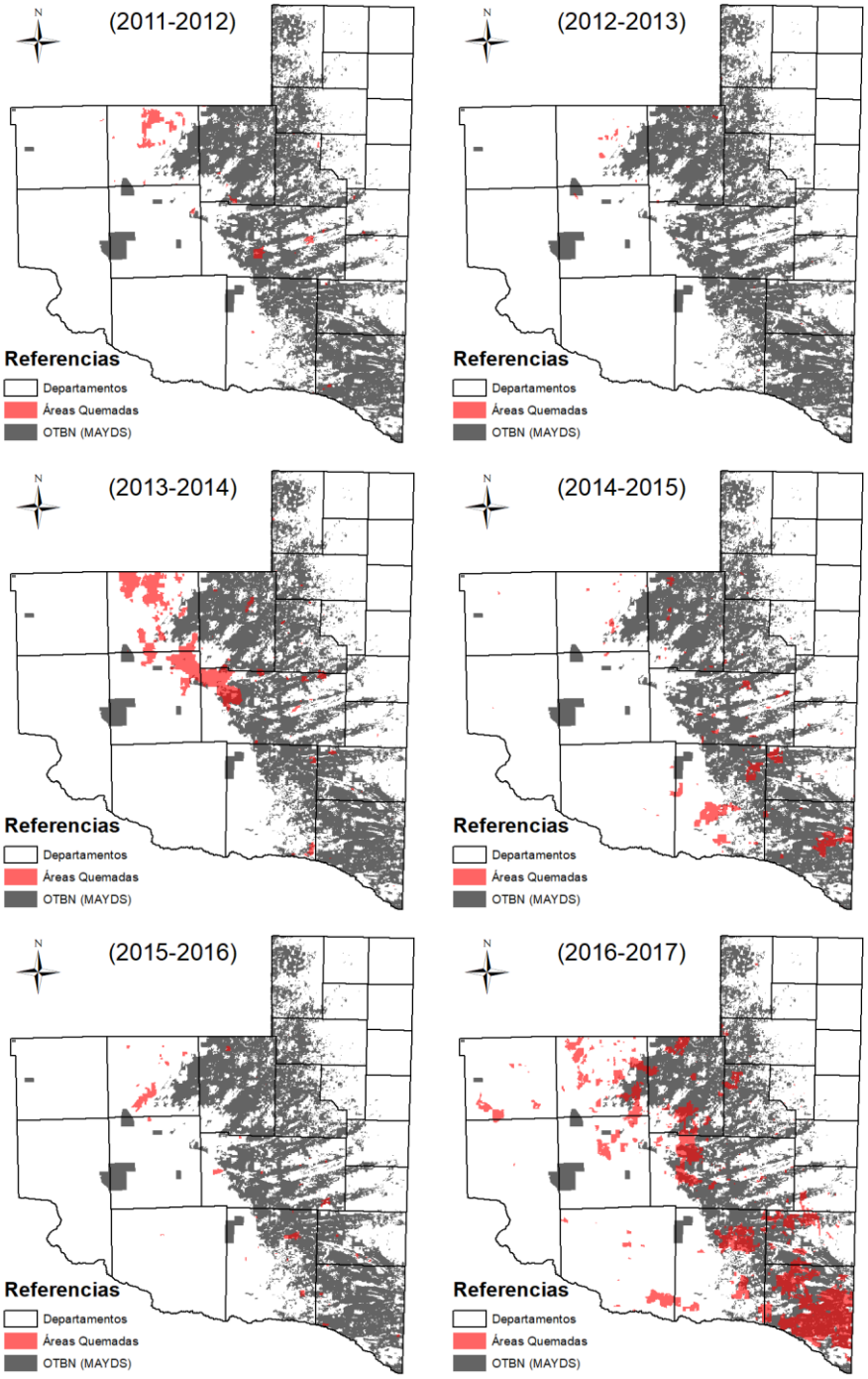
Chuvieco, E. (2010). *Teledetección ambiental: La observación de la tierra desde el espacio*. Ariel.

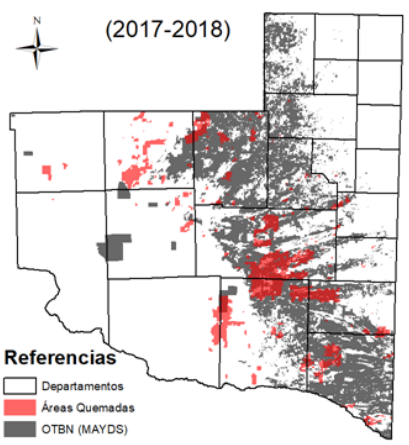
Falk, D. A., Miller, C. A., McKenzie, D. C., y Black, A. C. (2007). Cross-Scale Analysis of Fire Regimes. *Ecosystems*, *10*, 809–823. https://doi.org/10.1007/s10021-007-9070-7

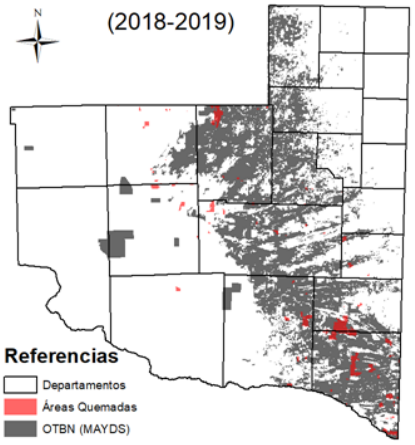
Fischer, M. D., Di Bella, C., y Jobbágy, E. G. (2012). Fire patterns in central semiarid Argentina. *Journal of Arid Environments*, *78*, 161–168. https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2011.11.009

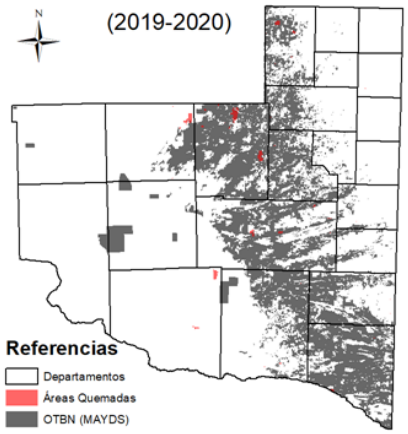
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2006). *Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Segunda Etapa. Inventario de Campo de la Región del Espinal. Distritos Caldén y Ñandubay. Anexo I Estado de Conservación del Distrito Caldén.*

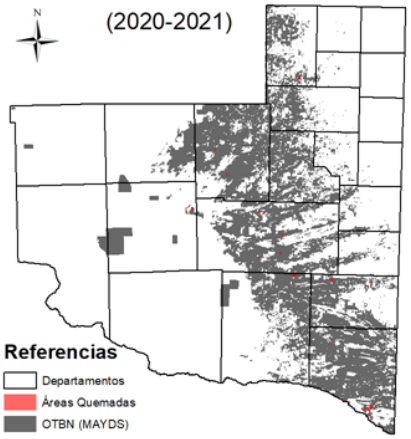
APENDICE I: Áreas quemadas (Noviembre a Febrero) por temporadas

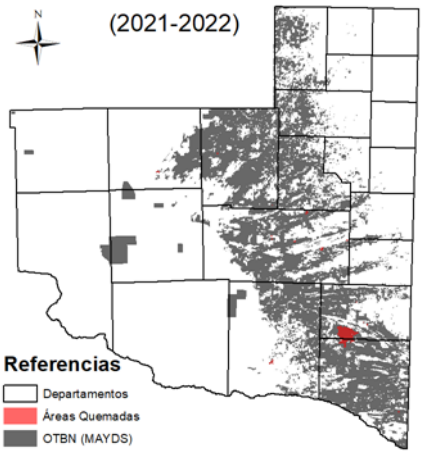


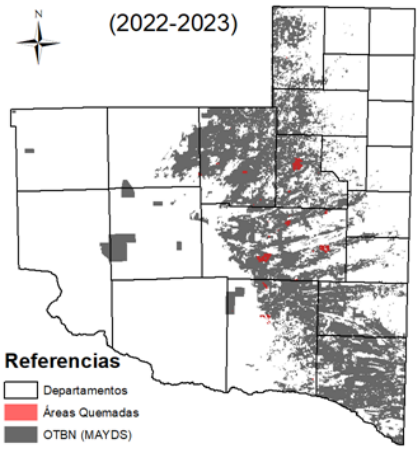

(2017-2018)
Referencias
Departamentos
Áreas Quemadas
OTBN (MAYDS)


(2018-2019)
Referencias
Departamentos
Áreas Quemadas
OTBN (MAYDS)


(2019-2020)
Referencias
Departamentos
Áreas Quemadas
OTBN (MAYDS)


(2020-2021)
Referencias
Departamentos
Áreas Quemadas
OTBN (MAYDS)


(2021-2022)
Referencias
Departamentos
Áreas Quemadas
OTBN (MAYDS)


(2022-2023)
Referencias
Departamentos
Áreas Quemadas
OTBN (MAYDS)

# Desarrollo de un Sistema de Monitoreo y Manejo Integral de Humedales a partir de Información Satelital

Natalia Soledad Morandeira [1] ,Francisco Grings [2] ,Mariano Franco [2],, Adriana Rojas Barrios [1],Mariela Rajngewerc [4],Matías Barber [2] ,Mercedes Salvia [2] ,Elio Campitelli [5,6,7] ,Esteban Roitberg [-] ,Carlos David Clauser [1] ,Priscilla Minotti [8-] ,Pía Fernández [9] - ,Maira Gayol[2], Lautaro Cortés[3], Micaela Milano[3], Juan Pujó[3],Julia Martinuzzi[3],Ariel Anthieni[3],Walter Shilman[3], Maria Iannone

[1] IIIA-UNSAM-CONICET, Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental, Escuela de Hábitat y Sostenibilidad, Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) nmorandeira@unsam.edu.ar ; iiia@conicet.gov.ar
[2] Instituto de Astronomía y Física del Espacio, Universidad de Buenos Aires (UBA) - CONICET verderis@iafe.uba.ar
[3] Kan Territory & IT. Arenales 2370 Piso 2 Departamento D CP 1124 - CABA administracion@kan.com.ar
[4] Sección Ciencias de la Computación, Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, Universidad Nacional de Córdoba - CONICET.
[5] Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEN- UBA.
[6] Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA). UBA-CONICET.

**Resumen:**El proyecto consiste en un sistema de monitoreo y gestión integral de humedales de Argentina a partir del desarrollo de modelos de áreas de estudio representativas de las unidades de paisaje de humedal piloto, en la Región de Humedales del corredor fluvial ChacoMesopotámico, a partir del uso de información satelital, productos de la misión SAOCOM, Sentinel 1 y 2 resultando como producto final la disponibilización de un Gestor de Contenido Geoespacial (GeoNode). El proyecto implica el desarrollo de modelos programados en Python, asimismo la automatización de los procesos ETL (sigla en inglés de extracción, transformación y carga) se llevaron adelante con la plataforma Airflow, implementando como solución específica para el manejo de información radar a la aplicación Snap.Como resultado marcado, el GeoNode, no solamente sirve en este proyecto como un webgis, sino como una herramienta integrada de manera transparente al Nodo IDE de CONAE, a través de los servicios interoperables OGC (siglas en inglés de Open Geographic Consortium), permitiendo que los datos, modelos y productos que se generen sean beneficiosos para las organizaciones y reutilizables en la integración de información para análisis de toma

de decisiones a nivel del ecosistema de humedales y todos los actores involucrados.

**Palabras Clave:** CONAE, HUMEDALES, GEONODE, AIRFLOW, TELEDETECCIÓN, IMÁGENES SATELITALES, IDE.

## 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto CONAE-PROSAT II Humedales “Desarrollo de un sistema de monitoreo y manejo integral de humedales a partir de información satelital” es desarrollado por consultores del Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín y CONICET, del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (UBA-CONICET), con participación de desarrolladores de la empresa argentina Kan - Territory I&T. El proyecto es ejecutado por la Fundación UNSAM Innovación y Tecnología.
El proyecto consiste en un sistema de monitoreo y gestión integral de humedales de Argentina a partir del desarrollo de modelos de áreas de estudio representativas de las unidades de paisaje de humedal piloto en la Región de Humedales del corredor fluvial Chaco-
-Mesopotámico ubicadas en las provincias de Entre Ríos y Santa Fe a partir del uso de información satelital, con foco en el aprovechamiento de productos de la misión SAOCOM, y resultando como producto final la disponibilización de un Gestor de Contenidos Geoespaciales.
El primer objetivo fue elaborar un catálogo de coeficientes de retrodispersión (microondas activas, banda C y L) y de respuestas espectrales (visible e infrarrojo reflectivo) asociados a los tipos de humedal de las áreas de estudio. El segundo objetivo consistió en elaborar protocolos basados en datos satelitales SAR de la Misión SAOCOM para la clasificación automatizada de tipos de humedal. En tercer lugar, se generaron productos de actualización periódica que dan cuenta del estado de los humedales, asociados a su hidroperíodo. Por último, se generó una plataforma WebSIG de gestión de contenidos geoespaciales, que permite ingerir, compartir, navegar, obtener vistas previas, visualizar, analizar y difundir datos de los productos de humedales elaborados, interoperable con la IDE de CONAE.
En el presente documento se detalla la selección de las áreas de estudio piloto, se resumen las principales fuentes de datos y escenas satelitales, se detalla el preprocesamiento de datos satelitales que se lleva a cabo y se resumen los requerimientos del sistema.

## 2. ÁREA DE TRABAJO

En la primera etapa del proyecto se definieron las tres áreas de trabajo piloto. En cada área de trabajo se delimitaron unidades de paisajes de humedal (Nivel III del Inventario Nacional de Humedales, INH) y se elaboró una tipología de humedales para la clasificación de unidades de humedal (Nivel IV del INH). La elección de las regiones de humedales y áreas de trabajo piloto en las que se desarrolla el PROSAT-Humedales se fundamenta en la diversidad de patrones de paisajes que presentan, involucrando tanto paisajes de mosaicos de humedales (es decir, áreas completamente dominadas por humedales de distinto tipo) como paisajes con humedales en una matriz terrestre (áreas en las que los humedales de distintos tipos son parches aislados en un entorno de áreas altas o ecosistemas terrestres) (Kandus et al., 2018). Así, los desarrollos generados en estos sitios piloto tienen potencial de aplicación en otras regiones de humedales, dado que estos tipos de patrones de paisaje constituyen unidades que se repiten a lo largo del país (independientemente del tipo de humedales presentes). Las áreas de trabajo son parte de la región Humedales del corredor fluvial Chaco-Mesopotámico. Las áreas 1 y 2 se encuentran en la Subregión Ríos, esteros, bañados y lagunas del río Paraná, mientras que el área 3 se encuentra en la Subregión Malezales, tembladerales y arroyos litoraleños.

**Delta Superior (Área piloto 1).**

Localizada en la provincia de Entre Ríos. Localidades cercanas: Diamante, Puerto Gaboto, Las Cuevas. Coordenadas centrales: 32,4092º S 60,6053º O. El Delta Superior es parte del sistema "Humedales del río Paraná con grandes lagunas" descrito por Marchetti et al. (2013). La planicie aluvial presenta cuerpos lóticos y lénticos de variados tamaños con conectividades y dinámicas diferentes, en los que el régimen hidrológico está fuertemente condicionado por los pulsos de inundación del río Paraná. En cuanto a la vegetación, se presentan bosques nativos y bañados con herbáceas. En el área del Sitio Ramsar que abordamos en este PROSAT, se cuenta con un inventario de humedales (Kandus et al. 2019). Las unidades de paisaje típicas se caracterizan por incluir un mosaico de humedales, con predominancia de áreas naturales protegidas (Parque Nacional Pre-Delta) o de interés de conservación (Sitio Ramsar Delta del Paraná). Las actividades productivas predominantes son ganadería vacuna extensiva y pesca. No presenta áreas urbanas ni actividad agrícola intensiva a destacar.

**Bajo de los Saladillos (Área piloto 2).**

Ubicada en la provincia de Santa Fe. Localidades cercanas: San Javier, Helvecia, Cayastá. Coordenadas centrales: 30,8529º S 60,1479º O. El sistema "Humedales del Bajo de los Saladillos" descripto por Ramonell et al. (2013), constituye una franja inundable en la que los humedales corresponden a las

planicies de inundación actuales de los arroyos Saladillo Dulce y Saladillo Amargo (únicos cauces activos del sistema), a las lagunas y esteros en antiguas fajas del Paraná y a las cañadas y esteros en paleocauces meandriformes y bajíos entre los cuerpos de dunas longitudinales. La fuente de agua es de origen pluvial, fluvial y/o subterránea de acuerdo al sector. El área presenta un mosaico de humedales naturales (pastizales, pajonales, sabanas y bosques) con presencia de ganadería vacuna extensiva y actividad pesquera recreativa, más una actividad agrícola intensa en la que predominan los cultivos de arroz.

**Concepción del Uruguay (Área piloto 3).**

Localizado en la provincia de Entre Ríos. Localidad cercana: Concepción del Uruguay. Coordenadas centrales: 32,4639º S 58,2868º O. El sistema presenta tanto unidades de paisaje en las que predominan humedales como unidades de paisaje en la que los humedales se encuentran distribuidos en una matriz terrestre (Rojas y Kandus 2021). El régimen hidrológico está condicionado por las precipitaciones y por la dinámica del río Uruguay y sus tributarios. Presenta áreas urbanas, humedales naturales y actividad agrícola en las tierras altas.

## 3 FUENTES DE DATOS Y ESCENAS SATELITALES

A continuación se listan las principales fuentes de datos geográficos y satelitales a ser utilizados en el marco del proyecto. En el catálogo SAR y espectral se ingestan datos satelitales ópticos de Sentinel-2 y datos SAR de Sentinel-1 y SAOCOM StripMap QP (polarizaicón completa). Las escenas ópticas se utilizan corregidas a reflectancia de superficie. Las escenas SAR se procesan calibran y procesan a intensidad (sigma0). En las clasificaciones, se utilizan sólo escenas SAOCOM StripMap QP, de las cuales se extraen un conjunto de 20 indicadores polarimétricos. Finalmente, para la construcción de los indicadores de estado del hidroperíodo, se utilizan escenas SAR Sentinel-1. Las/los usuarias/os del proyecto cargarán las delimitaciones de las áreas piloto y de las unidades de paisaje de humedales, en formato vectorial. El pre-procesamiento SAR se realizó utilizando el software libre SNAP v.8 (European Space Agency), en lotes con grafos .xml y automatizado con Python; mientras que los indicadores polarimétricos se generan con scripts de Python elaborados por el equipo.

## 4 REQUERIMIENTOS DE LA SOLUCIÓN

La estructura tecnológica del proyecto está basada en los siguientes componentes:

**Plataforma WebGIS y catálogo de metadatos**

La plataforma webGIS está integrada por GeoNode, un sistema de gestión de contenido geoespacial que facilita la publicación y acceso a datos georreferenciados y metadatos de varias fuentes, mejorando el intercambio de información entre organizaciones y diversos actores, usando las capacidades de la Internet. Asimismo, posibilita configurar fácilmente un portal geoespacial permitiendo a los usuarios ingerir, compartir, navegar, obtener una vista previa, visualizar y difundir datos. GeoNode está integrado por dos herramientas principales, GeoServer y Postgres, que brindan un servicio robusto de datos al usuario. Además, está integrado a un catálogo de metadatos (administrador de recursos referenciados espacialmente cuyas funciones más potentes son las de edición y búsqueda) contemplando los estándares de calidad nacionales e internacionales. Toda la interfaz está destinada a perfiles de usuarios tanto técnicos, como a aquellos que no son especializados en geomática. Entre sus principales características se destacan las siguientes:

- Cargar, administrar y compartir datos en línea.
- Crear mapas interactivos.
- Visualizaciones sobre el mapa (Widgets/Geo Stories).
- Permisos sobre capas y mapas de lectura, escritura y edición.
- Descarga de datos.
- Carga de datos como shapefiles, archivos CSV y archivos GeoTiff, así como documentos auxiliares como PDF, imágenes, videos (con la posibilidad de habilitar visualizaciones basadas en el tiempo).
- Integración con aplicaciones de terceros.
- Plataforma escalable.
- Gestión de metadatos.
- Front-end amigable.
- Interoperabilidad.
- API para personalización y conexión.

- Geoservicios OGC para la provisión de interacción con la IDE CONAE a través de los diferentes servicios, considerando el desarrollo de la funcionalidad de CSW bajo norma 19115-3 / 19139.

**Orquestador de modelo (Airflow)**

Es el entorno para la gestión de la información entre distintas plataformas que brinda la posibilidad de automatizar y monitorear los diferentes procesos para la disponibilización de la información.

Airflow posibilita crear, programar y monitorear flujos de trabajo de manera programática, además, planificarlos y monitorearlos de forma centralizada. Entre las prestaciones de Airflow se destacan:

- Gestión de fallos en data sources o sinks: Gestión integrada de errores en el acceso a datos pudiendo definir diferente comportamiento para cada caso.

- Reprocesamiento de jobs históricos: ordenar reprocesar jobs del pasado directamente desde el GUI de forma muy sencilla.

- Parámetros entre jobs: pasar parámetros entre diferentes jobs a través de un almacenamiento intermedio, esto nos permite dotar a los workflows de un estado.

- Reintentos automáticos: gestión automática de reintentos en base a la configuración que hagamos para cada DAG (en inglés, Directed Acyclic Graphs).

- Soporte CI (en español, Integración Continua) y CD (en español, Distribución Continua) en workflows: integrar fácilmente Airflow con nuestros sistemas de integración o despliegue continuo, ya sea con herramientas como Jenkins o gestión de DAGs en Git.
- Muchas integraciones: Airflow tiene integraciones con multitud de plataformas y software de terceros a través de los Operators.

- Data sensors: son un tipo particular de operadores que nos permiten esperar hasta que se cumpla cierta condición, por ejemplo, que se escriba un fichero en HDFS o en S3.

- Capacidades para testing de jobs: permite testear y validar nuestros tests antes de que sean desplegados.
- Logs y metadatos desde el GUI web: un punto centralizado desde donde

acceder a todos los logs y metadatos asociados a cada tarea desde el interfaz web.

- Triggers que disparen tareas: tenemos diferentes opciones para disparar la ejecución de nuestros workflows de forma automática en base a una planificación temporal, o también podemos dispararlos de forma manual.

- Monitoreo en tiempo real y alertas: podemos monitorear el estado de ejecución de nuestros workflows en tiempo real desde el GUI.

**Procesamiento de imágenes**

De acuerdo a la escena satelital a procesar se generaron distintos scripts que realizan el pre- procesamiento de la imagen (de ser necesario), junto con la extracción de subproductos y muestras para la clasificación de los humedales. Todos los scripts fueron elaborados por los equipos del Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín y CONICET, del Instituto de Astronomía y Física del Espacio (UBA-CONICET) y luego acondicionados para su funcionamiento dentro de Airflow por el equipo de KAN. Cada uno de estos scripts fue incorporado a un flujo de trabajo distinto con el formato de un DAG de Airflow. El procesamiento de imágenes se realizó principalmente en python, utilizando en algunos pasos scripts de bash y la API para python de Google Earth Engine. Las librerías ráster utilizadas fueron en su mayoría GDAL y Rasterio en menor medida. Una vez obtenidos los índices necesarios, se elabora un tablero de control mediante ShinyApps con R.

Para imágenes SAOCOM, el flujo de automatización de las escenas SAOCOM comienza con un script que conecta y descarga del servicio FTP las imágenes requeridas. Posteriormente, un segundo paso ejecuta el pre-procesamiento de cada escena descargada utilizando grafos
.xml con las herramientas disponibles en el software SNAP. Una vez que se obtiene cada escena pre-procesada se continúa con una traslación y corregistro de las escenas para su completo alineamiento, de manera tal de poder obtener muestras e indicadores uniformes a través de las distintas imágenes. El siguiente script dentro del DAG, realiza la extracción de muestras de cada región de interés, definidas en archivos geográficos de tipo Shapefile, para calcular los índices polarimétricos. El último paso del flujo corresponde a la importación de los sets de datos resultantes y las escenas procesadas a Geonode junto con sus metadatos. Para esto se renderizan las escenas con una composición de falso color compuesto.

En el caso de Sentinel-1, el flujo empieza de manera similar a SAOCOM con un script que conecta y descarga del servicio del Alaska Satellite Facility (ASF) las

imágenes requeridas. El segundo paso ejecuta el pre-procesamiento con las herramientas de SNAP. La extracción de muestras de cada región de interés se realiza con el mismo script, utilizando parámetros particulares para la cantidad de bandas de este tipo de escena. Finalmente se realiza la importación de los set de datos resultantes y las escenas procesadas a Geonode junto con sus metadatos.

Para el caso de las Sentinel-2, las imágenes son obtenidas y procesadas mediante scripts de python que hacen uso de la API de Google Earth Engine. En primer lugar se obtiene la colección de imágenes de acuerdo a los parámetros de fecha, tipo de producto y el filtro espacial dado por el área piloto buscada. Luego se construyen los diversos índices requeridos (NDVI, NWI, EVI, entre otros) para las regiones de interés sobre el conjunto de imágenes y se almacena todo en un mismo *dataframe* que es exportado como CSV. El último paso comprende un DAG que importa el resultado en Geonode.

En cuanto al análisis de inundabilidad se utilizan imágenes Sentinel-1 procesadas mediante scripts de python que hacen uso de la API de Google Earth Engine de acuerdo a los parámetros de fecha, tipo de producto y el filtro espacial dado por el área piloto buscada. Previo a realizar el análisis, se separa cada imagen en tiles, a los cuales se les calcula la probabilidad de inundación para el periodo temporal estudiado. Luego, se realiza un re-tiling (mosaico) para recomponer la imagen con los indicadores ya obtenidos y su resultado es luego importado en Geonode.

Finalmente, para el tablero de control, el flujo para construirlo comienza importando los resultados de los anteriores DAGs (SAOCOM, Sentinel-1 y Sentinel-2), a partir de los cuales mediante un script de R se construye la ShinyApp que contiene al tablero, el cual es embebido posteriormente en Geonode.

## 5 OTROS REQUERIMIENTOS

### Licencia SAOCOM

Para la planificación y descarga de adquisiciones de escenas SAOCOM se solicitó una licencia en el marco de este AO, a nombre de Natalia Morandeira. Las/los Expertos Claves y colaboradores técnicos se suscribieron a la licencia como Usuarios finales.

**Requerimientos para interoperabilidad e integración a CONAE**

Se considerarán los requerimientos mínimos del documento *"Referencia de Productos para integración a CONAE"*, en cuanto a: **a)** las características de los productos a disponibilizar en una plataforma WebGIS; **b)** el metadato de los productos integrados en base a los estándares de IDERA (ISO 19115-3) con capacidad de ser consumidos como servicios por un catálogo bajo el estándar CWS; **c)** los requerimientos de automatización del procesamiento (desarrollos de código abierto, procesadores con contenedores docker y docker-compose, distribución en repositorio git requisitos de automatización); c) la documentación; d) los geoservicios WMS, WFS, WCS, CSW.

**Requerimientos de seguridad informática**

Se considerarán los requerimientos de la Subgerencia de Informática, Servicios de Datos y Telecomunicaciones, Gerencia de Gestión Tecnológica de CONAE, especificados en el documento "*Consideraciones de seguridad informática para el desarrollo de software y su puesta en producción*".

## 6. EQUIPOS DE TRABAJO

Para la realización del trabajo se cuenta con un equipo de profesionales interdisciplinario formados en disciplinas como la Biología, Ingeniería en Agrimensura, Geografía, Ecología y Sistemas con amplios conocimientos en teledetección, sistemas de información geográfica y scripting y notable experiencia tanto en el estudio de humedales como en soluciones técnicas y arquitectura de datos.

## 7. CONCLUSIONES

La generación de un sistema que consiste en el monitoreo y gestión integral de humedales de Argentina a partir del desarrollo de modelos de áreas de estudio representativas de la Región de Humedales del corredor fluvial ChacoMesopotámico ubicadas en las provincias de Entre Ríos y Santa Fe, haciendo uso de información satelital (productos de la misión SAOCOM, Sentinel 1 y 2) llevado a cabo con tecnologías y herramientas desarrolladas de punta a punta en código abierto es una novedad sin antecedentes.

La integración de un gestor de contenidos geoespaciales (GeoNode) con el desarrollo de modelos programados en Python y la automatización de los procesos ETL (Airflow) como base del presente sistema establece un caso

fácilmente replicable a lo largo y ancho del territorio nacional para realizar análisis, monitoreo y gestión integral de otras unidades de paisaje de distinta naturaleza.

Este sistema permite que los datos, modelos y productos que se generen sean beneficiosos para las organizaciones y reutilizables en la integración de información para el análisis y la toma de decisiones a nivel del ecosistema de humedales y de todos los actores involucrados.

Por último, cabe destacar, una vez más, que el sistema está realizado en código abierto, con su respectiva documentación, logrando una integración robusta de las soluciones y los requerimientos propuestos por los diferentes actores y permitiendo su réplica y programación para otros proyectos de interés.

## AGRADECIMIENTOS

El desarrollo fue financiado por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales a partir del Anuncio de Oportunidad PROSAT II, Préstamo BID Nº4840/OC-AR. El convenio de i+D fue ejecutado por la Fundación UNSAM Innovación y Tecnología, ratificado por CONICET (DI-2022-148-APN-GVT#CONICET) y acreditado por la Universidad Nacional de San Martín (Proyecto de Investigación con Reconocimiento Institucional UNSAM80020220100020SM). Agradecemos también el financiamiento parcial de CONICET (PIP 11220200102743) y la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT-2017-1256), a través de proyectos dirigidos por la Dra. Morandeira.

## REFERENCIAS

***Airflow***

Apache Licens Version 2.0, (January)2004,http://www.apache.org/licenses/

***Geonode***

GNU GENERAL PUBLIC LICENSE, Version 3, 29 June 2007 Copyright (C) 2007 Free Software Foundation, Inc. <http://fsf.org/>

# Cartografía oficial de áreas afectadas por incendios forestales en la Provincia de Córdoba

María Luz Fuentes[1]; María del Mar Funes[2]; Facundo Mariño[1], Ezequiel Francisco Pozzi Tay[1], Leonardo Sandon[1]; Constanza Villagra[2], Ariel Chaves[3]

[1] Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR). Ministerio de Finanzas, Gobierno de la Provincia de Córdoba.
[2] Equipo Técnico de Acción ante Catástrofes (ETAC). Ministerio de Seguridad, Gobierno de la Provincia de Córdoba
[3] Secretaría de Gestión de Riesgos Climáticos, Catástrofes y Protección Civil, GRCCyPC, Ministerio de Seguridad, Gobierno de la Provincia de Córdoba.
E-mail: {MariaLuz.Fuentes; MariadelMar.Funes; Facundo.Marino; Constanza.Villagra; Ezequiel.PozziTay; ArielGustavo.Chaves}@cba.gov.ar; leomadvr@gmail.com

**Resumen:**

La Secretaría de Gestión de Riesgo Climático, Catástrofes y Protección Civil (SGRCCyPC), en conjunto con la Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR), disponen de un plan de trabajo centrado en la elaboración de herramientas cartográficas y analítica de datos para la prevención y gestión de incendios forestales. Este trabajo expone las estrategias, herramientas y principales alcances del proyecto en curso de "Cartografía oficial de áreas afectadas por incendios forestales para la provincia de Córdoba". El enfoque del estudio se basa en la aplicación de una serie de herramientas para el mapeo de áreas quemadas del conjunto *"Burned Area Mapping Tools"* (BAMT). En los análisis se integran, además, datos espaciales provenientes de focos de calor, registros oficiales de los eventos de fuego sucedidos, entre otra información complementaria contenida en el portal de la IDE, MapasCordoba.

**Palabras Clave:** AREAS QUEMADAS, INCENDIOS FORESTALES, ALGORITMO BAMT, IDE

## 1. INTRODUCCIÓN

El incremento en la frecuencia e intensidad de los incendios forestales evidencia la necesidad de contar con una base cartográfica de las áreas afectadas por incendios forestales como dato básico y fundamental que permita el análisis espacial de los impactos ambientales y daños ocasionados. El presente trabajo es un ejemplo de integración y trabajo interinstitucional entre la Secretaría de Gestión de Riesgo Climático, Catástrofes y Protección Civil, a través de las direcciones de Gestión Integral de Manejo de Fuego (GIMF) y de Protección Civil, y la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR), con el propósito de llevar adelante la elaboración de herramientas cartográficas y analítica de datos para la prevención y gestión de incendios forestales.

Los objetivos de este trabajo conjunto se alinean con lo establecido en la legislación provincial vigente sobre el manejo del fuego (Ley Provincial Nº 8.751) donde una de las atribuciones refiere a la elaboración de mapas de zonificación de riesgo de incendios. En función de ello, en esta misma ley se dispone de "Desarrollar un programa de investigación y experimentación en prevención, lucha y consecuencias de incendios"

En este marco, la SGRCCyPC e IDECOR iniciaron en 2020 una serie de actividades coordinadas para llevar adelante diversos proyectos que contribuyen al desarrollo de herramientas, obtención de datos y generación de información valiosa para la gestión integral de los incendios forestales. Entre ellos se puede destacar el Plan Provincial de Mapas de Riesgo Local (disponible para el corredor de Sierras Chicas y actualmente en elaboración para otras áreas de la provincia), el desarrollo de la App de recolección de datos a campo Riesgo Collect específicamente diseñada para atender los requerimientos del plan antes mencionado, como así también, la elaboración del mapa de Áreas afectadas por incendios forestales (de actualización trimestral) que en esta exposición se presenta.

El proyecto de "Cartografía Oficial de Áreas Afectadas por Incendios Forestales a nivel provincial" se basa en tres principios que aseguran la disponibilidad de información oportuna y de calidad. Uno de ellos refiere a la actualización regular de los productos que se desarrollan, otra al acceso a datos abiertos y estructurados de diversas temáticas y, por último, a la utilización de datos oficiales vigentes, a partir de la participación de diversos actores y organismos en la IDE provincial.

Bajo estos lineamientos, se integra un equipo de trabajo multidisciplinario con perfiles en geografía, biología, agrimensura, geología y recursos humanos formados en gestión de riesgos y especializados en combate de incendios forestales (bomberos voluntarios, personal de Equipo Técnico Ante Catástrofes, etc.). En este contexto, la IDE brinda su apoyo en el desarrollo metodológico y

ejecución técnica para la identificación de las áreas quemadas, con la premisa de que se trate de una cartografía de alcance provincial y homogénea en su realización técnica y de libre acceso.

A partir de la generación sostenida de este producto cartográfico se espera que puedan realizarse múltiples estudios, desde abordajes y enfoques diversos, que propicien y faciliten a los gestores del territorio herramientas eficientes para la toma de decisiones, encaminadas tanto a la prevención como a la extinción de los incendios forestales. A su vez, representa una herramienta de valiosa utilidad para el diseño y aplicación de políticas de remediación y asistencia para propietarios y productores afectados.

## 2. ÁREA DE TRABAJO

Para la detección de las áreas afectadas por incendios forestales la zona de estudio abarca toda la Provincia de Córdoba, a excepción de una pequeña porción al nordeste, perteneciente a los bañados del Río Dulce al norte de la laguna Mar de Ansenuza (Figura 1). Este sector se excluye debido a que la actividad económica más influyente es la ganadería bovina extensiva y para llevar adelante esta actividad se realizan quemas que favorecen el manejo de las pasturas naturales.

En el territorio provincial se distinguen tres Provincias Fitogeográficas (Figura 1): Chaco, Espinal y Pampa (Oyarzábal et al., 2018). El Chaco que abarca la provincia se divide en Chaco Serrano, Chaco Seco y Chaco Árido. Además, existen regiones no vegetadas como son las Salinas Grandes, cuerpos de agua y extensiones de coberturas rocosas, principalmente en la zona serrana. Así mismo más allá de localizarse dentro de estas clasificaciones, en las tierras bajas, en gran parte de la Pampa, el Espinal y el Chaco Seco no existe actualmente su vegetación original. La vegetación de estas regiones fue convertida en tierras de uso agropecuario. Es importante destacar los tipos de vegetación que presenta la provincia, ya que ésta representa el material combustible a ser quemado durante los incendios (materia orgánica vegetal que alimenta la combustión).

En cuanto a las condiciones climáticas de la provincia, las mismas varían a causa de su gran extensión latitudinal y a las diferentes características topográficas. En este contexto, los incendios mayormente se registran en la estación seca, que va desde comienzos del invierno hasta fines de la primavera (Kopta et al., 2004). Este periodo se caracteriza por la presencia abundante de material vegetal, fruto de la temporada de crecimiento estival, el cual se seca por la falta de agua y la presencia de heladas, que matan a las plantas herbáceas.

A los fines metodológicos y optimización de los procesos de análisis, es importante resaltar que el área de estudio se subdividió en dos sectores

homogéneos (Figura 1), zona serrana y zona agrícola. Tanto las coberturas de suelo, como las actividades productivas que se desarrollan en estos subespacios plantean la necesidad de considerar parámetros y ventanas temporales diferenciales a la hora de la detección de área quemada (ver apartado 4.2).

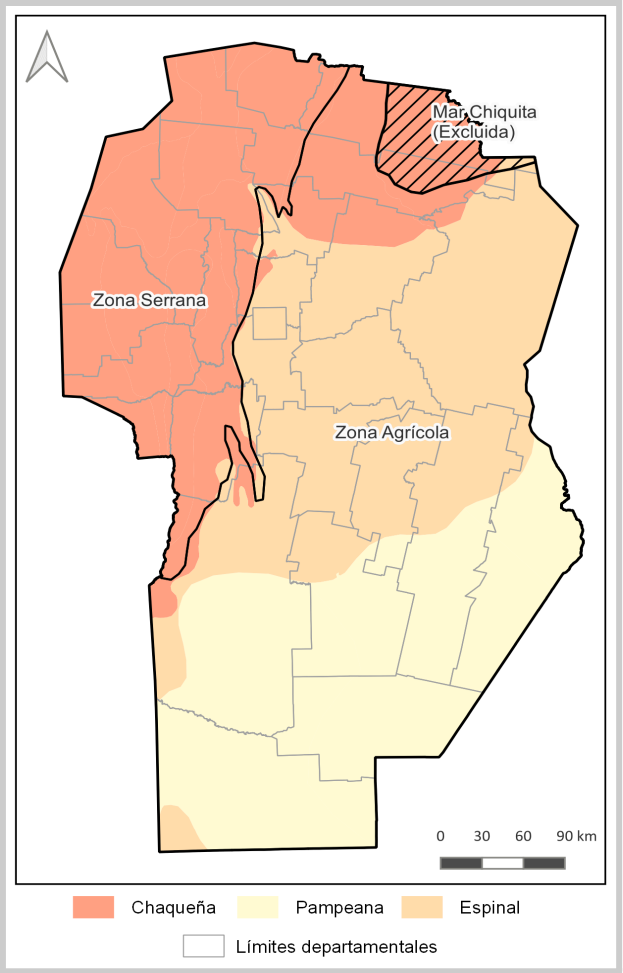



Figura 1: Delimitación de la provincia de Córdoba en el contexto de provincias fitogeográficas y sectorización del área de estudio.

## 3. ELABORACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA OFICIAL DE ÁREAS AFECTADAS POR INCENDIOS FORESTALES EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA

### 3.1 Objetivo

Presentar la metodología integral y colaborativa aplicada para la creación de la cartografía de áreas afectadas por incendios forestales para la provincia de Córdoba, de carácter oficial y de acceso público.

Así mismo, con los productos resultantes de la aplicación de la metodología propuesta se pretende contribuir al diseño de políticas públicas y planes de prevención, sentando las bases para la articulación, consenso y transversalidad con otros organismos públicos e instituciones provinciales o nacionales, especializadas en la temática, sobre las líneas y prioridades estratégicas propuestas por el Marco de Sendai[1] para la reducción del riesgo de desastres.

### 3.2 Temporalidad de los productos cartográficos

La cartografía de áreas afectadas por incendios forestales prevé una frecuencia de actualización trimestral, lo cual facilita un mayor seguimiento temporal de los eventos, que permite, a su vez, evaluar patrones de ocurrencia, observar detalladamente la distribución espacial y analizar la severidad del fenómeno con cierta inmediatez.

Así mismo, la determinación de esta ventana temporal va de la mano con la necesidad de agilizar y optimizar los tiempos de ejecución de los algoritmos y procedimientos, de acuerdo con la capacidad de manejo y gestión de los volúmenes de datos que se integran en las distintas etapas del proceso (clasificación de imágenes satelitales, análisis de focos de calor, datos oficiales de registros de incendios, etc).

Cabe destacar que, en el caso del producto anual del año 2022, si bien para su realización se establecieron dos cortes temporales (por semestres), el mismo se trató de un mapeo único cuya cartografía final fue publicada en su totalidad en el mapa "Áreas afectadas por Incendios 2022", disponible en el portal de MapasCordoba desde principios del mes de marzo de 2023[2].

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Conjunto de datos y preprocesamiento

Los trabajos de detección de áreas quemadas se inician en la plataforma basada en la nube de Google Earth Engine (GEE)[3] la cual, no sólo cuenta con una variada disponibilidad de datos espaciales en formatos ráster y vectorial de libre acceso, sino que también proporciona catálogos de imágenes satelitales y la posibilidad de ejecución de algoritmos de procesamiento geoespacial que facilitan los análisis científicos (Gorelick, et al., 2017).

En el entorno de GEE es posible ejecutar el conjunto de herramientas "Burned Area Mapping Tools[4]" (BAMT en adelante; Roteta et al., 2019, 2021, 2022),

basadas en el algoritmo original Burned Area Mapping Software (BAMS) desarrollado por Ekhi Roteta y Aitor Bastarrika (Bastarrika et al., 2014) que utilizaba únicamente imágenes Landsat. La última actualización del código[5] brinda robustez, ya que incorpora el uso de series temporales de imágenes Sentinel-2 dando mayor resolución espacial y temporal.

BAMT dispone de una serie de herramientas que permiten realizar un proceso completo de mapeo de áreas quemadas, que incluye desde la identificación y posterior obtención de la cartografía de área quemada hasta técnicas de validación y evaluación de los productos obtenidos.

A los fines de este estudio se utiliza una de las herramientas del conjunto BAMT, la cual permite crear un producto de área quemada (Burned Area - BA) en una región y período de tiempo específico, a partir de la detección de cambios entre dos imágenes satelitales de media resolución espacial (Landsat o Sentinel-2), basándose en una clasificación supervisada mediante el algoritmo Random Forest.

Otro de los insumos necesarios para la detección, corroboración y seguimiento de los eventos de incendios son los datos aportados por los focos de calor, los cuales se encuentran disponibles casi en tiempo real y a nivel mundial en el Sistema de Información sobre Incendios para la Gestión de Recursos (FIRMS[6], por sus siglas en inglés), provenientes de los sensores MODIS y VIIRS.

Sumado a estos datos satelitales, se considera además una base de datos alfanumérica generada por la SGRCCyPC (información sistematizada del Plan Provincial de Manejo de Fuego), que consta del registro de los incendios ocurridos en el periodo a estudiar, acompañado de datos relevantes, tales como: fechas de inicio y extinción, cantidad de personal interviniente, cobertura afectada, zona de referencia, entre otros atributos. La integración de esta fuente de datos facilita, no sólo la aproximación espacial a las zonas afectadas, sino también las tareas de control y revisión de los resultados.

### 4.2 Procedimientos para la determinación de áreas quemadas

Una de las metodologías más avanzadas para el mapeo semi-automático de áreas quemadas se basa en la aplicación del algoritmo ya citado de BAMT, empleado por diversas instituciones y organizaciones ligadas a la temática, tanto gubernamentales, científicas como así también académicas.

Bajo esta línea, los procedimientos para la detección de las áreas afectadas por incendios forestales fueron diseñados en dos etapas. La primera de ellas se inicia con la aplicación de la herramienta de cartografía de área quemada del conjunto BAMT. Sobre la base del producto obtenido en esta etapa, se da comienzo a la segunda, donde se realizan una serie de procesos que integran datos provenientes de diferentes fuentes que permiten la definición de la

cartografía de áreas afectadas por incendios forestales para la provincia de Córdoba en una extensión temporal trimestral.

En este orden, el proceso inicia con la aplicación de la herramienta de BAMT, la cual consiste en una serie de pasos para cartografiar las áreas quemadas en la que primeramente debe establecerse una escala espacial (región de estudio) y temporal (período de estudio) para limitar los resultados. A posterior, se aplica un algoritmo de dos fases, en la primera se deben identificar muestras de áreas quemadas (donde se observan píxeles con una señal de quemado muy fuerte) y luego muestras de áreas no quemadas. Las muestras actuarán como datos de entrenamiento (característicos de la clase que se quiere identificar) que luego, en una segunda fase, se extenderán abarcando las áreas quemadas (y no quemadas, respectivamente) en el entorno estudiado (Bastarrika et al., 2011).

Una vez digitalizadas las muestras, el procedimiento de detección de área quemada se da por medio de una clasificación supervisada basada en el algoritmo Random Forest (RF)[7], en el que se incluyen varias bandas e índices espectrales de la imagen con fecha posterior al fuego y de una imagen de diferencia multitemporal. Como producto el clasificador devuelve una nueva imagen donde los valores de los píxeles varían entre 0 y 100. Estos valores representan porcentajes de probabilidad de que ese píxel represente área quemada (0% no quemada, 100% quemada).

A posterior, se analizan los productos de probabilidad de píxel quemado, a partir de los cuales se determinan umbrales, que permiten discriminar las áreas quemadas de aquellas que no se identifican como tales. Considerando otras herramientas del conjunto BAMT, es posible exportar un archivo vectorial que contenga los polígonos de las áreas quemadas donde se incluye el atributo con la fecha de detección. En ocasiones, y a los fines de estudios de incendios particulares a detalle, los correspondientes productos de probabilidades son exportados en formato ráster para su procesamiento en el software QGIS (versión 3.22-Białowieża), donde se realiza una reclasificación de los valores de píxeles según umbrales determinados.

Debido a la heterogeneidad de ambientes presente en la extensión del territorio provincial, en las experiencias de mapeo llevadas a cabo hasta el momento los umbrales establecidos en la determinación de los sitios quemados se establecieron por encima del 50% de probabilidad, a excepción de eventos particulares para los cuales se definieron por encima del 80%, como lo fue, por ejemplo, en sitios del sector serrano (Figura 2).

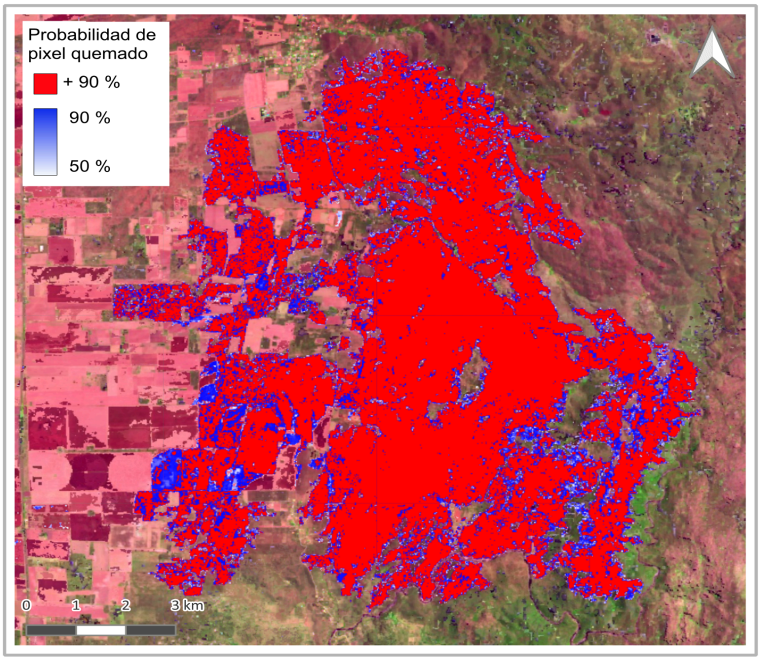



Figura 2: Imagen de probabilidad de incendio. Detección del incendio ocurrido en la localidad de Ambul (Dpto San Alberto) entre los días 25/11/2022 y 30/11/2022.

Una vez obtenida la capa ráster reclasificada se procede a la vectorización de los polígonos que definirán las áreas quemadas, los cuales conforman el producto base para los siguientes procesos de obtención de la cartografía final.

En esta segunda etapa, sobre la base de datos de polígonos de área quemada, se realizan tareas de revisión y control de calidad de los resultados, a fines de eliminar sitios detectados como incendios que en realidad no se corresponden con áreas quemadas y, a su vez, para agregar sitios quemados no detectados por el algoritmo. La revisión de errores se realiza por medio de fotointerpretación de los compuestos de imágenes (mosaicos multitemporales) y mediante el seguimiento del registro oficial eventos de incendios, como así también de la consideración de los datos satelitales de foco de calor de la base de FIRMS.

Otro proceso de revisión consiste en la corroboración de polígonos menores a 10 hectáreas, dado que la resolución espacial de las imágenes utilizadas podría ser una limitante para su correcta identificación. Para estos casos, se adopta el criterio de cartografiar aquellos incendios que cuentan con registro oficial y/o información proveniente de FIRMS. Finalmente se aplican técnicas cartográficas de simplificación, supresión de anillos sin datos menores a 0,25 ha (2500 m²), y de suavizado, para disminuir el efecto pixelado del producto original y maximizando así la calidad cartográfica del producto.

Finalizados estos procesos, se realiza el cálculo correspondiente del área afectada (extensión espacial en hectáreas) y se procede a la recuperación de la fecha probable de ocurrencia del evento (Figura 3).

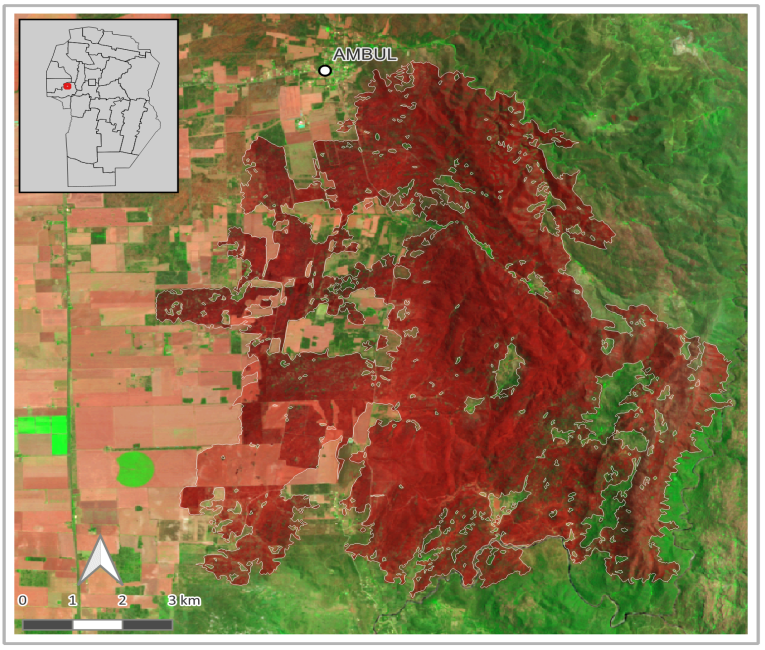



Figura 3: Cicatriz del incendio ocurrido en la localidad de Ambul (Depto. San Alberto), superficie quemada detectada 7.058 has. Imagen satelital de falsa composición color, utilizando bandas 'SWIR2', 'NIR' y 'Red' del sensor Sentinel 2 en fecha posterior al incendio. Fecha de imagen: 3/12/2022.

La asignación de la fecha implica considerar una serie de criterios para su determinación. Si bien los productos obtenidos del BAMT pueden exportarse incluyendo la fecha de la imagen en la cual el área quemada fue detectada, la misma no siempre coincide con la de la ocurrencia del incendio, ya que el satélite no tiene una frecuencia diaria y la respuesta espectral puede mantenerse por varios días. Para atribuir a cada polígono una fecha lo más fehaciente posible a la ocurrencia verdadera del incendio forestal (como fecha probable de inicio), se consideran otras fuentes de información.

Por un lado, se combinan los registros de eventos de fuego identificados en la base de datos propia de la SGRCCyPC. Por otro lado, se consideran los datos satelitales de foco de calor FIRMS (utilizados en etapas de revisión y control) y las propias imágenes utilizadas en la detección del área. Sobre esto, hay que señalar que estos últimos, al estar basados en datos satelitales, pueden presentar limitaciones en su disponibilidad debido a la presencia de nubes. Sin embargo, los datos FIRMS presentan cierta ventaja, dado que informan la localización de los incendios activos casi en tiempo real y, además, cuentan con

una alta resolución temporal (actualización cada 3 horas), a diferencia de una imagen de satélite que tiene una resolución temporal de 5 días (cuando no hay nubosidad).

En este sentido, y a partir del cotejamiento de las tres fuentes, las fechas probables de inicio de cada incendio se determina según el siguiente orden de prioridad: 1) fecha indicada en los registros oficiales del Plan de Manejo del Fuego; 2) fecha de focos de calor de FIRMS; 3) fecha de la primera imagen satélite en la que se detecta la cicatriz del incendio.

Finalmente, la cartografía de área quemada queda constituida por el conjunto de polígonos que identifica la ocurrencia de los incendios forestales en un trimestre determinado. En cada uno de ellos se informan los atributos de extensión espacial, fecha probable de inicio (detección), ubicación respectiva a localidad más próxima, coberturas de suelo afectadas, datos topográficos, entre otras características territoriales complementarias

En la siguiente imagen (Figura 4) se describe el flujo de trabajo definido para el estudio de las áreas quemadas en la provincia de Córdoba. En el mismo, se puede observar las herramientas utilizadas y la integración de las distintas fuentes de datos antes descritas.

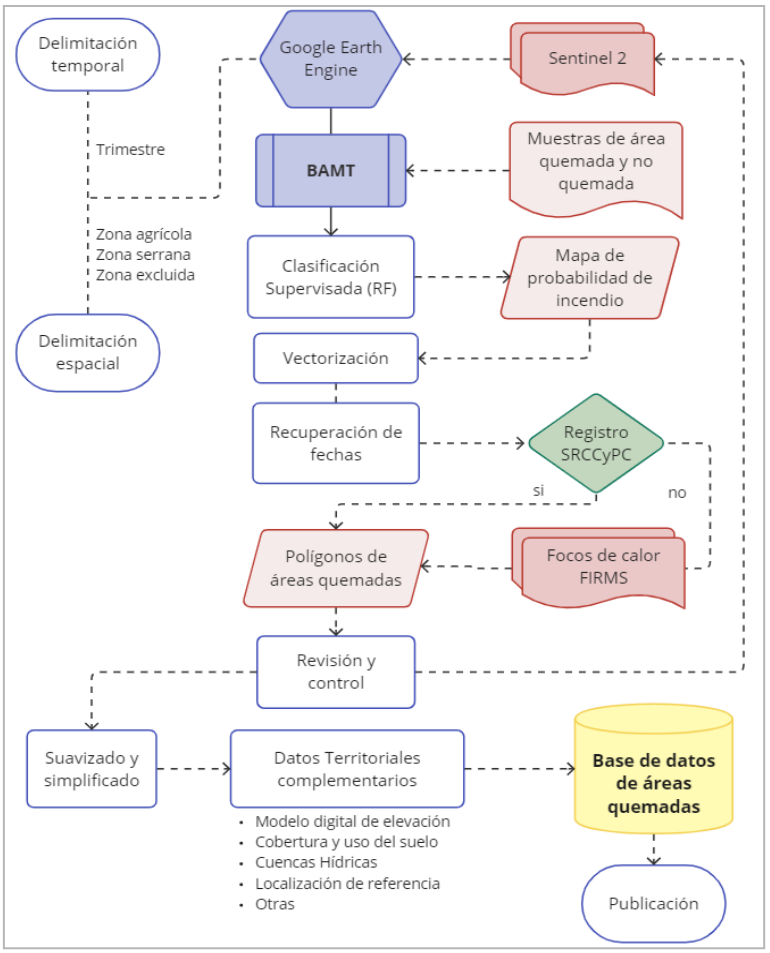



Figura 4: Diagrama de flujo para la determinación de áreas afectadas por incendios forestales en la provincia de Córdoba.

## 5. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LA BASE DE DATOS OBTENIDA

A partir de la implementación de la metodología descrita, se obtiene una base de datos cartográfica, que es posible de ser analizada a la luz de ciertos indicios que pueden tomarse para la interpretación de las condiciones en que se sucedieron los eventos y el alcance de sus efectos.

En este sentido, es importante considerar que los incendios forestales, por desarrollarse en ambientes abiertos, experimentan constantes cambios evolutivos generados por la interacción de tres factores; por un lado, la situación meteorológica reinante durante el incendio (tiempo atmosférico); por otro lado, la disponibilidad de la materia orgánica vegetal que alimenta la combustión

(combustible) y las características del terreno donde está el combustible que se quema (topografía), (Ivandic, 2007).

En estos términos, los resultados de las áreas quemadas deben ser analizados e interpretados sobre la base complementaria de otros datos territoriales que permiten describir el comportamiento temporal y espacial de los mismos.

Respecto al primer factor antes mencionado, sobre las condiciones atmosféricas, se puede decir que, si bien las mismas son particulares al momento de desarrollo de cada evento, es importante también considerar las condiciones climáticas (en cuanto a precipitaciones acumuladas, temperaturas, ocurrencia de heladas, etc) dominantes en cada uno de los períodos trimestrales definidos en estos estudios. Está caracterización permite, no sólo contextualizar los incendios en diferentes épocas del año, sino que también ayuda a entender la dinámica del crecimiento de la vegetación, identificando períodos de mayor o menor abundancia de humedad (secos).

En definitiva, esto explica la cantidad de material combustible disponible en los diferentes ambientes (Mari et al., 2021) y que, por tanto, pueden significar un aumento en las condiciones de riesgo de incendios en un determinado sector Particularmente, en la provincia de Córdoba la época donde se registran la mayor cantidad de incendios forestales sucede entre los meses mes de mayo y hasta octubre[8], coincidentes con los períodos más secos.

En cuanto a los otros dos aspectos mencionados, vinculados a la cubierta vegetal y topografía, es importante poder determinar cuáles son los tipos de cobertura de suelo y usos de la tierra afectados por el fuego, y en qué condiciones de altitud se desarrollan los eventos.

El análisis de estas condiciones pretende orientar sobre el impacto del fuego sobre los recursos forestales y forrajeros, como así también sobre la infraestructura presente en los sitios afectados (Mari et al., 2021). En esta línea, también es relevante considerar los condicionamientos del relieve que confiere mayor, o menor, vulnerabilidad de los ambientes en caso de ocurrencia de una amenaza de fuego. En el caso de la provincia de Córdoba, en los sectores de mayores elevaciones (sierras) es donde no sólo se registran la mayor cantidad de incendios, sino que también, allí donde desarrollan los eventos de fuego de grandes extensiones como consecuencia de la conjunción de ambos factores, topografía y presencia de vegetación abundante. Tal es así que los resultados de la cartografía del año 2022 evidenciaron que la zona serrana (con presencia de vegetación nativa), fue en general el sector provincial más afectado por los incendios, en los que se quemaron coberturas de pastizales o bosques y matorrales, principalmente.

### 5.1 Integración de resultados con datos disponibles en la IDE

La IDE trabaja con diversos organismos para la apertura y accesibilidad de múltiples datos temáticos que resultan esenciales en la gestión del riesgo. En el geoportal MapasCordoba se encuentran disponibles una serie de datos espaciales que permiten integrar los resultados del mapeo de áreas quemadas con datos oficiales vinculados al catastro provincial, estructura y ocupación urbana, urbanizaciones en trámite, infraestructura, geología, suelos, equipamiento urbano, entre otros.

Entre los datos disponibles en la IDE que resultan de gran relevancia en los análisis de gestión de riesgo de incendios forestales se destaca el mapa de Cobertura y Uso del Suelo 2020-2021[9], a partir del cual es posible calcular con alta precisión las distintas coberturas vegetales y usos de suelos afectados por cada incendio (Figura 5).

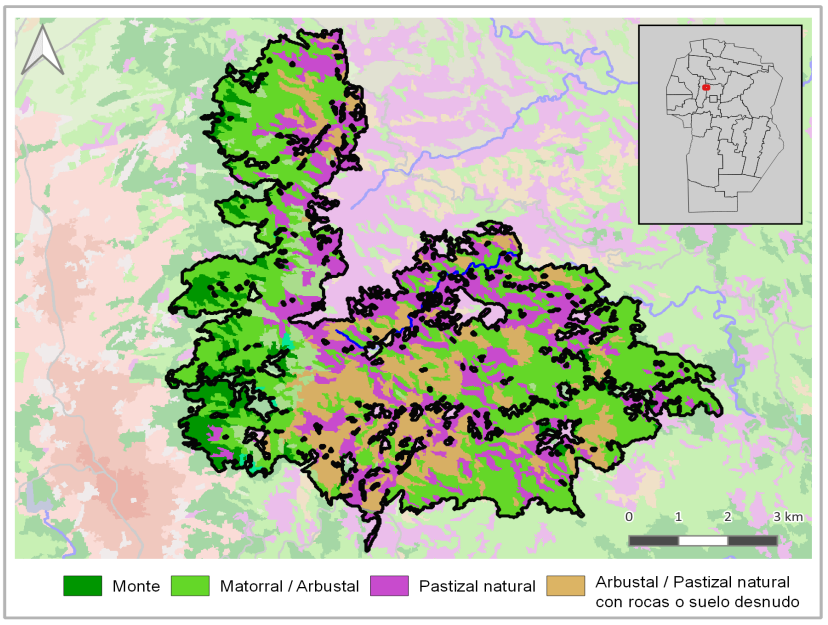



Figura 5: Ejemplo de integración de los resultados de área quemada con el mapa de Cobertura y Usos de Suelo. Identificación de las principales coberturas afectadas en el incendio ocurrido en la localidad de Huerta Grande (Depto. Punilla). Superficie quemada detectada 5.229 has. Fecha de ocurrencia del incendio: 07/09/2022 al 12/09/2022.

Para comprender el alcance y distribución espacial de los incendios otro importante conjunto de datos que puede ser incluido es el que ofrece el mapa de Catastro Online[10], el cual integra información esencial sobre la demarcación de límites departamentales, radios urbanos, parcelario catastral, entre otros datos. También resulta importante considerar las delimitaciones de Cuencas y Unidades de Gestión Hídrica[11], Áreas Naturales Protegidas y Regiones Naturales, etc.

Para comprender el comportamiento de los eventos de incendios, los resultados pueden también ser integrados con datos Relieve Provincial, que incluye diferentes Modelos Digitales de Elevaciones y productos derivados de los mismos, como ser los mapas de pendiente, sombra y orientación.

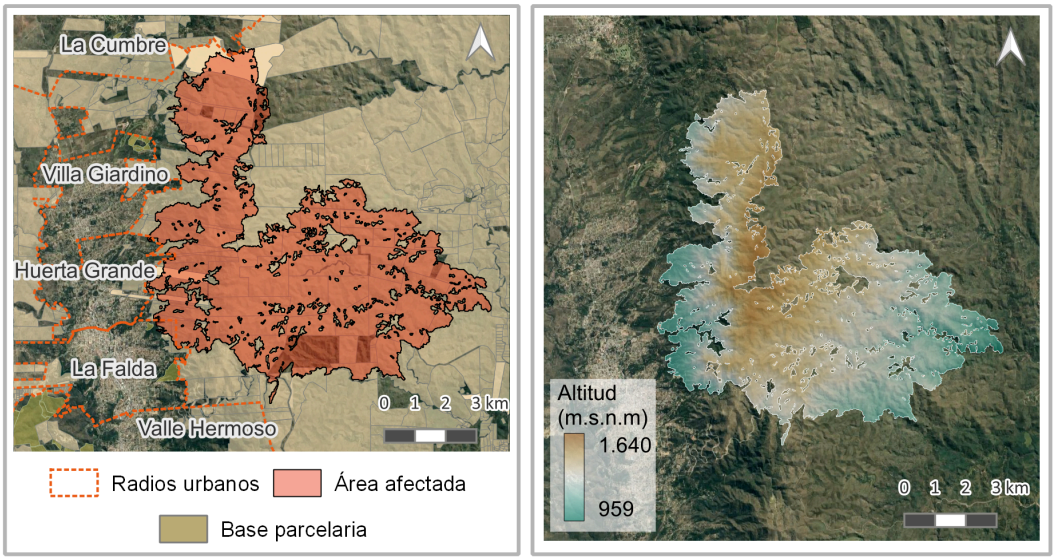



Figura 6: Ejemplo de integración de los resultados de área quemada con datos de demarcación de radios urbanos y parcelario catastral. Incendio ocurrido en la localidad de Huerta Grande (Depto. Punilla). Superficie quemada detectada 5.229 ha. Fecha de ocurrencia del incendio: 07/09/2022 al 12/09/2022.

Por último, cabe destacar la integración con productos propios de la SGRCCyPC, en los cuales la IDE colabora en su mantenimiento y actualización. Los mismos son:

- Mapa de Riesgo Local para Incendios Forestales, actualización del Corredor de Sierras Chicas y Jesús María, en que se pueden visualizar y consultar 3 (tres) niveles de Riesgo, resultado de los diversos factores que integran la amenaza y la vulnerabilidad.

-Mapa de Cuarteles de Bomberos Voluntarios, el cual contiene las ubicaciones de todos cuarteles de la provincia de Córdoba son sus correspondientes jurisdicciones, y la Zonificación de Riesgo ante Incendios Forestales, que de acuerdo con la Ley N° 8.751 se establecen para el manejo de fuego en áreas rurales y forestales.

A partir de lo expresado en este apartado, se puede afirmar que la IDE no sólo garantiza la disponibilidad de datos estructurados, sino que también propicia un entorno de trabajo sostenido en el que diversos actores integran sus datos, propiciando la realización de múltiples estudios, desde abordajes y enfoques diversos, que faciliten a los gestores del territorio herramientas eficientes para la

toma de decisiones, encaminadas tanto a la prevención como a la extinción de los incendios forestales.

## 6. DISPONIBILIDAD DE LOS DATOS

Los resultados de la cartografía de área quemadas se encuentran disponibles en el geoportal de la IDE Provincial MapasCordoba en los mapas Áreas Afectadas por Incendios 2022 y Áreas Afectadas por Incendios 2023 (de actualización trimestral). Además de la visualización de los mapas online, también es posible acceder a los datos vía geoservicios OGC (formatos WFS y WMS), desde software SIG de escritorio u otra aplicación de tipo geográfica, o bien, descargarse en diversos formatos.

El acceso a estos recursos permite observar cada uno de los incendios ocurridos, con la siguiente información particular: extensión en hectáreas, fecha de detección, localidad próxima, sitio de referencia (si lo hubiere) departamento, zona de riesgo de incendio forestal y cuenca hidrográfica donde se localizó el evento. Además, cada actualización de los mapas se emite acompañado de un reporte trimestral que muestra las principales estadísticas de los incendios ocurridos en el período (cantidad, superficie y fecha), distribución espacial, principales coberturas afectadas y una tabla comparativa con los datos del mismo periodo del año anterior. Se incluye, además, una descripción general de las condiciones climáticas del trimestre, a considerar en la lectura e interpretación de los datos.

## 7. CONCLUSIONES

Llevar adelante el proyecto de cartografía de áreas quemadas, surgió de la necesidad de poder contar con una fuente de datos única y oficial sobre la localización y extensión de las áreas afectadas por incendios forestales en la provincia de Córdoba. A partir de la ejecución del plan de trabajo aquí expuesto, los resultados obtenidos hasta el momento evidencian que dicho estudio integral puede proporcionarse de forma rápida, precisa y de manera sostenida en plazos razonablemente inmediatos luego de ocurridos los eventos.

Los métodos y herramientas considerados han demostrado una capacidad de resolución eficaz y eficiente en la obtención de la cartografía del área quemada. La mayor ventaja de la aplicación de la metodología propuesta radica en la combinación del uso de sensores remotos, el procesamiento en la nube y el uso de algoritmos específicos que permiten la automatización de procesos para la detección de áreas quemadas. En este sentido, la utilización de la herramienta BAMT resultó muy conveniente, sin perjuicio de resaltar que su utilización requiere de ciertas capacidades técnicas y esfuerzo de post proceso. Además, es importante remarcar que los resultados se integran con fuentes de datos

oficiales de los organismos provinciales que facilitan y enriquecen las tareas de revisión y verificación de los productos obtenidos. Es deseable que las herramientas, los métodos descritos y la escala de los resultados puedan ser replicados e implementados de forma estándar y automatizada, en otros niveles regionales.

Por otro lado, la continuidad de las vinculaciones entre la SGRCCyPC y la IDE provincial consolida el equipo interdisciplinario y promueve la articulación, consenso y transversalidad entre diferentes organismos públicos, profesiones y niveles del Estado. Actualmente se trabaja en líneas de acciones conjuntas con especialistas en la temática de la Estación Experimental Agropecuaria Manfredi de INTA Córdoba, con la perspectiva que puedan incorporarse también profesionales de otras entidades provinciales y nacionales, como el Observatorio Hidrometeorológico de Córdoba y CONAE.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a miembros de la Secretaría de Gestión de Riesgo Climático, Catástrofes y Protección Civil, en especial a su Secretario, el Crio. Gral. (R) Claudio Vignetta, al Director General de Protección Civil Marcelo, Zornada y en nombre de Hermann Unterthurner a todo el personal de la Dirección de Gestión Integral de Manejo de Fuego (GIMF), por el apoyo y aportes brindados en la definición de los lineamientos y acciones sobre los que se sustentan los trabajos conjuntos con IDECOR.

## NOTAS

[1] El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres (2015-2030) ofrece una serie de acciones concretas para los Estados y que va de la mano con acuerdos de la Agenda 2030, en el que se reconoce que sobre él recae la función principal de reducir el riesgo de desastres, siendo una responsabilidad que debe compartirse con otros actores, tales como los gobiernos locales, el sector privado y otros grupos interesados. Para mayor detalle consultar ¿Qué es el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres?. (Consultado: 25/04/2023)

[2] Para conocer los detalles metodológicos, fuentes utilizadas y resultados obtenidos se encuentra disponible para su descarga el Informe Técnico ‘Áreas Afectadas por Incendios Forestales 2022 en la Provincia de Córdoba’.

[3] Plataforma gratuita de uso académico, educativo y gubernamental para el análisis científico y la visualización de imágenes satelitales y datos geoespaciales.

[4] Conjunto de herramientas para el mapeo de áreas quemadas desarrolladas por

Ekhi Roteta, Aitor Bastarrika (Universidad del País Vasco, UPV/EHU).

[5] Última versión v1.7 lanzada en abril de 2022. Disponible en ttps://github.com/ekhiroteta/BAMT#bamt (consultado: 25/04/2023).

[6] Los datos de FIRMS pueden ser descargados desde el sitio web https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/ (consultado: 25/04/2023).

[7] RF: técnica de aprendizaje automático (machine learning) supervisado, basado en árboles de decisión. Clasificador que utiliza 100 árboles de decisión y nodos con un mínimo de 10 hojas.

[8] Cabe destacar que, en el año 2022, se registró un gran número de incendios en las épocas lluviosas, entre noviembre y diciembre, que pueden explicarse como consecuencia del fenómeno de La Niña (Oscilación del Sur), que tiene como efectos la disminución de las precipitaciones, un aumento en las irregularidades de las temperaturas y consecuentemente alteraciones en los niveles de humedad, en la región donde se encuentra Córdoba.

[9] Este mapa es un producto desarrollado por IDECOR, que muestra en 22 categorías los principales usos del suelo con una resolución de 10 mts/px y 1 ha de Unidad Mínima Mapeable (UMM).

[10] Productor del contenido clave: Dirección General de Catastro de Córdoba.

[11] Productor del contenido clave: Administración Provincial de Recurso Hídricos (APRHI).

## REFERENCIAS

BASTARRIKA, A., ALVARADO, M., ARTANO, K., MARTINEZ, M. P., MESANZA, A., TORRE, L., RAMO, R. & CHUVIECO, E. (2014). BAMS: A tool for supervised burned area mapping using Landsat data. Remote Sensing, 6(12), 12360-12380. Bastarrika,

GORELICK, N., HANCHER, M., DIXON, M., ILYUSHCHENKO, S., THAU, D., & MOORE, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote sensing of Environment, 202, 18-27.

IDECOR (2022). Mapas de Riesgo Local para Incendios Forestales Corredor Sierras Chicas y Jesús María 2022. Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR). https://www.idecor.gob.ar/wp-content/uploads/2022/04/Informe-Riesgomarzo2022.pdf. Consulta enero 2023.

IVANDIC, F. (2007). Incendios forestales en la interfase urbano rural: Características y formas de proceder. Medio Ambiente 7, Bariloche: INTA, n°7, 35-40.

KOPTA, F., COLOMBATI, M. & PÉREZ, F.J. (2004). Jornadas de prevención de incendios de montes y pastizales desde las escuelas primarias. Agencia Córdoba Ambiente. Córdoba, Argentina. 40 págs.

LEY PROVINCIAL N° 8751/1999. Normas y procedimientos para el Manejo del fuego. Córdoba, Argentina. https://www.cba.gov.ar/wpcontent/4p96humuzp/2013/05/Ley-8751.pdf. Consulta enero 2023.

MARI, N., AHUMADA, M. & PONS, D. (2021). Incendios en la Provincia de Córdoba: Año 2020. INTA. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Proyecto: Prevención y Evaluación de la Emergencia y Desastre Agropecuario - Componente 1.6.2.3.PE.I064.

OYARZABAL, M., CLAVIJO, J., OAKLEY, L., BIGANZOLI, F., TOGNETTI, P., BARBERIS, I., MATURO, H. M., ARAGÓN, R., CAMPANELLO, P. I., PRADO, D., OESTERHELD, M., & LEÓN, R. J. (2018). Unidades de vegetación de la Argentina. Ecología Austral, 28(1), 040–063.

ROTETA, E., BASTARRIKA, A., PADILLA, M., STORM, T., & CHUVIECO, E. J. R. S. O. E. (2019). Development of a Sentinel-2 burned area algorithm: Generation of a small fire database for sub-Saharan Africa. Remote sensing of environment, 222, 1-17. 35

ROTETA, E., BASTARRIKA, A., FRANQUESA, M., & CHUVIECO, E. (2021). Landsat and Sentinel2 Based Burned Area Mapping Tools in Google Earth Engine. Remote Sensing, 13(4), 816.

ROTETA, E., BASTARRIKA, A. (2022). Area Mapping Tools in Google Earth Engine User Guide Version 1.7. Universidad del País Vasco 13(4), 816.

SECRETARÍA DE GESTIÓN DE RIESGO CLIMÁTICO, CATÁSTROFES Y PROTECCIÓN CIVIL (SGRCCYPC) E INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA (2023). Áreas Afectadas por Incendios Forestales 2022, en la Provincia de Córdoba. Febrero 2023. Disponible en: https://www.idecor.gob.ar/wp-content/uploads/2023/03/Informe-Mapeo-areas-afectadas-por-incendios-2022.pdf. Consulta mayo 2023.

# Aproximaciones a la publicación de Datos Ráster en el marco de la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB)

Arias Johanna [1,2], Vidal Quini Nicolás[1,2], Laffeuillade Lucía[1], Palmeyro Leandro[1], Arce Cendoya Sebastián[1], Barragán Federico [1],Geraldi Alejandra Mabel [1,2]
[1] Laboratorio de Geotecnologías, Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur.
[2] Instituto Argentino de Oceanografía (CONICET/UNS)

[1] Laboratorio de Geotecnologías, Departamento de Geografía y Turismo, UNS. 12 de octubre 1098, 3er Piso. Bahía Blanca (C.P. 8000). Tel: (0291) 4595144 (Int. 2932) {labgeot@uns.edu.ar}
[2] Instituto Argentino de Oceanografía (CONICET/UNS). Florida 8000, Cam. de la Carrindanga km. 7. Bahía Blanca (C.P. 8000). Tel: (0291) 4861112

**Resumen:** La información ráster se constituye como una fuente de datos fundamental en la modelación de variables territoriales de índole continua. La calidad y la interoperabilidad de este tipo de información resultan aspectos claves en la conformación de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) para su utilización como fuentes de Información Geográfica (IG) fundamentales en lo que respecta al estudio, planificación y gestión del territorio. Para ello, es necesario que cumplan con estándares internacionales, como las ISO TC 211 - 19100. De esta manera, garantizar calidad e interoperabilidad de los recursos informacionales producidos. Sin embargo, aún existen insuficientes estrategias para la normalización de este tipo de información geoespacial. En este sentido, el objetivo del trabajo considera implementar un esquema de modelo para la normalización de información geoespacial en formato ráster. Para ello, se optó como recurso, las frecuencias de inundación de un sector del sudoeste bonaerense. Los resultados enuncian la experiencia concreta del proceso de estandarización en 5 pasos los cuales permiten la normalización e integración en la infraestructura de datos espaciales del sudoeste bonaerense (IDESOB). Los aportes obtenidos contribuyen a procesos concretos en la sistematización de información geoespacial de tipo ráster normalización, integración e interoperabilidad bajo estándares internacionales para la democratización del acceso a la información producida.

**Palabras Clave:** INFORMACIÓN RÁSTER, CATÁLOGO DE OBJETOS GEOGRÁFICOS, IDE, IDESoB

## 1. INTRODUCCIÓN

La información geográfica (IG) y su gestión, resultan cruciales en las necesidades vinculadas a las actividades humanas y en particular, a la toma de decisiones de carácter territorial. En la actualidad, este tipo de información se ve condicionada por la diversidad de formatos, el desconocimiento del origen y la imposibilidad de disponer de información en tiempo real y actualizada, entre otros. Para sortear estas dificultades se constituyen las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) que aportan procesos concretos en la sistematización de información geoespacial, normalización, integración e interoperabilidad bajo estándares internacionales, siendo un aporte fundamental en la democratización del acceso a la información producida por el Estado y diversos actores.

Las IDE´s tienen como objetivo, extender el conocimiento y el uso de la información geográfica para la planificación y la optimización en la toma de decisiones. En relación a ello, para la administración de IG de distinta naturaleza, las IDE disponen de sistemas tecnológicos que cuentan con herramientas para su gestión integral (Barragán et al., 2016). Por otro lado, el Catálogo de Objetos Geográficos conduce a los usuarios y productores de IG a tener una definición de los Objetos Geográficos (OG) en un lenguaje académico con respecto al contenido de los conjuntos de datos, permitiendo una mayor comprensión de su contenido y alcance (Arias et al., 2017). Asimismo, establece las bases para la interoperabilidad, el uso e intercambio de datos geográficos entre diferentes usuarios (IDERA, 2019).

Los productos ráster se establecen como fuentes de información claves para la estudio, planificación y gestión del territorio y para ello, es necesario que cumplan con estándares internacionales, como las ISO TC 211 - 19110 que garanticen la interoperabilidad de la información producida. El formato continuo de sistematización de IG, brinda información crucial en diferentes escalas (nacional, regional y local), por lo que resulta esencial sortear los desafíos de su normalización orientada a la interoperabilidad y a evitar la duplicación de esfuerzos y recursos.

En la actualidad, las estrategias son insuficientes para la integración y normalización de datos ráster en las Infraestructuras de Datos Espaciales, lo que genera dificultades en la organización y disposición de dicha información. Es por ello, que el objetivo del trabajo es socializar el esquema metodológico para la normalización y publicación de información ráster que se utiliza en el marco de la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB). La secuencia metodológica consta de cinco pasos que incluye la catalogación del OG, creación de un informe acerca de dicha catalogación, los metadatos y la publicación-visualización de la IG.

## 2. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Al realizar el primer inventario de los datos disponibles para ser ingresados a la IDESoB surgió la necesidad de definir una metodología de normalización y publicación de información geoespacial en formato ráster dado que, el volumen de datos almacenados en grillas, era igual o mayor que el disponible en formato vectorial. Esto deriva del tipo de IG que se gestiona en el nodo universitario, la cual surge, principalmente de estudios e investigaciones específicas del sudoeste bonaerense, muchas de ellas derivadas del procesamiento de imágenes satelitales, modelos digitales del terreno, modelos climáticos, entre otros.

Para este trabajo en particular, se utilizará a modo de ejemplo el producto ráster “Frecuencias de inundaciones y anegamientos en la subcuenca Arroyo Corto durante los veranos húmedos del periodo 1986 - 2021”. Esto es el resultado de una investigación referida a frecuencia de inundaciones y anegamientos estacionales en cuerpos de agua someros, de la cuenca endorreica de las Encadenadas del Oeste y su carácter estacional en función de la variabilidad climática (Vidal Quini & Geraldi, 2022).

La IG se generó a partir de un conjunto temporal históricos de imágenes Landsat 5 sensor TIRS y Landsat 8 sensor OLI durante el corte temporal 1986-2021, en el cual se identificó la presencia temporal de agua mediante índices espectrales (índice normalizado de agua) utilizando la plataforma Google Earth Engine. De este estudio, se obtuvieron datos ráster derivados que debían ser sistematizados y normalizados para formar parte del banco de datos de la IDESoB. Dada la carencia de un protocolo para llevar adelante la tarea, se procedió a definir lo detallado en el siguiente apartado.

## 3. PROTOCOLO DE NORMALIZACIÓN DE DATOS GEOGRÁFICOS EN FORMATO RÁSTER

La IDESoB, gracias a la tarea en conjunto de sus Grupos de Trabajo, dispone de un protocolo de actuación en el cual se indica los pasos a seguir desde que se recibe nueva información geoespacial hasta su publicación y democratización. A modo de síntesis, se explica el flujo de trabajo empleado para la publicación de Información Geográfica de carácter ráster, el cual consiste en un esquema de 5 pasos y tareas ordenadas que contemplan revisión, calidad y aprobación y, se enuncian a continuación:

1. Definir con el creador del dato, el alcance y objetivo para el cual se elaboró.
2. Revisar si el OG se encuentra disponible en el Catálogo de Objetos Geográficos de la IDESoB. De no ser así, completar la plantilla de catalogación de objetos ráster.

3. Actualizar el Catálogo de Objetos Geográficos de la IDESoB y cargar el perfil del OG.
4. Crear el metadato del recurso e informe para su publicación.
5. Cargar/subir el recurso en el Geoportal.

Como paso intermedio, entre cada uno de los ítems mencionados, se realizan actividades de testeo y control por parte de los responsables de los grupos de trabajo (Información Geoespacial y Metadatos), a fin de asegurar la calidad de la información geográfica y su correcta manipulación. Finalmente, se realiza el control y validación de la información por parte del responsable de la IDE.

En la figura 1, se observa el proceso empleado para la publicación de información ráster en el marco de la IDESoB. El primer paso consiste en definir si la información geoespacial que se desea catalogar corresponde a un objeto geográfico (OG) o a un atributo de un OG ya existente (paso 1). Para ello, es necesario verificar el Catálogo de Objetos Geográficos de la IDESoB. En el primero se encuentran todos los OG de los cuales se reconoce su existencia en el ámbito de la República Argentina y en el segundo, IG no contemplada en el primero y que surge de estudios e investigaciones en el ámbito del Sudoeste Bonaerense. En caso de ser así, se completa el perfil del objeto a partir de la plantilla creada a tal fin y se actualiza el catálogo. Posteriormente, se completa el informe del OG catalogado (paso 2) y se realiza la carga del metadato (paso 3). Por último, se realiza la carga del producto para su visualización a través del geoportal y su descarga por medio de los geoservicios disponibles (paso 4).

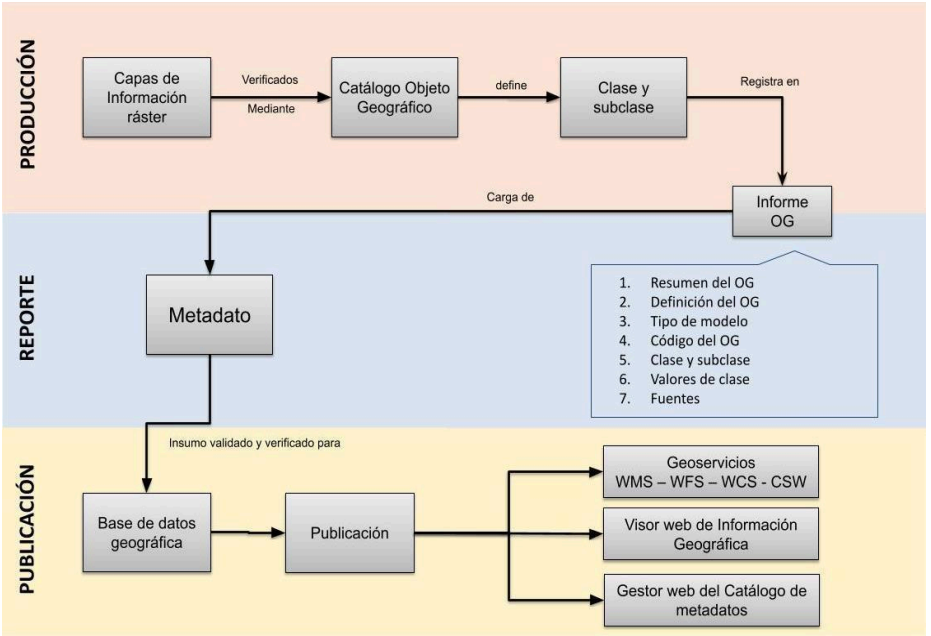



Figura 1: Flujograma para la publicación de datos ráster. Elaborado por Barragán Federico, 2023.

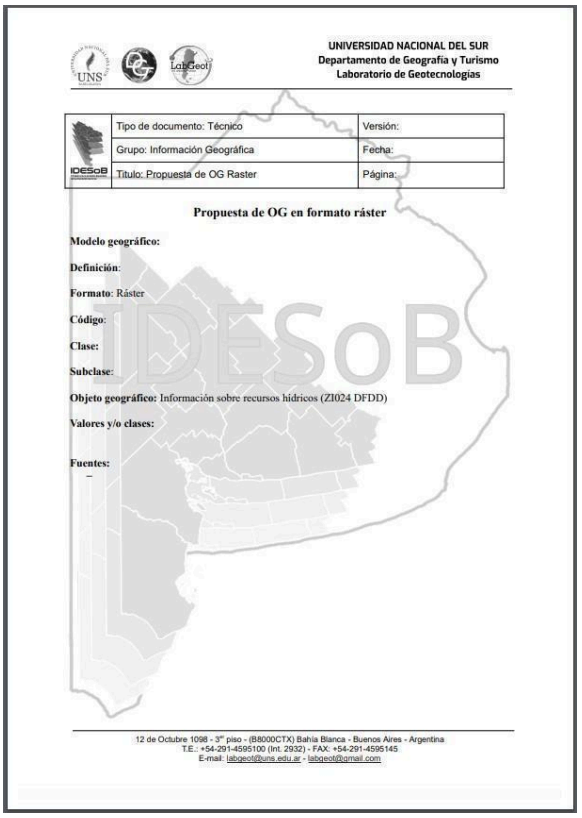
En los casos, en que la información geoespacial corresponda con un objeto geográfico no catalogado, el Grupo de Información Geoespacial de la IDESoB se reúne con la finalidad de catalogar y normalizar la nueva información geoespacial presentada. Posteriormente, se continúa con el flujo de trabajo a partir del paso 2.

## 3.1. NORMALIZACIÓN Y PUBLICACIÓN DE DATOS RÁSTER

Un Catálogo de Objetos Geográficos se basa en la abstracción de la realidad clasificada en conjuntos de datos geográficos, cuyo nivel básico es el tipo de objeto. Según el glosario de IDERA (2017), un objeto geográfico (geographic feature, en inglés) es una abstracción (representación) de una entidad del mundo real asociado con una localización relativa a la Tierra", definición que puede aplicarse tanto a vectorial como ráster. Sin embargo, el catálogo de OG de IDERA no contempla aún este último formato. Es por ello, que se decidió incorporar al *Catálogo de Objetos Geográficos de la IDESoB* tanto información vectorial como ráster.

La normalización de la información geoespacial en formato ráster dentro del "Catálogo de Objetos Geográficos" apunta a la organización de los datos espaciales almacenados en una cuadrícula de píxeles de tamaño regular elaborada y procesada en el ámbito de la IDESoB. La misma incluye: imágenes satelitales (escenas, mosaicos), productos derivados de las imágenes satelitales y de modelos, fotografías aéreas, mapas y productos informativos, modelos digitales del terreno, cartas topográficas, firmas espectrales, datos climáticos y datos geoestadísticos.

La catalogación conduce a los usuarios y productores de IG a tener una definición de los OG en


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Departamento de Geografía y Turismo
Laboratorio de Geotecnologías

| | |
|---|---|
| Tipo de documento: Técnico | Versión: |
| Grupo: Información Geográfica | Fecha: |
| Título: Propuesta de OG Raster | Página: |

**Propuesta de OG en formato ráster**

**Modelo geográfico:**

**Definición:**

**Formato:** Ráster

**Código:**

**Clase:**

**Subclase:**

**Objeto geográfico:** Información sobre recursos hídricos (ZI024 DFDD)

**Valores y/o clases:**

**Fuentes:**
–

IDESoB

12 de Octubre 1098 - 3er piso - (B8000CTX) Bahía Blanca - Buenos Aires - Argentina
T.E.: +54-291-4595100 (Int. 2932) - FAX: +54-291-4595145
E-mail: labgeot@uns.edu.ar - labgeot@gmail.com

Figura 2: Informe técnico para datos ráster

un lenguaje común con respecto al contenido de los conjuntos de datos, permitiendo una mayor comprensión de su contenido y alcance. Establece, asimismo, las bases para la interoperabilidad, el uso e intercambio de datos geográficos entre diferentes usuarios (IDERA, 2019). En el documento técnico “Protocolo en la creación de catálogos de objetos geográficos” versión 2.1, disponible en la página web de la IDESoB, se detallan los pasos a seguir para el diseño e implementación del catálogo de objetos geográficos de la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB).

La catalogación de un nuevo objeto geográfico consiste en definir el perfil del mismo según criterios internacionales (ISO TC 211 - 19110). Para ello, la IDESoB solicita la elaboración de un informe técnico (figura 2). En él se registra el proceso de catalogación de los OG de formato ráster, en el ámbito del sudoeste bonaerense, con el fin de ser publicado para su visualización y seguimiento por los usuarios de la IDESoB. Con la puesta a disposición de la IG y su documentación respaldatoria, se busca crear una comunidad de usuarios de estos recursos, que tenga la posibilidad de colaborar en la sistematización de la información de la manera más idónea y buscando no duplicar esfuerzos ni recursos. Por consiguiente, se deja registro del nombre del objeto geográfico, su definición, el modelo geográfico con el cual se generó, la clase y subclase a la que pertenece, el código numérico con el cual se identificará dentro del Catálogo de Objetos Espaciales de la IDESoB y las clases o valores que presenta. Además, se deja registro de todas las fuentes consultadas para la construcción del OG y de su posterior catalogación.

Luego, de la creación del objeto se procede a la catalogación de los metadatos siguiendo el “Plan de Acción para la catalogación de Metadatos de IDESoB” (disponible en la página web de la IDESoB). Para ello, se ha elegido la aplicación informática de software libre y código abierto Geonetwork. A partir de este documento técnico se determinan las etapas, roles y tareas a realizar, como también, identificar la planilla/plantilla de acuerdo al Perfil de Metadatos correspondiente, en este caso Perfil de Metadatos Ráster de Imagen satelital o Modelo Geoespacial[1][2]/Geográfico. A su vez, se solicita la elaboración de un informe del proceso de catalogación de los OG como parte del metadato y tiene el objetivo de compartir el proceso de elaboración de la información geográfica, el cual forma parte del linaje del dato. En él se detalla el proceso de catalogación del recurso. Esto surge a partir de la necesidad de diferenciar la información geoespacial generada, teniendo en cuenta que un mismo OG puede ser resultado de un análisis multitemporal y/o de diferentes áreas de estudio. Como, por ejemplo, la información derivada de una serie de imágenes satelitales. Es por ello, que en el informe se debe detallar el nombre con el cual se conocerá el recurso, la fecha de creación del informe y el tipo de documento, el autor del dato, información propia del catálogo (clase, subclase, objeto geográfico y valores o clases).

Como último paso, se realizó la carga de la IG para su visualización a través del geoportal de la IDESoB: https://geoportal-idesob.uns.edu.ar/geoportal/ y se pone a disposición para su consumo por cualquier software o plataforma que permita la interacción con los estandares WMS/WMTS, WFS y WCS. De esta forma, se da por concluido el proceso de publicación de la información ráster a la Infraestructura de Datos del Sudoeste Bonaerense.

## 4. RESULTADOS

A partir de la metodología mencionada en el protocolo de catalogación de objetos geográficos, se presenta a modo de ejemplo, el OG: **Información sobre recursos hídricos.** El mismo corresponde a información geoespacial de tipo ráster que surge a partir del análisis de imágenes satelitales. Para su incorporación al catálogo de objetos se realizó una adaptación a la estructura propuesta por IDERA siguiendo los estándares y criterios internacionales ISO TC 211 - 19110).

### CASO DE APLICACIÓN: Información sobre recursos hídricos

### A. CATALOGACIÓN

El primer paso en el proceso de catalogación de un nuevo OG, es definir el perfil del objeto según criterios internacionales. Es necesario establecer a qué modelo de datos nos estamos refiriendo para luego poder definir y registrar el alcance y significado de la información geoespacial como objeto geográfico. En este caso, el modelo geográfico hace referencia a la "*frecuencia de inundaciones en cuerpos de agua someros* entendido como *la localización de áreas con presencia de agua, que habitualmente experimentan una variabilidad superficial consecuencia de procesos de inundaciones o desecación".*

A partir de esta conceptualización, se procedió a la consulta del diccionario denominado "Feature Data Diccionary" (DFDD) elaborado por el "Digital Geographic Information Working Group" (DGIWG). En él se encuentran objetos geográficos que no fueron contemplados en la elaboración del catálogo a escala nacional por parte del IDERA. En este caso, la información geoespacial coincide con el objeto geográfico **ZI024** denominado "*Water Resource Information*", el cual corresponde a una *"Entidad de modelización que recoge información (por ejemplo: su permanencia, contenido mineral y potabilidad) sobre un recurso hídrico"*. Siguiendo el DFDD como guía, se establece que el OG forma parte de la subclase "Entidad de información" de la clase "Abstracto" con el código **230101**. Por este motivo, se incorporaron estás dos nuevas categorías a la estructura del catálogo de objetos de la IDESoB, definidas de la siguiente manera:

- **Nueva clase:**

| COD | ETIQUETA | CONTENIDO |
|---|---|---|
| 23 | **ABSTRACTO** | Este grupo consta de conceptos que se utilizan para modelar información sobre características, ya sea como tipos o conjuntos, pero que no representarían características en sí mismos (DFDD). |

Tabla I: Nueva clase del catálogo de la IDESoB. Elaborado por Arias Johanna, 2023.

- **Nueva subclase:**

| COD | CLASE | COD | SUBCLASE | CONTENIDO |
|---|---|---|---|---|
| **23** | **ABSTRACTO** | **2301** | **Entidad de información** | Este subgrupo consta de objetos geográficos que se utilizan para modelar información sobre tipos de características, pero que en sí mismos no representan características. Por ejemplo, las características del pavimento compartidas por muchos tipos de rutas de transporte terrestre, o las características de calidad de los datos compartidas por todas las masas de agua continentales. |

Tabla II: Nueva subclase del catálogo de la IDESoB. Elaborado por Arias Johanna, 2023.

Teniendo en cuenta, que la IG presenta características que le son propias y que permiten diferenciar un objeto geográfico de otro, se procedió a incorporar dentro del documento técnico, los valores o clases que explican el producto ráster. Si

bien, no pueden ser incorporados como tal en una tabla de atributos (como es caso de los archivos vectoriales), su exposición en el perfil del OG, permite una clara interpretación de la información presentada por parte de los usuarios de la IDE. En el caso de la IG analizada, cada frecuencia estacional se categorizó en una segmentación de clases que describe el grado de presencia de agua permanente en cada píxel (tabla III).

Tabla III: Valores de clase. Elaborado por Nicolas Vidal Quini, 2023.

| **Porcentaje de presencia de agua en cada pixel** | **Categoría** |
|---|---|
| (100 > x > 80) | Permanentemente con agua |
| (80 > x > 60) | Generalmente con agua |
| (60 > x > 40) | Regularmente con agua |
| (40 > x > 0) | Ocasionalmente con agua |

## B. METADATO

Los metadatos consisten en un conjunto de atributos y/o características necesarias para describir y documentar un recurso en particular con el objetivo de asegurar, para el usuario interesado en un recurso, la documentación mínima indispensable. Esto permitirá juzgar al recurso, su confiabilidad práctica y alcance, su grado de actualización y las responsabilidades involucradas en su creación, entre otras especificaciones (IDERA, 2017).

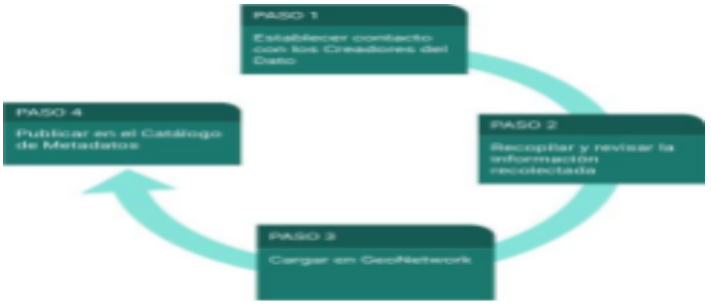



Figura 3: Plan de acción para la catalogación de Metadatos

En el ámbito de la IDESoB se lleva adelante un Plan de Acción para la catalogación de Metadatos (figura 3) creado por dicho grupo de trabajo. Un Plan de Acción es una herramienta útil para la gestión y control de tareas de un proyecto donde se deben cumplir una lista de pasos para lograr el objetivo deseado. El Grupo de Metadatos tiene como objetivo final la publicación en GeoNetwork de los metadatos (ráster y vectorial) disponibles en la IDESoB.

Cuando nos referimos a IG Ráster la Norma ISO 19115-1 establece elementos de metadatos para imágenes y datos malla mientras que, la norma ISO 19115-2 considera estos fundamentos. Las imágenes y datos malla resultan de una cadena de procesos que se inician al adquirir la imagen por el sensor (satélite, dron, sistema aerotransportado, scanner, etc) hasta la elaboración del producto informativo final y resulta de gran importancia documentar el proceso de elaboración de dichos productos a fin de controlar la calidad. Esta extensión ISO 19115-2 “Geographic Information-Metadata for imagery and gridded data” intenta suplir la carencia de elementos de metadatos de la norma ISO 19115, en lo referente a:

- las propiedades de los equipos de medición usados para adquirir los datos ráster e imágenes,
- la geometría de los procesos de medición empleados por los equipos,
- los procesos de producción usados para obtener los datos ráster e imágenes,
- los métodos numéricos y procesos informáticos usados.

En este contexto, se crea dentro del Plan de Acción el “Perfil de Metadatos Ráster de la IDESoB” pudiendo tratarse de Imágenes Satelitales o Modelos Geoespaciales a partir de documentos de IDERA y aportes de los Grupos de Trabajo de Metadatos, también de IDERA. La diferencia entre ambos perfiles recaerá en los campos a completar en la planilla y/o plantilla para su posterior publicación en GeoNetwork, por ejemplo, en el caso de las Imágenes Satelitales, los campos a rellenar son un total de 41 de los cuales 24 son de carácter obligatorio para cumplir con los estándares de calidad. En cambio, el Modelo Geoespacial tiene un total de 29 campos a completar, donde 16 de ellos son obligatorios.

Adicionalmente, se incorpora a los metadatos (tanto ráster como vectorial), un informe acerca de la catalogación de los OG. Teniendo en cuenta que el caso de aplicación surge a partir de una serie temporal de imágenes satelitales de la cuenca de las Encadenadas del Oeste, es necesario diferenciar los recursos al momento de cargar los metadatos, pese a formar parte de un mismo objeto geográfico. A continuación, se detalla el informe para uno de los recursos publicados:

Figura 4: Informe técnico para cargar en GeoNetwork

## C. PRESENTACIÓN Y PUBLICACIÓN DE IG

Como último paso en la publicación de los recursos, se procedió a la carga de la Información Geográfica en el Geoportal de la IDESoB. Esto permite visualizar y conocer la articulación con el catálogo de objetos y realizar interacciones simples con información geométrica y alfanumérica. En este sentido, se utilizaron las clases del Catálogo de Objetos Espaciales de la IDESoB para organizar la información. De esta forma existe una correlación entre la normalización de los datos y la visualización de los mismos. Por otro lado, la IDESoB pone a disposición de los usuarios geoservicios para su descarga y consulta. Las direcciones son:

WMS: https://geoportal-idesob.uns.edu.ar/geoserver/wms

WFS: https://geoportal-idesob.uns.edu.ar/geoserver/wfs

## 5. CONCLUSIONES

Garantizar la interoperabilidad y calidad, a partir de fundamentos normativos sólidos, dan responsabilidad a la hora de publicar Información Geográfica con conocimiento. Los cuales constituyen un aporte estratégico a la planificación y el manejo prospectivo del territorio.

La implementación de esquemas metodológicos y protocolos de actuación, para la normalización de datos, constituyen un aporte en pos de estandarizar y compartir información geográfica de calidad. De esta forma, es más fácil monitorear el proceso de producción, manejo y publicación de la Información Geoespacial en el contexto de una Infraestructura de datos espaciales, en el cual participan diversos actores.

La propuesta aquí presentada, constituye una primera aproximación al manejo de información geoespacial almacenada en una grilla. Si bien se encuentra en constante revisión, puede ser el puntapié inicial para el intercambio de experiencias que permitan lograr un trabajo en conjunto y permita incorporar valor agregado al proceso de producción y publicación de datos espaciales.

## AGRADECIMIENTOS

A los integrantes del Laboratorio de Geotecnologías por la predisposición a participar y colaborar activamente en el desarrollo de este documento.

## FINANCIAMIENTO

El trabajo pertenece al Proyecto de Investigación PGI: “Aplicación de Tecnologías de la información Geográfica al estudio integral y comparativo de problemáticas ambientales. Segunda Parte”. 2020 - 2024 (Código. 24/ZG14)

## REFERENCIAS

ANGELES, A. M. GERALDI, F. G. BARRAGÁN, J. AGUERO, L. LAFEUILLADE, I. LOYRA, V. H. PEÑAS, N. VIDAL QUINI. (2016) “Institucionalización de la Infraestructura de datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense IDESoB”. 3º Jornadas de Tecnología de Información Geográfica del Sur Argentino

ARIAS, J.; GERALDI, A. M., ANGELES, G. Y LAFFEUILLADE, L. M. (2017) “La aplicación de GeoNetwork para carga de metadatos de la infraestructura

de datos espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB)". XII Jornadas de IDERA. San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca.

BARRAGÁN, F. G.; GERALDI, A. M.; ARIAS, J. G.; ANGELES, G. J.; VIDAL QUINI, N. E.; LAFFEUILLADE, L. M.; LOYRA, I.; AGÜERO, J. Y PEÑAS, V. H.

(2017) "Avances en la Infraestructura de datos espaciales del Sudoeste bonaerense". XII Jornadas de IDERA. San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca.

BARRAGÁN, F; AGÜERO, J.; PEÑAS, V.; ANGELES, G.; GERALDI, A.; VIDAL QUINI, N.; LAFFEUILLADE, L. Y LOYRA, I (2016). "Arquitectura de la

Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense -IDESoB-" Terceras Jornadas de Tecnologías de la Información Geográfica del Sur Argentino. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.

Borro, M., Morandeira, N., Salvia, M., Minotti, P., Perna, P. y Kandus, P. (2014). Mapping shallow lakes in a large South American floodplain: A frequency approach on multitemporal Landsat TM/ETM data. Journal of Hydrology, 512(), 39–52. doi: 10.1016/j.jhydrol.2014.02.057

DGIWG Feature Data Dictionary (DFDD). 2012. Baseline Versión 2.00. Disponible en: https://www.dgiwg.org/FAD/

IDERA (2017). Glosario IDERA. Versión 1. Disponible en: https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/documentos/Glosario_IDERA.pdf

IDERA (2019). Estructura del Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA. Versión 2. Disponible en: https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/catalogo/Catalogo_IDERA_V 2_marzo2019.xls

IDERA (2019). Estructura del Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA. Versión 2. Disponible en: https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/catalogo/Descripcion_Catalo go_IDERA_V3.pdf

IDERA (2022). Descripción de datos básicos y fundamentales. Version 3. Disponible en: https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/catalogo/Descripcion_DByF_ V3.0_IDERA_2022.pdf

IDESob (2023). Estructura del Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA.

Versión 2. IPGH (2021). Catálogo de objetos geográficos y símbolos multiescala. Versión 1.2. Disponible en:

http://publicaciones.ipgh.org/publicaciones-ocasionales/CATALOGO-DE-OBJETOS-GEOGRAFICOS-Y-SIMBOLOS-MULTIESCALA-V.1.2.pdf

ISO TC 211 (2017). Norma 19110: Geographic information - Methodology for feature cataloguing.

McFeeters S.K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. Int. J. Rem. Sens., 17 (7) (1996), pp. 1425- 1432

ONU (año). La Agenda para el Desarrollo Sostenible. Disponible en: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/

Vidal-Quini, N.E. y Geraldi, A.E. (2022). Aporte de la teledetección para el estudio de la vulnerabilidad ambiental de humedales del sudoeste bonaerense. Contribuciones Científicas GÆA 34, 52-62.

# BLOQUE 6 Aplicaciones SIG e IDE en la gestión urbana y local

# La IDE como soporte a la toma de decisiones espaciales en el Municipio de Tandil, Buenos Aires

Mauro Ortmann[1], Luis Ramirez, Graciela Caballero[2], Cristian Amici, Fausto Fernández

Municipio de Tandil, Belgrano 553, Tandil, 7000, ide@tandil.gov.ar
[1] CIG-UNICEN, Paraje Arrojo Seco s/n, Tandil, 7000, cig@fch.unicen.edu.ar
[2] CESAL-UNICEN, Paraje Arrojo Seco s/n, Tandil, 7000, cesaltandilunicen@gmail.com

**Resumen:**
En el año 2022 se consolidó en Tandil la primera dependencia municipal dedicada al trabajo en Geotecnologías, inicialmente pensada con la finalidad de disponibilizar datos georreferenciados en línea. Con dicho objetivo, se persigue construir la actual Infraestructura de Datos Espaciales del Municipio de Tandil, cuyo propósito sirve no sólo a almacenar y normalizar datos sino que tiene como fin último su uso para la toma de decisiones espaciales dentro de la organización que la gestiona.
En este escrito presentamos la experiencia de decisiones basadas en el uso de datos espaciales en el Municipio de Tandil a través de tres ejemplos de aplicación. En primer lugar, el uso de datos disponibles para dar respuesta a reclamos relativos al alumbrado público; el emplazamiento de localizaciones de gestión SUBE, durante la implementación del servicio en la ciudad; y la publicación del Plan de Desarrollo Territorial como fuente de consulta para profesionales y público en general.
Creemos que lo valioso de estas experiencias se relaciona con el uso que se da en el ámbito de la gestión pública al poner de manifiesto el valor del uso de la Infraestructura de Datos Espaciales para tomar decisiones informadas a partir de datos georreferenciados en el territorio.

**Palabras Clave:** INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES, GOBIERNO LOCAL, GOBERNANZA.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. La iniciativa IDERA y Gobierno Local

La iniciativa para la concreción de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina surge con el objetivo de propiciar la publicación de datos, productos y servicios de manera eficiente y oportuna como un aporte fundamental a la democratización del acceso de la información producida por el Estado y diversos actores, y al apoyo en la toma de decisiones en las diferentes actividades de los ámbitos público, privado, académico, no gubernamental y sociedad civil.

En este contexto, el Estado municipal se constituye como el primer eslabón en la cadena de generación de Datos Georreferenciados. La implementación de una Infraestructura de Datos Espaciales basada en lineamientos nacionales e internacionales constituye el primer paso hacia la publicación de Información Geográfica, la transparencia de gestión y el espíritu colaborativo entre los diferentes actores que forman parte de la comunidad propuesta por IDERA.

## 1.2. La Infraestructura de Datos Espaciales del Municipio de Tandil

Actualmente existe una tendencia que toma cada vez más fuerza relacionada con la democratización del acceso a la información que se produce en el Estado, incluyendo a datos con un componente espacial. Los gobiernos locales comienzan a adscribirse a la modernización de su estructura con el objetivo de adoptar esta tendencia y asistir al cambio de concepción de la información pública. En este contexto, en el Municipio de Tandil surge la iniciativa de adoptar e implementar una Infraestructura de Datos Espaciales como un sistema capaz de soportar un gran volumen de datos estandarizados y homogéneos a diferentes escalas, que permita trabajarlos y publicarlos de una manera coherente y uniforme.

La Infraestructura de Datos Espaciales del Municipio de Tandil nace inicialmente como proyecto a través de un acuerdo de colaboración mutua entre el Centro de Investigaciones Geográficas de la Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires, y Municipio de Tandil. Ambas partes suscriben un Convenio Específico de cooperación científico-técnica, dentro en un Convenio Marco. En el año 2016, el Municipio de Tandil adhiere a IDERA como parte del esfuerzo en vías de abrir datos espaciales al público en general. Durante 2021 se conforma el equipo actual que trabaja en la IDE Tandil luego de un cambio de gestión, y finalmente, en enero de 2022 se sientan las condiciones que permiten la creación formal del Área de Geotecnologías, dependiente de la Dirección de Estadística Local y bajo la órbita de la Subsecretaría de Innovación Tecnológica

y Participación Ciudadana.

La organización de las actividades del Área de Geotecnologías se estructura en torno a diferentes ejes de trabajo: el relevamiento, producción, estandarización, normalización y actualización constante de los distintos datos georreferenciados producidos por las dependencias municipales, y la implementación informática y puesta en funcionamiento de un geoportal de datos espaciales publicado vía web, utilizando software de código abierto y siguiendo los lineamientos, parámetros y protocolos definidos por IDERA.

## 2. EXPERIENCIAS EN LA GESTIÓN MUNICIPAL

La utilización de datos espaciales en la toma de decisiones posee varias ventajas. En primer lugar, permite la visualización de datos en un contexto geográfico, lo que facilita la comprensión y análisis de la información. Al representar datos en un mapa, es posible identificar patrones y relaciones que no serían evidentes en una tabla de datos tradicional.

Además, la información espacial puede combinarse con otras fuentes de datos, como datos socioeconómicos, ambientales o de salud, para obtener una comprensión más completa de una situación. Esto permite a los tomadores de decisiones evaluar los impactos de una decisión en un contexto más amplio, teniendo en cuenta aspectos territoriales que pueden ser críticos.

### 2.1. Respuesta a reclamos vinculados a alumbrado público

Como habitualmente sucede en gobiernos locales, la asignación presupuestaria con un determinado objetivo suele ser acotada, por lo que se debe maximizar el aprovechamiento del recurso económico para dar respuesta a demandas de la sociedad.

En el presente caso, la Subsecretaría de Coordinación del Municipio solicitó la georreferenciación de expedientes vinculados a solicitudes que tenían como fin la mejora o aumento de la iluminación pública en el período 2020-2023 y se concertó una reunión con personal técnico de la prestadora del servicio, la Usina Popular y Municipal de Tandil Sociedad de Economía Mixta. Durante la sesión fue posible el análisis espacial de las solicitudes a través del mapa de la ciudad, encontrando patrones espaciales en los requerimientos. Esto repercutió en la asignación presupuestaria de los recursos económicos con una decisión basada en datos espaciales, y la eventual cuantificación del impacto de la resolución a través de la cruza con datos de población.

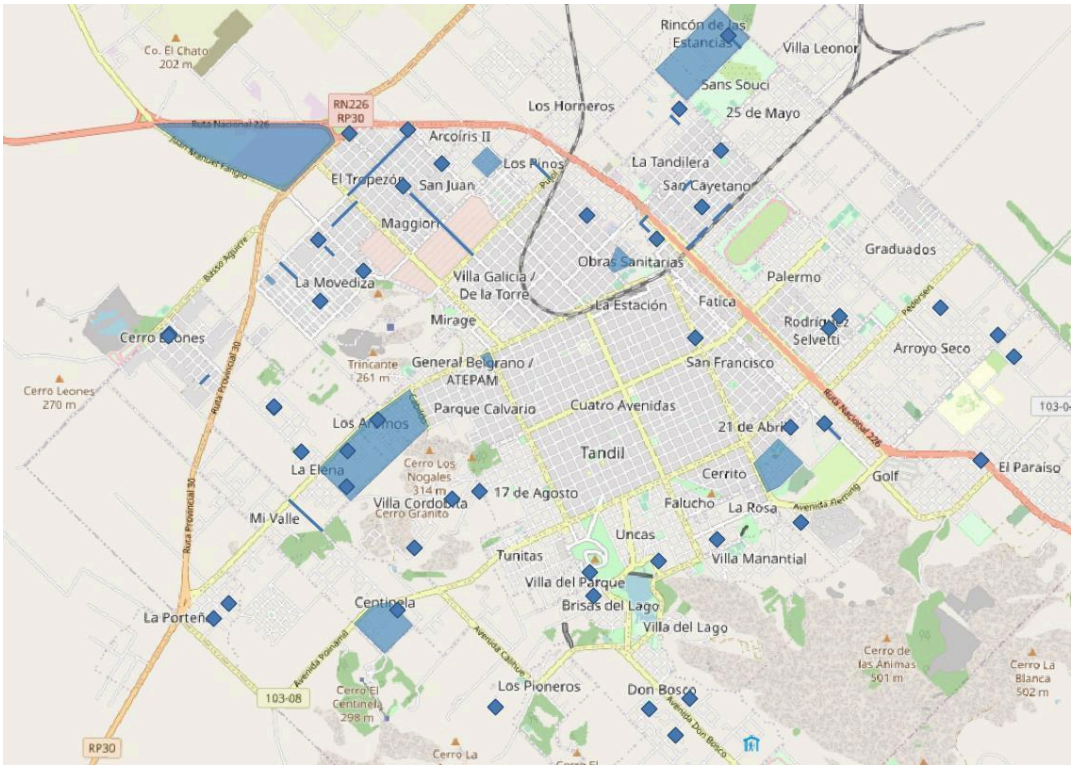



Figura 1. Mapa con la georreferenciación de solicitudes vinculadas al alumbrado público durante el período 2020-2023. Elaboración personal.

## 2.2. Localización de Terminales Automáticas y Unidades de Gestión SUBE

La ciudad de Tandil está viviendo la transición a la implementación del Sistema Único de Boleto Electrónico como medio de pago en el sistema de transporte público urbano, para lo cual fue necesario determinar la localización de Terminales Automáticas y Unidades de Gestión SUBE donde resolver diligencias relacionadas a la consulta y carga de saldo, aplicación de la Tarifa Social, y la tramitación de tarjetas, entre otras. Las localizaciones debían contar con determinados requerimientos, principalmente en cuanto a disponibilidad de WiFi, horarios de atención al público y gran concurrencia de personas.

Establecido lo anterior, la Subsecretaría de Innovación Tecnológica y Participación Ciudadana se apoyó en la evaluación de diferentes sitios

candidatos para determinar cuáles eran las mejores opciones dentro de un número de localizaciones predeterminadas. Estas localizaciones contemplaron no sólo los requerimientos técnicos mencionados, sino que buscaban minimizar el tiempo de desplazamiento de la población hacia esos centros en tiempo y distancia a través del Análisis de Redes.

El resultado final de la evaluación permitió seleccionar puntos que, con doble propósito, se ajustan a los requerimientos y además buscan optimizar el acceso al servicio proporcionado.

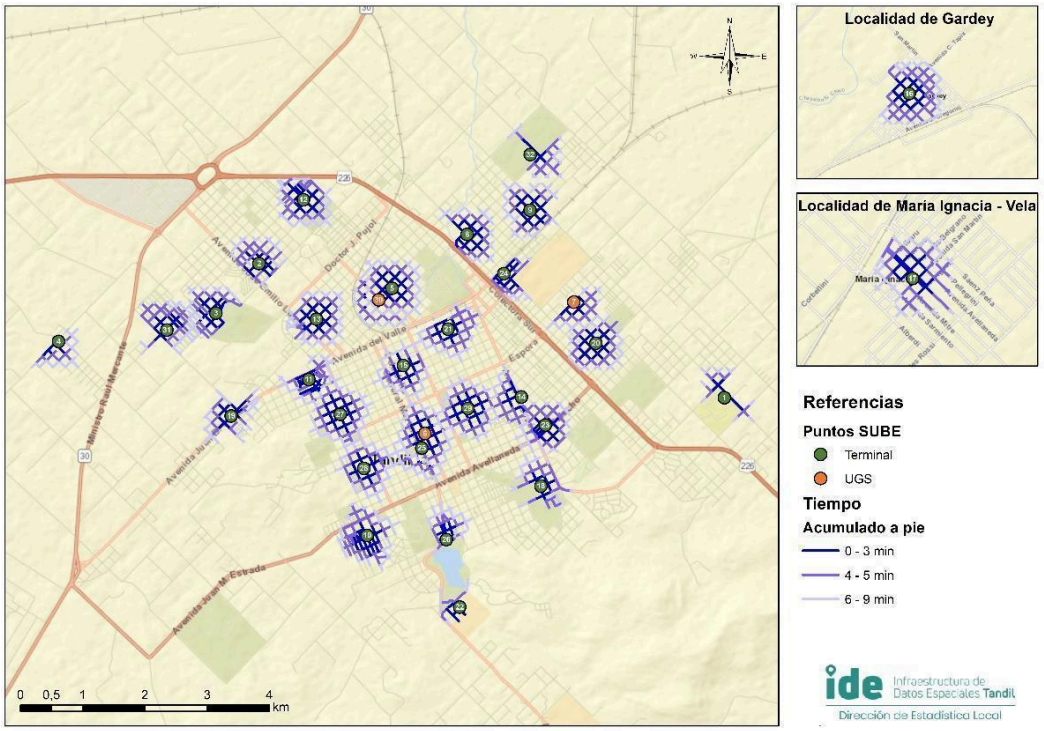



Figura 2. Evaluación del tiempo de acceso desde las localizaciones al sistema de transporte urbano mediante Análisis de redes. Elaboración personal.

## 2.3. Publicación del Plan de Desarrollo Territorial

En el año 2022, la Dirección de Desarrollo Urbano solicitó la publicación del Plan de Desarrollo Territorial (PDT) a través de la Infraestructura de Datos Espaciales del Municipio. La motivación del pedido estaba impulsado en poner a disposición de manera *online* datos relacionados a la Ordenanza Municipal que rige la planificación y gestión urbana y rural del ejido del Municipio de Tandil, y entre otros fines, determina el sistema de gestión territorial. El PDT establece subdivisiones de las áreas urbanas y rurales, y determina una serie de

indicadores asociados a las parcelas que las componen.

En el contexto de la pandemia de Covid-19 y con consultas sobre el PDT que habitualmente se realizaban de manera presencial, surgió la necesidad de dar respuesta a pedidos de información en asociaciones profesionales y público en general de manera de evitar la concentración de personas y el contacto entre las mismas. Por lo anterior, desde el Área de Geotecnologías se asistió en la publicación a nivel parcela del Plan de Desarrollo Territorial, de manera que los datos se encuentren disponibles desde el visualizador de la IDE Tandil para su uso público.

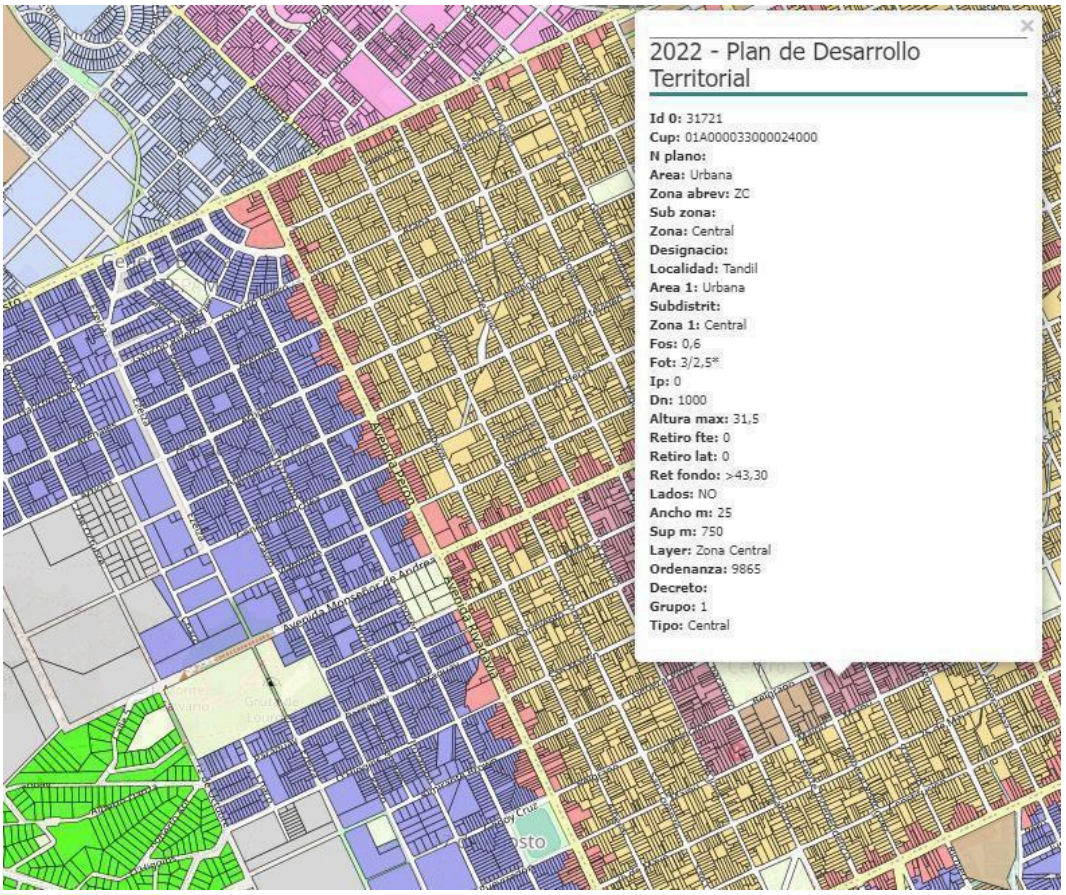



Figura 3: Despliegue de datos del Plan de Desarrollo Territorial publicados a nivel parcela. Elaboración personal.

## 3. CONCLUSIONES

Desde la perspectiva de la gestión, la creación de la Infraestructura de Datos

Espaciales marca un hito en la forma de compartir datos para el Municipio de Tandil, fomentando el intercambio entre las diferentes Direcciones del Municipio. Así se busca ampliar la llegada de las Geotecnologías a los agentes para optimizar el trabajo al interior de la organización. A nivel público, la IDE promueve beneficios como la transferencia de información local almacenada a usuarios que la utilizan de manera productiva debido a la creciente demanda de Información Geográfica. Estos usuarios pueden ser del ámbito educativo, asociaciones profesionales u organismos públicos locales que requieren datos geográficos como insumo para sus actividades. Esto implica una práctica creciente del uso de cartografía para la toma de decisiones al espacializar los datos.

En segundo lugar, la finalidad de la IDE va más allá de una mera herramienta de gestión de datos geográficos. Se trata de un enfoque de democratización de la información que ofrece soluciones geotecnológicas a las necesidades de la sociedad. La IDE se convierte en una plataforma para la evaluación de políticas públicas y la difusión de datos espaciales al servicio de la comunidad. En el presente, estas acciones son la base para la construcción de nuevos espacios digitales donde todas las personas tengan la posibilidad de consultar, generar y analizar Información Geográfica. Esto permitirá una gestión más participativa y una apropiación real del territorio.

## 4. AGRADECIMIENTOS

A Cr. Pablo Civallieri, Subsecretario de Coordinación, por confiar en el trabajo del Área de Geotecnologías en la toma de decisiones basadas en datos espaciales. A Arq. María Victoria Deguer, Directora de Desarrollo Urbano, por impulsar la publicación de datos espaciales para su consulta.
Al equipo de trabajo de la Subsecretaría de Innovación Tecnológica y Participación Ciudadana del Municipio de Tandil, encabezado por Cr. Matías Ibarra y la Dirección de Estadística Local, Lic. Julieta Vicente, quienes prestaron apoyo desde la gesta del proyecto.

## 5. REFERENCIAS

Infraestructura de Datos Espaciales del Municipio de Tandil (2023, marzo). https://mapa.tandil.gov.ar/

# Determinación de contaminación con imágenes satelitales en el Dique El Cajón, Córdoba, Argentina

Castellán Sofía Noel[1], Cristian Kloster[2], Zbrun Luoni Juan Pablo[2], Aguilera Sammaritano Mariela Lucía[3]

[1] Estudiante de Licenciatura en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Los Comechingones. scastellan@alumnos.unlc.edu.ar
[2] Docente Universidad Nacional de Los Comechingones. {ckloster, jzbrun}@unlc.edu.ar
[3] Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich, CONAE maguilera@conae.gov.ar

**Resumen:** Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación es una de las metas planteadas para el objetivo N°6 “Agua y Saneamiento”. La ciudad de Capilla del Monte, cuenta con un reservorio de agua, Dique el Cajón, para abastecerse. Sin embargo, tras meses de sequía y la posibilidad de un mal uso, la salud del cuerpo de agua y de quienes lo usan puede estar alterada.
Con el uso de imágenes satelitales proporcionadas por la misión espacial Sentinel 2, y su procesamiento en sistemas de información geográfica, Qgis 3.28.1, se puede inferir sobre la contaminación a partir de diferenciar si hay procesos de eutrofización que permiten la proliferación de algas y, como consecuencia, disminuye la calidad del agua.
La proliferación de algas se puede detectar con el uso de imágenes espaciales considerando la presencia de clorofila-a, pigmento fotosintetizador que, de acuerdo a su comportamiento de reflectividad, permite ser diferenciada en cuerpos de agua. El presente trabajo detalla los pasos para obtener composiciones de imágenes que permitan inferir si existe un proceso de eutrofización en el Dique El Cajón.

**Palabras Clave:** EUTROFIZACION, CLOROFILA-a, CUERPOS DE AGUA, SENTINEL-2

## 1. INTRODUCCIÓN

La dinámica de los cuerpos de agua incluye a la eutrofización como proceso de

envejecimiento del mismo que ocurre de manera natural y paulatina (Bonansea et al., 2012, p.62), sin embargo, la actividad antropogénica acelera el proceso provocando efectos negativos al ecosistema y a la población (Germán et al., 2021, p.2).

La eutrofización, estrictamente, hace referencia al deterioro de la calidad del recurso agua originada por el aumento de nutrientes, principalmente nitrógeno y fósforo, permitiendo la proliferación de macrófitos y algas y disminuyendo el resto de las especies. El aumento de la temperatura, los fertilizantes que llegan por escorrentía, la descarga de residuos industriales y municipales, la quema de combustibles, entre otros, incrementa el proceso de deterioro aumentando el riesgo de infecciones para la población que utiliza el agua y para el mismo ecosistema.

El uso de técnicas de teledetección espacial permite visualizar los niveles de clorofila-a, que es el pigmento fotosintetizador de los organismos fotoautótrofos e indicador de eutrofización del agua. Específicamente, el programa Sentinel 2 permite obtener imágenes con una resolución espacial de 10m, tres veces mayor que otras misiones espaciales, y una resolución espectral con bandas en el rojo, borde rojo de la vegetación e infrarrojo cercano, necesario para la determinación de la presencia de clorofila-a (A. Germán et al., 2021, p.2). Con las imágenes obtenidas, se realiza la combinación de bandas para obtener una aproximación de la realidad.

### Objetivos generales

Determinar presencia de contaminación por eutrofización en el dique El Cajón de la provincia de Córdoba.

### Objetivos específicos

- Determinar los índices de clorofila-a en el dique el Cajón para la época estival del año 2023.
- Comparar los datos obtenidos para la misma fecha con el dique San Roque, cuyo registro de clorofila-a está evidenciado.

## 2. ZONA DE ESTUDIO

El Dique El Cajón es una represa ubicada en el departamento de Punilla, provincia de Córdoba, Argentina, con una capacidad máxima de 12 Hm3 que abastece a la ciudad de Capilla del Monte. Se encuentra en el departamento Punilla, Córdoba, geográficamente localizado en las coordenadas 30°51'11.78" de latitud sur y 64°33'1.30" longitud oeste, según el sistema de coordenadas WGS84. Su principal tributario es el Río Dolores, con dirección S-N (Figura 1).

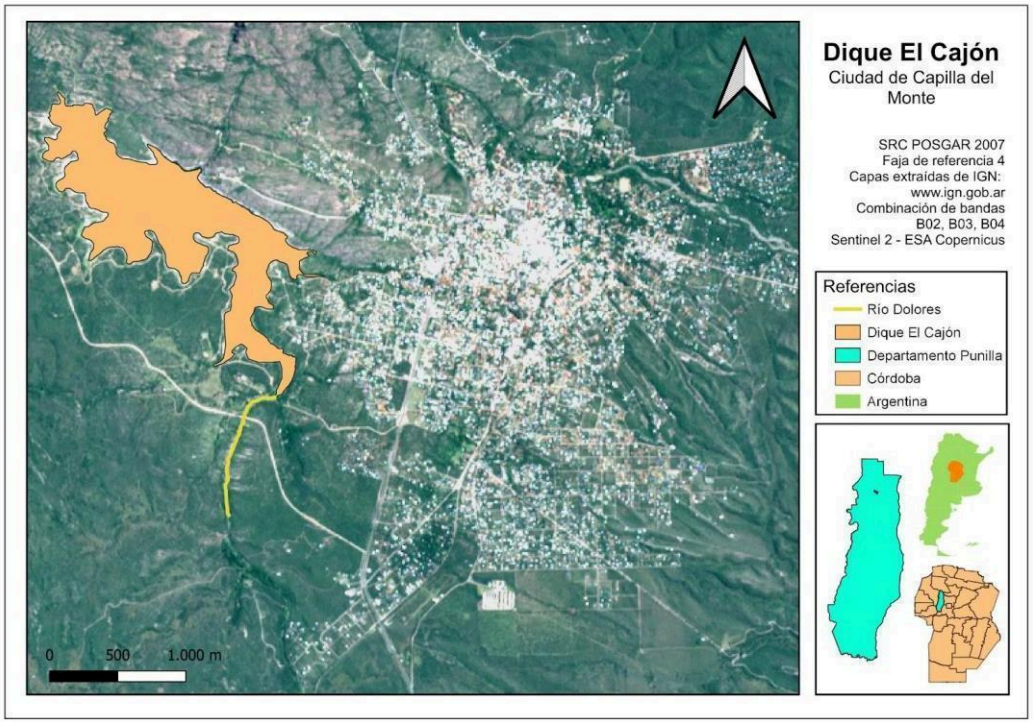



Fig. 1: Ubicación Dique El Cajón, Capilla del Monte, Punilla, Córdoba, Argentina

El Dique San Roque es una represa ubicada en el mismo departamento, en las coordenadas 31°22'31.37" de latitud sur y 64°26'30.25" de longitud oeste, con una capacidad de 201 Hm3 que abastece a la ciudad de Córdoba y a un sector de las Sierras Chicas (Figura 2). Los estudios realizados por Alba German con técnicas de teledetección, y acompañadas con muestras realizadas en campo, muestran la presencia de clorofila-a desde los principales tributarios del dique, el Río Cosquín y el Río San Antonio (A. Germán et al., 2021). Uno de los objetivos del trabajo, es comparar la presencia de clorofila entre ambos diques y sacar conclusiones.

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de capas vectoriales extraídas del Instituto Geográfico Nacional argentino, se delimitaron la provincia y departamento en estudio por medio del

programa QGIS. Posteriormente, se llevaron a cabo las mismas acciones con los dos embalses en estudio, a partir de las capas vectoriales “áreas de aguas continentales perennes”. Con el geoproceso *cortar* se diferencia al país, provincia, departamento y los diques. Con estos productos se generan las primeras cartografías.

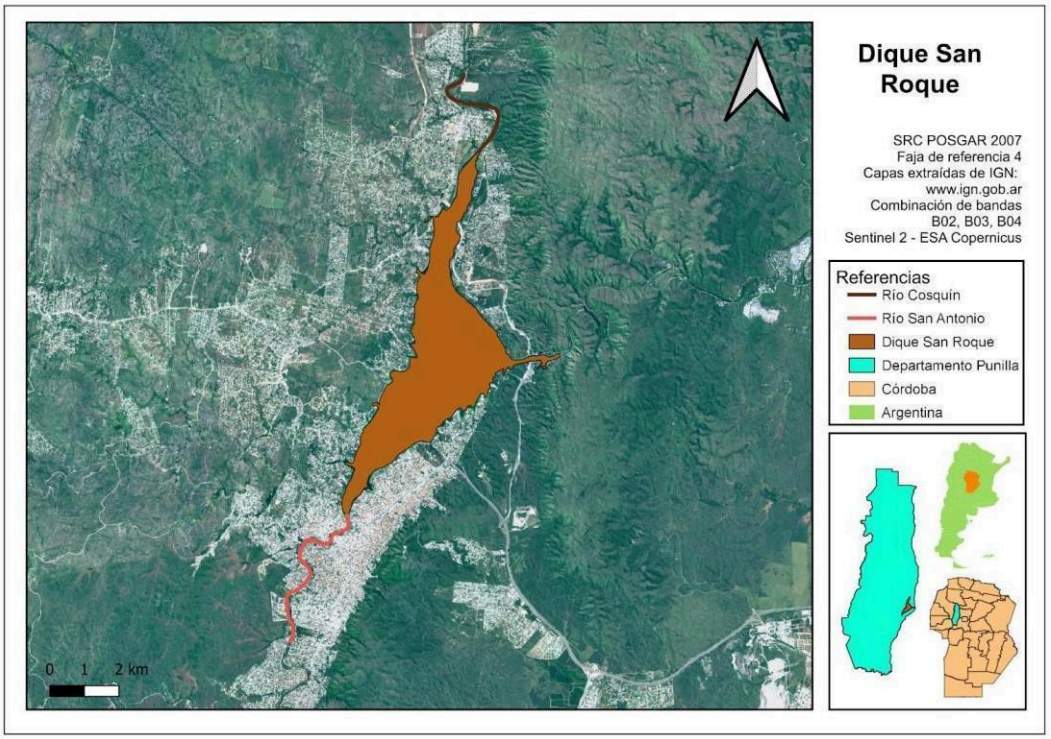



Fig. 2: Ubicación Dique San Roque, Punilla, Córdoba, Argentina.

Por medio del programa de observación de la Unión Europea, ESA-Copernicus, se descargaron los datos correspondientes para el 3 de marzo de 2023. Las imágenes descargadas corresponden al satélite Sentinel 2 con un nivel de procesamiento “A” e incluyen a las bandas B02, B03, B04, B08 del sensor MSI, con una resolución espacial de 10m y las bandas B05, B06 y B07 con una resolución espacial de 20m.

Las imágenes raster fueron ingresadas en el programa QGIS 3.28.1. Se generó una combinación de las bandas B02, B03 y B04 para obtener una imagen a color verdadero de la zona de estudio, utilizadas en la Figura.1 y Figura 2. Se digitalizó el polígono que represente lo más fielmente posible la superficie del espejo de agua, para luego utilizar como insumo para el corte de las bandas satelitales. El corte que se realiza es de un archivo vectorial sobre un archivo

raster, por lo que se usa el proceso raster *extracción raster por capa de máscara*. Para observar el comportamiento de la vegetación en agua, se utilizó posteriormente una combinación de bandas B08, B04, B03 para representar las bandas del infrarrojo cercano, el borde rojo de la vegetación y el rojo, característico de la signatura espectral de la vegetación (Figura 3). De esta manera, se obtiene un producto raster del área específica de estudio. Se modificaron los valores de representación para desestimar los valores sin datos y poder visualizar en la composición únicamente el área de estudio.

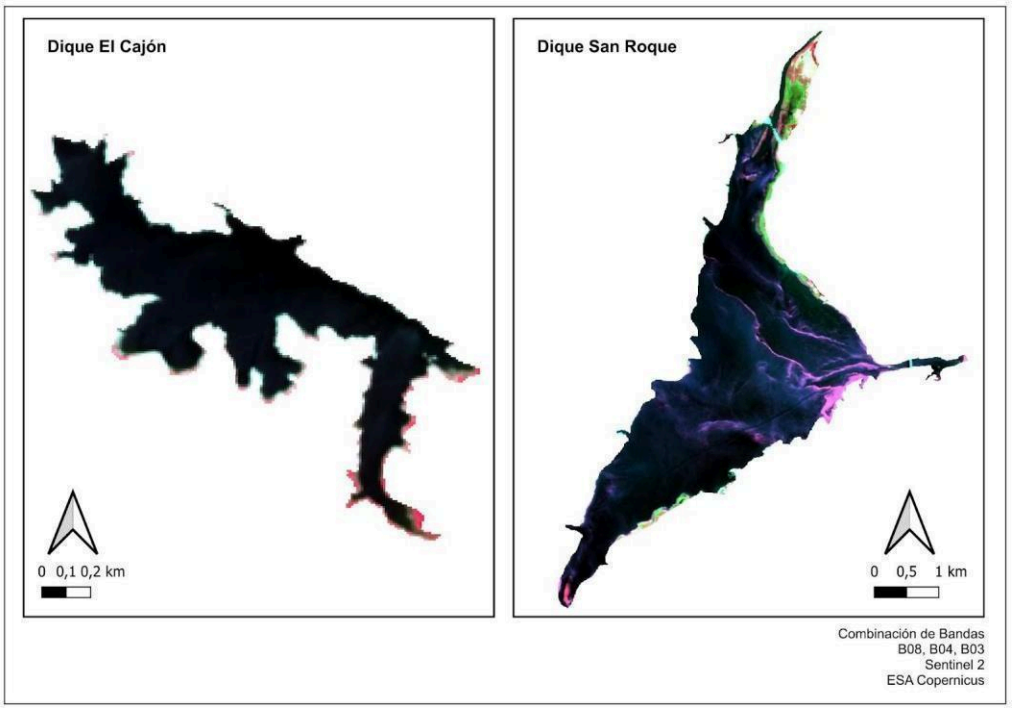



Fig. 3: Composición de falso color, combinación de bandas B08, B04, B03.

Se utilizó la ecuación Índice de Clorofila de diferencia normalizada (NDCI), Mistha & Mishra (2012), que “considera la diferencia de bandas espectrales a 708 nm, pico máximo de reflectancia sensible a la variación de clorofila-a en agua, y 665 nm, atribuida a la absorción de pigmentos de clorofila-a, normalizada (..)” (Vieira de Souza, 2019, p.26). De esta manera se correlaciona la cantidad de clorofila-a con las bandas 05 y 04 respectivamente y se obtiene la concentración de pigmento en agua en miligramos por metro cúbico.

$$C_{Chl\ a} = \frac{[R_{rs}(708) - R_{rs}(665)]}{[R_{rs}(708) + R_{rs}(665)]} \ (\mathrm{mg\ m^{-3}})$$

Con el uso de la *calculadora raster* se introduce la ecuación utilizando las bandas 05 como representación de la longitud de onda 708 nm, equivalente al espectro del Visible e Infrarrojo Cercano y la banda 04 para la longitud de onda 665 nm, que corresponde al espectro del RED. Al producto obtenido se le aplica un *renderizado de pseudocolor monobanda*, con el fin de hacer visible las longitudes de onda reflejadas, utilizando una paleta de colores estandarizada (Figura 4)

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las imágenes satelitales obtenidas de Sentinel 2 para la fecha correspondiente fueron estudiadas a partir del Índice de Clorofila de Diferencia Normalizada (ICDN). El producto final muestra cómo el sector más próximo a la ciudad de Capilla del Monte tiene una mayor presencia de clorofila, al igual que los márgenes del embalse. Los resultados obtenidos del trabajo con imágenes satelitales, queda sujeto a trabajos de campo donde se pretende complementar el estudio con datos cuantitativos y cualitativos con un equipo de trabajo multidisciplinario.

En el Dique San Roque, para el mismo período, se muestran una actividad más representativa. La mayor presencia de afloramientos se centra en la zona de desembocadura del Río Cosquín, hacia el norte, y los márgenes de descarga de efluentes de la planta potabilizadora de Carlos Paz, hacia el este.

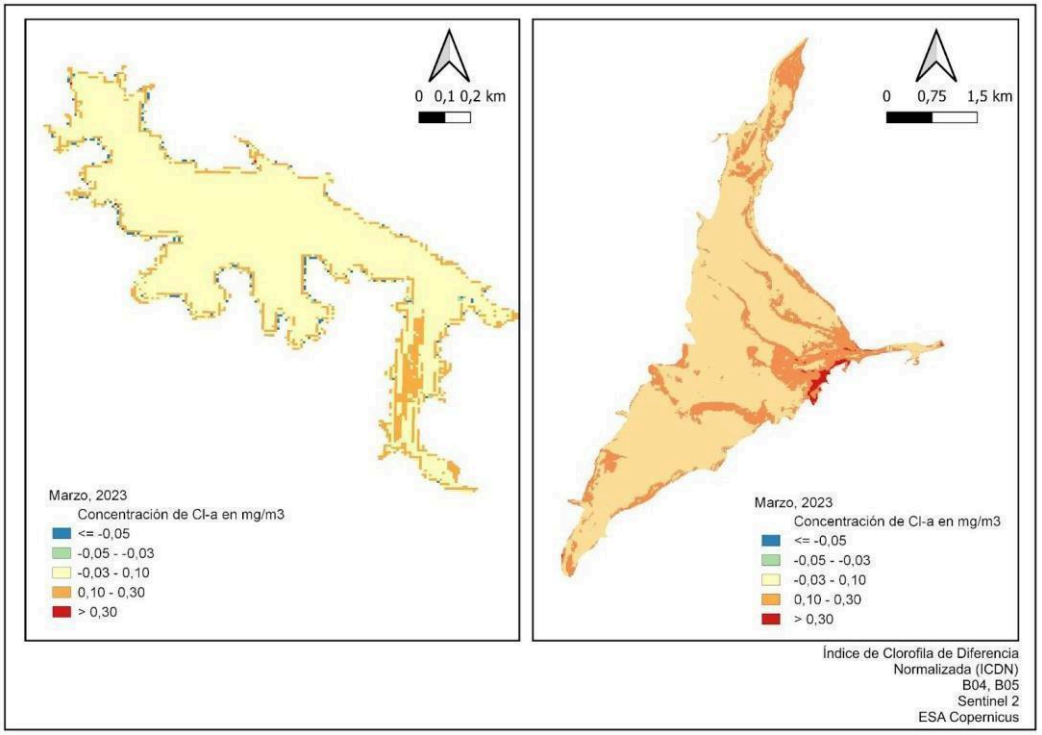


Fig. 4: Comparación de la cantidad de Clorofila-a en mg/m3. Marzo de 2023. En el Dique el Cajón se observa la presencia sobre los márgenes del embalse y en el extremo sur-este. En el Dique San Roque, la mayor concentración está hacia el norte y el este.

Se puede inferir que la eutrofización en el Dique San Roque es evidente, marcando zonas de mayor implicancia, a diferencia de lo que ocurre con el Dique El Cajón. Sin embargo, se debe tener en cuenta el tamaño de este último, y cómo un inicio y permanencia de eutrofización podría extenderse rápidamente y provocar problemas ambientales asociados a la eutrofización.

## REFERENCIAS

Asamblea general. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.* Naciones Unidas.

Bonansea, M., Ledesma, C., Rodríguez, C. & Sánchez, A. (2012). Concentración de clorofila-a y límite de zona fótica en el embalse Río Tercero (Argentina) utilizando imágenes de satélite CBERS-2B. *Revista Ambiente & Água*, (7.3), pp. 62.

Dominguez, Cristian. (2019). Capilla del Monte: denunciaron a la Municipalidad por la contaminación del Dique El Cajón. *El resaltador*. Recuperado de: https://elresaltador.com.ar/dique-el-cajon-denunciaron-municipalidad-por-contaminacion/

Diques de Córdoba. Recuperado de: http://www.diquesdecordoba.com.ar/dique_san_roque/

García G.M.F, Miranda R.V. Eutrofización, una amenaza para el recurso hídrico. Recuperado de: 2-Vol2_Parte1_Eje3_Cap5-177-García-Miranda.pdf (unam.mx).

Germán, Alba (2021). *Space-time monitoring of water quality in an eutrophic reservoir using SENTINEL-2 data - A case study of San Roque, Argentina*. Córdoba, Argentina.

Vieira de Souza, Mariana Elissa. (2019). *Uso do sensoriamento remoto para estimar a concentração de componentes opticamente ativos na lagoa da pampulha.* Bello Horizonte, Brasil.

# Caso de estudio: relevamiento de estado de iluminación de veredas – Ciudad de Mendoza

Mario Alberto Candela[1]

[1] Departamento de Infraestructura de Datos Espaciales. (IDE). Dirección de Catastro. Secretaria de Hacienda. Municipalidad de la Ciudad de Mendoza. Provincia de Mendoza. mcandela@ciudaddemendoza.gov.ar

**Resumen:** En las ciudades actuales, la búsqueda de un entorno nocturno más seguro y atractivo para vecinos y turistas se ha constituido en un factor de reciente relevancia para las gestiones locales. En ese contexto, la Ciudad de Mendoza planeó y llevó a cabo un relevamiento urbano de luminarias y estado de iluminación de veredas para poder, a partir de un diagnóstico preciso, poder mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y valorizar el espacio público.

**Palabras Clave:** RELEVAMIENTO URBANO, ESPACIO PÚBLICO, LUMINARIAS, QUICKCAPTURE, GEOTECNOLOGÍAS, IDE

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el paisaje urbano nocturno es un gran atractivo urbano en tanto produce bienestar general y satisfacción de la población (Manzano, 2009). Las veredas, espacio público de tránsito peatonal, constituyen un atractivo como área de esparcimiento y de paso por las ciudades.

En ese contexto, buscando revalorizar el uso del espacio público peatonal en la Ciudad de Mendoza y teniendo también en cuenta la importancia de la iluminación nocturna en su relación con la percepción de seguridad por parte de los ciudadanos, se desarrolló un proyecto a escala departamental para relevar el estado de iluminación de veredas con participación de funcionarios encargados del relevamiento.

La participación del Departamento de Infraestructura de Datos Espaciales estuvo relacionada con el uso de las Geotecnologías como soporte para relevar datos en terreno y ofrecer un panorama general de la situación a través de la representación espacial de los resultados obtenidos.

## ÁREA DE TRABAJO

La Ciudad de Mendoza se divide en doce secciones. El relevamiento comprendió las secciones 1 a 8. (Ver: Figura 1).

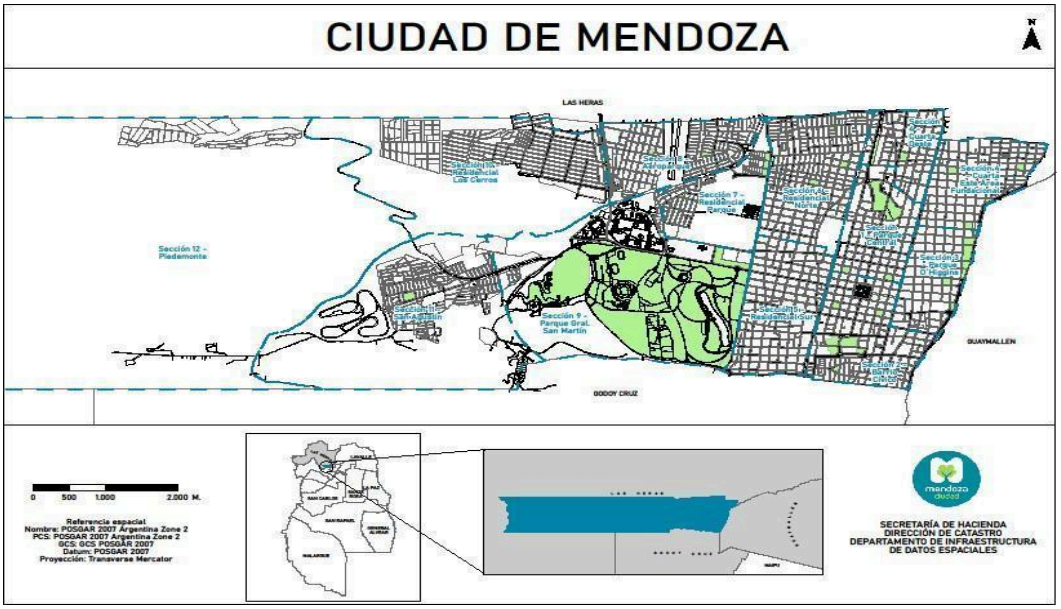



Figura 1: Secciones de la Ciudad de Mendoza

Cada sección fue subdividida en cuadrantes de relevamiento cargo de los funcionarios. La toma de datos fue realizada en horarios nocturnos para poner en evidencia el estado de iluminación y luminarias de las veredas.

## GRUPO DE TRABAJO

El seguimiento y control del proyecto fue articulado con diferentes áreas de la municipalidad: Secretaría de Hacienda; Secretaría de Desarrollo Urbano y la Secretaría de Gestión pública. (Ver: Figura 2).

Figura 2: Áreas de gobierno involucradas en el proyecto

El Departamento de Infraestructura de Datos Espaciales municipal, fue el encargado del desarrollo del aplicativo móvil para captura de imágenes georreferenciadas, como así también, la creación de un tablero estadístico en donde se visualizaron los datos relevados con la aplicación móvil en tiempo real.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de las herramientas cartográficas tuvo soporte en las siguientes aplicaciones:

- **ArcGIS QuickCapture:** en esta aplicación se diseñó y configuró el proyecto que permitía a los funcionarios relevar el estado de iluminación de veredas a través de sus dispositivos móviles.

- **ArcGIS Dashboards**: permitió la visualización de los datos relevados mostrando la situación actual en la Ciudad de Mendoza

## FLUJO DE TRABAJO

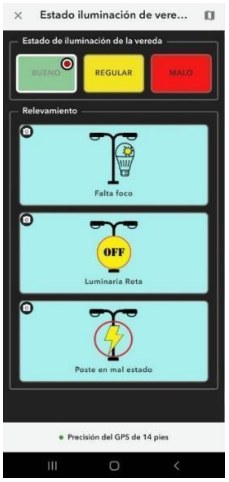
A grandes rasgos el relevamiento se organizó en tres etapas:

1) **Relevamiento de campo**:

Unos equipos de 80 funcionarios relevaron los cuadrantes asignados durante un periodo de 30 días.

Con la aplicación *ArcGIS QuickCapture* instalada en sus dispositivos móviles, los aspectos a relevar se configuraron de la siguiente manera:

- **Estado de iluminación de la vereda:** a medida que transita de un punto a otro, la aplicación genera un track líneal del recorrido que puede caracterizarse según estados previamente consensuados (Bueno – Regular – Malo).




- **Estado de luminaria:** en este caso se releva de forma puntual con la toma de imágenes del suceso el estado de luminarias sólo en caso de detectar alguno de los siguientes problemas: Falta foco; Luminaria rota; Poste en mal estado

2) **Visualización de datos en tiempo real**:

La información relevada fue impactando durante 30 días en un tablero desarrollado con *ArcGIS Dashboard* donde podían consultarse algunas estadísticas generales y quedaba plasmado de forma espacial el estado de situación de iluminación de veredas en el municipio.

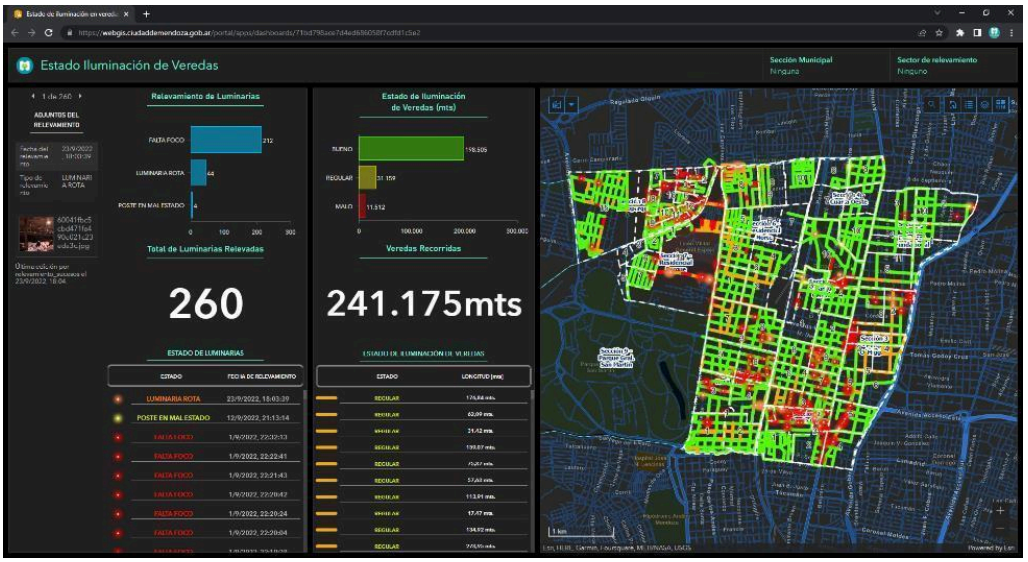


Figura 4: Tablero estadístico y de visualización espacial de datos relevados

**3) Toma de decisiones**

Una vez finalizado el relevamiento, se individualizaron y analizaron los sectores con mayores problemáticas originando un plan de gestión específico para cada manzana departamental que consistió en la compra de luminarias LED, recambio de antiguas luminarios y mantenimiento de alumbrado público y fuentes ornamentales, entre otras.

## CONCLUSIONES

El saldo del relevamiento arrojó los siguientes resultados:

- 241 kilómetros de veredas recorridos
- 80% de las veredas con buen estado de iluminación y el 20% restante en estado regular o malo.
- En cuanto al estado de luminarias, 260 se registraron dañadas de las cuales el 80% no tienen foco y el 20% restante están rotas o en mal estado.

## REFERENCIAS

MANZANO, E. (2009). La iluminación de los espacios públicos urbanos: consideraciones sobre el entorno visual. Revista Luminotécnica n° 95. Editorial de la AADL – Asociación Argentina de Luminotécnica. Mayo/Junio 2009. Pág. 62 a 67.

# SIG para el análisis de presión ambiental de empresas del barrio centro de la ciudad de Salta Capital

Emilce de las Mercedes López[1], Martín Romano-Armada[2], Florencia Yañez-Yazlle[3], Dolores Gutiérrez-Cacciabue[3,4], Neli Romano-Armada[3,4]

[1] Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO), Universidad Nacional de Salta (UNSa) - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Av. Bolivia 5150, Salta Capital 4400
emigemy@yahoo.com.ar
[2] Facultad de Ciencias Exactas, UNSa, Av. Bolivia 5150, Salta Capital 4400
martinromanoarmada@gmail.com
[3] Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI), UNSa - CONICET, Av. Bolivia 5150, Salta Capital 4400 {florenciayanez93, dolo83, nelir000}@gmail.com
[4] Facultad de Ingeniería, UNSa, Av. Bolivia 5150, Salta Capital 4400

**Resumen:** Actualmente la explotación de los recursos naturales y el aumento de desechos en el ambiente causan un deterioro generalizado del capital natural. Así, es necesario documentar las presiones ambientales y sus amenazas a fin de proponer estrategias sustentables para la producción y consumo humano. Debido a la falta de un mecanismo único de medida del desgaste ambiental que produce una empresa, es necesario sintetizar los efectos de consumo y deterioro en un índice numérico para evaluar su ecoeficiencia. La asignación de un Índice de Presión Ambiental (IPA) permitirá evaluar de manera más sencilla los impactos de una empresa. Integrando el IPA en un Sistema de Información Geográfica (SIG), se puede analizar la situación de desgaste ambiental producida por distintos emprendimientos económicos en diferentes áreas de la ciudad de Salta. Mediante el planteo realizado en este trabajo, del análisis de desgaste ambiental hipotético causado por pequeñas empresas comerciales y de servicios, se determinarán zonas de alto impacto ambiental negativo para proponer alternativas de ordenamiento territorial que alivien la carga ambiental y permitan optimizar el aprovechamiento de los recursos en los diferentes barrios de la Ciudad de Salta.

**Palabras Clave:** ÍNDICE DE PRESIÓN AMBIENTAL, DESGASTE AMBIENTAL, DESARROLLO SUSTENTABLE, ORDENAMIENTO TERRITORIAL

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente el mundo enfrenta el deterioro y la pérdida de su capital natural. La población creciente impuso en las últimas décadas, un mayor ritmo e intensidad a la explotación de los recursos naturales para la producción de bienes y servicios. Esto produjo la degradación de ecosistemas naturales como resultado de la extracción desmedida y el aumento del volumen de desechos que se vuelcan al ambiente (emisiones al aire y residuos y efluentes que se depositan en la tierra y las aguas) (Anh et. al, 2014). Esta presión ambiental, tiene una fuerte influencia sobre las crisis económicas como producto de la resistencia al crecimiento económico sustentable (Dai et al., 2011). Ante esta situación, resulta impostergable la necesidad de tomar acciones encaminadas a detener y revertir la degradación de los ecosistemas y explotar racionalmente los recursos naturales.

En este contexto, la información resulta esencial. Es indispensable identificar y documentar las presiones y amenazas sobre el ambiente, así como su situación y las tendencias de deterioro. Así mismo, cobra gran relevancia la información que permita evaluar la efectividad de los programas y las acciones que se implementan tanto para reducir las presiones como para mejorar la condición ambiental (European Commission, 2001). En este sentido, los indicadores e índices se encuentran entre las mejores y más usadas herramientas para que tanto la sociedad como los tomadores de decisiones puedan visualizar de forma rápida y sencilla el estado del ambiente, de los factores que lo amenazan y de la efectividad de las políticas públicas y herramientas de gestión ambiental involucradas en la solución de la problemática ambiental (European Commission, 2001, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2023).

En el área de la gestión ambiental, no hay un mecanismo de medida del desgaste ambiental de una empresa en términos objetivos, concentrados en un único índice numérico ampliamente aceptado por miembros de los sectores públicos y privados (Helander et al., 2019); y en general sólo las empresas industriales, debido a sus obligaciones legales y por la gestión de sus procesos productivos, disponen de información ambiental, que no siempre es aprovechada por las propias empresas o sectores públicos. Además, es necesario sintetizar en unos pocos indicadores el efecto de consumo y deterioro de una empresa en relación al medio ambiente, a fin de determinar y monitorear de manera sencilla la interacción Presión-Estado-Respuesta. Es decir, determinar la efectividad de las medidas administrativas implementadas por el sector estatal para que las empresas reduzcan la presión ambiental causada por sus actividades económicas.

Si bien ya existen iniciativas de desarrollo de Índices de Presión Ambiental (IPA) (Ludevid et al., 2011, Camacho & Burgos, 2006), estos suelen usarse para

determinar cuán ecoeficientes son las grandes empresas del sector industrial, dejando de lado el análisis de pequeñas y medianas empresas de sectores comerciales y de servicios. Sin embargo existen evidencias que indican que las pequeñas empresas son potencialmente más deletéreas del ambiente que aquellas de mayor envergadura (Morales Romero et al., 2019, Denegrí de Dios & Peña, 2011). El planteo de un IPA tiene como fin permitir un aprovechamiento armónico del medio ambiente mediante el análisis de información ambiental básica disponible. Esta herramienta de gestión ambiental permitiría a los distintos actores involucrados (empresas y administración pública) evaluar de manera más sencilla las acciones hacia la ecoeficiencia (Ludevid et al., 2011).

Muchas actividades humanas contribuyen al deterioro del medio ambiente (agricultura, transporte, construcción, turismo, los ciudadanos en su consumo diario, etc.). Sin embargo, iniciar este estudio en torno a empresas se basa en criterios prácticos: es posible geolocalizarlas y caracterizarlas respecto a su consumo de recursos (agua y energía) y producción de desechos (efluentes, residuos y emisiones) para integrarlas en un Sistema de Información Geográfica (SIG) y generar un IPA (Anh et. al, 2014).

Podemos entonces interpretar al sistema de información como una cadena de operaciones que nos lleva desde la planificación de la recolección y observación de los datos hasta su almacenamiento, análisis y posterior uso de la nueva información generada en algún proceso de toma de decisiones. Así, los mapas o colecciones de datos almacenados y analizados, se convertirían luego en la información derivada a ser usada en la toma de decisiones (Hysenaj, 2016). Además, las herramientas del SIG se pueden usar para numerosas finalidades, como analizar puntos calientes o zonas de sensibilidad, manipulación de las variables de entrada para generar modelos de gestión sobre indicadores puntuales, estudiar el impacto de la presión ambiental en una zona específica en distintas escalas (según la clasificación de las empresas) y analizar en la medida de lo posible (con corroboración de campo) la exactitud de la predicción del modelo. Finalmente, entre las ventajas del uso de un SIG podemos contar con el ahorro de tiempo, dinero y mano de obra para realizar un estudio.

La hipótesis planteada para este trabajo es que el análisis de las diferentes empresas en la Ciudad de Salta y su evaluación con un SIG respecto al consumo de recursos y generación de desechos permitirá construir un índice de presión ambiental para conocer el verdadero desgaste ambiental producido por las distintas empresas y proponer en un futuro alternativas para un aprovechamiento más eficiente del medio ambiente.

## 2. OBJETIVO

Generar una herramienta que permita visualizar el desgaste ambiental producido por las empresas mediante la aplicación de un índice de presión ambiental. La

asignación del índice permitiría identificar puntos de concentración de actividades con alto potencial de desgaste ambiental y por la geolocalización y caracterización de las empresas, sería posible establecer correlaciones entre las zonas de mayor presión ambiental y el tipo de actividad económica preponderante en la zona, a fin de analizar en mayor profundidad el tipo de actividad para proponer medidas de ordenamiento o gestión de las actividades económicas para disminuir su efecto dañino sobre el ambiente.

## 3. ÁREA DE TRABAJO

Se tomarán como unidades de estudio los distintos barrios de la ciudad de Salta (Fig. 1). La unidad inicial del análisis, Barrio Centro, abarca una superficie de 4,61 km (8,96 km de perímetro). Este barrio se seleccionó como unidad inicial de trabajo debido a la alta concentración de empresas comerciales y de servicios presentes en el mismo. Luego se procederá a incorporar al análisis, de forma escalonada, a los barrios contiguos.

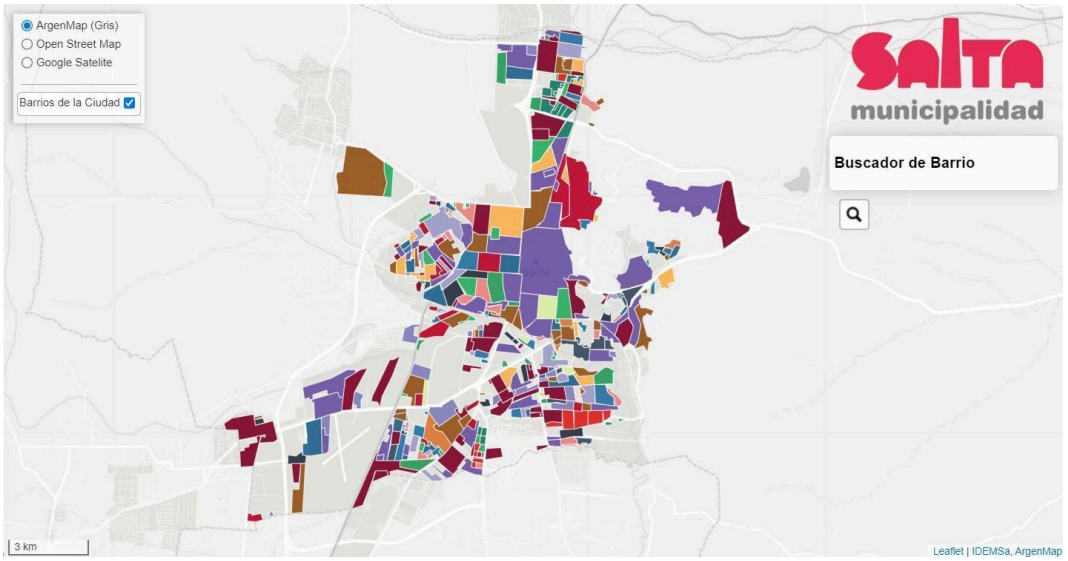



Figura 1: Barrios de la Ciudad de Salta. Fuente: Municipalidad de la Ciudad de Salta (2023)

## 4. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE EMPRESAS

Actualmente la Municipalidad de la Ciudad de Salta cuenta con la iniciativa “Comprá en tu Barrio”, fomentada por el Ente de Desarrollo Económico, Formación y Capacitación para la Promoción de Empleo. Esta consiste en una base de datos que contiene información sobre la ubicación de diferentes

unidades económicas de distinta índole, e inclusive debido a una reciente refuncionalización del sitio web que incorpora comercio virtual, permitiendo concretar ventas a través de la plataforma. Tomando como base la información inicial respecto a los tipos de unidades económicas se las clasificará según:

- Tamaño: Gran Empresa, Mediana Empresa, Pequeña Empresa, Micro Empresa
- Actividad Económica: Servicios, Comercial, Industrial
- Sector de Actividad: Primario, Secundario, Terciario

## 5. CARACTERIZACIÓN DE EMPRESAS Y ASIGNACIÓN DE IPA

Luego de clasificadas las empresas, se realizará una segmentación por rubros a fin de caracterizarlas hipotéticamente según fuentes estadísticas y bibliográficas de acuerdo a su:

- Consumo de Recursos: de agua y de energía eléctrica
- Producción de Desechos: efluentes, residuos, emisiones (se seleccionará un set mínimo de indicadores de cada tipo de desecho a fin de caracterizar lo más completamente posible a la mayoría de empresas)

Estos parámetros de presión ambiental directa e indirecta se integrarán para definir el grado de desgaste ambiental producido por cada empresa. Para estandarizar la información, se tomarán como referencia los indicadores de presión ambiental identificados y caracterizados por la Comisión Europea (1999). De los 60 indicadores se seleccionarán y adaptarán aquellos específicos pertinentes a las unidades económicas bajo estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Componentes e indicadores de presión ambiental a considerar para la caracterización de unidades económicas

| COMPONENTE | INDICADORES | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Agotamiento de recursos** | Consumo de agua | Consumo de energía | | |
| **Problemas ambientales urbanos** | Residuos municipales | Efluentes no tratados | Personas afectadas por ruido | |
| **Contaminación de aire y Cambio climático** | Emisiones de dióxido de carbono | Emisiones de óxidos de nitrógenos | Emisiones de óxidos de azufre | Emisiones de partículas |

Adaptado de European Commission (1999)

## 6. MODELO DE DATOS

Las capas base con información sobre el trazado urbano de los barrios de la ciudad de Salta y sus calles y delimitación de catastros (Fig. 2) ya se encuentran disponibles en el Geoportal IDESA (2023).

Figura 2: Capas base de trabajo (barrios, calles y catastros) para la localización de unidades económicas del Barrio Centro (en amarillo) de la Ciudad de Salta. Fuente: IDESA (2023)

Para complementar la información de unidades económicas recolectada de la base de datos de la Municipalidad de la Ciudad de Salta desde la iniciativa “Comprá en tu Barrio” se procederá al relevamiento y verificación a campo de las unidades mencionadas. Se pretende un relevamiento rápido mediante marcado de puntos con GPS, desde un medio de transporte o mediante recorrido a pie en zonas de alta densidad de unidades económicas (ej. microcentro). Se procederá a registrar cada local de acuerdo a la clasificación previamente definida para su

posterior caracterización.

## 7. DIGITALIZACIÓN Y PROCESAMIENTO

Se realizará la digitalización de todos los datos recopilados en QGIS, guardando especial cuidado en cuanto a la incorporación correcta de atributos para cada unidad económica respecto a los parámetros asignados de clasificación, caracterización e IPA.

Posteriormente se realizarán mapas de calor del índice de presión ambiental (aplicando R y QGIS) para identificar las zonas de mayor desgaste ambiental, luego se analizaran dichas zonas para determinar mediante análisis de correlación (aplicando InfoStat) cuáles, si es que las hay, son las unidades económicas críticas respecto a su IPA.

## 8. CONCLUSIONES

Si bien las tareas se encuentran en una etapa inicial de desarrollo, se espera obtener una herramienta con la que se puedan proponer medidas de gestión ambiental que apunten a aliviar la presión ambiental generada por las actividades económicas; mediante el análisis de las variables de mayor peso en el IPA de los distintos grupos de empresas.

Tomando como premisa que una de las funciones de un SIG es mejorar nuestra capacidad para tomar decisiones, se podría analizar la situación de desgaste ambiental producida por distintos sectores económicos y en distintas áreas de la ciudad de Salta para sugerir medidas de corrección a fin de mejorar el grado de ecoeficiencia de los distintos emprendimientos.

## AGRADECIMIENTOS

Las tareas de relevamiento e investigación se están llevando adelante en el marco del Proyecto de investigación tipo B N° 2814/0 financiado por el Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta.

**REFERENCIAS**

ANH, N.K., PHONEKEO, V., MY, V.C., DUONG, N.D., & DAT, P.T. (2014) Environmental hazard mapping using GIS and AHP-A case study of Dong Trieu District in Quang Ninh Province, Vietnam. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 18.

CAMACHO O., J. & BURGOS S., J.D. (2006) Metodología para diseñar y calcular el índice de presión social ambiental como herramienta para el ordenamiento territorial ambiental: El caso de Cundinamarca. *Gestión y Ambiente.* 9, 129–146.

DAI, F., QI, J., & LIANG, L. (2011) Environmental Pressure Index (EPI): An indicator for monitoring and warning economic crisis. *Empir. Econ. Lett.* 10, 987–994.

DENEGRÍ DE DIOS, F.M., & PEÑA SALMÓN, C.Á. (2011) Identification de perfiles ambientales en la Pyme a través de la auditoría ambiental. *Contaduría y Adm.* 195–215.

EUROPEAN COMMISSION (1999) Towards environmental pressure indicators for the EU; Office for Official Publications of the European Communities: Luxembourg, ISBN 92-828-4978-3.

EUROPEAN COMMISSION (2001) Environmental pressure indicators for the EU; Office for Official Publications of the European Communities: Luxembourg, 2001; ISBN 928940955X.

GEOPORTAL IDESA (2023, marzo) Infraestructura de datos espaciales de la Provincia de Salta. Plataforma de información geoespacial. http://geoportal.idesa.gob.ar/

HELANDER, H., PETIT-BOIX, A., LEIPOLD, S., & BRINGEZU, S. (2019) How to monitor environmental pressures of a circular economy: An assessment of indicators. *J. Ind. Ecol.* 23, 1278–1291.

HYSENAJ, M. (2016) Geospatial analysis of environment pollution. *J. Ecol. Eng.* 17, 10–17.

LUDEVID, M., FELIU, Á., & AMAT, A. (2011) Índice de Presión Ambiental - Resumen ejecutivo; Fundació Fòrum Ambiental.

MORALES ROMERO, M., CARBAL HERRERA, A., & GARCÍA BARBOZA, M. (2019) La ecoeficiencia en pequeñas y medianas empresas: retos y beneficios para un desarrollo sostenible* Eco-efficiency in small and medium enterprises: challenges and benefits for sustainable

development. *Rev. Jóvenes Investig. Ad Valorem.* 2, 83–97.

MUNICIPALIDAD DE LA CIUDAD DE SALTA (2023, marzo). Barrios de Salta. Mapa interactivo de cada área de la Ciudad de Salta. Portal web de la Municipalidad de la Ciudad de Salta. https://municipalidadsalta.gob.ar/barrios-de-salta/

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (2023, marzo) Indicadores básicos de desempeño ambiental de México. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores14/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual.html.

# Tecnologías libres aplicadas a la gestión de políticas públicas

Samanta Aleso, Sebastián Nicolás Martínez y Cristian Matías Wörner[1]

[1] Cambalache Cooperativa Geográfica, Lavalle 1759 6to "B", CABA, C.P:1048, Tel. (11) 26075602, contacto@cambalachecoopera.com.ar

**Resumen:** La Subsecretaría de Relaciones con la Sociedad Civil, dependiente de la Jefatura de Gabinete de Ministros, lanzó un Mapeo de las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) con el objetivo de contar con información actualizada de dichas entidades, así como disponibilizar la información a la comunidad en general a través de una plataforma interactiva de mapas web.
Para llevar a cabo esta misión, se implementó para el relevamiento en campo una encuesta desarrollada mediante formulario Kobotoolbox[1] permitiendo así relevar, georreferenciar y visualizar la información, en tiempo real, a través de un visor de mapas basado en tecnologías libres y desarrollado íntegramente por Cambalache Cooperativa Geográfica[2].
En paralelo se desarrolló una plataforma para el acceso, modificación y baja destinada al equipo coordinador del relevamiento; en vistas de poder realizar el monitoreo y calidad de los datos.
Se espera que dicha acción facilite la toma de decisiones y sea de utilidad para la gestión territorial de las políticas públicas, a la vez que permita crear un desarrollo accesible, interoperable e innovador para toda la búsqueda, evaluación, análisis y aprovechamiento de la información geográfica de la Subsecretaria.

[1] KoboToolbox es una plataforma OpenSource de recopilación, gestión y visualización de datos que se utiliza en todo el mundo para la investigación y el bien social; creada y mantenida por KOBO: https://www.kobotoolbox.org/

[2] Cooperativa de Trabajo Geográfico Cambalache Limitada: organización que promueve y difunde la Geografía, la Economía Social y el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG): https://cambalachecoopera.com.ar/

**Palabras Clave:** RELEVAMIENTO, ORGANIZACIONES DE LA SOCIEDAD CIVIL (OSC), TECNOLOGÍAS LIBRES, INFORMACIÓN GEOESPACIAL, POLÍTICAS PÚBLICAS.

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una multiplicidad de registros y bases de datos sobre las Organizaciones de la Sociedad Civil (en adelante “OSC”), con muy distintos niveles de actualización, sistematización, digitalización y disponibilidad. Se puede encontrar más de una veintena de registros solo entre los organismos del Estado Nacional, generalmente construidos en base a las políticas sectoriales de cada uno. La situación se replica en cada provincia (y a la vez, en cada municipio): además de los registros formales de asociaciones civiles y fundaciones con personería jurídica; varios organismos provinciales cuentan con registros parciales elaborados a partir de su vinculación con las OSC a través de las políticas públicas que llevan adelante (tengan o no personería jurídica). En algunos casos, existe articulación entre los organismos a cargo de los diversos registros, en otros, no.

Este escenario conlleva diversas dificultades. La situación de compartimentación de la información hace imposible conocer fehacientemente cuántas OSC existen y desarrollan sus actividades en todo el territorio nacional, cuáles son sus características, qué desafíos o problemáticas tienen. Por consiguiente, la carencia de un panorama integral dificulta la posibilidad de hacer un diagnóstico certero, que permita la eficaz planificación e implementación de políticas públicas orientadas a las OSC.

Asimismo, la Jefatura de Gabinete de Ministros no cuenta con un registro propio de OSC que permita el desarrollo de políticas públicas transversales a toda la administración pública. Por lo que, desde la Secretaría de Relaciones con la Sociedad Civil y Desarrollo Comunitario, en conjunto con la Universidad Nacional Arturo Jauretche y Cooperativa Cambalache nos proponemos la conformación de un Mapeo Federal Interactivo de Organizaciones de la Sociedad Civil amplio y exhaustivo, que articule e integre las diversas bases de datos actualmente dispersas y parciales, permitiendo el acceso a todos los actores que en su tarea cotidiana articulan con las diferentes OSC.

Esta iniciativa se encuentra en construcción desde febrero del 2023.

## 2. RELEVAMIENTO Y GESTIÓN DE DATOS

Para desarrollar esta iniciativa, elaboramos un formulario de relevamiento considerando múltiples fuentes: los registros existentes en el Estado Nacional, los

objetivos planteados por la Secretaría de Relaciones con la Sociedad Civil y Desarrollo Comunitario y la experiencia aportada por el equipo relevador.

En el relevamiento intervinieron dos equipos: en primer lugar, el equipo relevador compuesto por delegados/as territoriales, quien tendría a su cargo realizar las encuestas en el territorio, a cada una de las OSC definidas. Este equipo es federal y se encuentra distribuido a lo largo de todo el país. Cuentan con credenciales identificadoras personales e intransferibles. En segundo lugar, un equipo coordinador/central con tareas de gestión, soporte, monitoreo y control de los datos enviados por el primer equipo.

Las personas que componen ambos equipos están registradas con sus datos personales, a partir de las cuales se crearon sus credenciales de acceso a la base de datos del proyecto; y con ello poder hacer un seguimiento de sus acciones: reporte de avances y registro de ediciones.

Para implementar el relevamiento, y como insumo para el equipo relevador en campo, utilizamos Kobotoolbox, plataforma de Open Source que permite a través de formularios ejecutados desde diferentes dispositivos (celulares -Android-, tablets y computadoras) recolectar información georreferenciada. La colecta puede realizarse de forma online y offline, en caso que no hubiese en el lugar datos móviles o WIFI disponibles. Otra de las ventajas consideradas de esta geotecnología es su capacidad intuitiva, de modo que tanto la creación del formulario de relevamiento definido, como su ejecución al momento de la colecta facilitaron el desarrollo de la tarea, acelerando los tiempos y reduciendo los errores.

Figura 1: Muestra de algunas secciones del formulario de relevamiento de las OSC.

Muchos de los campos a completar se encuentran validados o bien, están definidos por una expresión regular (*regla)* que limita las respuestas a incluir, ya sea, en cantidad de caracteres, en formato de dato, en longitud, etc. En estas situaciones, puede encontrarse una leyenda descriptiva sobre el campo en cuestión, con el objetivo de orientar al relevador al momento de la respuesta. En caso de que la respuesta agregada *no* respecte la regla establecida (por ejemplo: exceda la cantidad de caracteres definidos) un mensaje de error alertará al encuestador, previo al enviar definitivamente el formulario con las respuestas, para que tome las acciones necesarias.

Los resultados del relevamiento se alojaron en una base de datos postgreSQL[1] en conjunto con otra fuentes de información que alimenta el formulario como: el equipo de relevadores, las unidades territoriales administrativas (provincias, departamentos, municipios), los tipos de OSC, las actividades desarrolladas, los registros a los que están inscriptas, etc.

Con el objetivo de proveerle al equipo coordinador una instancia de edición sobre los datos relevados que no requiera conocimiento técnico en el acceso y la gestión del PgAdmin (PostgreSQL); desarrollamos un panel con la funcionalidad de modificar y dar de baja los datos de las OSC relevadas.

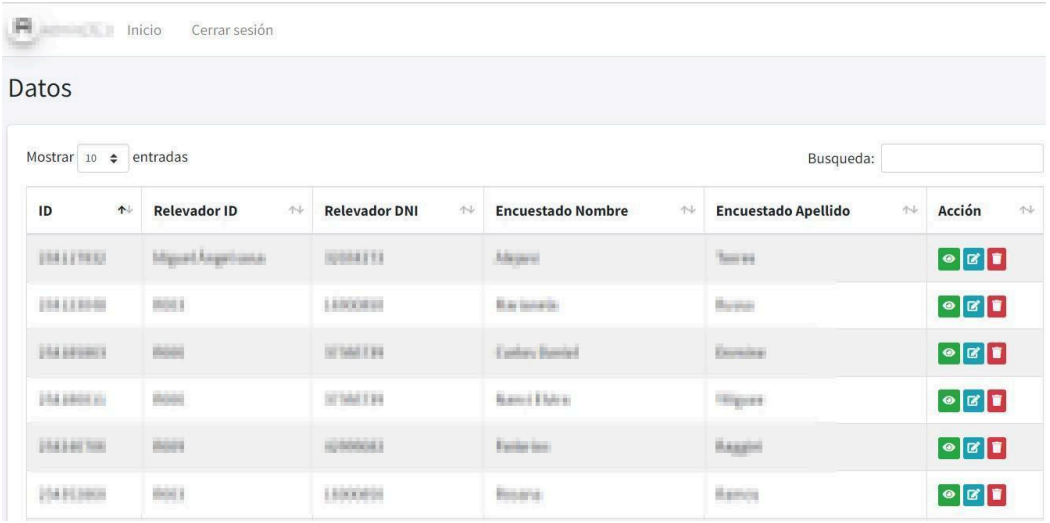



Figura 2: Muestra del panel desarrollado para el equipo coordinador para el control y la edición de la información.

Al panel se accede a través de usuario y contraseña; de forma tal que cada integrante del equipo coordinador puede acceder de forma individual a consultar,

editar y hasta eliminar la información de las OSC relevada.

De esta manera también se evita una edición sobre los datos originales relevados (“en crudo”), reduciendo la pérdida de información y multiplicidad de datos.

El panel también cuenta con la opción de búsqueda por caracteres que agiliza el filtrado de resultado hacia la opción deseada.

## 3. CAPACITACIÓN Y OTROS DOCUMENTOS SOPORTE

Tanto el equipo relevador como el equipo coordinar fueron capacitados en la carga de datos. Se crearon diferentes tipos de documentación soporte, a saber:

- Glosario: contiene una serie de definiciones y conceptos de todas las opciones disponibles en el formulario de relevamiento con el objetivo de ejemplificar y unificar criterios en ambos equipos.
- Instructivo de carga: manual paso a paso que detalle el formulario de relevamiento, incluyendo consideraciones generales y posibles errores. También cuenta con material audiovisual complementario.
- Normas de escritura: guía sobre cómo escribir y registrar al momento de relevar.

Las capacitaciones fueron realizadas en varias jornadas, tanto virtuales como presenciales con el objetivo de lograr una total transferencia de conocimiento, principalmente sobre el equipo coordinador que tendrá a su cargo la gestión y mantenimiento del mapa.

## 4. VISUALIZADOR

Esta El visualizador de mapa web de las Organizaciones de la Sociedad Civil (OSC) utiliza tecnologías HTML y CSS e implementa el framework de diseño Bootstrap para armonizar su apariencia y asegurar su mantenibilidad con los estándares web.

En su base de datos implementa el motor PostgreSQL en conjunto con el módulo PostGIS para asegurar el resguardo y tratamiento correcto de la información espacial mientras que los datos provistos en los visualizadores se implementan a través del aplicativo Geoserver. Se busca con esta tecnología ofrecer geoservicios WMS para acceder a los datos, a través de los SIG de escritorio.

Cada OSC se visualiza con un punto, en función de las coordenadas tomadas al momento del relevamiento.

El visor está desarrollado en Leaflet[2] un framework de mapas web opensource y utiliza como cartografía base, el servicio de Argenmap desarrollado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Actualmente se encuentra en desarrollo un sistema de filtrado de la información, que permita a las personas que interactúen con el Mapa de las OSC, seleccionar por tipo de organización o por actividad desarrollada; y que los resultados correspondientes se muestren en la vista del mapa.

## 5. CONCLUSIONES

El objetivo de esta presentación es mostrar, con un ejemplo práctico cómo el uso de tecnologías libres que articulan y se complementan entre sí, optimiza y simplifica procesos para dar respuesta a una necesidad concreta ofreciendo soluciones de manera eficaz y sin necesidad de grandes inversiones.

A su vez ejemplificar el impacto de estas herramientas en los tres niveles: a nivel de administración, a nivel de los actores de las OSC y a la sociedad en general.

Pensamos que la posibilidad de centralizar la información, sistematizarla y normalizarla, garantice su disponibilidad para todos los organismos con vinculación con OSC permitiendo el desarrollo de mejores políticas públicas para el fortalecimiento de la sociedad civil organizada.

Este es un ejemplo más que las tecnologías libres aplicadas a la gestión de políticas públicas potencian no sólo la productividad y la eficiencia de los procesos de la organización de la información (mayor agilidad, uso eficiente de los datos, disponibilidad y transparencia); sino que además cumplen un rol estratégico en post contribuir a la soberanía nacional desarrollando aptitudes técnicas en equipo de trabajo locales, reduciendo los costos por adquisición de licencias y provocar así cambios cuantitativos y cualitativos en las economías y las sociedades.

¡Por más relevamientos y mapeos de datos con tecnologías libres!

## NOTAS

[1] PostgreSQL: es un potente sistema de gestión de base de datos relacional, orientado a objetos y de código abierto. PostgreSQL utiliza y amplia el lenguaje SQL y se ejecuta en los principales sistemas operativos. https://www.postgresql.org/

[2] Leaflet: Leaflet es una biblioteca JavaScript de código abierto que se utiliza para crear aplicaciones de mapas web. https://leafletjs.com/

**REFERENCIAS**

COOPERATIVA CAMBALACHE, sitio web oficial disponible en: https://cambalachecoopera.com.ar/ [19/04/2023].

GEOSERVER, sitio web oficial disponible en: https://geoserver.org/ [19/04/2023].

KOBOTOOLBOX, sitio web oficial disponible en: https://www.kobotoolbox.org/ [19/04/2023].

LEAFLET, sitio web oficial disponible en: https://leafletjs.com/ [19/04/2023].

POSTGRESQL, sitio web oficial disponible en: https://www.postgresql.org/ [19/04/2023].

# BLOQUE 7 Aplicaciones SIG e IDE en el sector energético y la gestión de riesgos

# Desarrollo de un Modelo Integral para la Generación de Escenarios Bioenergéticos a partir de Geodata de IDECOR

Rocío E. Guido[1], Verónica M. Javi[2], C. Ramiro Rodríguez[3], Oscar A. Oviedo[1]

[1] Instituto de Investigaciones en Físico-química de Córdoba (INFIQC), Departamento de Química Teórica y Computacional, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Haya de la Torre y Medina Allende, subsuelo, Córdoba, Argentina, Tel. (0351) 5353853 Int. 55189 {rocioeguido, o.a.oviedo}@unc.edu.ar

[2] Instituto de Energías No Convencionales (INENCO), Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Exactas. Avenida Bolivia 5150, Salta, CP:4400, (0387) 4255580 veroja@gmail.com

[3] Cátedra de Matemática. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sarsfield 1611, Córdoba, X5016GCA, ramiro246@gmail.com

**Resumen:** En el presente trabajo se muestra el desarrollo de un modelo de planificación bioenergética, empleando datos geoespaciales de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba, los cuales son combinados con información estadística local, usos actuales de la biomasa, criterios ambientales, factores de exclusión y de preferencia. Esta articulación permite analizar esquemas/escenarios de revalorización de biomasa, optimizando la localización de múltiples bioplantas, seleccionadas por tamaño o por radio de recolección. Como emergentes, se obtienen las principales variables técnicas para el escenario seleccionado.El modelo es aplicado al análisis de dos escenarios para revalorizar, de forma sostenible, residuos agrícolas de cosecha, considerando: i) la instalación de 5 bioplantas de gran tamaño (radio de recolección de 60 km), y ii) 20 bioplantas de pequeño tamaño (capacidad 50 Mtn/año). Finalmente, se presenta una discusión sobre la potencialidad de generación eléctrica en ambos escenarios, los cuales podrían satisfacer el 23,3% y 17,2% de la demanda provincial del año 2018, que precisamente es la campaña empleada para el análisis, respectivamente.

**Palabras Clave:** INFORMACIÓN GEOESPACIAL, SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, BIOMASA RESIDUAL, RESIDUOS AGRÍCOLAS DE COSECHA

## 1. INTRODUCCIÓN

En el actual contexto de crisis climática global, que desencadena una crisis social, económica y ambiental a nivel mundial, uno de los lineamientos a seguir para transitar caminos para la adaptación y mitigación al cambio climático, son los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). En particular el Objetivo 7 trata sobre la necesidad de desarrollar y utilizar nuevas fuentes de energías limpias, renovables y accesibles a todas las personas. Mientras que el Objetivo 13 aborda específicamente la acción por el clima, el cual atraviesa a todos los demás.

En particular, la biomasa es una fuente de energía renovable, definida como todas aquellas sustancias orgánicas formadas a base de carbono, mediante fotosíntesis, que pueden haber sido sometidas o no a diferentes procesos de transformación, y que son susceptibles de ser utilizadas por debajo de su tasa de renovación natural (Puigdevall y Galindo, 2007 en Manrique 2017).Ejemplos de biomasa son: la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, residuos de industrias agrícolas y forestales, excretas de ganado vacuno y porcino, guano de la cría de aves, entre otros. De acuerdo a la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, 2022) la biomasa jugará un papel fundamental ante la transición energética hacia fuentes renovables, dada sus bajas emisiones netas de carbono.

La biomasa puede ser aprovechada para generar electricidad. En particular, si la biomasa es de origen residual existe un doble beneficio: i) revalorizar el mismo, y ii) evitar los impactos ambientales negativos en su disposición final.

El uso actual de biomasa para generación eléctrica, ha ido en aumento y en su mayoría está basada en *pellets*, biogás, residuos sólidos urbanos, y residuos agrícolas y forestales. Uno de los pasos fundamentales para efectivizar el aumento de la oferta de biomasa, mediante el incremento de la productividad y un manejo sostenible, es mejorar la logística.Los residuos agrícolas de cosecha (RAC) son los residuos que quedan en el campo luego de la cosecha, como ser tallos, hojas, marlos, entre otros. En Argentina, debido a la implementación de la siembra directa, dichos residuos se dejan como cobertura sobre el suelo, para conservar la fertilidad y estructura del mismo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO], 2020). Existen numerosos trabajos en la literatura en los que se estudian escenarios de aprovechamiento de forma sostenible, como se evidencia en el artículo de revisión de Ko*et al.*(2018).

La herramienta o metodología clásica para el análisis y estudio de biomasa son los Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Sultana y Kumar, 2012), ya que la misma se encuentra muy dispersa en el territorio. Los SIG son herramientas

flexibles, con capacidad para el manejo de gran cantidad de datos georreferenciados, donde se pueden aplicar geo-procesos para su procesamiento, combinar y generar capas, y brindan la capacidad de articulación con datos estadísticos. En Argentina, existen antecedentes de aplicación de SIG para biomasa, como por ejemplo, el informe “Actualización del balance de biomasa con fines energéticos en la Argentina”, realizado por la FAO (2020), que utiliza la metodología Mapeo de Oferta y Demanda Integrada de Dendrocombustibles, conocida como WISDOM (WoodfuelsIntegratedSupply / DemandOverviewMapping). El mismo esquema de estudio se aplicó a la provincia de Córdoba (FAO, 2017). En dichos estudios se analizan varias fuentes de biomasa, pero no se evalúan los RAC.Otro antecedente de mención es el Mapa de Usos de Suelo de la provincia de Córdoba elaborado por la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba(IDECOR),adherida a la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA), y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) (García *et al.*, 2019), que contiene información de las regiones sembradas para la campaña 2017/2018, a partir de la cual se puede estimar la cantidad de RAC en la provincia.De esta forma, el objetivo del presente trabajo está centrado en el desarrollo de un modelo de planificación bioenergética, primeramente, aplicado a la revalorización energética de los RAC en la provincia de Córdoba.

## 2. METODOLOGÍA Y MODELADO

### 2.1. Área de Trabajo

El área de estudio del presente trabajo es la provincia de Córdoba, Argentina (ver Figura 2), ubicada en la región centro del país, con 165.321 km² de extensión (Gobierno de la Provincia de Córdoba, 2016). Esta se encuentra dividida en 26 unidades administrativas, llamadas departamentos. Es la principal productora agrícola del país, por lo tanto, de RAC (Guido et. al, 2021a).

### 2.2. ESQUEMA GENERAL METODOLÓGICO

La Figura 1 muestra un esquema general de la metodología. El modelo es construido a partir de los datos geoespaciales de cultivos, datos estadísticos de rendimiento, sumado a otros parámetros, como la fracción de humedad de la biomasa y factores de residuos, de sostenibilidad y de pérdidas (definidos debajo), todos ellos incluidos en un SIG. Mediante geoprocesos de clasificación, poligonización y cálculos geométricos, se determinan los centros de acopio primario (CAP). Los CAP son la unidad de análisis dentro del modelo; en ella se

encuentra codificada el área del polígono, la ubicación geográfica y la disponibilidad de biomasa. La relación entre estos CAP y una discretización espacial, permite cuantificar la porción de RAC sostenible (RACS) que puede ser transportable y luego aprovechable.

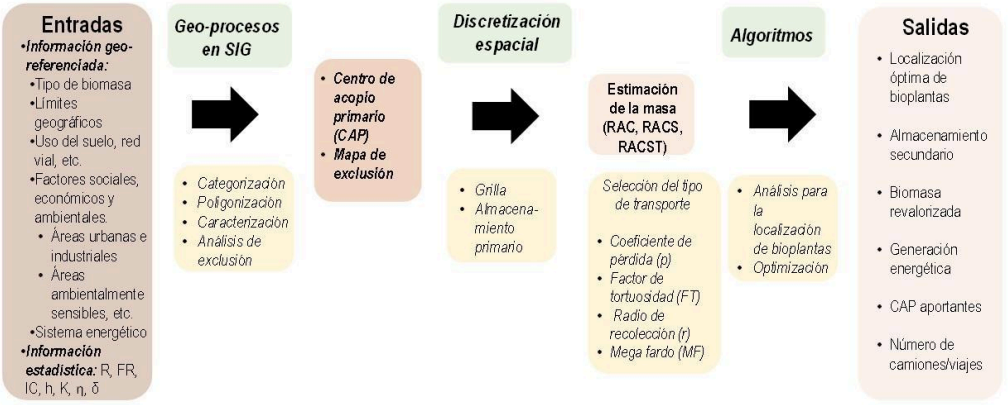



Figura 1: esquema de la metodología empleada.

En el esquema:= Rendimiento, = Factor de residuo, = Índice de cosecha, = Humedad, = Factor de sostenibilidad, = Eficiencia siembra/cosecha, = factor de uso animal, RAC = residuos agrícolas de cosecha, RACS=residuos agrícolas de cosecha sostenibles y RACST= residuos agrícolas de cosecha sostenibles transportables.

## 2.3. Fuentes de información y bases de datos

### 2.3.1. Información geoespacial

Se emplearon diversas fuentes de información: IDECOR, Instituto Geográfico Nacional (IGN), Ministerio de Industria, Comercio y Minería de la Provincia de la Provincia de Córdoba (MICyM), y Secretaría de Energía (Ex-Ministerio de Energía y Minería de la Nación).En la Tabla 1 se especifica el origen de la información utilizada y su formato.

### 2.3.2. Datos estadísticos y de la literatura

Se emplearon datos de rendimientos de los 5 principales cultivos de la provincia: maíz, maní, soja, sorgo y trigo [tn/km$^2$], datos de área sembrada [km$^2$] y área cultivada [km$^2$], disponibles en el sitio web de la Bolsa de Cereales de Córdoba (BCCBA) (2020). Además, se emplearon otros parámetros para determinar los usos del suelo, reserva de biomasa con otros fines locales, porcentaje de humedad de los RAC, pérdidas por almacenamiento y transporte, entre otros. obtenidos de literatura local (Guido *et al.*, 2021a; Guido *et al.*, 2021b).

Tabla 1: Capas de información georreferenciada

| Temática | Nombre de la capa | Tipo de dato | Formato de representación | Fuente | Enlace a cada capa |
|---|---|---|---|---|---|
| Límites políticos y red vial | Límites departamentales | Vectorial | Línea | IGN | https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG |
| | Límites provinciales | Vectorial | Línea | IGN | https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG |
| | Calles | Vectorial | Línea | IGN | https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG |
| | Rutas nacionales | Vectorial | Línea | IGN | https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG |
| | Rutas provinciales | Vectorial | Línea | IGN | https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG |
| | Red ferroviaria | Vectorial | Línea | IGN | https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG |
| | Red vial | Vectorial | Línea | Geoportal IDECOR, IGN | https://www.mapascordoba.gob.ar/#/descargas |
| Factores ambientales | Reservas naturales | Vectorial | Polígono | IGN | https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG |
| | Usos de suelos | Raster | - | Geoportal IDECOR | https://www.mapascordoba.gob.ar/#/descargas |
| | Cuerpos de agua | Vectorial | Polígono | Geoportal IDECOR | https://www.mapascordoba.gob.ar/#/descargas |
| | Cursos de agua | Vectorial | Línea | Geoportal IDECOR | https://www.mapascordoba.gob.ar/#/descargas |
| | Humedales | Vectorial | Polígono | IGN | https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG |
| | Zonas inundables | Raster | - | Geoportal IDECOR, IGN | https://www.mapascordoba.gob.ar/#/descargas |
| | Pendiente del terreno | Raster | - | Geoportal IDECOR | https://www.mapascordoba.gob.ar/#/descargas |
| Factores antrópicos | Centros poblados | Vectorial | Punto | IGN | https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG |
| | Zonas urbanas | Raster | - | Geoportal IDECOR | https://www.mapascordoba.gob.ar/#/descargas |
| | Zonas industriales: industrias y parques industriales | Vectorial | Línea | MICyM | http://www.ciisa.inv.efn.uncor.edu/?page_id=77 |
| | Zonas mineras: cateo, pedimentos y minería | Vectorial | Polígono | Geoportal IDECOR | https://www.mapascordoba.gob.ar/#/descargas |
| | Ejido municipal | Vectorial | Línea | IGN | https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG |
| Recursos energéticos | Plantas de energía y subestaciones | Vectorial | Punto | Secretaría de Energía | http://datos.energia.gob.ar/ |
| | Líneas eléctricas | Vectorial | Línea | Secretaría de Energía | http://datos.energia.gob.ar/ |
| | Transporte por ductos | Vectorial | Línea | Secretaría de Energía | http://datos.energia.gob.ar/ |
| Generación renovable | Plantas Proyecto RenovAr | Vectorial | Punto | Secretaría de Energía | http://datos.energia.gob.ar/ |
| | Refinerías de aceite vegetal | Vectorial | Punto | Secretaría de Energía | http://datos.energia.gob.ar/ |
| | Plantas de biocombustibles | Vectorial | Punto | Secretaría de Energía | http://datos.energia.gob.ar/ |
| Sistema de transporte y distribución eléctrico | Cooperativas eléctricas | Vectorial | Polígono | Secretaría de Energía | http://datos.energia.gob.ar/ |
| | Estaciones transformadoras | Vectorial | Punto | Secretaría de Energía | http://datos.energia.gob.ar/ |
| | Líneas eléctricas de alta tensión | Vectorial | Línea | Secretaría de Energía | http://datos.energia.gob.ar/ |
| | Líneas eléctricas de media tensión | Vectorial | Línea | Secretaría de Energía | http://datos.energia.gob.ar/ |

### 2.4. Software y sistemas de referencia

El *software* empleado fue QGIS, versión 3.16, ya que es el programa de código abierto más utilizado, con una gran comunidad de apoyo. Se utilizó el sistema de referencia local POSGAR 98/ARGENTINA, Faja 4 (EPSG: 22174).

### 2.5. Cálculo de la biomasa sostenible

Los rastrojos sostenibles (RACS)se definen como la fracción de biomasa de RAC que puede ser aprovechada sin poner en peligro la fisicoquímica, estructura y fertilidad del suelo a mediano y largo plazo. El porcentaje de remoción

dependerá de la región, de las condiciones locales de cada cultivo y del tipo de suelo analizado. En el modelo se emplea un porcentaje de remoción de residuos del 15% ( = 0,15)y se ha designado a este parámetro como factor de sostenibilidad. Este valores similar a aquellos propuestos por estudios locales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (Menéndez y Hilbert, 2013), por otros autores (Alvarez y De Paepe, 2019) y validado con especialistas de la BCCBA (2020). La disponibilidad debiomasa de RACS es calculada mediante la siguiente expresión:

$$m_{kj}^{RACS} = [K(1-\delta)]\left[R_{kj}\eta_{kj}\right]\{FR_k[1-(h_k+p_k)]\}\left[\sum_{i=1}^{CAP_{kj}}(A_{ki})_j(\phi_{ki})_j\right] \quad (1)$$

donde la biomasa $m_{kj}^{RACS}$ [tn/año] es la cantidad de rastrojos sostenibles para el $j$ -ésimo departamento provincial y el $k$-ésimo tipo de cultivo, $\delta$ el factor de reserva para uso animal, $R_{kj}$ y $\eta_{kj}$ son el rendimiento [tn/km$^2$] y la relación área sembrada/cosechada, $FR_k$ el factor de residuo [tn de residuos/tn de cosecha] (Guido *et al.*, 2021a), $h_k$ es el índice de humedad de los rastrojos y $p_k$ es un típico factor de pérdida (por cosecha, almacenamiento, transporte y distribución) (Sultana *et al.*, 2010). Por último, $A_{ki}$ es el área de cada polígono [km$^2$], $\phi_{ki}$ puede tomar un valor de 0 o 1, dependiendo si la biomasa está o no presente en el $i$-ésimo CAP. La sumatoria se extiende sobre el subconjunto de CAP circunscriptos al $k$-ésimo cultivo en el $j$-ésimo departamento, indicado por $CAP_{kj}$. En la Tabla 2 se muestran los valores empleados.

Tabla 2. Valores de los parámetros utilizados en el modelo

| Parámetros/Cultivos | Maíz | Maní | Sorgo | Soja | Trigo |
|---|---|---|---|---|---|
| $K$(%) | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| $\delta$(%) | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| $FR_k$ | 1,0 | 0,6 | 1,5 | 0,6 | 1,0 |
| $h_k$(%) | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 14,0 |
| $p_k$(%) | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 |

## 2.6. Geoprocesos para mapeo y extracción de coordenadas

Se utilizó el Mapa de Coberturas de Suelo de IDECOR, correspondiente a la campaña 2017/2018, el cual se encuentra en formato raster (mapa de píxeles), con una resolución espacial de 25 m x 30 m (200 millones de pixeles en total). Dicho mapa clasifica a la superficie de Córdoba en 27 categorías, entre las cuales se encuentran los principales cultivos de la región, foco del estudio.

### 2.6.1. Mapas raster de cultivos y de RACS

El proceso comienza por extraer, del mapa original, solo los píxeles que contengan la categoría correspondiente al cultivo a seleccionar, utilizando la Calculadora Raster. Por ejemplo, para el caso del maíz, se seleccionaron los pixeles codificados con el número 16 y 20 (Figura 2), asignándole en un mapa binario el valor de 1, y a todos los demás usos, el valor 0. Luego, a la capa de “límites departamentales" en formato shape file (IGN, 2019) se le agregó una columna con el valor del producto de los tres primeros términos de la Ec.1, para luego ser aplicado a la estimación de la biomasa; a esta capa se le aplicó el proceso de rasterización.Luego se multiplicaron ambas capas, resultando un mapa raster conteniendo los valores por pixel y departamento; a este proceso se lo llamó Categorización.En la Figura 2 se muestra un ejemplo del estado final del procedimiento, donde se han marcado los pixeles con diferentes colores para una mejor visualización.

### 2.6.2. Poligonización

A partir de aquí se trabaja por departamento provincial, ya que no fue posible aplicar los procesos para el mapa completo de la provincia, dado el importante volumen de datos y la necesidad de optimizar los recursos disponibles de hardware/sistema.

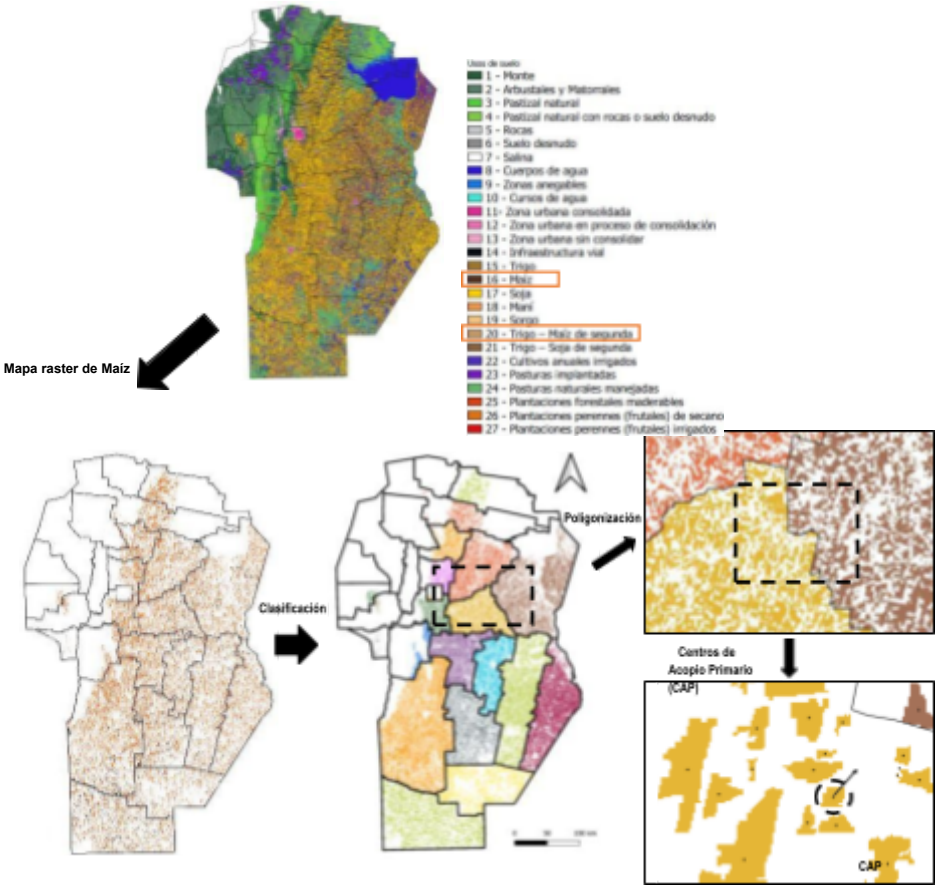



Figura 2: esquema de figuras representando los geo-procesos, para el caso particular del maíz.

La capa raster resultante en 2.6.1 se divide según los departamentos provinciales, utilizando la herramienta “Cortar raster por capa mascara”, generando así 26 mapas raster de cada cultivo, a los cuales se los vectorizó, utilizando la herramienta raster “Poligonizar” (se transforma una capa raster de píxeles en una capa vectorial de polígonos). Luego, se aplicó la herramienta “Corregir geometrías”, para prevenir errores en la conversión de raster a polígono.

Los geo-procesos implementados permiten reducir el número de elementos a tratar y con esto disminuir drásticamente el tiempo de cálculo. Por ejemplo, el

número de píxeles iniciales para soja y maíz fueron de aproximadamente 96 millones. El número de polígonos obtenidos luego de los geo-procesos fueron de 74 mil. Esta reducción del número de píxeles de 3 órdenes de magnitud, permite mayor flexibilidad y rapidez de evaluación, necesarios para generar múltiples escenarios de forma eficaz y eficiente.

### 2.6.3. Cálculo de área, generación de centroides y asignación de coordenadas

A cada capa shapefile del punto 2.6.2. se adicionó una columna con el área de cada polígono y se multiplicó por la columna conteniendo los factores de la Ec.1, obteniendo la biomasa de RACS de cada polígono. Luego, se calculó el centro geométrico de cada polígono. Estos entes son llamados centros de acopio primario (marcados como puntos negros en la Figura 2), utilizando la herramienta “Centroides”. Este proceso genera 26 capas de puntos, para cada cultivo. Luego se asignaron las coordenadas de dichos centroides como atributos. Estos centros con datos de biomasa, coordenadas y etiquetas sirven de entrada para un proceso de optimización (realizado por fuera del QGIS) para encontrar los sitios óptimos en donde instalar bioplantas. En la Figura 2 se muestra un esquema del proceso.

## 2.7. Análisis de exclusión

Dado que no todos los sitios de una región son aptos o idóneos para la instalación de una bioplanta, se deben considerar factores ambientales, económicos y sociales junto a la normativa regional aplicable. De esta forma, se identificaron áreas inadecuadas (algunas veces prohibidas o reservadas) para su posterior exclusión en el análisis de la ubicación (Sultana y Kumar, 2012).En la Tabla 3 se muestran los factores limitantes, tanto ambientales y naturales, como antrópicos, considerados en este trabajo, junto a las referencias.

Tabla 3. Factores limitantes considerados para el análisis de exclusión, elaborado a partir de Guido *et al.*, 2021b

| Factor limitante | Buffer [km] | Áreas excluidas [km$^2$] | % | Fuente |
|---|---|---|---|---|
| Zonas urbanas | 1 | 17.275 | 15,80 | IDECOR, 2020; IGN, 2019 |
| Zonas industriales | 1 | 2.031 | 1,90 | Sec. Industria, 2017 |
| Zonas mineras | 1 | 3.740 | 3,40 | IDECOR, 2020 |
| Cuerpos y cursos de agua | 0,2 | 23.718 | 21,60 | IDECOR, 2020 |
| Humedales | 0,2 | 55 | 0,10 | IGN, 2019 |
| Áreas ambientalmente sensibles | 0,5 | 39.161 | 35,70 | IDECOR, 2020; IGN, 2019 |
| Red vial | 0,03 | 5.913 | 5,40 | IDECOR, 2020 |
| Líneas de transmisión | 0,1 | 9.390 | 8,60 | Sec.Energía, 2017 |
| Gasoductos y oleoductos | 0,1 | 281 | 0,30 | Sec.Energía, 2017 |
| Pendiente del terreno | Pendiente ≥ 15% | 8.097 | 7,40 | IDECOR, 2020 |

Para incluir cada factor limitante dentro del modelo, se aplicaron distintos geoprocesos. Para cada factor y de acuerdo a la Tabla 3, se generó una zona de amortiguamiento llamada “área de influencia”, utilizando la herramienta “*Buffer*” del QGIS. Se elaboraron 10 mapas ráster binarios. Valores de pixel iguales a 1, se corresponden con superficies permitidas para la instalación de una bioplanta, mientras que pixeles de valor 0 representan áreas excluidas de acuerdo a cada factor. Finalmente, todos los mapas de las áreas de influencia de los factores limitantes fueron condensados en un único mapa binario total de exclusión.

## 2.8. Algoritmo para la optimización de la localización

La exploración de los CAP,como posible reservorio de biomasa hacia las bioplantas, se lleva a cabo discretizando la superficie de la provincia de Córdoba mediante una grilla rectangular de puntos equiespaciados de 1 km. Para tener en cuenta un escenario más realista se evaluaron sólo aquellos CAP que presentan al menos 16tn/año. Esta restricción surge de considerar que los costos de transporte son la principal componente en la viabilidad económica de los

proyectos de revalorización de biomasa Ko*et al.*,2018). La distancia entre cada CAP y los puntos de grilla son evaluados, empleando un típico factor de tortuosidad de 1,3 (Sultana y Kumar, 2014).

El modelo permite seleccionar 2 alternativas para optimizar la ubicación óptima de bioplantas: i) fijando el radio de recolección oii) fijando la capacidad de procesamiento de RACS (tamaño de bioplanta). Mientras que en la primera la optimización se realiza para un radio determinado (maximizando la biomasa), en la segunda se optimiza el radio de recolección para una cantidad establecida de RACS.

### 2.8.1. Escenario 1: radio de recolección fijo

El algoritmo evalúa la masa de RACS acumulada en cada punto de la grilla, proveniente de los CAP circunscriptos dentro de una circunferencia de radio determinado (se empleó un valor de 60 km), clasificando y jerarquizando cada punto de acuerdo a la biomasa acumulada. El punto con la mayor cantidad es elegido como candidato a contener la primera bioplanta. Luego, dicho punto es sometido al análisis de exclusión para validar la posibilidad de su instalación. Si el sitio cae dentro de las zonas excluidas, el algoritmo evalúa el pixel más cercano dentro de la zona permitida el cual pasa a ser el nuevo punto de la grilla candidato. Seguidamente, el mismo es sometido a un análisis de preferencia evaluando las distancias a la red vial y a las líneas eléctricas, trasladando el punto (si fuese necesario) a una ubicación para la cual se minimicen ambas distancias en simultáneo (y que no caiga en una región excluida). Este procedimiento asegura que la ubicación esté permitida para la instalación y que se minimicen los costos relacionados con la conexión (evacuación de la energía)con las líneas de tensión y con la accesibilidad mediante la red vial.

Luego de seleccionar la ubicación óptima de la primera bioplanta, los CAP contenidos en el radio seleccionado son anulados. Esto genera una nueva distribución de RACS, que es sometida a una nueva evaluación del algoritmo para obtener la localización de la segunda bioplanta. El proceso puede ser repetido hasta la revalorización completa de la biomasa de RACS transportable y/o hasta completar un número pre-establecido de bioplantas con el radio pre-establecido.

### 2.8.2. Escenario 2: tamaño de bioplanta fijo

Aquí se fija un tamaño de bioplanta a simular (50 Mtn/año) y se recorre los

puntos de la grilla calculando el radio mínimo para el cual se logra acumular la biomasa preestablecida. Se selecciona el punto de la grilla con menor radio de recolección como candidato y luego se somete al proceso de exclusión y preferencia descripto en la sección anterior. La biomasa recolectada para la primera planta es anulada y se continúa el proceso hasta completar las bioplantas preestablecidas.Se emplearon los parámetros de la Central de Biomasa MM Bioenergía, Cerro azul – Misiones, del Plan Nacional RenovAR, Ronda 2 como ejemplo.

### 2.9.Variables emergentes de análisis

Los escenarios planteados pueden ser evaluados identificando la localización, radio de recolección, capacidad de bioplanta, distancias a las líneas de tensión y caminosmás próximos, biomasa de RACS a revalorizar (participación por tipo de cultivo), distribución geográfica de los CAP aportantes (y no aportantes), número de camiones involucrados para el transporte y distancias recorridas.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Mapa de exclusión

En la Figura 3 se puede observar el mapa final de exclusión, a partir del cual se obtiene que el área total excluida es el 46,2% del total provincial, es decir, 76.170 $km^2$, siendo el principal factor limitante el de áreas ambientalmente sensibles (zonas anegables, parques nacionales y provinciales y áreas protegidas), con un 35,7% de la superficie excluida. Luego continúa el de cursos y cuerpos de agua, con un 21,6% y en tercer lugar se encuentran las zonas urbanas con un 15,8%.

### 3.2. Masa de RACS y mapa de ubicaciones óptimas

La disponibilidad de biomasa provincial teórica de RACS, para los 5 cultivos es de 1.814.847 tn/año, con un mayor aporte proveniente del maíz (50,2%), seguido por la soja (30,2%) y luego el trigo (17,8%). Los aportes del maní y sorgo son considerablemente menores con el 1,3% y el 0,2%, respectivamente. Al analizar por departamento, el mayor aporte se encuentra en Marcos Juárez con 275.196 tn/año. Los siguientes 4 puestos son para los departamentos: Unión con 255.671tn/año, Río Cuarto con 221.225 tn/año, General Roca con 173.301 tn/año y San Justo con 152.316 tn/año. Entre estos 5 departamentos se acumula

el 59,4% de la oferta total de RACS.

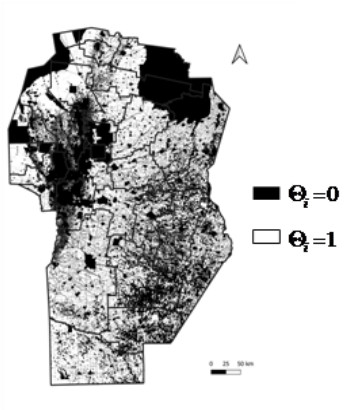



Figura 3: Mapa de exclusión para la instalación de bioplantas en Córdoba, período 2017-2023, tomado de Guido *et al.*, 2021b.

El proceso de “peletizado” y posterior combustión de estos RACS en una central térmica, permite generar 3.896 GWhe/año, lo que implicaría satisfacer el 39,2% de la demanda eléctrica anual de la provincia de Córdoba en 2018, que fue de9.936 GWh/año (Compañía Administradora del Mercado Mayorista Eléctrico Sociedad Anónima [CAMMESA], 2021).

### 3.2.1. Escenario 1

El primer escenario consiste en evaluar la instalación de 5 bioplantas de gran tamaño, cuyo radio de recolección es de 60 km, acumulando los 5 tipos de RACS. La Figura 4a) muestra las ubicaciones en el territorio. La biomasa acumulada en estas 5 bioplantas, asciende a 1.077.153 tn/año.Si se combustionan todos los pellets provenientes de los RACS en estas 5 bioplantas, se podría generar 2.313 GWhe/año, el 23,3 % de la demanda provincial del 2018. La cantidad de biomasa revalorizada y las distancias medias recorridas fueron de 348.173tn/año y 101 km/camión para la bioplanta#1,228.877 tn/año y 104 km/camión para la bioplanta#2, 177.245tn/año y 104 km/camión para la bioplanta#3, 170.868 tn/año y 104 km/camión para la bioplanta#4, y151.990tn/año y 99 km/camión para la bioplanta#5.

En la Figura 4b) se muestra un zoom de la mejor bioplanta(348.173 tn/año a procesar, punto rosa) donde se pueden apreciar los CAP de cada tipo de

cultivoque aportan a la revalorización y aquellos excluidos. En la Figura 4c) se puede observar un nuevo zoom: la ubicación óptima, dentro de la zona permitida (pixeles blancos), cercana a las líneas de tensión y red vial, enmarcada dentro de un área de 0,02 km$^2$, la cual es establecida como superficie típica de una bioplanta.

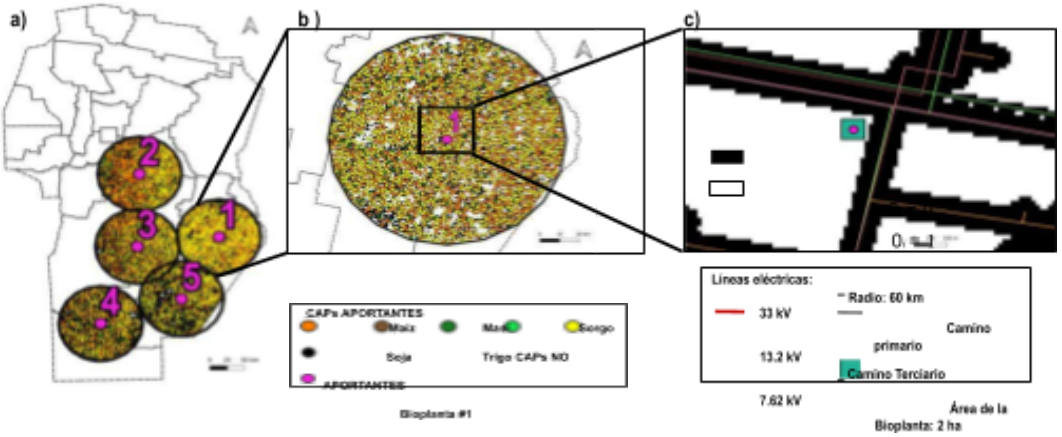



Figura 4. Escenario de revalorización optimizado a radio de recolección fijo: a) Localización de las 5 bio-plantas y su área de recolección (60 km) campaña 2017/2018, b) ampliación de la zona de recolección de la bioplanta #1, con la descripción de CAP por tipo de cultivo y c) ampliación de la zona de ubicación final de la bioplanta optimizada. El incremento desde b a c es de 100 veces.

### 3.2.2. Escenario 2

Este escenario analiza la ubicación de 20 bioplantas de tipo pequeñas, con un tamaño de procesamiento de 50 Mtn/año, para los 5 cultivos. La Figura 5 muestra la ubicación óptima de las 20 bioplantas. Los resultados arrojaron radios de recolección que varían desde 19 a 35 km, con una distancia promedio de viaje en el intervalo de 37 a 64 km/camión. Aunque no mostrado aquí, la distancia recorrida incrementa prácticamente de forma lineal con el radio de recolección. Estas 20 bioplantas, podrían generar 578 GWhe/año, satisfaciendo el 17,2% de la demanda eléctrica provincial del año 2018.

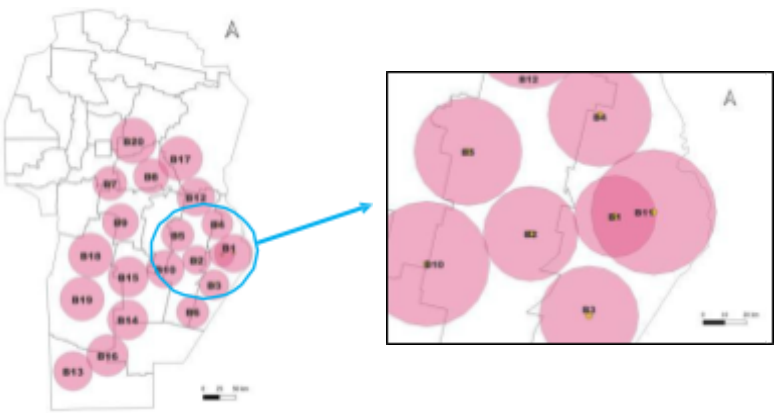


Figura 5. Escenario de revalorización optimizando el radio de recolección, para 20 bioplantas.

## 4. CONCLUSIONES

La metodología desarrollada permite evaluar la potencialidad bioenergética de residuos de cosecha de una región y encontrar ubicaciones óptimas de bioplantas; es transferible a otras zonas y extensible a otros tipos de biomasa, siempre y cuando se disponga de los datos geoespaciales requeridos. Además, permite evaluar escenarios de forma rápida y transferible, considerando múltiples criterios del tipo técnico y ambientales.Se debe destacar la elaboración de los mapas raster provinciales de los RACS por cultivo, la elaboración del mapa de exclusión provincial para la instalación de bioplantas, todo en base a datos geoespaciales públicos y de libre acceso.

Para demostrar la potencialidad de la metodología se analizaron dos típicos escenarios de revalorización para los 5 principales cultivos de la provincia de Córdoba: soja, maíz, trigo, maní y sorgo. Atendiendo a los usos, costumbres locales y el concepto de no interferir en la sostenibilidad de suelo a mediano y largo plazo, se generaron mapas conteniendo la disponibilidad de biomasa sostenible (residuos agrícolas de cosecha sostenibles -RACS). Los resultados muestran que la provincia de Córdoba en Argentina posee una relativamente alta potencialidad de aprovechamientos de RACS. Los principales aportes se ubicaron al oeste provincial y el cultivo de mayor aporte fue el maíz, seguido por la soja y el trigo.

La biomasa de RACS teórica provincial para el 2018 permitiría satisfacer el 39,2% de la demanda eléctrica de la provincia. Un escenario de instalación de 5 bioplantas con un radio de recolección de 60 km permitiría revalorizar la biomasa, generando electricidad para satisfacer hasta el 23,3% de la demanda eléctrica del 2018. El segundo escenario evaluado considera 20 bioplantas que pueden procesar 50 Mtn/año (3,3 MW aproximadamente cada una),donde los radios de recolección varían entre 19 y 35 km. La generación eléctrica de este escenario fue de 578 GWhe/año, equivalente al 17,2% de la demanda eléctrica provincial de laño 2018.Estos escenarios muestran la enorme potencialidad y oportunidad de la provincia de Córdoba de transformarse en una región productora de energía renovable proveniente de biomasa residual, ya sea implementando grandes como pequeños centros de transformación energética.

En un sentido más amplio, el trabajo ejemplifica de qué manera la información

geográfica puede contribuir a estudios que aborden temáticas relacionadas a la Agenda 2030, sobre todo con los ODS 7 y 13, al contribuir a la generación de escenarios sobre la instalación de plantas de generación renovable.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba por el financiamiento de los proyectos 33620180101091CB y 33620190100005CB01. Al CONICET por el financiamiento del proyecto PIP N° 11220200100725CO. REG agradece a CONICET por su beca doctoral.

## REFERENCIAS

ALVAREZ R. & DE PAEPE J.L. (2019). Modelling the effects of stover harvest on soil organic carbon in the Pampas of Argentina. *SoilResearch*, 57, 257–265. CSIRO Publishing. https://doi.org/10.1071/SR18262

BOLSA DE CEREALES DE CÓRDOBA. (2020). Estadística Cultivos. https://www.bccba.org.ar/

COMPAÑÍA ADMINISTRADORA DEL MERCADO MAYORISTA ELÉCTRICO SOCIEDAD ANÓNIMA. (2021). Síntesis mensual. Base demanda informe mensual 2021-12. [Informe especial].

GARCÍA C.L., PIUMETTO M., TEICH I., MORALES H., KINDGARD A., FUENTES M.L., BOSIO M.J.&RAVELO A. Mapas de cobertura de suelo de la provincia de Córdoba 2017/2018; 2019.

GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. Aspectos Generales de la provincia de Córdoba. (2016).

GUIDO R., JAVI, V., RODRÍGUEZ R. & OVIEDO O. (2021a).Mapeo de la Potencialidad Bioenergética de Residuos Agrícolas de Cosecha en la Provincia de Córdoba-Argentina. *Energías Renovables y Medio Ambiente* Vol. 48, pp. 27 – 35. ISSN en línea: 2684-0073 / ISSN impreso: 0328-932X

GUIDO R., JAVI, V., RODRÍGUEZ R. & OVIEDO O. (2021b).Modelo para la Localización de Bio-Refinerías a Base de Residuos Agrícolas de Cosecha en la Provincia de Córdoba-Argentina.*Avances enEnergías Renovables y Medio Ambiente.*Vol. 25, pp. 186-197, 2021 ISSN 2796-8111

GEOPORTAL MAPAS CÓRDOBA. INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA. Dirección URL: https://www.mapascordoba.gob.ar/#/mapas

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY. (2022). Bioenergy for the energy transition: Ensuring sustainability and overcoming barriers, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. [Informe especial]. https://www.irena.org/publications/2022/Aug/Bioenergy-for-the-Transition

KO S., LAUTALA P. & HANDLER R. (2018). Securing the feedstock procurement for bioenergy products: a literature review on the biomass transportation and logistics. *Journal of Cleaner Production.* 200 (2018) 205-218.

MANRIQUE S. (2017). Biomasa con Fines Energéticos. Recursos, Potecialidad y Cambio Climático. Editorial Universidad Tecnológica Nacional.

MENÉNDEZ, J.E. & HILBERT, J. A. (2013). Cuantificación y uso de Biomasa de residuos de cultivos en Argentina para bioenergía. Informes técnicos Bioenergía 2013. Año 2 Nº4. ISSN 2250-8481. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. [Informe especial].

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. (2017). Documento Técnico N° 5: Análisis espacial del balance energético de biomasa. Metodología WISDOM. Provincia de Córdoba. [Informe especial].

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. (2020). Actualización del Balance de Biomasa Con Fines Energéticos en la Argentina. [Informe especial]. Colección documentos técnicos N.˚ 19

SECRETARÍA DE ENERGÍA, MINISTERIO DE ECNONOMÍA DE ARGENTINA (EXMinisterio de Energía y Minería de la Nación). https://www.datos.gob.ar/

SECRETARÍA DE INDUSTRIA. [en línea]- Ministerio de Industria, Comercio y Minería de la Provincia de Córdoba. Diciembre 2017. Dirección URL: http://www.ciisa.inv.efn.uncor.edu/?page_id=77

SULTANA A., KUMAR A. & HARFIELD D. (2010). Development of agri-pellet prodution cost and optimum size. *Bioresource Technology* 101, 5609–5621.

SULTANA A. & KUMAR A. (2012). Optimal siting and size of bioenergy facilities using geographic information system. *Appl Energy.*2012;94:192–201.

SULTANA, A, & KUMAR A. (2014). Development of tortuosity factor for assessment of lignocellulosic biomass delivery cost to a biorefinery.

*Applied Energy*. 119 (2014) 288–295.

# Avances y nuevos usos de la receta fitosanitaria digital (RFD) en la Provincia de Córdoba

Gustavo Balbi [1], Guillermo Goloboff[2], Melani Pepermans[1], Exequiel Ricci[1], Carolina Molina[3], Irene Mac William [3], Hernan Morales[4], Ezequiel Pozzi [4].

[1] DGFyC (Dirección General de Fiscalización y Control del MAyG)
[2] MAyG (Administración y Sistemas)
[3] UTN (Universidad Tecnológica Nacional – Sede Córdoba)
[4]IDECOR (Infraestructura de Datos Espaciales de la Pcia de Córdoba) E-mail: {gusbal87, ggoloboff, melani.pepermans, exequielricci420, molinacarolinaa, mairenmw}@gmail.com, {hernan.morales, ezequiel.pozzitay}@cba.gov.ar

**Resumen:**
El sistema de Recetas Fitosanitarias Digital (RFD) permite la trazabilidad de la recomendación y uso de fitosanitarios agrícolas en la provincia de Córdoba. Aunque la Receta Fitosanitaria existe desde el año 2016, a partir del 20 de septiembre del 2021 es totalmente digital, mediante un desarrollo que se comenzó a principios del año 2020.
En este ponencia se presenta la evolución del sistema de RFD incluyendo el impacto del Mapa de RFD, del Ministerios de Agricultura y Ganadería (MAyG) de Córdoba, a través de la Dirección General de Fiscalización y Control, junto a IDECOR, alcanzando un área de cobertura de 2 millones de Has y 58.000 recetas a marzo del 2023.
La apertura de datos comienza en octubre de 2022 mediante el mapa de Recetas Fitosanitarias de Usuarios Responsables, permite realizar consultas individuales para cada lote. A partir de abril de 2023, Los datos pueden descargarse, desde la sección Descargas de MapasCórdoba, o ser consumidos como Geoservicios.
La apertura de los datos permite vincular el sistema de RFD con otros recursos disponibles en MapasCórdoba (mapas de áreas cultivadas, fertilización, áreas periurbanas, BPAs, etc) potenciando el ecosistema de información geoespacial de la provincia.

**Palabras claves:** RFD, FITOSANITARIOS, TRAZABILIDAD, LEY 9164.

## 1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Córdoba cuenta aproximadamente con 8 millones de hectáreas destinadas a la producción agrícola, valor cercano a la mitad de su territorio provincial.

La Dirección General de Fiscalización y Control (DGFyC) del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Gobierno de la Prov. de Córdoba (MAyG), es el área responsable del cumplimiento y control de las Leyes de las cuales el Ministerio es autoridad de aplicación. Se destaca la Ley 9164 (Ley de Productos Químicos o Biológicos de Uso Agropecuario, con su decreto reglamentario N° 132/05), la cual establece en su Art 1°[1] el concepto de trazabilidad en la cadena de actores que componen el uso de Fitosanitarios en el sector agrícola (extensivo e intensivo) de la Prov. de Córdoba, con el fin de contribuir al desarrollo sostenible y a la disminución del impacto ambiental.

Si bien la Receta Fitosanitaria existe desde el año 2016 desde el 20 de septiembre del 2021 es totalmente digital (RFD). El proceso de desarrollo comenzó a principios del año 2020 y contó con numerosas instancias de prueba y capacitación para los usuarios, con la colaboración del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Córdoba, Universidades, INTA y de otras Instituciones y entidades del sector.

Estas características, enmarcadas en la RFD como instrumento de la Ley 9164, determinan un modelo de gestión digital que jerarquiza la trazabilidad de fitosanitarios en los procesos de producción agrícola y que permite la generación de datos espaciales de múltiples alcances y utilización en la gestión de las actividades del sector agropecuario.

## 2. DESARROLLO DEL SISTEMA DE RFD

El sistema trabaja y respeta la información de gobierno en lo referido a:

- Acceso al sistema a través de CIDI (Ciudadano Digital), para autenticación de usuario, con nivel I o II según el perfil de usuario logueado.
- La identificación y verificación de la existencia de Personas Físicas es validada con el registro de personas de registro civil que se encuentran registradas en las bases de datos del Gobierno de la Provincia de Córdoba.
- La identificación y verificación de la existencia de Personas Jurídicas es validada con el registro de este tipo de personas que se encuentran registradas en las bases de datos de IPJ del Gobierno de la Provincia de Córdoba
- Los datos relacionados a: asesores fitosanitarios, aplicadores, máquinas aplicadoras y expendios son consumidos de vistas provistas por el sistema de Registros, ya sea habilitados/ vigentes o no vigentes.
- Para los datos de geolocalización de lotes y establecimientos de UR y puntos sensibles se utilizan la Api de Google Maps.

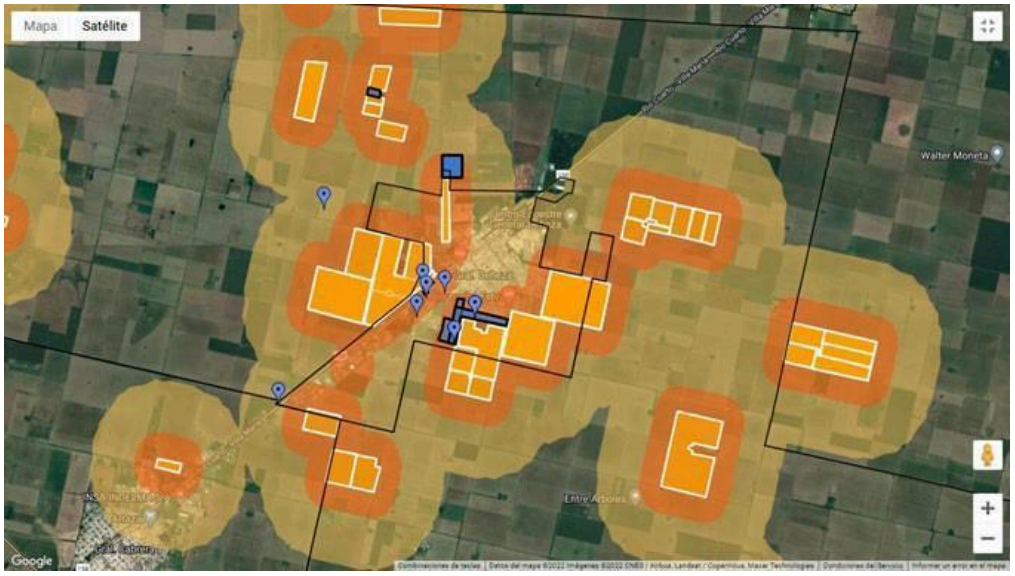



Figura 1: Visualización de RFD en un periurbano con lote cercano a puntos sensibles como escuelas rurales y apiarios.

El sistema RFD está pensado para que el usuario final (profesional responsable) pueda registrar los diagnósticos que se van incorporando como recomendaciones de uso de los lotes agronómicos.

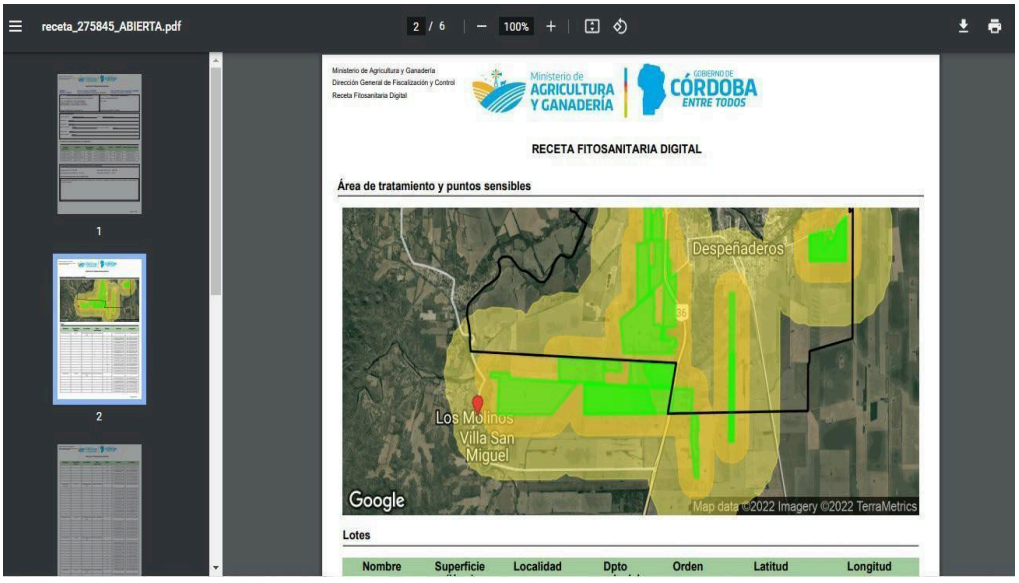



Figura 2: Formulario PDF de Receta Fitosanitaria Digital en estado abierto.

El sistema es simple, intuitivo y a la vez ágil y dinámico, sin perder su robustez, y fue desarrollado en forma completa en formato digital en entorno Web y Mobile. Utiliza como mapa base una imagen satelital provista por Google mientras que la delimitación de ejidos municipales y departamentos provinciales, se consumen de la información de gobierno que provee el sistema IDECOR (Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) de Córdoba).
La RFD como herramienta de gestión digital legal y fiable en el uso de fitosanitarios, contiene una base de datos con diferentes aspectos agronómicos que permitirán estimar y analizar espacialmente el estado sanitario actual de la actividad agropecuaria en la Provincia de Córdoba.
A partir de la geolocalización de los lotes por parte de los Asesores Fitosanitarios, es posible calcular y visualizar la superficie total que aplica productos fitosanitarios haciendo uso de RFD. Del 20 de septiembre del 2021 al mes de marzo del 2023 la superficie ocupada (en una sola capa), fue de 2.039.095 millones de hectáreas, que corresponden a 58.362 recetas entre generadas y aplicadas, representadas en la figura 3.

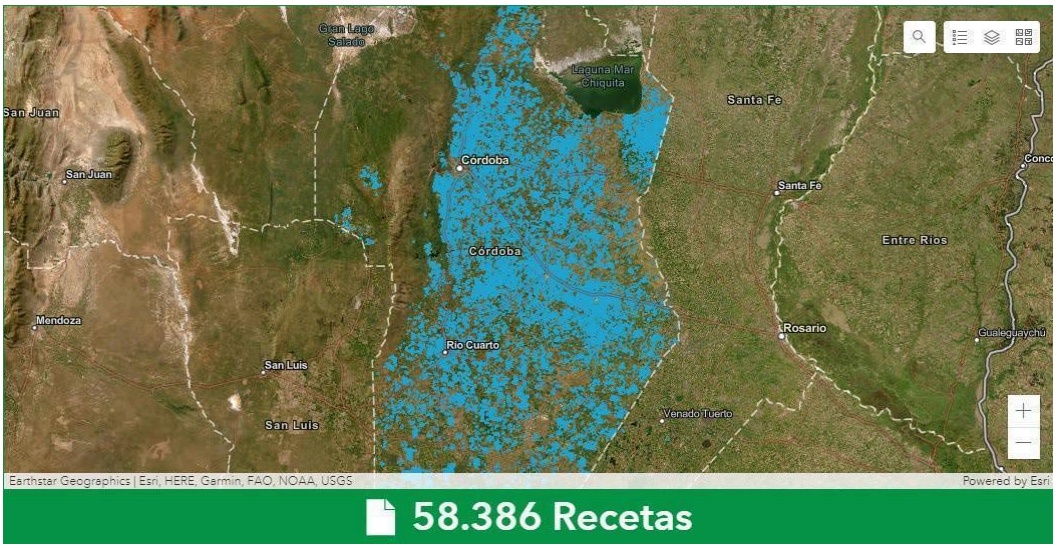



Figura 3: Distribución del Total de RFD de la provincia de Córdoba entre el 20 de septiembre del 2021 y el 31 de marzo del 2023.

El sistema permite filtrar y obtener capas por cultivos, tipos de diagnósticos, clases toxicológicas, departamentos, entre otros, lo que facilita realizar estadísticas brindando información a los usuarios, obteniendo por ejemplo proporción de cultivos y diagnósticos más representativos en las RFD, como así también las clases toxicológicas más recomendados, o la distribución de RFD por departamento de la Provincia y en diferentes periodos de tiempo (Figura 4).

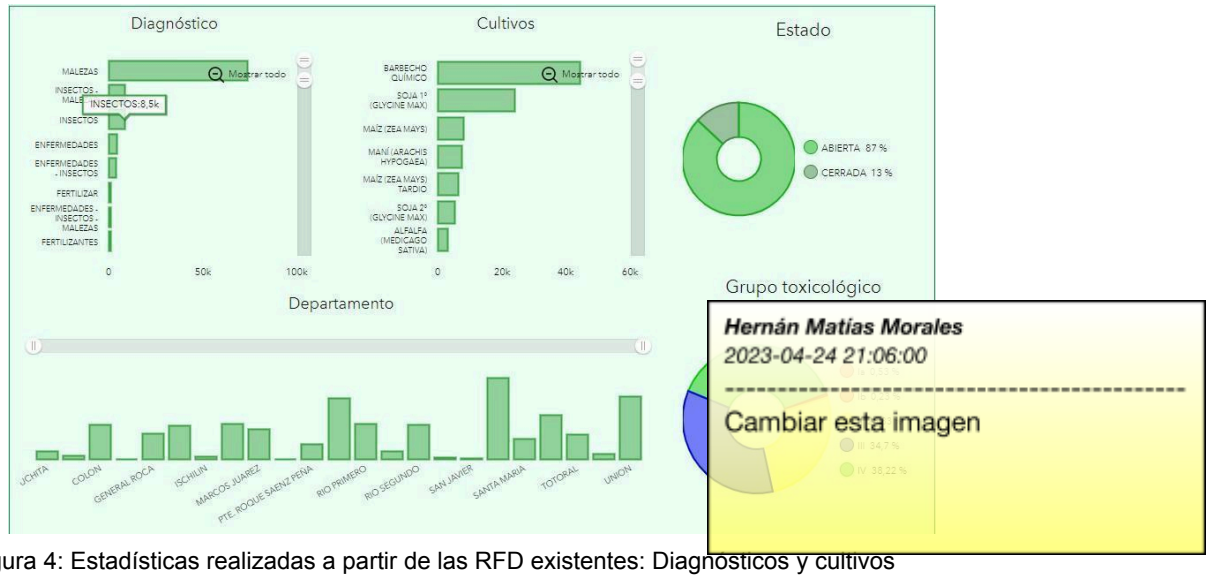



Figura 4: Estadísticas realizadas a partir de las RFD existentes: Diagnósticos y cultivos más relevantes, proporción de RFD con las diferentes Clases toxicológicas utilizadas y por departamento.

El sistema de trazabilidad digital, puesto en vigencia en septiembre de 2021, crece sistemáticamente tanto en cantidad de aplicaciones responsables como en superficie cubierta. En la Figura 5 se presenta el crecimiento desde una superficie alcanzada de alrededor de ochocientas mil hectáreas en noviembre de 2021 a las más de 2 millones de hectáreas en el mes de marzo del 2023 cubiertas con al menos una recomendación de uso en la Provincia.

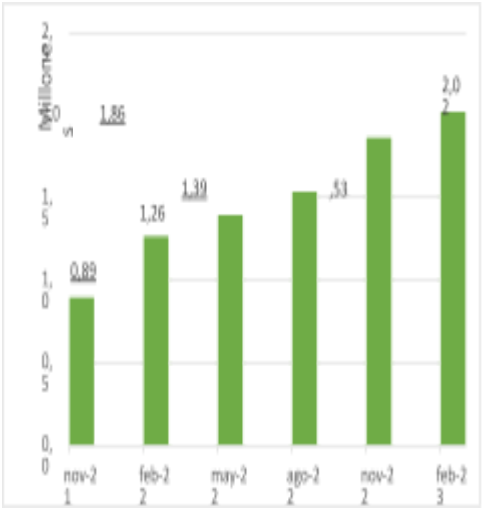



Figura 5: Evolución trimestral de la superficie cubierta con RFD en la Provincia de Córdoba

En la figura 6, se presenta una comparación entre las recetas presentadas entre las campañas 2021/2022 (primera) y 2022/2023 (segunda).

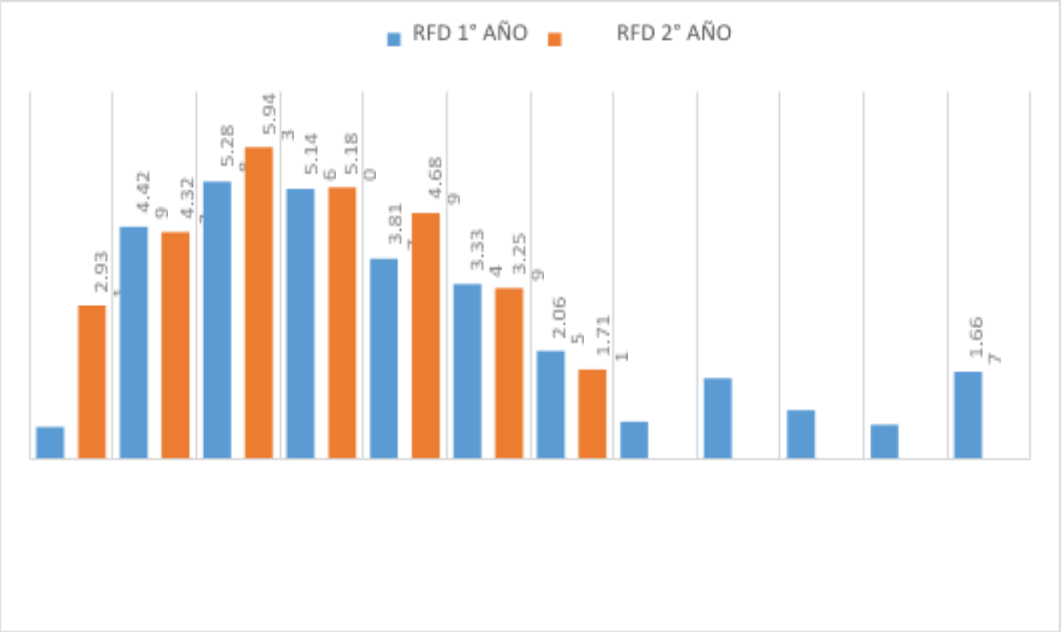



Figura 6: Cantidad de RFD emitidas durante la primer (azul) y segunda (naranja) campaña del sistema.

## 3. APERTURA DE DATOS DE LA RFD POR MEDIO DE IDECOR

En octubre de 2022, se produce la primer apertura de datos mediante el mapa de Recetas Fitosanitarias de Usuarios Responsables, que permite realizar consultas individuales para cada lote, de tal modo que los usuario puede conocer la cantidad y número de RFD, el estado (abiertas/cerradas), tipo, fecha de aplicación recomendada, cultivo, diagnóstico, tratamiento, superficie y la nomenclatura catastral de los lotes donde se está realizando la aplicación.

En el mapa es posible acceder a información correspondiente a lotes con RFD para la campaña 2021/2022 (periodo que comprende las RFD con fecha de aplicación recomendada entre septiembre del 2021 y agosto de 2022 inclusive) y para la campaña 2022/2023 (recetas con fecha de aplicación recomendada a partir de septiembre del 2022), datos que se actualizan quincenalmente, representando un salto cualitativo en la construcción de herramientas de gestión del sector agropecuario, enlazadas a la Infraestructura de datos espaciales de nuestra Provincia, puesto que los datos se actualizan de forma quincenal y es posible acceder a los lotes mediante su ubicación[1], la nomenclatura catastral o el número de cuenta de la Dirección General de Rentas.

.

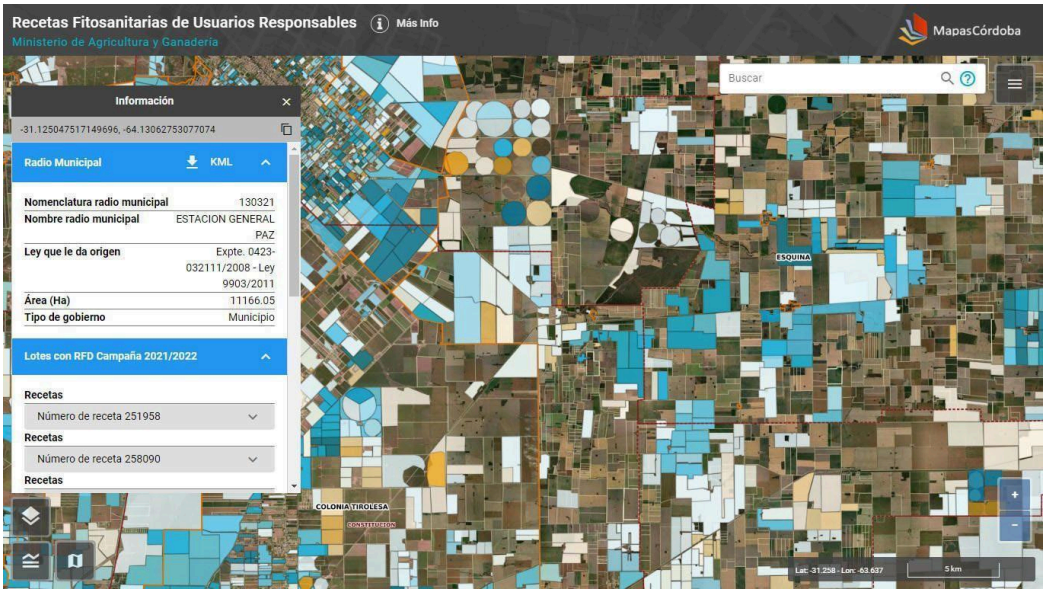



Figura 7: Geo visualización de lotes con RFD de usuarios responsables en IDECOR.

A partir de abril de 2023, se produce una segunda instancia en la apertura de los datos, puesto que, además de la consulta de la información detallada de las RFD, los datos también pueden descargarse en diversos formatos (shp, kml y json), desde la sección Descargas (Figura 8) o consumirse como Geoservicios, desde un software SIG de escritorio u otra app o solución geográfica.

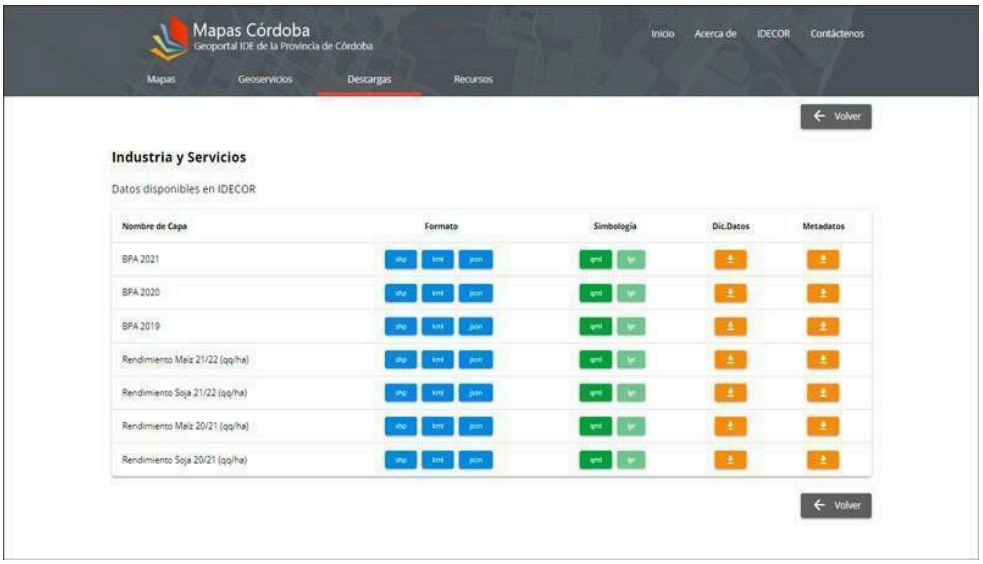



Figura 8: Sección ‘Industria y Servicios’ dentro de Descargas de MapasCórdoba, donde

se encuentran disponibles los datos de RDF.

La apertura de los datos del mapa y la posibilidad de vincular el sistema de trazabilidad de fitosanitarios con otros recursos disponibles en Mapas Córdoba, como los mapas de áreas cultivadas, fertilización de suelos, áreas periurbanas, BPAs, Rentas, etc. agregando valor no sólo a los datos propios sino también a datos provenientes de otros organismos, produciendo un efecto de sinergia dentro del ecosistema de información geoespacial de la provincia.

## 4. EXPERIENCIA DE USO

### 4.1 Monitoreo y control

El trabajo del Sistema de Trazabilidad Digital de Aplicaciones de Fitosanitarios junto a la Red de Estaciones Meteorológicas de la provincia, permiten ser fuente de consulta de condiciones meteorológicas y aplicaciones responsables para el Equipo de Inspección ante denuncias registradas por incumplimiento en las aplicaciones, derivas, o daños a terceros

En cada caso de denuncias registradas el equipo de Inspectores monitorea las condiciones meteorológicas en las fechas correspondientes a los efectos de constatar dirección y velocidad del viento, humedad relativa, temperatura, etc. De este modo se establece el marco de las condiciones que pudieran haber incidido (o no) en la denuncia.

Tanto la consulta a la Red de Estaciones Meteorológicas, como el acceso al Mapa de Usuarios responsables es libre y sin costo para todos los usuarios.

### 4.2 Mapa de coberturas agrícolas estivales

La publicación y disponibilización de información permite a usuarios con diversos intereses y funciones acceder a grandes volúmenes de datos, (que de otra manera tendrían un alto costo) generando nueva información científica y técnica.

En este apartado se presenta el empleo de los datos de RFD como muestra de territorio para la elaboración del mapa de Coberturas Agrícolas Estivales de la Provincia de Córdoba para la campaña 2021-2022 (Figura 9).

Para la elaboración de este mapa, se seleccionaron 20.000 registros geoposicionados de la base de recetas fitosanitarias, las cuales se analizaron conjuntamente con imágenes satelitales Sentinel 2 capturadas durante la campaña, evaluando el comportamiento espectral para obtener un conjunto de muestras de alta calidad categorizadas en maíz, soja y otros cultivos. De este proceso se obtuvieron finalmente 5084 registros a nivel de lote con amplia distribución en el área cultivable de la Provincia.

A partir de este conjunto de datos se aplicó un modelo de clasificación Random Forest (Breiman, 2001) sobre una base de 353.260 lotes agrícolas (equivalentes a 7.826.897 ha) que permitió estimar que, para la campaña 2021/2022, la superficie dedicada al cultivo de soja fue de 4.650.471 hectáreas, mientras que la correspondiente al cultivo de maíz fue de 2.604.464 hectáreas.

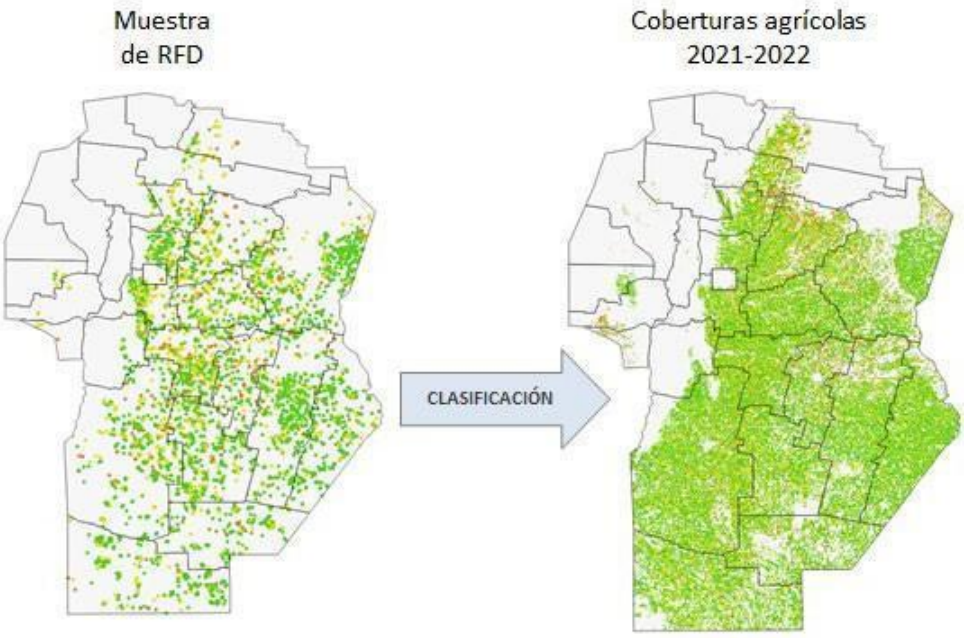



Figura 9: Distribución de datos de RFD utilizados como muestra y resultado de la clasificación de coberturas agrícolas 2021-2022.

Este producto se

## CONCLUSIONES

La Receta Fitosanitaria Digital (RFD), es una herramienta de trazabilidad en el uso de Fitosanitarios, innovativa a nivel nacional, que involucra a todos los actores de uso de Fitosanitarios agrícolas (asesores, productores, aplicadores, Municipios y Centros de recepción de envases).
El sistema de RDF y su apertura de datos libres permite integrar 3 funciones complementarias entre sí:
a) Es un instrumento digital de cumplimiento de Ley (recomendación fitosanitaria emitida por asesor), que funciona sobre plataforma CiDi2
b) Es una herramienta agronómica, que involucra actores involucrados, diagnóstico, recomendación de productos, lotes, superficies, distancias al periurbano, fechas y condiciones meteorológicas recomendadas como: Temperatura, Humedad Relativa, Velocidad y Dirección del Viento que son tomadas de la red de Estaciones Meteorológicas.

c) Es un instrumento de generación de datos integrada a la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE Córdoba) y de Gis, como fuente de consulta abierta de trazabilidad digital en el uso de fitosanitarios.

Este novedoso modelo se enmarca en un conjunto de herramientas de gestión consensuada con eje en la gobernanza del territorio, la articulación público - privada y las buenas prácticas agropecuarias.
El sistema de trazabilidad digital fue puesto en vigencia a partir del 20 de septiembre del año 2021, y ya cuenta con más de 58.000 recetas generadas y más de 2 millones de has trazadas (a marzo del 2023).
Además, del sistema participan 60 Municipios que controlan las aplicaciones mediante la participación directa de sus equipos técnicos.
Las nuevas herramientas digitales, tales como la Receta Fitosanitaria Digital de la Provincia de Córdoba, enlazadas a la IDE, establecen y aportan a un nuevo modelo de gestión y gobernanza, plural, participativo y tecnológicamente fiable sobre las acciones sociales, productivas y ambientales del territorio.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todo el equipo de las distintas áreas del MAyG, por su participación en las diversas instancias del proyecto mencionado.
Al equipo de la Universidad Tecnológica Nacional sede Córdoba, por el compromiso demostrado en el proceso conjunto de trabaj
También hacer mención a los Ingenieros Agrónomos qu
responsable de su labor profesional, generan y sos
instrumento de trazabilidad y gestión normativa de la Ley 9
A la Comisión de Fitosanitarios del CIAPC en las persona
Fraresso y del Ing. Agr. Facundo Méndez.
A los integrantes de la subcomisión de Capacitación de la Ley 9164, integrada por representantes de Universidades, INTA, SENASA, CIAPC entre otros.
Al Ministro de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba Dr. Sergio Busso, por la confianza y apoyo en la generación de herramientas de gestión pública para el sector agropecuario

**Hernán Matías Morales**
*2023-04-24 21:58:00*
Deberían agregar el artículo publicado el año pasado

## NOTAS

[1] El artículo 1° de la Ley 9164 dice: “Son objetivos de la presente Ley la proyección de la salud humana, de los recursos naturales, de la producción agropecuaria y del patrimonio de terceros, de los daños que pudiera ocasionarse por usos contrarios a lo dispuesto en la presente Ley y su reglamentación, y la preservación de la calidad de los alimentos y materias primas de origen vegetal, como también asegurar su trazabilidad y la de los productos químicos o biológicos de uso agropecuario, contribuyendo al

desarrollo sostenible y a la disminución del impacto ambiental que estos productos generan.

[2] El mapa permite acceder a la ubicación del dispositivo desde el que se realizar la consulta

## REFERENCIAS

Ley N° 9164. Boletín Oficial de la Provincia de Córdoba, 28 de junio de 2004. https://www.argentina.gob.ar/normativa/provincial/ley-9164-123456789-0abc- defg-461-9000ovorpyel.

Decreto Reglamentario N° 132-05. Boletín Oficial de la Provincia de Córdoba, 30 de mayo de 2005.

Resolución Ministerial N° 238. Boletín Oficial de la Provincia de Córdoba, 23 de noviembre de 2021.

Breiman, L. (2001). Random forests. Machine learning, 45(1), 5–32.

# Ejemplo de aplicación de datos abiertos de la Secretaría de Energía: análisis de la evolución de los venteos con quema de gas en la Cuenca Neuquina entre 2012 y 2022 y su correlación con la producción de petróleo y gas

Alarcón, María Fernanda[1]; Moroni, Martín Manuel[1]; Fernández, Marcos[1]

[1] Dirección de Información Energética – Subsecretaría de Planeamiento Energético – Secretaría de Energía
{falarcon,mmoroni,marcfernan}@mecon.gov.ar

**Resumen**: Se propone un ejemplo de aplicación de datos abiertos que son generados, recopilados y/o publicados por la Dirección de Información Energética – Secretaría de Energía: la de analizar la evolución de los venteos con quema de gas durante el periodo 2012 – 2022 en una de las áreas más activas en cuanto a explotación de hidrocarburos de Argentina: la Cuenca Neuquina, y la correlación entre esto y la producción de hidrocarburos.
Se plantea, en primer lugar, un análisis espacial (geográfico) y temporal de la ocurrencia de venteos con quema de gas, a partir de datos satelitales (detección de anomalías térmicas a través del uso de datos del satélite Suommi NPP - sensor VIIRS). En segundo lugar, se propone un análisis estadístico de los datos de producción de petróleo y gas a través del empleo de técnicas de BigData, la espacialización de los datos y la elaboración de cartografía. Finalmente se pretende lograr una aproximación en la determinación de la correlación existente entre ambos aspectos.

**Palabras clave**: VENTEOS QUEMA DE GAS, PRODUCCIÓN DE HIDROCARBUROS, CONCESIONES DE EXPLOTACIÓN PETROLERA, CUENCA NEUQUINA, DATOS ABIERTOS.

## INTRODUCCIÓN

Los venteos con y sin quema de gas constituyen uno de los problemas ambientales y energéticos más desafiantes que enfrenta el mundo en la actualidad en el sector de la energía. Las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (en adelante GEI) derivadas de la actividad inciden en el aumento en el calentamiento global (Eman, 2015). El dióxido de carbono (CO2) y el

metano ($CH_4$) son, justamente, los dos gases más emitidos por las prácticas de venteo con o sin quema respectivamente.
Según datos del Banco Mundial, todos los años se queman y ventean en miles de antorchas a lo largo del mundo más de 150.000 millones de metros cúbicos de gas natural, cantidad que equivale a 25% del consumo de gas de Estados Unidos, a 30% del consumo de gas de la Unión Europea o al consumo de América Central y de América del Sur en conjunto (Ayuso, 2017; Banco Mundial, 2022).

En el caso de los venteos con quema de gas, son una práctica común en áreas de explotación petrolera donde se extrae gas natural junto con petróleo. Consiste en liberar el gas que se encuentra mezclado con el petróleo en el proceso de extracción, debido a que no es posible procesarlo o transportarlo de manera eficiente. Esta práctica puede ser necesaria en algunos casos para garantizar la seguridad y evitar explosiones debido a la acumulación de gas en las instalaciones de producción. Este gas se quema en antorchas, lo que genera una llama visible en la zona de producción.

Desde 1990, en una variedad de contextos y regiones a nivel mundial, se observó una evolución tendiente a la disminución de venteos con quema, sin embargo, actualmente, se observa un aumento en los niveles de venteos. Según datos internacionales, la participación de Argentina en el mundo respecto a la cantidad de venteos y al aporte de gases de efecto invernadero no es relevante en comparación a los países que se posicionan en los primeros puestos. Pero si consideramos los números de venteos con quema inventariados por la Secretaría de Energía, y los datos de emisiones GEI estimados por el Ministerio de Ambiente y desarrollo Sustentable de la Nación, parece observarse una tendencia en alza. (Alarcón y otros, 2019; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2017; Moreira y otros, 2019).

Algunos autores relacionan el mencionado incremento a nivel mundial de venteos con quema con el aumento de la producción, sobretodo la vinculada a fuentes no convencionales. (Pieprzyk, y Rojas Hilje, 2015). Estos afirman que, por lo general, cuanto mayor es la producción de petróleo y gas, mayor es la cantidad de gas asociado que se produce y, por lo tanto, mayor es la cantidad de gas que se ventila y se quema. Por otra parte, el aumento de producción se encuentra asociado con una mayor cantidad de pozos en una zona.

En Argentina cuenta se destaca la cuenca Neuquina de entre cinco cuencas petrolíferas productivas, por presentar las mayores y crecientes producciones, y donde además en los últimos años se dio un avance de la exploración y explotación de recursos hidrocarburíferos no convencionales propiciado por técnicas de extracción avanzadas como la fracturación hidráulica, que conllevan un aumento en la cantidad de perforaciones y en el establecimiento de infraestructuras de todo tipo.

Dada esta situación, y teniendo en cuenta las particularidades técnicas de las prácticas, limitaciones económicas y geográfica-regionales de los venteos con quema de gas, es esperable que en el espacio comprendido por la Cuenca Neuquina se den aumentos en los niveles de venteos y de emisiones GEI derivadas de las mismas. En este sentido, es oportuno conocer la evolución y comportamiento de los venteos de gas en el tiempo, en el territorio y anticipar escenarios; atender al seguimiento y al control. Mientras que para ello es destacable el uso datos de libre acceso y el aprovechamiento de datos generados, recopilados y/o publicados por entidades gubernamentales. n

## OBJETIVOS

- Analizar la evolución de los venteos con quema de gas en áreas de explotación petrolera entre 2012 y 2022.
- Analizar la producción de petróleo y gas en áreas de explotación petrolera en la Cuenca Neuquina (Argentina) en el periodo 2012 – 2022.
- Determinar la correlación entre los venteos con quema de gas y la producción de petróleo y gas.

## METODOLOGÍA

De acuerdo con los objetivos propuestos, el trabajo se estructuró en tres partes y que de acuerdo con ellas incluyen como insumo, numerosas y variados datos relacionados al sector de la energía:

### Análisis de la evolución de venteos con quema de gas

La identificación de venteos con quema de gas es una tarea que lleva a cabo la SE desde 2009 empleando una metodología específica. Esta se basa en la detección satelital de anomalías térmicas a partir de datos de los satélites Terra, Aqua y SuomiNPP, dado que los venteos con quema de gas se presentan como llamaradas en las zonas de explotación de hidrocarburos de la Cuenca Neuquina. La identificación de venteos con quema de gas se completa a través del análisis contextual (cercanía a instalaciones y estructuras con capacidad potencial de ventear y quemar gas con respecto a dichas anomalías detectadas, las cuales también se encuentran disponibles para su visualización y/o descarga en el portal de Datos Abiertos[1]).[2]

Para cumplir con el objetivo de analizar la evolución de venteos con quema de

gas en la Cuenca Neuquina, se emplean los datos de AT (posibles venteos de gas) enunciados, los que son publicados de manera mensual por la Secretaría de Energía a través de informes, archivos .shp contenidos en su Visor Web de mapas – a los que también se puede acceder mediante el servicio de WMS- y tablas adjuntas a un visualizador específico de venteos y en Datos Abiertos[3]. Con estos datos se realizan cálculos estadísticos básicos (promedios, crecimiento interanual), gráficos y mapas (venteos con quema de gas de según concesión de explotación – capa geográfica disponible en Datos Abiertos[4] - por ejemplo) del periodo 2012 – 2022.

**Análisis de la producción de petróleo y gas**

En esta parte del trabajo, se toman para el análisis los datos mensuales de producción de petróleo y gas de acuerdo con concesiones de explotación y tipo de recurso (convencional y no convencional). Estos datos provienen del sistema denominado “Capítulo IV”, a través del cual las empresas productoras informan su producción por pozo, entre otros datos, los que son recibidos y controlados por otras dependencias de la SE y sistematizados y publicados por la Dirección de Información Energética mediante el portal de Datos Abiertos.

Al tratarse de archivos con gran número de registros, los datos son tratados a través de herramientas y tareas de BigData. A partir de esto se obtienen, fundamentalmente, tablas resúmenes, cálculos de estadística básica y gráficos. Las tablas luego son vinculadas a datos espaciales en un software GIS para elaborar representaciones cartográficas.

**Determinación de la correlación con la evolución de venteos.**

Finalmente, se procede al cálculo de correlación entre las variables: venteos con quema de gas, producción de petróleo convencional y no convencional y producción de gas convencional y no convencional.

## RESULTADOS

Como resultado del tratamiento de datos de AT, se han obtenido cartografías y gráficos de AT de explotación y según años y periodo; por otra parte, a partir de los datos de producción de petróleo y gas se han obtenido mapas de producción anual y del periodo y de crecimiento. En ambos casos, los mapas se llevaron a cabo según concesiones de explotación. En este artículo, por una razón de espacio, sólo se presentan algunas de las cartografías y gráficos mencionados. En caso de interés sugerimos visitar el Visor Web de Mapas[5] y los Tableros de Visualización de Datos de Upstream.[6]

**Evolución de los venteos con quema de gas entre 2012 y 2022**

Entre 2012 y 2022 se han detectado 44.894 anomalías térmicas en áreas de explotación y exploración petrolera de la Cuenca Neuquina. De estas, 25.071 fueron localizadas a menos de 500 metros de pozos e instalaciones vinculadas a la actividad petrolera.

En cuanto a la evolución entre 2012 y 2022 se observó que el comportamiento de las AT en la cuenca Neuquina fue irregular en el periodo. Se observa una tendencia creciente entre 2012 y 2014, mientras que en los dos años siguientes esta tendencia se revierte para volver a verse un aumento notable hacia 2019. Desde 2020 se aprecia una disminución de la presencia de anomalías térmicas. (Ver Gráfico N°1 y Tabla N°1).

Respecto a la distribución mensual/estacional, se puede decir que existe una "estacionalidad" en la ocurrencia de las AT, ya que en general se observa que las mismas aumentan en los meses de primavera y verano, mientras que disminuyen de manera marcada en los meses de otoño e invierno. Esto se puede relacionar con la temperatura y el comportamiento de la demanda de fuentes de energía vinculada a ella.

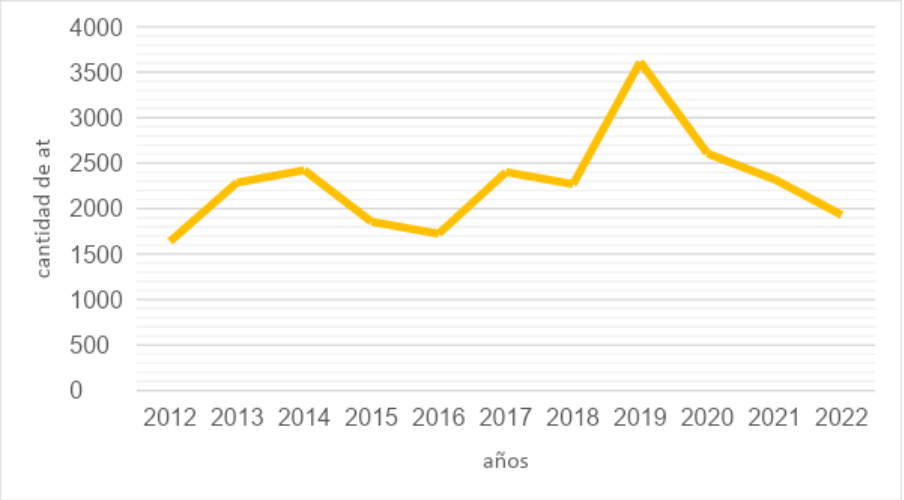



GRÁFICO N°1: AT (posibles venteos con quema de gas) según años

Tabla N°1: Crecimiento interanual de cantidad de AT (posibles venteos con quema de gas)

| | Años | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **2012** | **2013** | **2014** | **2015** | **2016** | **2017** | **2018** | **2019** | **2020** | **2021** | **2022** |
| AT | 1638 | 2288 | 2424 | 1855 | 1724 | 2400 | 2268 | 3613 | 2608 | 2322 | 1931 |
| TOTAL | **25071** | | | | | | | | | | |
| % Crec. Interanual | | 39,7 | 5,9 | -23,5 | -7,1 | 39,2 | -5,5 | 59,3 | -27,8 | -11,0 | -16,8 |

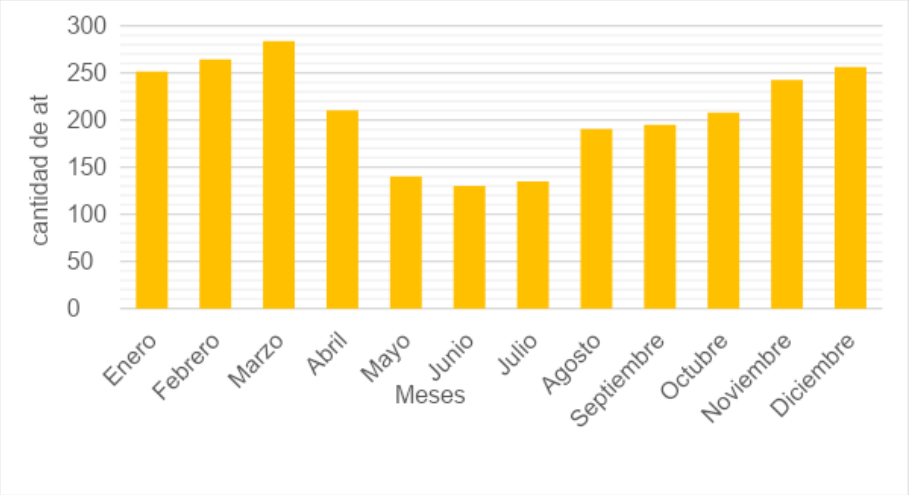



Gráfico N°2: Promedio mensual de AT

## Distribución espacial

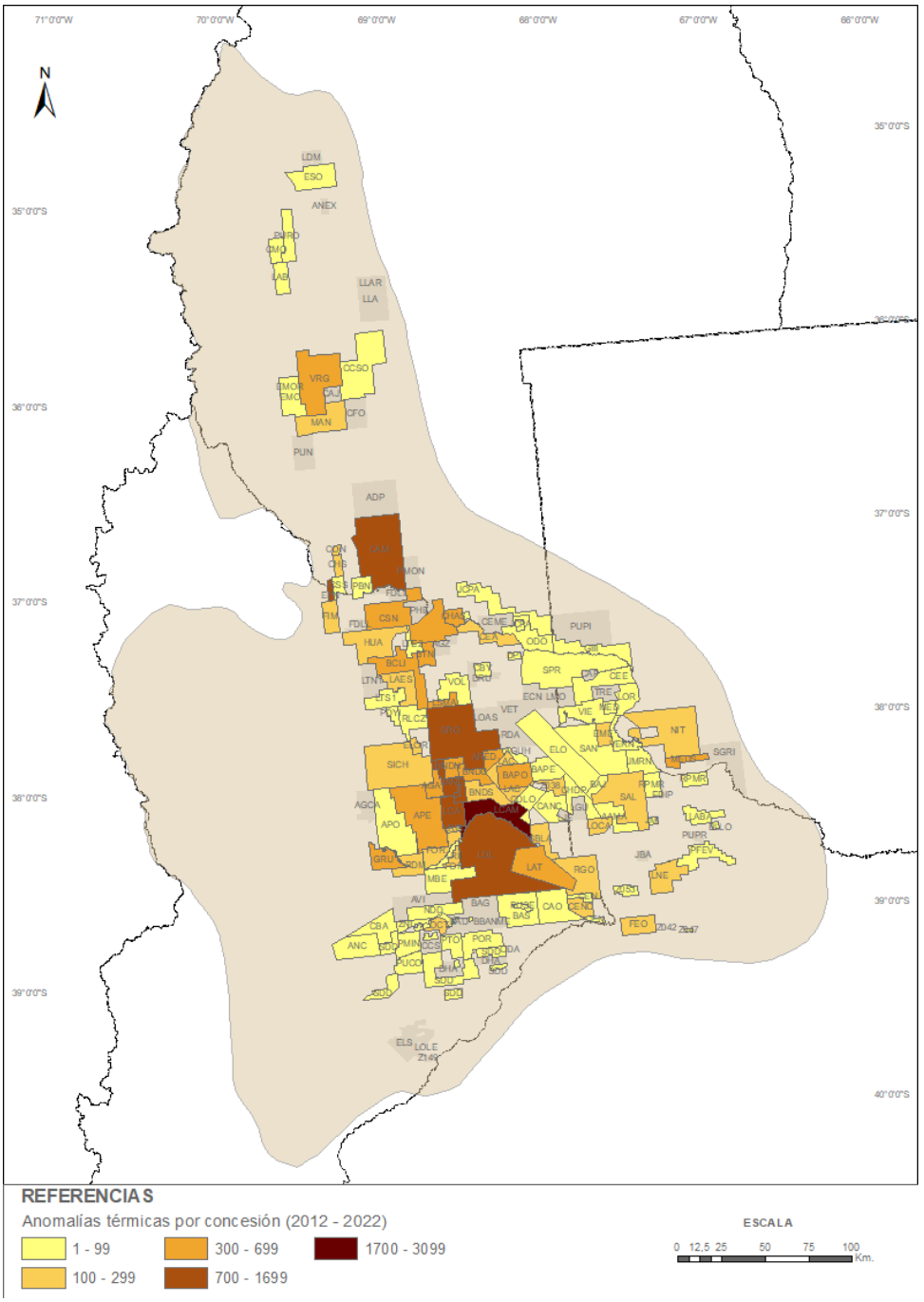
La distribución espacial de las AT en el periodo 2012 – 2022 fue desigual, se observan áreas de mayores concentraciones en oposición a sectores con bajos registros. Se destacan 6 concesiones con más de 1.000 AT en el periodo. (Ver Tabla N°2).

La mayor parte de las AT (12 %) fueron registradas en la concesión de Loma Campana, seguida por El Portón, La Calera, Loma La Lata y San Roque, todas ellas con porcentajes mayores al 5% cada una. (Ver Mapa N°1). Asimismo, se puede observar que en el periodo el comportamiento de las AT en estas concesiones es variable e irregular.

Tabla N°2: AT (posibles venteos con quema de gas) por año. Concesiones de explotación de hidrocarburos con mayor cantidad de registros

| | LOMA CAMPANA | EL PORTON | LA CALERA | LOMA LA LATA - SIERRA BARROSA | SAN ROQUE | CAÑADON AMARILLO |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2012** | 41 | 159 | 1 | 45 | 89 | 33 |
| **2013** | 149 | 212 | | 61 | 81 | 188 |
| **2014** | 372 | 426 | | 76 | 78 | 309 |
| **2015** | 405 | 296 | | 184 | 135 | 85 |
| **2016** | 41 | 147 | | 61 | 213 | 16 |
| **2017** | 18 | 87 | | 73 | 464 | 213 |
| **2018** | 135 | 86 | 162 | 164 | 105 | 175 |
| **2019** | 148 | 36 | 56 | 21 | 34 | 28 |
| **2020** | 685 | 141 | 573 | 411 | 51 | 148 |
| **2021** | 500 | 45 | 351 | 228 | 17 | 18 |
| **2022** | 489 | 14 | 442 | 190 | 16 | 54 |
| **TOTAL** | 2983 | 1649 | 1585 | 1514 | 1283 | 1267 |

Mapa N°1: Anomalías térmicas (posibles venteos con quema de gas) por concesión, periodo 2012 - 2022



**Análisis de la producción de petróleo y gas**

La producción de hidrocarburos muestra una evolución general que tendió al crecimiento, sobretodo en los últimos 5 años. Esto es más evidente en la producción de petróleo, donde el crecimiento fue más sostenido, mientras que la producción de gas se caracterizó por sufrir mayores fluctuaciones. (Ver Gráfico N° 3 y 4)

De acuerdo con los datos recogidos por el sistema Capitulo IV, entre 2012 y 2022 el crecimiento de la producción de petróleo fue de aproximadamente 50% (esta pasó de poco menos de 13.500.000 m3 a casi 20.500.000 m3). Si bien se observó un crecimiento general, al periodo se lo puede dividir en dos etapas: la primera se da entre 2012 y 2017 cuando se observa un decrecimiento de la producción y, la segunda se da entre 2017 y 2022, cuando es destacable el crecimiento sostenido. (Ver Gráfico N° 3). Asimismo, el crecimiento de la producción estuvo apoyada en la mayor explotación de recursos no convencionales (RNC), los que, luego de tener una participación siempre inferior al de los recursos convencionales (RC), hacia 2019 logran superar ampliamente a aquella (en 2022 la proporción es de 70 % - 30 % en la participación de RNC y RC respectivamente).

Respecto a la producción de gas, entre 2012 y 2022 experimentó un crecimiento de casi 30 %. Al igual que en el caso del petróleo, la producción proveniente de fuentes no convencionales ha sido mayor y desde 2018 supera a la derivada fuentes convencionales. Para 2022 la proporción alcanzó una relación de 77% y 23%.

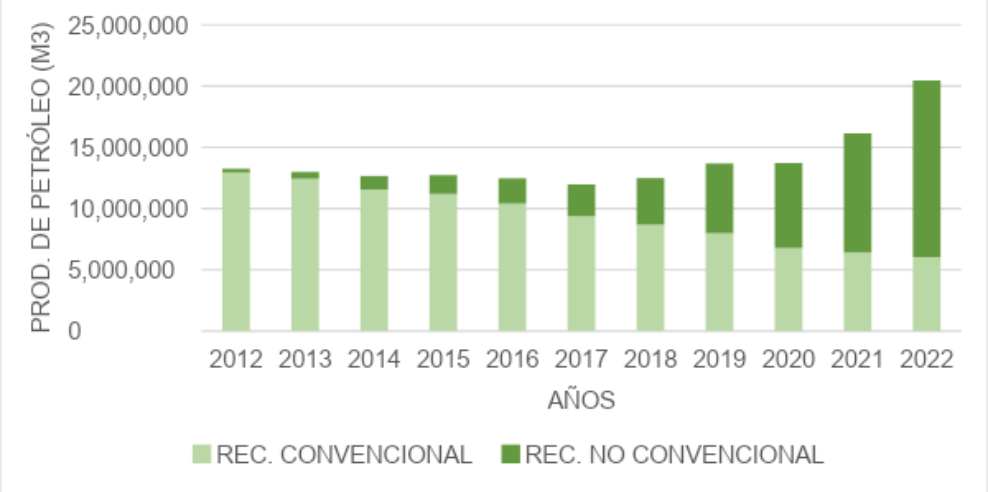



Gráfico N°3: Evolución de la producción de petróleo (m3) según tipo de recurso. Periodo 2012 – 2022.

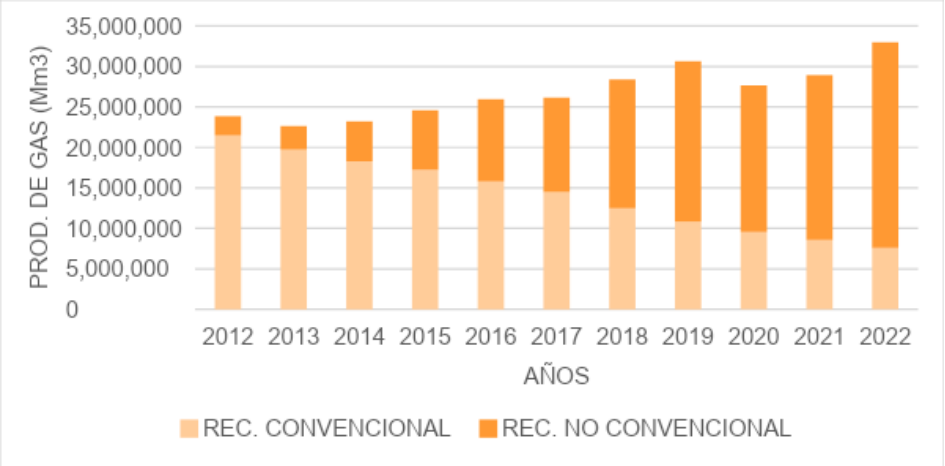



Gráfico N°4: Evolución de la producción de gas (Mm3) según tipo de recurso. Periodo 2012 – 2022.

Respecto a la producción de petróleo según con concesiones de explotación, si se considera el periodo, se observa que 12 concesiones de explotación concentraron casi el 60% de la producción, 11 de ellas superaron los 5.000.000 de m3 de producción (Ver Gráfico N°5), mientras que 5 concesiones sobresalen por registrar más de 10.000.000 de m3, ellas son Chihuido de la Sierra Negra, Loma Campana, Jagüel Casa de Piedra, Puesto Hernández y Loma La Lata – Sierra Barrosa. Sin embargo, de estas concesiones, sólo dos presentaron un crecimiento en el periodo: Loma Campana y La Amarga Chica, mientras que las demás mostraron un comportamiento similar tendiente a la disminución. (Ver Gráfico N°6).

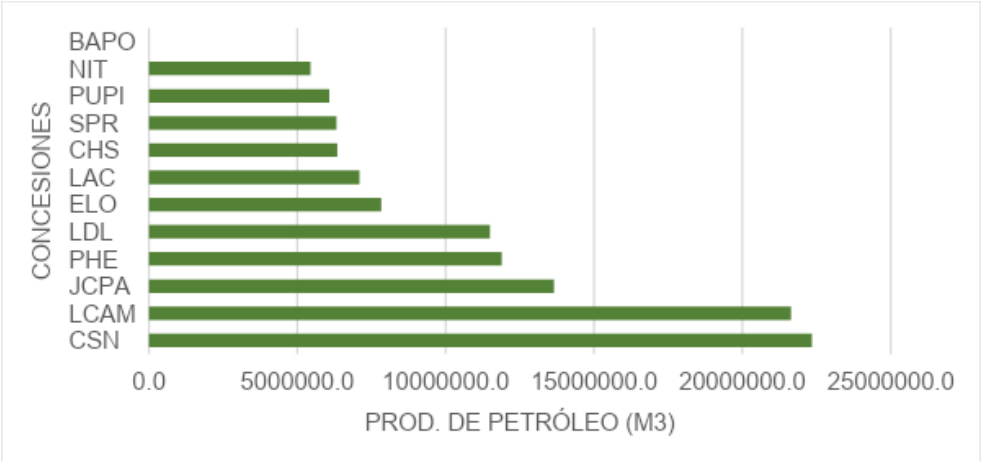



Gráfico N°5: Concesiones de explotación con producciones de petróleo superiores a 5.000.000 m3 en el periodo 2012 – 2022

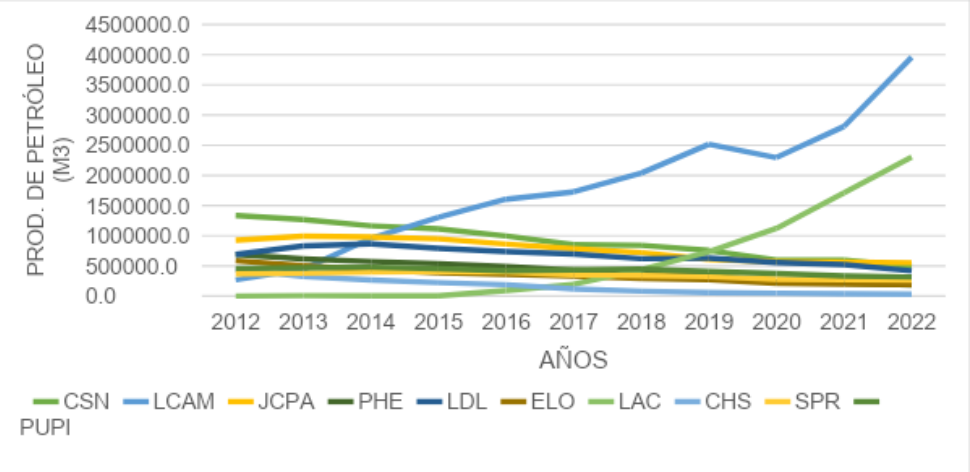
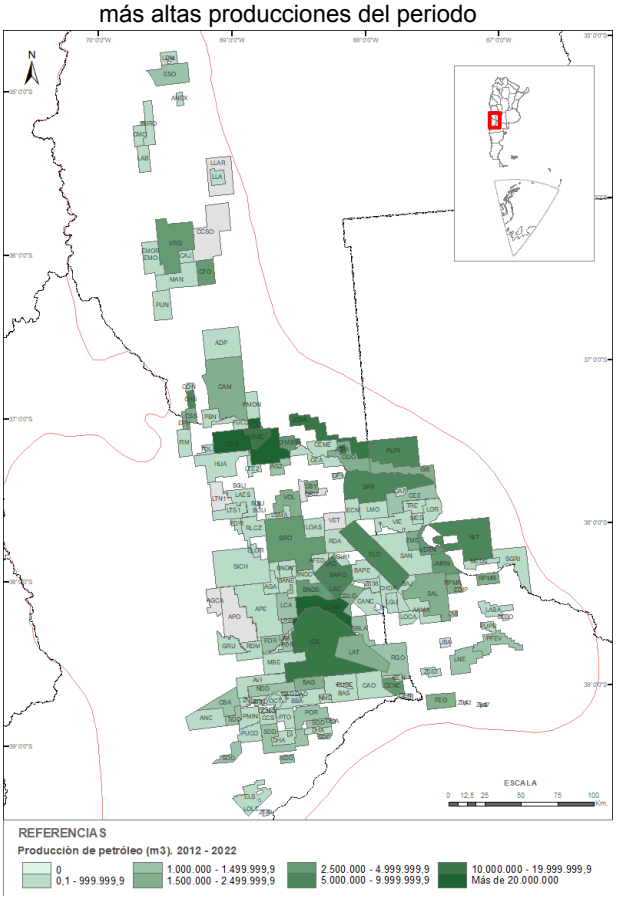



Gráfico N°6: Producción de petróleo (m3), según años, en las concesiones que registraron las más altas producciones del periodo




Mapa N°2: Producción de petróleo (en m3) por concesión. Acumulado 2012 – 2022.

En cuanto a la producción de gas según con concesiones de explotación, en los diez años analizados 11 concesiones de explotación concentraron casi el 66% de la producción, 7 de ellas produjeron más de 10.000.000 Mm3 cada una, aunque Loma La Lata – Sierra Barrosa se distancia de las demás al alcanzar más de
50.000.000 de Mm3. (Ver Gráfico N°7). A diferencia de lo que ocurrió con la producción de petróleo, en el caso del gas, algunas de las concesiones con mayores niveles de producción mantuvieron un comportamiento tendiente al leve aumento, aunque Estación Fernández Oro, San Roque y Loma La Lata – Sierra Barrosa mostraron una disminución, mientras que Fortín de Piedra y El Mangrullo sobresalen por el crecimiento en su producción.

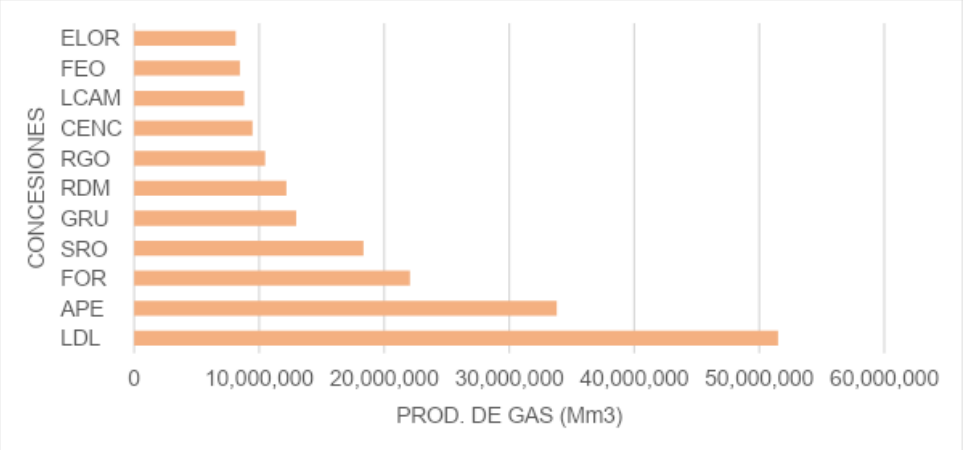



Gráfico N°7: Concesiones de explotación con producciones de gas superiores a 5.000.000 Mm3 en el periodo 2012 – 2022.

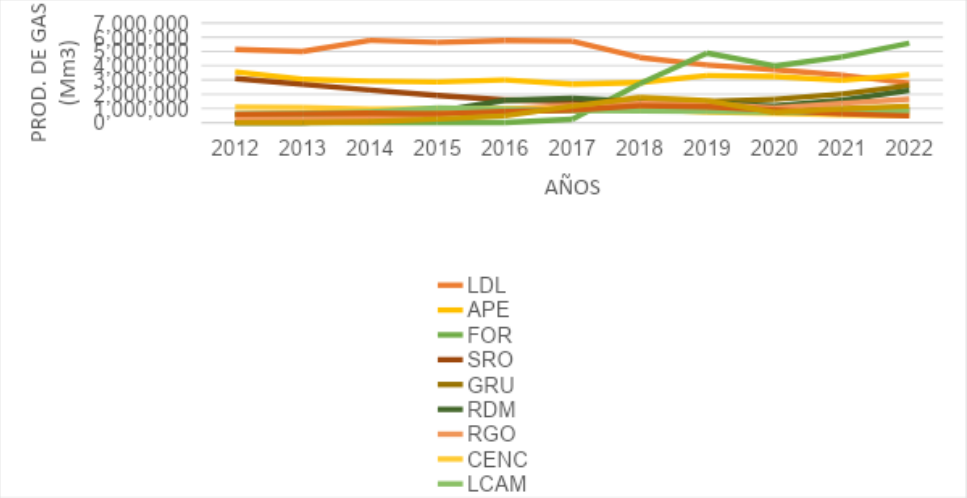
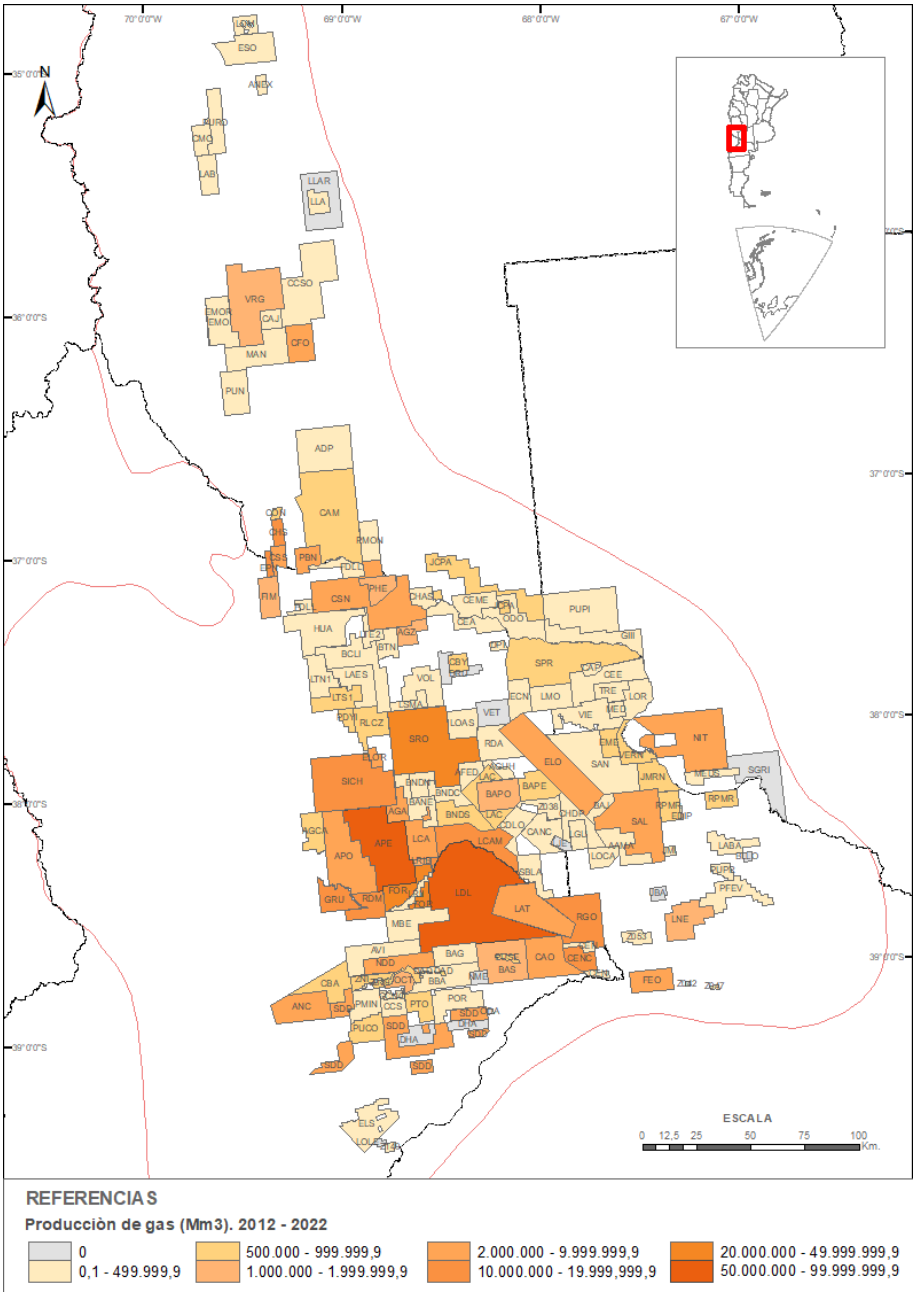


Gráfico N°8: Producción de gas (Mm3), según años, en las concesiones que registraron las más altas producciones del periodo




Mapa N° 3: Producción de gas (en Mm3) por concesión. Acumulado 2012 – 2022.

**Análisis de la evolución de cantidad de pozos entre 2012 y 2022**
En la Cuenca Neuquina existen 29.662 pozos. 12.553 de ellos se encuentran en extracción efectiva, 4.647 abandonados, 3333 en estudio, 3061 en inyección efectiva 1738 parado transitoriamente. El resto se hallan en otras categorías.

6.901 son pozos que datan de 2012 a la fecha, esto indica que en una década se ha duplicado la cantidad de pozos de la cuenca, la cual comenzó a explotarse hacia principios de 1900, aunque la intensificación del aprovechamiento llegaría más adelante. 4683 de estos se encuentran en la actualidad en extracción efectiva.

En el gráfico N°9 se pude observar que la evolución que siguieron los mismos en los 10 años analizados es irregular. Hacia 2014 y 2015 se establecieron la mayor cantidad de pozos en producción, siendo además estos años en donde comienza a evidenciarse la explotación de tipo no convencional. Asimismo, las concesiones que registraron un incremento en la cantidad de pozos, sobretodo hacia 2014 y 2016 en producción fueron: Loma Campana y Loma La Lata – Sierra Barrosa y Medanito.

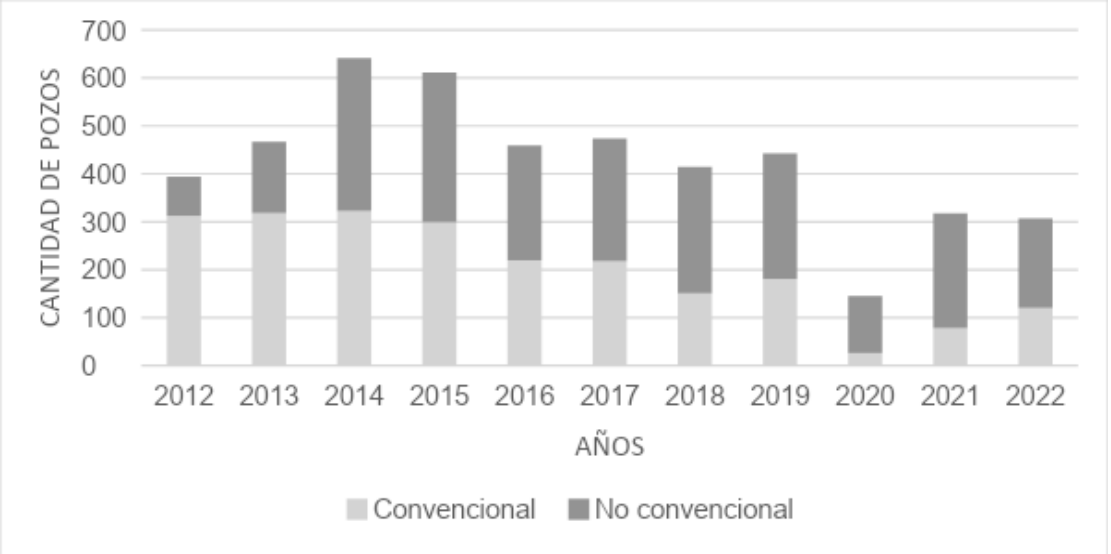



Gráfico N°9: Evolución de cantidad de pozos de explotación y exploración de hidrocarburos, según tipo de recurso. Periodo 2012 – 2022.

**Correlación entre venteos con quema de gas y producción de petróleo y gas**

Se ha determinado la correlación entre cantidad de AT (posibles venteos con quema de gas) y variables referidas a producción de petróleo, gas y pozos en

producción según el periodo de estudio. De acuerdo con esto, se obtuvo que, a nivel general, no se da una correlación fuerte entre AT y ninguna de las variables, a excepción de la correlación negativa entre AT y Producción de gas derivada de recursos convencionales.

Tabla N°3: Correlación entre AT (posibles venteos con gas) y variables referidas a producción de hidrocarburos en el periodo 2012 - 2022

| **Correlación** | | |
|---|---|---|
| **AT** | *Producción de petróleo* | -0,09 |
| | *Producción de gas* | -0,09 |
| | *Pozos* | -0,10 |
| | *Producción de petróleo no convencional* | 0,16 |
| | *Producción de gas no convencional* | 0,38 |
| | *Producción de petróleo convencional* | -0,37 |
| | *Producción de gas convencional* | -0,60 |
| | *Pozos de extracción no convencional* | 0,22 |
| | *Pozos de extracción convencional* | -0,29 |

Se aplicó el mismo cálculo a una muestra de concesiones de explotación que registraron una mayor ocurrencia de AT (posibles venteos con quema de gas) en el periodo. En este sentido, se obtuvieron correlaciones positivas fuertes en la concesión de La Calera entre las AT y la producción derivada de recursos no convencionales; (0,81 en el caso del petróleo y 0,83 en el caso del gas); lo cual significa que cuando las producciones no convencionales de petróleo y gas aumentan, también lo hacen las AT. Precisamente, La Calera es la una de las concesiones que en la década analizada más ha aumentado sus niveles de producción, sobretodo a partir de recursos como sale y el tight.

En la misma línea, la concesión Loma La Lata – Sierra Barrosa presentó una correlación positiva entre AT y producción de petróleo no convencional, aunque menos fuerte (0,66); al tiempo que registró una correlación negativa entre AT y producción de gas de tipo convencional.

Por otra parte, se deben destacar la correlación positiva entre AT y producción de petróleo de fuentes convencional en la concesión de El Portón y la correlación negativa entre AT y producción de gas de tipo convencional en Loma Campana.

| **Correlación de ocurrencia de AT con** | LOMA CAMPANA | EL PORTON | LA CALERA | LOMA LA LATA - SIERRA BARROSA | SAN ROQUE |
|---|---|---|---|---|---|
| *Petróleo Convencional* | 0,49 | **0,67** | -0,57 | -0,57 | 0,17 |
| *Petróleo No Convencional* | -0,45 | NC | **0,81** | **0,66** | -0,47 |
| *Gas Convencional* | **-0,65** | 0,79 | -0,57 | **-0,60** | 0,09 |
| *Gas No Convencional* | 0,43 | NC | **0,83** | 0,06 | -0,44 |

Tabla N°4: Correlaciones entre variables en las concesiones de explotación que presentaron mayor ocurrencia de AT entre 2012 y 2022.

## CONCLUSIÓN

En Argentina y en la Cuenca Neuquina, los venteos con quema de gas son una práctica común en áreas de explotación petrolera donde se extrae gas natural junto con petróleo. La quema de gas se utiliza como una forma de evitar explosiones y garantizar la seguridad en las instalaciones de producción.

Durante el período comprendido entre 2012 y 2022, en la Cuenca Neuquina se observó que las AT (posibles venteos con quema de gas) siguieron una evolución irregular. Por un lado, se identificó una tendencia creciente entre 2012 y 2014, mientras que en los dos años siguientes esta tendencia se revierte para volver a verse un aumento notable hacia 2019. Mientras que desde este año hasta 2022 se observa un decrecimiento. Por otro, se identificaron áreas con mayores concentraciones: concesiones de explotación ubicadas en el centro de la cuenca: La Calera, Loma Campana, Loma La Lata – Sierra Barrosa, entre otras.

Respecto a la producción de hidrocarburos, en la Cuenca Neuquina, se ha experimentado un importante crecimiento. La producción de recursos convencionales ha disminuido en general, mientras que la producción de recursos no convencionales, como shale oil, shale gas, tight oil y tight gas, ha aumentado significativamente. La producción es desigual en el espacio, se destaca la participación de entre 10 y 12 concesiones que concentran más del 60% de la producción total. Aunque las mismas presenta diferentes comportamientos en la serie analizada.

En líneas generales, considerando la producción total por año y tipo de recurso, como también teniendo en cuenta la presencia de pozos no se ha establecido una correlación clara entre estas variables y el comportamiento de la ocurrencia de los venteos con quema de gas. Sin embargo, esta situación difiere cuando se realiza un análisis espacial vinculando a las variables de acuerdo con concesiones de explotación. En este sentido, y tomando en cuenta 5 casos de estudio, se determinaron casos de correlación positiva fuerte entre las AT y la producción derivada de recursos no convencionales; (0,81en el caso del petróleo y 0,83 en el caso del gas) en La Calera, una de las concesiones que en la década analizada más ha aumentado sus niveles de producción, sobretodo a partir de recursos como sale y el tight. En otros casos se dan identificado correlaciones positivas, pero más débiles también para las variables relacionadas a recursos no convencionales. Las correlaciones negativas se dieron mayormente asociadas a variables vinculadas a producciones de tipo convencional.

Se considera que para tener una aproximación más precisa se debe extender el análisis a todas las concesiones de explotación y, en ciertos casos atender y profundizar en el análisis de la calidad de datos. Por otro lado, sería interesante además de analizar la ocurrencia de puntos de AT (posibles venteos de gas), analizar las emisiones producto de esas quemas y los venteos sin quema de gas; no sin dejar de mencionar que el acceso a estos datos aun presenta dificultades.

Finalmente, se debe tener en cuenta que tanto la cantidad de AT (posibles venteos con quema de gas) como de emisiones derivadas de la actividad petrolera no se encuentran afectadas solo por los niveles de producción de petróleo y gas. Otros factores, como la inversión en infraestructura, la tecnología de producción, la geología del yacimiento, entre otros factores también son importantes, por lo cual sería relevante la incorporación de otras variables.

## NOTAS

[1] http://datos.energia.gob.ar/dataset/instalaciones-hidrocarburos-instalaciones-res-319-93-
http://datos.energia.gob.ar/dataset/produccion-de-petroleo-y-gas-por-pozo
http://datos.energia.gob.ar/dataset/produccion-hidrocarburos-puntos-de-venteo- declarados

[2] Para más información sobre la metodología dirigirse a https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/informacion-geografica-energia/venteos- de-gas-proyecto

[3] http://datos.energia.gob.ar/dataset/deteccion-satelital-de-venteos
[4] http://datos.energia.gob.ar/dataset/produccion-hidrocarburos-concesiones-de-explotacion
[5] https://sig.energia.gob.ar/visor/visorsig.php
[6] https://www.argentina.gob.ar/economia/energia/hidrocarburos/visualizaciones-tableros

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

Alarcón, M. F.; Boldes, P. A.; Moroni, M. M.; Pino, F. G.; Rodríguez Vater, C. A. (2019). Seguimiento de Venteos. Detección de anomalías térmicas en áreas de explotación de hidrocarburos. En Ponencias de las XIV Jornadas IDERA. Idera 2019. Pag. 81 – 90. Fecha de consulta: 2-02-2023. ISBN: 978-987-4101-42-6. Disponible en: https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/jornadas/XIV_EntreRios/Libro_Ponencias_XIV_IDERA_EntreRios_OK.pdf

Ayuso, María Elena. (2017). Análisis de las prácticas de quema y venteo de gas natural asociado: obstáculos y avances en Latinoamérica. ENERLAC. Volumen I. Número 1. Octubre, 2017 (66-105). Fecha de consulta: 20 de julio de 2022. Disponible en: 2602-8042. Disponible en: https://enerlac.olade.org/index.php/ENERLAC/article/view/15

Emam, Eman A. (2015). GAS FLARING IN INDUSTRY: AN OVERVIEW. En Petroleum & Coal 57(5), 532-555. Fecha de consulta: 12-10-2022. ISSN: 1337-7027. Disponible en: www.vurup.sk/petroleum-coal

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 2017. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. ISBN 978-987-1560-73-8. Fecha de consulta:20-12-2022.Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario-nacional-gei-argentina.pdf.

Moreira Muzio, Macarena; Gaioli, Fabián; Galbusera, Sebastián. (2019). Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero: Argentina-2019. 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Fecha de consulta: 12-10-2022. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/inventario_de_gei_de_2019_de_la_republica_argentina.pdf

Pieprzyk, Bjorn y Rojas Hilje, Paula. (2015). Quema y venteo de gas asociado Desarrollo actual y efectos del petróleo marginal. Fecha de consulta: 12-10-2022. Disponible en: https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/hm000674.pdf

# Trazabilidad en Defensa Civil: análisis geoespacial y estadístico de los accidentes ocurridos en 2022 en Comodoro Rivadavia

Denis Monaldi[1], Gustavo Ángel López[1], Mariano Ariel Pérez[1]

[1] Dirección General de Modernización e Investigación Territorial, Subsecretaría de Modernización y Transparencia, Municipalidad de Comodoro Rivadavia.
Belgrano 965, Comodoro Rivadavia, 9000, Tel: (297)5272702
{ditcomodoro, denismonaldi, galolopez}@gmail.com

**Resumen:** Por medio del trabajo en conjunto entre Defensa Civil y la Dirección General de Modernización e Investigación, se encuentra en proceso de desarrollo, el Mapa de Riesgos de la Ciudad de Comodoro Rivadavia.
La primera etapa, consistió en el trabajo con la base de datos de los accidentes naturales y antrópicos registrados por Defensa Civil en el año 2022, el cual permitió generar un análisis geoespacial y estadístico, utilizando las nuevas tecnologías como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y *Power BI* para la representación de datos estadísticos.
La elaboración de un Mapa de Riesgos, consta de varias etapas y procesos complejos, pero en esta instancia se logró avanzar y así determinar las zonas críticas de la ciudad, los principales accidentes y la temporalidad en que se producen.
Teniendo en cuenta los múltiples factores, como el crecimiento poblacional, el cambio climático, la expansión de la mancha urbana, etc. podemos señalar que este incipiente producto, tiene el objetivo de aportar en la toma de decisiones políticas y servirá para concientizar a la población en cuanto a los tipos y la cantidad de los accidentes, que considerablemente van en aumento.

**Palabras Clave:** ANÁLISIS GEOESPACIAL, TEMPORALIDAD, TRAZABILIDAD, MAPA DE RIESGOS, ESTADÍSTICAS

## 1. INTRODUCCIÓN

El aumento de la población, es una problemática social que se va atendiendo a medida que se presenta con mayor intensidad en las diferentes ciudades, como es el caso de la ciudad de Comodoro Rivadavia.

Este aumento poblacional, se ve reflejado en la ciudad con mayor frecuencia, en los horarios en los cuales las personas ingresan a su trabajo, así como los niños a su horario escolar y nuevamente en el regreso a casa en distintos horarios del día. Las arterias principales de la ciudad se ven colapsadas, como así también los espacios públicos cuando el clima lo permite. A su vez, éstas son algunas de las causas principales de los accidentes que se registran en la ciudad y en donde entra la labor de Defensa Civil, atendiendo los distintos tipos de accidentes y registrándolos de manera que sea de utilidad para su futuro procesamiento.

Podemos decir que hoy en día convivimos con los accidentes, convirtiéndose en una problemática a nivel global, la cual destruye vidas y medios de sustento, obstaculizan el desarrollo y pueden convertir a millones de habitantes en población vulnerable. El estudio de los patrones territoriales de los eventos analizados permitiría identificar y caracterizar aquellos sitios donde los accidentes se presentan recurrentemente.

En este tipo de casos los SIG ofrecen alternativas muy interesantes para las entidades que brindan servicios de seguridad y contingencias, ya que pueden manejar información tabular, grafica, georreferenciación y además de realizar aplicaciones puntuales según las necesidades, (Andrade & Sanchez, 2011).

Para este caso, se buscará comprender la distribución espacial que se ha presentado en los accidentes registrados en la ciudad de Comodoro Rivadavia durante el periodo de 2022. Se demostrará la utilidad de los sistemas de Información Geográfica (SIG) en conjunto con las estadísticas en estos tipos de eventos, para poder tener un mejor entendimiento de los accidentes antrópicos y naturales de dicha ciudad. Se obtendrá un primer mapa en el cual se identifiquen los puntos o las zonas donde más se presentan los diferentes tipos de accidentes.

La información recabada fue proporcionada por Defensa Civil, donde los datos obtenidos fueron ordenados en el programa *Microsoft Excel*, momento en el que se presentó la primera dificultad, ya que no se contaba con un criterio de carga por parte del sector encargado de la recopilación de datos, por lo cual hasta el momento se encuentra en proceso de corrección de cada uno de los campos del archivo, el cual nos permitirá avanzar en el análisis estadístico de la información, por otra parte, se logró avanzar en el trabajo, ya que se le dio prioridad a una nueva columna generada de coordenadas geográficas, para posteriormente integrarla al software libre utilizado en esta ocasión, Quantum Gis (Qgis) y poder

lograr el análisis geoespacial para la obtención de los primeros resultados que terminará en la generación de mapas que mostraran la relación de los accidentes presentados en el año de estudio seleccionado.

## 2. DESARROLLO

Las nuevas tecnologías cobran un valor muy especial cuando de procesar datos se trata, considerando que tenemos muchas maneras de hacerlo.

Este trabajo, propone la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y estadísticas, para mejorar la comprensión de la distribución espacial y espaciotemporal de los accidentes registrados y su relación con distintas variables asociadas a ellos. Estos análisis permiten, además de entender sus causas, la adopción de medidas para reducir su número y gravedad, así como su impacto.

Las variables relevantes para cada análisis, dependerán de los objetivos, de la escala de estudio y de la disponibilidad de datos. Es importante señalar que, para obtener conclusiones relevantes es necesario disponer de muestras significativas de datos susceptibles de ser integrados.

La cada día mayor disponibilidad de estos datos relacionados con los accidentes, hace posible enriquecer los análisis espaciales y espaciotemporales con multitud de variables, lo que conduce a estudios cada vez más completos y complejos de la siniestralidad del tráfico urbano. Esta creciente complejidad implica que además de una adecuada geolocalización, la integración de los datos de las diferentes variables sea un elemento clave para el análisis estadístico y la elaboración de modelos (González Gómez, Keila et al.,2018).

### 2.1 PRIMEROS RESULTADOS

Al tener la base de datos con la información necesaria, en formato Excel, se hace la “depuración” y se ponen los campos acordes para poder realizar la unión de la tabla al software a través de los campos X/Y, los cuales contienen las coordenadas de cada uno de los accidentes con sus respectivos detalles, una vez realizado este paso, se procede a la incorporación del software libre Qgis en su versión 3.24 y de esta manera obtenemos nuestra primera capa denominada “accidentes_2022”, la cual nos permitirá realizar los análisis posteriores. Se integra en conjunto a la primera capa resultante, el shapefile de barrios de la ciudad junto con el ejido urbano, para su manejo espacial. (Fig. 1)

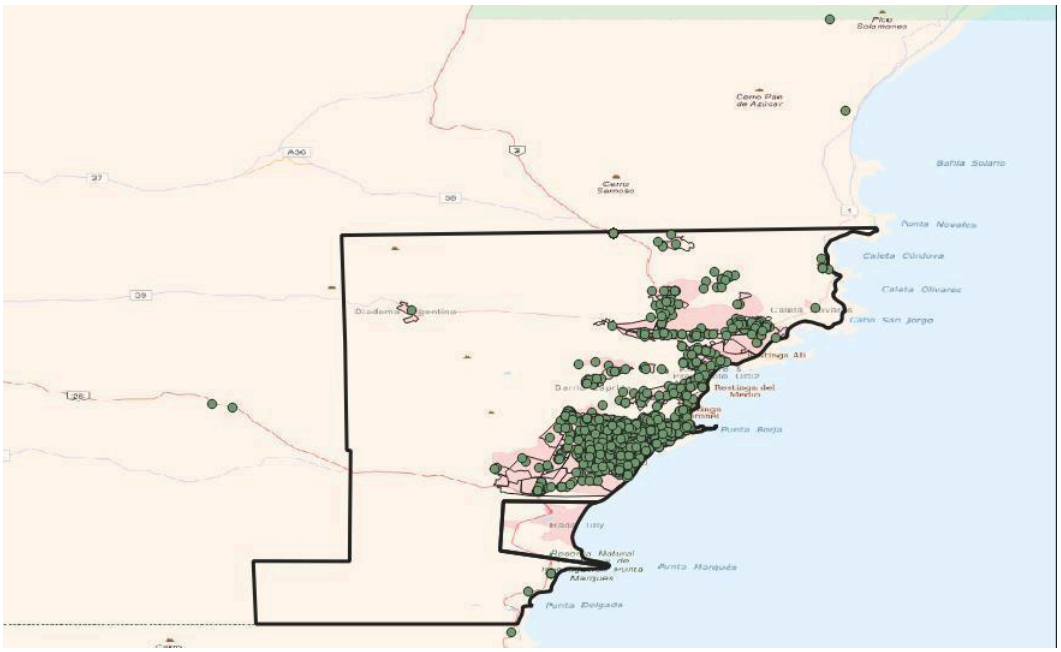



Figura 1: Distribución total de accidentes

De esta manera, se obtiene una primera visualización de la distribución total dentro del ejido urbano (y algunos datos fuera) de los accidentes registrados, un total de 1384 accidentes cargados en la base de datos, que van desde las categorías de accidentes (vehiculares, peatonales, ambientales), incendios (forestales, domésticos), hasta emergencias climáticas (lluvia, granizo, temporal de viento, escarcha, etc.), de los cuales 1305 pudieron ser geolocalizados debido a su incorrecto detalle de ubicación.

Pero de esta manera, no se muestra una relación o un patrón que indicara cuales eran los accidentes o zonas más relevantes, por lo que se realizó un análisis espacial por el método de *Kernel Density* (Densidad del Núcleo), el cual calcula la magnitud por unidad de área del punto de accidente. Se le agrega como capa de entrada, el shapefile que contenía todos los accidentes trabajados hasta el momento, configurándole algunos parámetros como el tamaño de celda de salida de pixel de diez metros, ya que, al realizar varias salidas, se pudo determinar que entre más bajo fuera el nivel del pixel, la imagen resultante se obtendría más suavizada, es decir con más nivel de detalle mostrando así mejores resultados. Además, se agregó el parámetro de tamaño de radio, el cual calcula la densidad a partir del punto, por lo que se le dio un valor de ciento cincuenta metros, ya que es el estándar aproximado del tamaño de las cuadras de la ciudad. Posteriormente, se obtuvo el primer mapa general de todos los

accidentes, con la densidad de *Kernel* (Fig. 2) que, a su vez, será dividido para su análisis en zona norte (Fig. 3) y zona sur (Fig. 4) de la ciudad.

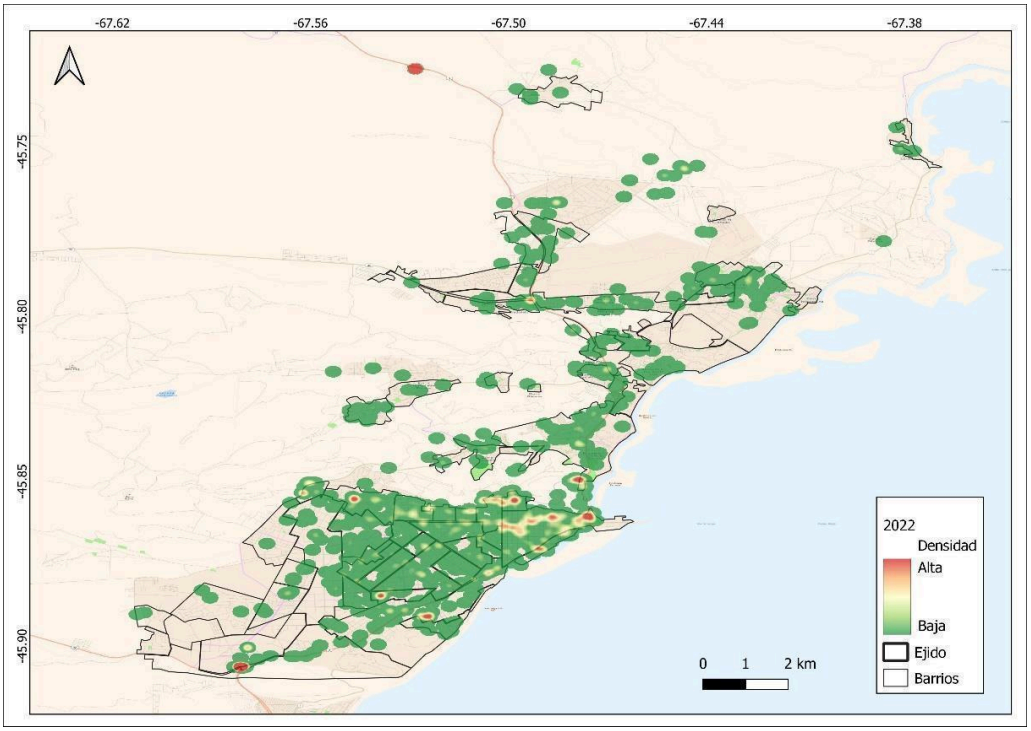



Figura 2: Mapa de densidad *Kernel* de Comodoro Rivadavia

Como primer resultado, podemos destacar que se visualizan varios sectores distribuidos en la ciudad con una alta densidad de accidentes (+10) en todo el año, el cual la mayor parte de ellos corresponde a la zona sur de la ciudad, precisamente en sectores como la zona céntrica, zona de rotondas, entre el cruce de las rutas nacionales número 3 y 26 y el barrio denominado Máximo Abasolo, el cual cuenta con una terminal de transporte público, por ende, se concentra una gran cantidad de personas y vehículos transitando. Dirigiéndonos hacia el norte de la zona céntrica de la ciudad, se puede destacar una intensidad media/alta para el barrio Pietrobelli, zona que cuenta con muchos cruces peligrosos como así también, expuestos a las emergencias climáticas debido a encontrarse en una zona alta de la ciudad.

Siguiendo unos metros hacia la zona norte de la ciudad desde la zona céntrica, se puede observar nuevamente una alta densidad de accidentes, precisamente en la zona de conexión entre la ruta alternativa denominada Camino del Centenario y RN3, donde se concentra una variedad de accidentes que van desde vuelcos, a desmoronamientos de cerro.

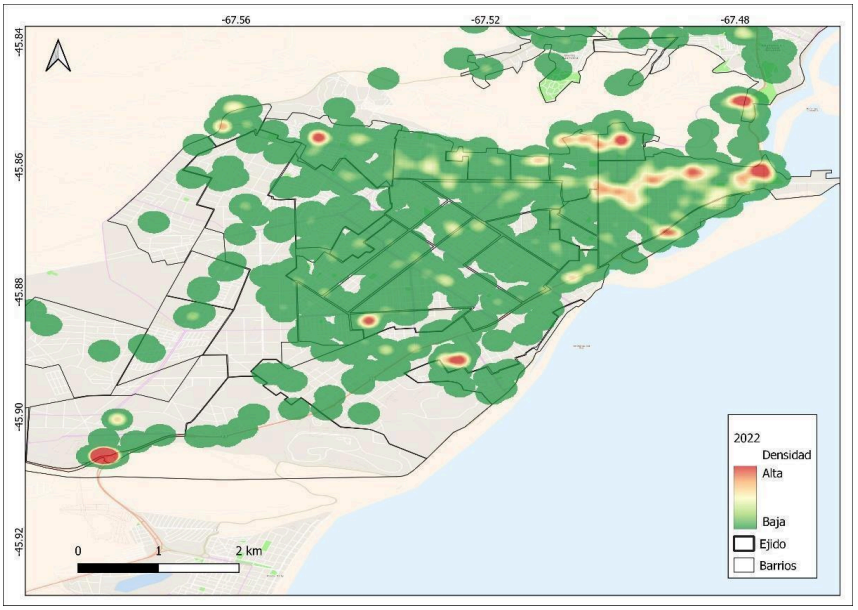



Figura 3: Mapa de densidad *Kernel* – Zona Sur

Como se menciona anteriormente, la zona sur de la ciudad es la que concentra la mayoría de los accidentes, en cuanto para la zona norte, se puede observar una distribución muy amplia de los mismos, pero con una densidad baja, es decir que se distribuyen los accidentes entre 2 a 5 registrados en distintos puntos de los barrios.

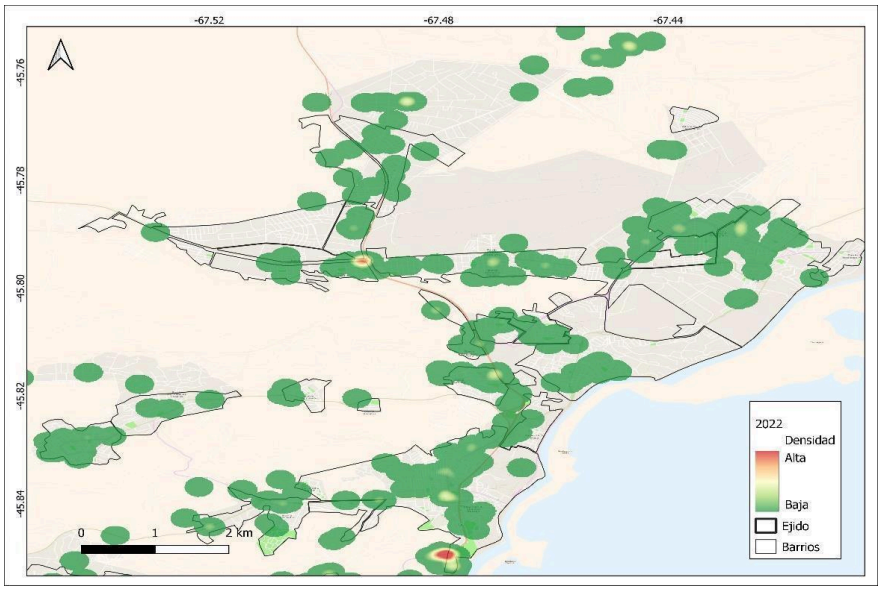



Figura 4: Mapa de densidad *Kernel* – Zona Norte

Como productos finales se realizará la generación de doce mapas, los cuales se tratarán con el mismo procedimiento solo que ahora utilizando las variables de interés, es decir, un mapa para cada mes del año para poder observar cómo se comportaba la distribución de los accidentes, saber cuál era el mes más conflictivo del año, así como el más pacífico y a su vez, integrar con los análisis estadísticos que se encuentran en desarrollo y sumar la temporalidad de cada uno de ellos, como por ejemplo: mes con mayor registro de accidentes, días de la semana, horarios, etc; y así poder aprovechar en profundidad la importancia de los datos obtenidos en base a sus respectivos procesamientos.

## CONCLUSIONES

Consideramos que nos encontramos en el desarrollo de un gran instrumento por parte de las distintas direcciones de la municipalidad, el cual tiene como fin la realización de un mapa de riesgos. Como se menciona en el inicio del trabajo, consta de varias etapas y aportes para llegar al mismo, por lo tanto, esta primera parte será fundamental para dar inicio en este proyecto, donde se pudo determinar que la ciudad de Comodoro Rivadavia, presentó un aumento de los accidentes registrados en los últimos años. Muchas son las causas y consecuencias de los mismos, por lo tanto, recurrir a las herramientas informáticas nos ayuda a mostrar un panorama general y poder sacar conclusiones que aporten en la toma de decisiones para el municipio de la ciudad.

## EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo está compuesto por la Dirección General de Modernización e Investigación Territorial, la cual es la encargada del procesamiento de las distintas bases de datos que contienen la información para el desarrollo del trabajo y la generación de la cartografía temática para su análisis espacial. Por otra parte se integra también al equipo, la dirección de Defensa Civil de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia, dirección encargada del trabajo de campo y atención y registro de gran cantidad de accidentes.

## REFERENCIAS

Massera, C. y Freddo, B. (2018). *Propuesta geo-metodológica para la gestión de riesgo de desastres urbanos.* Editorial Universitaria de la Patagonia.

Delgado, A. (2022). *Análisis de los accidentes de tráfico urbano con ArcGis. El caso de Barcelona* [Tesis]. https://eprints.ucm.es/id/eprint/74893/

Rojo, V. (2013). *Descripción y análisis espacial de los accidentes de tránsito en el año 2011 con el uso del SIG en la ciudad de Cuauhtémoc, Chihuahua* [Tesis]. http://erecursos.uacj.mx/handle/20.500.11961/2087

# El Geoportal como herramienta de trabajo interinstitucional: la experiencia del Proyecto GEF OAT (MAyDS)

Nicolás Caloni[1] ;Pamela Zamboni[1] ; Guido Veneziale [2] y Jorge Fabricant [3]
(incorporaría a Guido Veneziale , y a Jorge Fabricant como enlace)

[1] Proyecto PNUD ARG/19/G24 “Incorporación de la conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de las tierras (MST) en la planificación del desarrollo: Operacionalizar el Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT) en la Argentina”. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible-Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD.
[2] Dirección Nacional de Planificación y Ordenamiento Ambiental del Territorio-Secretaría de Política Ambiental en Recursos Naturales del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,
[3] Sistema Federal de Áreas Protegidas
{ncaloni@ambiente.gob.ar; lzamboni@ambiente.gob.ar ;
jfabricant@ambiente.gob.ar; gveneziale@ambiente.gob.ar}

**Resumen:** En este documento se presenta el Geoportal desarrollado por el Proyecto “Incorporación de la conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de las tierras (MST) en la planificación del desarrollo: Operacionalizar el Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT) en la Argentina ARG/19/G24” y como se utiliza para la administración, gestión y publicación de información geográfica sobre las temáticas y problemáticas abordados por el Ordenamiento Ambiental del Territorio en los sitios específicos de intervención del Proyecto. En este trabajo se presentan las principales capas de información geográfica generadas, los grupos de trabajo constituidos y el avance en el proceso formativo de técnicos municipales a través de una capacitación virtual en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y su relación con las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) y en especial con la IDE Ambiental.

**Palabras Claves:** ORDENAMIENTO AMBIENTAL DEL TERRITORIO, GEOPORTAL, SITIOS ESPECÍFICOS, PNUD, SINIA-AMBIENTE.

## 1. **EL PROYECTO OAT**

El proyecto PNUD OAT ARG/19/G24[1], inició en el año 2019 implementado por la secretaria de Política Ambiental en Recursos Naturales (SPARN-MAyDS), específicamente dentro de la Dirección Nacional de Planificación y Ordenamiento Ambiental del Territorio (DNPyOAT-MAyDS), en articulación con la IDE ambiental del Sistema Integral de Información Ambiental (SINIA). El mismo busca incorporar la conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de las tierras (MST) en la planificación del desarrollo, a fin de operacionalizar el Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT) en la Argentina, con enfoque de género e interculturalidad, con las autoridades ambientales de las provincias de Buenos Aires, Mendoza y Jujuy; y con INTA. CONICET, INAI e INA como socios estratégicos.

El proyecto se relaciona con el ODS 15, las Metas de Aichi, los indicadores FNAM 3, 4 y 11, y con estrategias e iniciativas nacionales (COFEMA, COFELMA, COFEPLAN, CONADIBIO, PAN, ENBPA, OTBN, entre otras) regionales (PIECAS-DP) y provinciales (Leyes, decretos y resoluciones provinciales de medio ambiente, de Bosques Nativos, de Gestión Integral, de Ordenamiento territorial y desarrollo estratégico, entre otras) en materia de conservación y gestión ambiental, desarrollo sostenible.

El proyecto tiene un área de intervención de aproximadamente 4.288.000 ha (Figura n°1) representativas de 9 ecorregiones y paisajes: Espinal, Pampa, Monte (de Llanuras y Mesetas; y de Sierras y Bolsones), Puna, Altos Andes, Selvas de las Yungas, Estepa Patagónica, Delta e Islas del Paraná, Ecosistemas costeros.

El Proyecto se implementa en 9 sitios pilotos de 3 Provincias:

- Buenos Aires: Delta (202.074 ha), Talares (1.000.163 ha) Sudoeste de Buenos Aires (SOBA) (2.357.878 ha).
- Mendoza: Valle de Uco (27864 ha), Malargue (54.999 ha), Piedemonte del Área Metropolitana de Mendoza (25703), Oasis – Cinturón verde (63.318 ha).
- Jujuy: Susques-Jama (268.649 ha), Hornocal-Valle Grande (287.358 ha).

Entre los objetivos del proyecto se encuentra el desarrollo de un sistema de información ambiental que integre la información generada en el marco del proyecto.

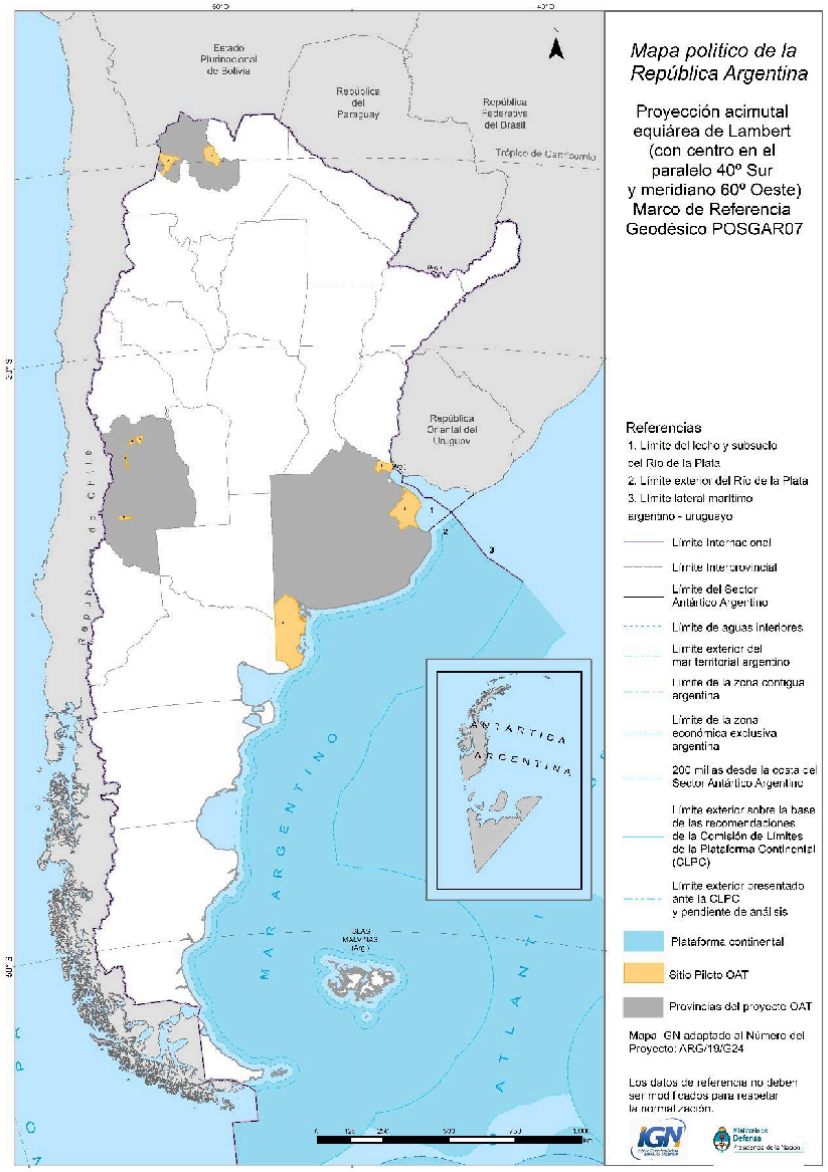



Figura N°1- T Sitios Piloto (SP) del proyecto. 1 SP Delta. 2 SP Talares. 3 SP Sudoeste de Buenos Aires – SOBA. 4 SP Valle de Uco. 5 SP . Piedemonte del Área Metropolitana de la Ciudad de Mendoza (PAMM). 6 SP. Oasis-Cinturón Verde. 7 SP Malargûe. 8 SP Susques- Jama. 9 SP Hornocal-Valle Grande.

## 2. **GEOPORTAL OAT**

En el ámbito de la Unidad Ejecutora del Proyecto (UEP) Ordenamiento Ambiental del Territorio (OAT) en la Argentina PNUD ARG/19/24 se desarrolló,

implementó y mantiene actualizado un gestor de contenidos geoespaciales creado con software libre y de código abierto (Geonode[2]). Se trata de una aplicación y plataforma basada en la web para desarrollar Sistemas de Información Geográfica (SIG) y para implementar Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).

Este desarrollo, se encuentra en funcionamiento en un entorno web en el servidor del MAyDS, desde diciembre del año 2020, pudiéndose acceder desde el siguiente link: www.oat.ambiente.gob.ar

Actualmente funciona de manera operativa contando con 160 capas temáticas, 18 mapas temáticos, 2 geoservicios (WFS/WMS) y 3 documentos técnicos. Los usuarios son 26, siendo algunos de ellos técnicos de INTA, de Gobiernos de las Provincias Piloto, de la UEP, el MAyDS, y de los municipios que integran los sitios pilotos. Del mismo modo, se han creado grupos de trabajo de forma experimental para cada uno de los sitios piloto, a fin de utilizarlos como un espacio de trabajo interno. En la figura N°2 se observa la interface del Geoportal.

Figura 2: Geoportal

## 3. CAPACITACIÓN EN SIG-IDE A LOS MUNICIPIOS

En el marco del fortalecimiento institucional se llevó a cabo en el mes de abril del corriente año una capacitación virtual en SIG-IDE para los municipios de la Provincia de Buenos Aires que se sitúan dentro de los sitios pilotos del Proyecto.

La capacitación se basó en una introducción a los usos de software libre de SIG (Qgis) para la gestión integral de información geográfica vinculada al Proyecto ARG/19/G24 y la generación de indicadores de biodiversidad.
La propuesto formativa contemplo los siguientes temas:

- Presentación del Proyecto ARG/19/G24.
- Identificación, relevamiento, sistematización y normalización de las bases geográficas
- Instalación e incorporación de información geográfica de base a un SIG.
- Consultas y selección en un Sistema de Información Geográfica
- Generación de Mapas Temáticos.
- Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales
- Los Datos geográficos en las IDE
- GEO Portal IDE GEF OAT

De la capacitación participaron un total de 75 agentes municipales de las áreas ambientales de los Municipios de Punta Indio, Campana, Berisso, Ensenada, Escobar, Partido de la Costa, Chascomús, San Fernando, entre otros.
Se desarrollo de modo virtual a través de 4 (cuatro) encuentros sincrónicos, estableciendo un mecanismo participativo.

## 4. EL GEOPORTAL COMO HERRAMIENTA DE TRABAJO INSTITUCIONAL

Tal como se mencionó, el geoportal del proyecto GEF OAT se constituyó como un instrumento imprescindible para la sistematización, organización y publicación de los datos generados como parte del proyecto, y como ámbito de trabajo institucional, en estrecha vinculación con la IDE ambiental, el Sistema Integrado de Información Ambiental (SINIA – MAyDS), el Sistema Federal de Áreas Protegidas (SIFAP), y los socios estratégicos del proyecto, de INTA, CONICET, INAI, Gobiernos de las provincias de Buenos Aires, Mendoza y Jujuy, Gobiernos locales de dichas provincias y de municipios cercanos, entre otras instituciones del sector científico tecnológico, ONG´s, Organismos Gubernamentales (Ej: SENASA), con los cuales el proyecto interactúa. Del mismo modo, las IDE`s provinciales, locales y nacionales se transforman en insumos imprescindibles que alimentan y dan sustento a este instrumento, y a sus aplicaciones al Ordenamiento Ambiental del Territorio.

## 5. CONCLUSIONES

El proyecto GEF OAT ha implementado una serie de estrategias tendientes a operativizar el OAT a diferentes escalas. El Geoportal ha demostrado su utilidad como herramienta de trabajo institucional, al propiciar el trabajo colaborativo, el acceso a la información, la sistematización y organización de los datos, la posibilidad de lograr acuerdos y llevar adelante acciones coordinadas. A la vez, tiene un componente de alto valor de fortalecimiento institucional, al generar un espacio de aprendizaje, capacitación, actualización, de trabajo colaborativo y en red, articulado, y basado en la experiencia.
La propuesta de capacitación será replicada en los municipios del resto de las provincias que integran el proyecto.

## 6. NOTAS

[1] https://www.argentina.gob.ar/ambiente/ordenamiento-territorial/proyecto-oat

[2] https://geonode.org/

## 7. REFERENCIAS

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. https://www.argentina.gob.ar/ambiente

Proyecto GEF OAT. https://www.argentina.gob.ar/ambiente/ordenamiento-territorial/proyecto-oat

SINIA. https://sinia.ambiente.gob.ar/

OAT Ambiente: https://oat.ambiente.gob.ar/

# BLOQUE 8 Normalización y Evaluación de Información Geoespacial, Procesamiento de Imágenes e IDE

# Normalización de datos vectoriales conforme la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB)

Arias Johanna [1,2], Palmeyro Leandro[1], Laffeuillade Lucía[1], Vidal Quini Nicolás[1,2], Arce Cendoya Sebastián[1], Barragán Federico [1],Geraldi Alejandra Mabel [1,2]

[1] Laboratorio de Geotecnologías, Departamento de Geografía y Turismo, UNS. 12 de octubre 1098, 3er Piso. Bahía Blanca (C.P. 8000). Tel: (0291) 4595144 (Int. 2932) {labgeot@uns.edu.ar}
[2] Instituto Argentino de Oceanografía (CONICET/UNS). Florida 8000, Cam. de la Carrindanga km. 7. Bahía Blanca (C.P. 8000). Tel: (0291) 4861112

**Resumen:** La expansión de las geotecnologías y la posibilidad de crear y acceder a información geográfica (IG) permite que gran parte de esa información sea utilizada para la toma de decisiones en esferas tanto públicas como privadas. Para que los distintos actores puedan utilizar y comprender la IG utilizada es indispensable que la misma se encuentre normalizada bajo estándares que garanticen su calidad. La finalidad de este documento es la de brindar una metodología para la catalogación de objetos geográficos (OG) vectoriales que no se encuentren dentro del Catálogo de Objetos de IDERA en el contexto de la misión y visión de la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB). Normalizar dicha información permitirá que la misma pueda ser utilizada tanto internamente como por otros organismos, garantizando la interoperabilidad e intercambio de la IG, mejorar su calidad y evitar la duplicación de información. Además, permite realizar un uso más eficiente de los recursos económicos destinados a investigación en entidades públicas. En este documento se aplicó la metodología propuesta para normalizar una capa vectorial denominada Carbono almacenado por hectárea que fue elaborada a partir de un trabajo de investigación en el marco de una tesis de grado.

**Palabras Clave:** INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, INFORMACIÓN VECTORIAL, CATÁLOGO DE OBJETOS GEOGRÁFICOS, NORMALIZACIÓN, CALIDAD, CARBONO ALMACENADO.

## 1. INTRODUCCIÓN

En sus inicios, la Información Geográfica (IG) era producida -en su mayoría- por organismos e instituciones cartográficas nacionales y utilizada por técnicos, científicos y militares. Sin embargo, junto a la revolución TIC, el advenimiento de la globalización y la Web 2.0, se produjo una clara democratización en el uso y producción de los datos geoespaciales (Kumar, 2000).

La aparición y avance, durante las últimas décadas, de las tecnologías informáticas y su potencial para el análisis y creación de información geoespacial, generaron la necesidad de su normalización. En tal sentido, las normas ISO TC 211 - 19100 constituyen las bases conceptuales de la calidad de datos y definen cómo describir, bajo estándares de calidad, la Información Geográfica, sus metadatos y especificaciones. Según Ariza Lopez & Rodriguez Pascual (2008) las normas dan la posibilidad de realizar procesos de creación y gestión de información geoespacial que sean repetibles y controlables y permiten materializar mecanismos de intercambio, interoperabilidad y distribución de IG digital. De esta forma, se busca no duplicar esfuerzos en la producción y garantizar la calidad de la información.

Las Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) se crearon con el objetivo de permitir el acceso a datos, productos y servicios geoespaciales por parte de aquellos que deben tomar decisiones "…*en los actos de gobierno, planes de desarrollo, ordenamiento territorial, prevención y atención de desastres, manejo de recursos naturales, defensa y seguridad, actividades productivas, entre otros*" (Geraldi, A. M., et al., 2022). Para ello, son publicados en Internet bajo estándares y normas, asegurando su interoperabilidad y la normalización para su uso.

El Catálogo de Objetos Geográficos, permite que los productores y usuarios de la IG definan y caractericen su información en un lenguaje común que garantice la interoperabilidad. En tal sentido, el catálogo de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA) presenta la normalización de todos los Objetos Geográficos (OG) de los cuales se reconoce su existencia en el ámbito de la República Argentina y brinda recomendaciones para agregar nuevos objetos. Por su parte, la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB) busca promover la publicación de IG y generación de geoservicios, de manera eficiente y estandarizada. Asimismo, al tratarse de un nodo IDE universitario, pretende potenciar el manejo interoperable de la información- conocimiento geográfica producida en el ámbito de la Universidad Nacional del Sur (UNS) y su área de influencia del Sudoeste Bonaerense. Con esta premisa se realiza la normalización y estandarización de toda la IG que genera y gestiona la IDESoB. Sin embargo, existen OG que surgen específicamente en estudios e investigaciones realizadas en el área de influencia de la Universidad, el Sudoeste Bonaerense. De este modo, se propone como objetivo de trabajo presentar a la comunidad la metodología utilizada en el ámbito de la IDESOB para integrar la IG, que no se encuentra

definida, al catálogo de objetos. A modo de ejemplo, se desarrolla la normalización de la capa vectorial “Carbono Almacenado por Hectárea”.

## 2. METODOLOGÍA

### PROTOCOLO DE NORMALIZACIÓN DE DATOS GEOGRÁFICOS EN FORMATO VECTORIAL

Para la normalización de los datos geográficos producidos en el marco de la IDESoB, el Grupo de Información Geoespacial cuenta con un informe técnico en el cual se detallan los pasos a seguir para la catalogación de OG.

El primer paso que debe realizar, todo usuario del Catálogo, es definir si la información geoespacial que desea catalogar corresponde a un OG o a un atributo de un OG ya existente. Se entiende por objetos geográficos (OG) a las “abstracciones de elementos del mundo real asociados a una posición geográfica y temporal, respecto a los cuales se recolectan datos” (IDERA, 2019) y a los atributos, como “características propias que describen e informan sobre los OG, tomando valores individuales en cada instancia del objeto” (IDERA, 2019). Para ello, es necesario que el usuario verifique el Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA y el Catálogo de Objetos Geográficos de la IDESoB. En el primero se encuentran los OG de los cuales se reconoce su existencia en el ámbito de la República Argentina y en el segundo, IG no contemplada en el primero y que surge de estudios e investigaciones en el ámbito del Sudoeste Bonaerense. Este último, mantiene la estructura propuesta por IDERA (colores e hipervínculos) que facilitan la utilización del documento.

En los casos, en que la información geoespacial corresponda con un objeto geográfico ya catalogado, el usuario debe normalizar la tabla de atributos de su capa de información en función de las características propias que describen e informan ese OG. En caso contrario, el Grupo de Información Geoespacial de la IDESoB se reúne con la finalidad de catalogar y normalizar la nueva información geoespacial presentada.

El siguiente flujo de trabajo refleja el proceso de trabajo empleado, desde la presentación de nueva información geoespacial, pasando por su catalogación y control de calidad y finalmente su publicación:

1. Definir con el creador del dato, el alcance y objetivo para el cual se elaboró.
2. Completar la plantilla correspondiente, en función del perfil de objeto o atributo que se necesita normalizar.
3. Actualizar el Catálogo de Objetos Geográficos de la IDESoB y cargar el perfil del OG/atributo a la IDESoB.
4. Informar al creador del dato, la nueva normalización para que modifique la tabla de atributos de la capa. Debe, además, revisar si cumple con los

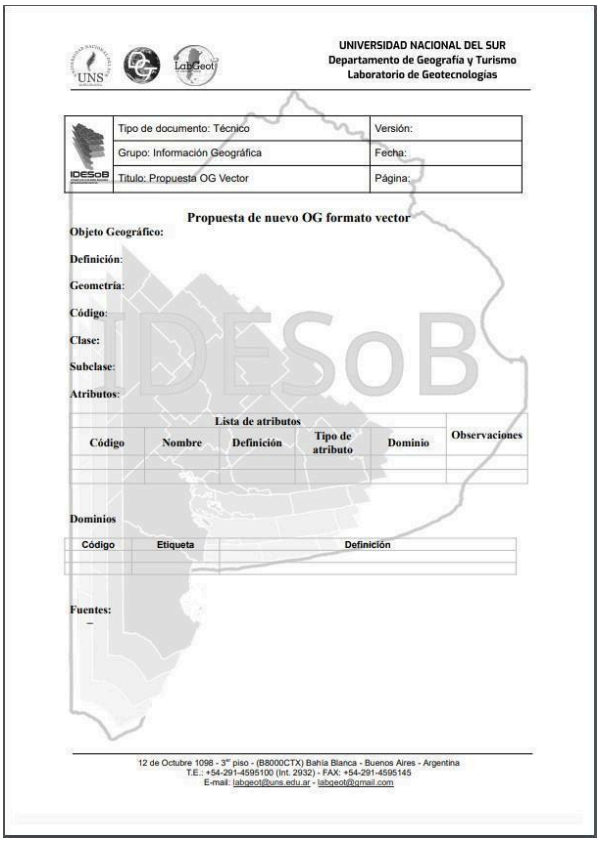
estándares de calidad de la información requeridos por la IDESoB.
5. Completar y publicar los metadatos del recurso en el Catálogo de IG de la IDESoB.
6. Cargar de la Información Geográfica en el Geoportal de la IDESoB y publicación de los geoservicios.

Entre cada uno de los pasos mencionados, se realizan actividades de testeo y control, por parte de los encargados de los grupos de trabajo, a fin de asegurar la calidad de la información geográfica y su correcta manipulación.

## 2.1. PERFIL DEL OBJETO GEOGRÁFICO

La catalogación de un nuevo objeto geográfico consiste en definir el perfil del mismo según criterios internacionales (ISO TC 211 - 19110). Para ello, el primer paso es definir su alcance y significado. En consecuencia, se realiza un debate entre el grupo de trabajo y el creador del dato, donde se revisan las fuentes consultadas para su creación y se establece el objetivo para el cual fue creado.

Posteriormente, se consulta el diccionario elaborado por el "Digital Geographic Information Working Group" (DGIWG) denominado "Feature Data Diccionary" (DFDD) con el fin de determinar si el OG a catalogar se encuentra definido en el diccionario. De ser así, se utiliza la catalogación propuesta por el DFDD como guía, dado que en él se indican la clase y subclase a la que pertenece el OG. Adicionalmente, propone ciertos atributos que pueden ser utilizados.


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
Departamento de Geografía y Turismo
Laboratorio de Geotecnologías

| | |
|---|---|
| Tipo de documento: Técnico | Versión: |
| Grupo: Información Geográfica | Fecha: |
| Titulo: Propuesta OG Vector | Página: |

Propuesta de nuevo OG formato vector

Objeto Geográfico:
Definición:
Geometría:
Código:
Clase:
Subclase:
Atributos:

Lista de atributos

| Código | Nombre | Definición | Tipo de atributo | Dominio | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |

Dominios

| Código | Etiqueta | Definición |
|---|---|---|
| | | |

Fuentes:
–

12 de Octubre 1098 - 3er piso - (B8000CTX) Bahía Blanca - Buenos Aires - Argentina
T.E.: +54-291-4595100 (Int. 2932) - FAX: +54-291-4595145
E-mail: labgeot@uns.edu.ar - labgeot@gmail.com

Figura 1: Informe técnico para la normalización de datos vectoriales

En los casos, en que la IG no pueda ser clasificada dentro del catálogo de la DFDD se aplica una búsqueda exhaustiva de dicha información en otros Catálogos de Objetos Geográficos ya existentes como, por ejemplo, el Catálogo de Objetos Geográficos y Símbolos Multiescala del Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH). Caso contrario, se debate entre los integrantes del grupo de trabajo los alcances y limitaciones de dicha información definiendo, para el mismo, la clase y subclase a la que pertenece y los atributos y dominios que debe contemplar.

La IDESoB como nodo universitario tiene la visión de potenciar el manejo interoperable de la información y conocimiento geográfico, el cual incluye no sólo publicar la IG y geoservicios sino compartir el proceso de construcción de los mismos. Para ello, se exige la elaboración de un informe técnico (Figura 1) en el cual se registre el proceso de catalogación de los nuevos OG en el ámbito del sudoeste bonaerense, con el fin de ser publicado para su visualización por todos los usuarios de la IDESoB. El objetivo del mismo es el debate y enriquecimiento del proceso de construcción de nuevos OG y atributos que faciliten la interoperabilidad de la información geográfica. Es por ello, que se deja registro del nombre del objeto geográfico, su definición, la clase y subclase a la que pertenece, el código numérico con el cual se identificará dentro del Catálogo de Objetos Espaciales de la IDESoB, la geometría utilizada para su representación y los atributos y dominios con los que cuenta. De igual forma, se deben registrar todas las fuentes consultadas a la hora de la construcción del OG y de su posterior catalogación.

## 3. RESULTADOS

Debido al tipo de Información Geográfica (IG) que maneja un nodo universitario, como es la IDESoB, y considerando que la estructura del catálogo a escala nacional no comprende varios objetos que corresponden al área de incumbencia del Sudoeste Bonaerense, el Grupo de Información Geoespacial se propone y/o modifica clases, subclases, objetos geográficos y atributos.

A partir de la metodología mencionada en el protocolo de catalogación de objetos geográficos, se presenta a modo de ejemplo, la catalogación del objeto geográfico: carbono por hectárea. El mismo corresponde a un nuevo OG en el marco de la IDESoB, el cual se fundamenta en la estructura propuesta por IDERA y los criterios internacionales (ISO TC 211 - 19110).

## CASO DE APLICACIÓN: CARBONO POR HECTÁREA

Para explicar el trabajo realizado se tomó como ejemplo el objeto *Carbono almacenado por ha*. La información geoespacial fue elaborada a partir de un trabajo de investigación en el marco de la tesis “Análisis de los cambios en los

usos y coberturas de los suelos de Villarino y Patagones para la preservación de Servicios Ecosistémicos" (Palmeyro, 2021).

La estimación de carbono almacenado por hectárea se sustentó en el Kit TESSA (Toolkit for Ecosystem Service Site-based Assessment). Un conjunto de métodos desarrollado por BirdLife International en conjunto con otras universidades y organizaciones. Está compuesto por una serie de procedimientos que guían al usuario mediante métodos, apéndices y notas de guía para obtener los distintos parámetros que sirven para evaluar escenarios de conservación. El almacenamiento de carbono se determinó a partir de los cuatro hábitats más representativos. Estos fueron seleccionados teniendo en cuenta la escala, la información disponible y la consulta a expertos. Los mismos son: Arbustos cerrados, Arbustos abiertos, Pastizales y Cultivos. Con el objetivo de incorporar dicha información geográfica a la Infraestructura de Datos Espaciales se procedió a aplicar el protocolo de normalización y el flujo de trabajo detallados en apartados anteriores.

Como primer paso, se describió el concepto al que hace referencia el nuevo objeto geográfico. En este sentido, se entiende por "Carbono por hectárea" al Valor *estimado de carbono almacenado, por hectárea, el cual se compone por las reservas de carbono en la biomasa aérea, en la biomasa subterránea, en la madera muerta y hojarasca y en el suelo.*

Luego, se definió el código con el cual se identificará dentro del catálogo de objetos de la IDESoB. Para ello, se identificó la clase y la subclase a la que pertenece este OG. Con respecto, a la primera corresponde a la clase BIOTA: *Comprende los objetos geográficos asociados a la distribución de los seres vivos (IGN, 2015).* Considerando que el nuevo OG no se adapta a las subclases presentadas por IDERA (Tabla I), se procedió a incorporar una nueva categoría: FLORA (08). Esta subclase se encuentra en el DFDD (2012) con el código 08 y está formado por objetos geográficos relacionados con miembros del Reino Vegetal (Tabla II).

| COD | CLASE | COD | SUBCLASE | CONTENIDO |
|---|---|---|---|---|
| 06 | **BIOTA** | 0601 | **ÁREAS DE CULTIVO** | Objetos geográficos relacionados a áreas terrestres cultivadas y / o manejadas (LCCS FAO, INTA). |
| | | 0602 | **ÁREAS DE** | Objetos geográficos referidos a áreas naturales y |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | **VEGETACIÓN NATURAL HERBÁCEA** | seminaturales con vegetación herbácea. Estas áreas pueden ser de vegetación predominantemente terrestre o predominantemente acuáticas (LCCS FAO, INTA). |
| | | 0603 | **ÁREAS DE VEGETACIÓN NATURAL ARBÓREA** | Objetos geográficos referidos a áreas naturales y seminaturales con vegetación arbórea. Estas áreas pueden ser de vegetación predominantemente terrestre o predominantemente acuáticas (LCCS FAO, INTA). |
| | | 0609 | **ÁREAS DE VEGETACIÓN NATURAL ARBUSTIVA** | Objetos geográficos referidos a áreas naturales y seminaturales con vegetación arbustiva. Estas áreas pueden ser de vegetación predominantemente terrestre o predominantemente acuáticas (LCCS FAO, INTA). |

Tabla I: Subclases de la clase BIOTA (IDERA)

Finalmente, se definió el código único del OG como 060801 dado que corresponde al primer objeto (01) de la nueva subclase flora (08) de la clase biota (06).

| COD | CLASE | COD | SUBCLASE | CONTENIDO |
|---|---|---|---|---|
| 06 | **BIOTA** | 0608 | **FLORA** | Este Subgrupo está formado por objetos geográficos relacionados con miembros del Reino Vegetal. |

Tabla II: Nueva Subclase FLORA. Elaborado por Arias Johanna. 2023

A continuación, se desglosa la lista de atributos (Tabla III) que pertenecen al OG Carbono por hectárea. Los atributos CHA (carbono almacenado por hectárea) y HAB (hábitat según TESSA) fueron creados desde cero, dado que constituyen características propias que describen e informan este objeto geográfico. Asimismo, se incluyeron los atributos FDD (fecha) y SAG (autoridad de fuente).

En el caso de CHA, corresponde a un tipo de atributo numérico sin valores de dominio. Por el contrario, HAB hace referencia a las categorías utilizadas por TESSA, por lo cual, cuenta con valores de dominio que indican las clases que puede tomar dicho atributo (Tabla IV).

| Lista de atributos | | | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|---|
| **Código** | **Nombre** | **Definición** | **Tipo de atributo** | **Dominio** | |
| **CHA** | Carbono almacenado por hectárea | Valor promedio, por hectárea, del carbono almacenado de cada hábitat. | Numérico | No | - |
| **HAB** | Hábitat según TESSA | Clasificación de hábitat dominados por árboles según TESSA | Cadena de caracteres | Si | - |
| **FDD** | Fecha | Indicación de la fecha que indica el día, mes y año de toma del dato fuente. | Fecha | NO | dd-mm-aaaa |
| **SAG** | Autoridad de fuente | Nombre de la autoridad responsable de la información utilizada. | Cadena de caracteres | NO | Texto libre |

Tabla III: Lista de atributos de OG Carbono por hectárea. Elaborado por Arias Johanna, 2023.Valores de dominio de Hábitat según TESSA (HAB)

| Código | Etiqueta | Definición |
|---|---|---|
| **-1** | Información no disponible | Cuando no se dispone o no se tiene certeza de los datos. |
| **1** | Bosque perenne de acículas | Tierras dominadas por árboles con un porcentaje de cobertura de copas >60% y una altura superior a 2 metros. Casi todos los árboles permanecen verdes todo el año. Las copas nunca sin follaje verde. |
| **2** | Bosque perenne de hojas latifoliadas | Tierras dominadas por árboles con un porcentaje de cobertura de copas >60% y una altura superior a 2 metros. Casi todos los árboles permanecen verdes todo el año. Las copas nunca se encuentran sin follaje verde. |
| **3** | Bosques caducifolios de acículas | Tierras dominadas por árboles con un porcentaje de cobertura de copas >60% y una altura superior a 2 metros. Consisten en comunidades arbóreas estacionales de acículas con un ciclo anual de periodos de crecimiento y pérdida de follaje. |

| | | |
|---|---|---|
| **4** | Bosques caducifolios de frondosas | Tierras dominadas por árboles con un porcentaje de cubierta de copas >60% y una altura superior a 2 metros. Consisten en comunidades arbóreas latifoliadas estacionales con un ciclo anual de crecimiento y pérdida de follaje. |
| **5** | Bosque mixto | Terrenos dominados por árboles con un porcentaje de cubierta de copas >60% y una altura superior a 2 metros. Consisten en comunidades arbóreas con mezclas o mosaicos intercalados de los otros cuatro tipos de cubierta forestal. Ninguno de los tipos de bosque supera el 60% del paisaje. |
| **6** | Arbustos cerrados | Terrenos con vegetación leñosa de menos de 2 metros de altura y con una cubierta de arbustos >60%. El follaje puede ser de hoja perenne o caduca. |
| **7** | Arbustos abiertos | Terrenos con vegetación leñosa de menos de 2 metros de altura y con una cubierta de arbustos de entre el 10 y el 60%. El follaje de los arbustos puede ser de hoja perenne o caduca. |
| **8** | Sabanas leñosas | Tierras con sistemas herbáceos y otros sistemas de sotobosque y con una cubierta forestal de entre el 30 y el 60%. La altura de la cubierta forestal supera los 2 metros. |

Tabla IV: Valores de dominio del atributo HAB. Elaborado por Arias Johanna, 2023.

Como último paso, se incorporó el nuevo OG al Catálogo de Objetos Geográficos de la IDESoB siguiendo el formato antes mencionado. Para finalizar el proceso de normalización, el creador del dato, es el encargado de modificar la tabla de atributos de su IG siguiendo la catalogación presentada.

En simultáneo los creadores de datos deben contemplar el registro de toda información relevante que pudiese incorporarse en los metadatos. Como se mencionó anteriormente, el metadato de cada recurso se publica en el catálogo de metadatos, específicamente en el Catálogo de Información Geográfica del Sudoeste Bonaerense (Figura 2). La generación de metadatos y su posterior publicación se lleva adelante por el Grupo de Metadatos de la IDESoB en cumplimiento del “Plan de Acción para la catalogación de Metadatos”, documento técnico que especifica etapas, roles, acciones, tareas y metodologías dentro del equipo de la IDESoB, como también, docentes, becarios, investigadores, etc. externos que requieran publicar sus recursos. Una vez cumplido el proceso, los usuarios disponen de información descriptiva de los recursos, la cual no solo incluye los parámetros mínimos que establece IDERA, sino también, referencias al Catálogo de Objetos Geográficos de la IDESoB, geoservicios, entre otras, que hacen a la calidad de la IG publicada.

Figura 2: OG catalogado y publicado en el Catálogo de IG de la IDESoB

Finalmente, se realizó la carga de la IG para su visualización en el Geoportal de la IDESoB: https://geoportal-idesob.uns.edu.ar/geoportal (Figura 3). También se pone a disposición para su consumo por cualquier software o plataforma que permita la interacción con los estándares WMS/WMTS, WFS y WCS.

Esta propuesta permite incorporar valor agregado a proyectos desarrollados en el entorno académico-científico. Por otro lado, permite ser el puntapié inicial para aquellos nodos universitarios que están desarrollando su propio catálogo y da lugar al intercambio de experiencias para lograr un trabajo en conjunto. Actualmente, la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense cuenta con 13 nuevos objetos geográficos en formato vectorial, con sus respectivos lista de atributos y valores de dominio y, 6 objetos geográficos en formato ráster. Adicionalmente, a partir de recopilación de bibliografía y experiencias en otras IDE´s se elaboró una nueva clase y se incorporaron 4 nuevas subclases.

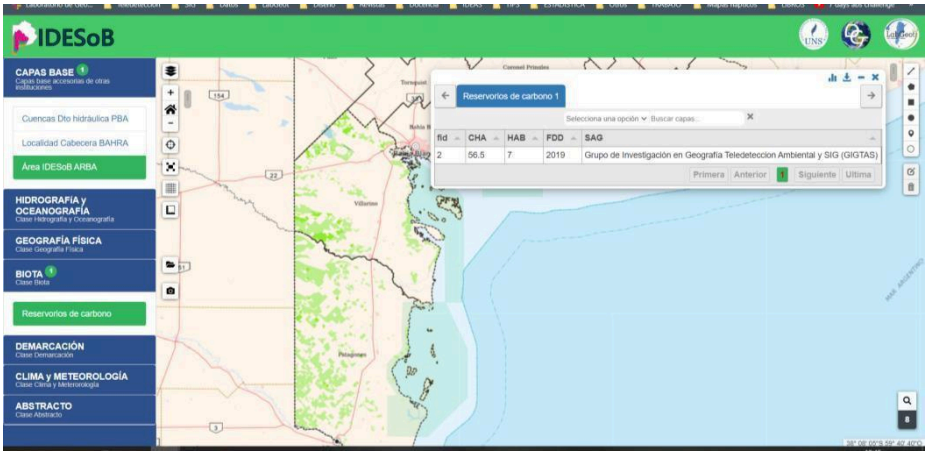



Figura 3: Capa cargada en el Geoportal de la IDESoB.

## 4. CONCLUSIONES

Al estandarizar y normalizar la información geoespacial es posible alcanzar altos estándares de calidad, interoperabilidad y eficiencia en el uso de la información geográfica, como también, socializar con la comunidad.
En este documento se presentó una metodología para la catalogación de objetos geográficos vectoriales que no se encuentren dentro del catálogo de objetos de IDERA. Al respecto, el documento permite cumplir con una de las premisas necesarias para garantizar la calidad de la IG y su interoperabilidad. Además, se complementa con la visión de la IDE del Sudoeste Bonaerense de no solo publicar la IG y los geoservicios, sino también los procesos de construcción de los mismos. La metodología propuesta en esta ponencia es el resultado de la práctica propia del grupo de información geoespacial y del acatamiento a distintas normas, estandarizaciones y protocolos ya establecidos con la finalidad de garantizar la interoperabilidad y calidad de la IG. La finalidad de la misma fue la de establecer para los creadores y usuarios de información geoespacial una serie de pasos a seguir para la normalización de datos vectoriales no existentes en el catálogo de IDERA.

El trabajo en equipo y la experiencia adquirida durante este tiempo de trabajo por parte del grupo de información geoespacial de la IDESoB dio lugar a la reconsideración de conceptos y definiciones sobre la IG que no habían sido atendidas hasta el momento. Teniendo en cuenta los objetos ya presentes en el catálogo de IDERA, se considera de vital importancia el establecimiento de una metodología a seguir para la catalogación de objetos no existentes en el mismo, considerando que es probable que esto ocurra debido a que es imposible tabular la totalidad de posibles abstracciones del mundo real. En otras palabras, un catálogo muestra un conjunto finito de posibles objetos, pero deja por fuera a las creaciones de IG correspondientes a muchos objetos existentes en la realidad. La metodología aquí utilizada permitió normalizar una capa de un objeto geográfico ausente en el catálogo de IDERA, con una documentación de respaldo acorde a normas y estandarizaciones nacionales e internacionales, que facilite la comprensión e interoperabilidad del recurso.

## AGRADECIMIENTOS

A los integrantes del Laboratorio de Geotecnologías por la predisposición a participar y colaborar activamente en el desarrollo de este documento.

## FINANCIAMIENTO

El trabajo pertenece al Proyecto de Investigación PGI: “Aplicación de Tecnologías de la información Geográfica al estudio integral y comparativo de

problemáticas ambientales. Segunda Parte". 2020 - 2024 (Código. 24/ZG14)

**REFERENCIAS**

ANGELES, A. M. GERALDI, F. G. BARRAGÁN, J. AGUERO, L. LAFEUILLADE, I. LOYRA, V. H. PEÑAS, N. VIDAL QUINI. (2016) "Institucionalización de la Infraestructura de datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense IDESoB". 3º Jornadas de Tecnología de Información Geográfica del Sur Argentino

ARIAS, J.; GERALDI, A. M., ANGELES, G. Y LAFFEUILLADE, L. M. (2017) "La aplicación de GeoNetwork para carga de metadatos de la infraestructura de datos espaciales del Sudoeste Bonaerense (IDESoB)". XII Jornadas de IDERA. San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca.

ARRIZO LÓPEZ, F. J. Y RODRIGUEZ PASCUAL, A. F. (2008). Introducción a normalización en información geográfica: la familia ISO 19100. Grupo de Investigación en Ingeniería Cartográfica. Universidad de Jaén. E-23071-Jaén (España). ISBN: 978-84-612-2075-5. Disponible en: http://coello.ujaen.es/asignaturas/pcartografica/recursos/introduccionnormalizaci on_ig_familiaiso_19100_v2.pdf

BARRAGÁN, F. G.; GERALDI, A. M.; ARIAS, J. G.; ANGELES, G. J.; VIDAL QUINI, N. E.; LAFFEUILLADE, L. M.; LOYRA, I.; AGÜERO, J. Y PEÑAS, V. H. (2017) "Avances en la Infraestructura de datos espaciales del Sudoeste bonaerense". XII Jornadas de IDERA. San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca.

BARRAGÁN, F; AGÜERO, J.; PEÑAS, V.; ANGELES, G.; GERALDI, A.; VIDAL QUINI, N.; LAFFEUILLADE, L. Y LOYRA, I (2016). "Arquitectura de la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense -IDESoB-" Terceras Jornadas de Tecnologías de la Información Geográfica del Sur Argentino. Universidad Nacional del Sur. Bahía Blanca.

DGIWG Feature Data Dictionary (DFDD). (2012). Baseline Versión 2.00. Disponible en: https://www.dgiwg.org/FAD/

GERALDI, A. M.; BARRAGÁN, F. G.; ARIAS, J. G.; LAFFEUILLADE, L. M; MARTÍNEZ, F.; POTOKI, L.; MARTÍNEZ, G.; PALMEYRO, L.; PEÑAS, V. H. Y VIDAL QUINI, N. E (2022). Infraestructura de datos espaciales del sudoeste bonaerense (IDESoB). Componentes operativos y fundamentos

normativos en Nodo Ide Universitario. XVI Jornadas IDERA. Córdoba. https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6090

IDERA (2019). Estructura del Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA. Versión 2. Disponible en: https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/catalogo/Catalogo_IDERA_V 2_marzo2019.xls

IDERA (2019). Estructura del Catálogo de Objetos Geográficos de IDERA. Versión 2. Disponible en: https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/catalogo/Descripcion_Catalo go_IDERA_V3.pdf

IDERA (2022). Descripción de datos básicos y fundamentales. Versión 3. Disponible en: https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/catalogo/Descripcion_DByF_ V3.0_IDERA_2022.pdf

IDESoB (2023). Estructura del Catálogo de Objetos Geográficos de IDESob. Versión 2. Disponible en:

IGN (2015). Descripción del Diccionario y catálogo de Objetos del Instituto Geográfico Nacional. República Argentina. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/18SGxAbVM-NnfxQb3FvGJ9oJhApNrfWwD/view

IPGH (2021). Catálogo de objetos geográficos y símbolos multiescala. Versión 1.2. Disponible en: http://publicaciones.ipgh.org/publicacionesocasionales/CATALOGO-DE-OBJETOS-GEOGRAFICOS-Y-SIMBOLOS-MULTIESCALA-V.1.2.pdf

KUMAR, N (2000) Automation and Democratization of Cartography: An Example of a Mapping System at CEM, University of Durham. The Cartographic Journal, 37:1, 65-77, DOI: 10.1179/caj.2000.37.1.65

PALMEYRO, L. (2021). Análisis de los cambios en los usos y coberturas de los suelos de Villarino y Patagones para la preservación de Servicios Ecosistémicos. Universidad Nacional del Sur. Departamento de Geografía y Turismo (Tesis de Grado). Disponible en: https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6090

PEH, K. S.-H., et al. (2017) Toolkit for Ecosystem Service Site-based Assessment (TESSA). Versión 2.0 Cambridge, UK. Disponible en: http://tessa.tools/

# Aproximaciones a una metodología participativa para el mapeo de espacios verdes en Santa Rosa, La Pampa

Pablo Ermini[1], Tomás Pagella[2], Micaela Pascucci[3]

[1]Agencia de Extensión Rural Santa Rosa (La Pampa), Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria ermini.pablo@inta.gob.ar
[2]Municipalidad de Santa Rosa
[3]Colegio de Arquitectos de La Pampa (CALP)

**Resumen:** Los espacios verdes tienen gran potencial para mejorar la calidad de vida de la población, sus funciones son cada vez más valoradas en el actual contexto de crisis socio-ambiental. Sin embargo, un debilitamiento de la planificación estatal, que haga frente al interés exclusivo de la renta económica, no contribuye a conservar y mejorar la generación de los múltiples bienes y servicios que pueden brindar los espacios verdes urbanos y periurbanos. La producción de información a través de métodos participativos, es un aporte a una planificación que fortalezca el derecho a la ciudad. En base a datos cartográficos recabados de estudios previos, se realizaron entrevistas a informantes clave, y con el uso de Google Earth se localizaron y reconocieron espacios de interés. La relevancia del trabajo radica en la detección y la valoración de espacios verdes urbanos y periurbanos a través de un mapeo participativo. Se obtuvo cartografía de espacios verdes en los que se identifican áreas adicionales a las formalizadas y una calificación según funciones socio-ambientales. El estudio arroja una cantidad importante de espacios verdes que podrían estar incluidos en la planificación. Se concluye relevante su detección con el fin de protegerlos, conservarlos y aumentar las inversiones públicas.

**Palabras Clave:** ORDENAMIENTO TERRITORIAL, DERECHO A LA CIUDAD, POLÍTICAS PÚBLICAS, CARTOGRAFÍA SOCIAL

## 1. INTRODUCCIÓN

América Latina es una de las regiones en el mundo con mayor tendencia a la urbanización, más del 80% de la población vive en áreas urbanas. En ese marco, Argentina es el país más urbanizado de la región y alcanzó un 92% de su población viviendo en ciudades (UN-Habitat, 2012).

En las últimas décadas, las ciudades argentinas, tuvieron un vertiginoso crecimiento caracterizado por una *falta* de planificación, con débil participación de las entidades públicas y que representan las demandas sociales, y en adición, una muy desigual relación de fuerzas entre los intereses privados y las posibilidades de regulación por parte de las administraciones del estado en todos sus niveles. Estas condiciones generaron un aumento de la fragmentación socio-espacial, acentuaron las desigualdades sociales, la marginación socioeconómica y la pobreza (Kessler & Assusa, 2020). De esa manera, los procesos de planificación de las ciudades en Argentina han cobrado cada vez más protagonismo en las demandas de numerosos sectores, por su importancia para lograr superar los más acuciantes problemas urbanos y rurales (Reese, 2006).

La expansión de la mancha urbana se manifiesta como un fenómeno que avanza hacia las áreas de borde transformando suelo rural para uso residencial y al mismo tiempo completando espacios no urbanizados en el interior de la mancha urbana. En general estas transformaciones son dirigidas por intereses inmobiliarios que esperan maximizar la renta y no contemplan aspectos socio-ecológicos (Moretto & Zalazar, 2014).

En ese marco, se identifican estos conflictos territoriales que se dirimen en disputas por la producción del espacio urbano y el acceso a bienes y servicios que proveen los espacios verdes en áreas urbanas y periurbanas. Los espacios verdes en las ciudades son de suma importancia como herramientas para promover la salud y el bienestar humano a partir de estilos de vida activos en contacto con la naturaleza. Sin embargo, la presión inmobiliaria sobre el suelo urbanizable y la poca eficacia de los procesos de planeamiento cómo instrumento regulador, hace disminuir la cantidad y calidad de los espacios verdes.

“Planificadores y decisores políticos se enfrentan a una disyuntiva. Por un lado, promover la densidad habitacional que haga viable y sostenible la inversión necesaria, pública y privada, para la provisión de servicios básicos de calidad que alcance a toda la población. Por otra parte, garantizar la presencia y accesibilidad de espacios verdes, fundamentales para evitar la degradación ambiental: previenen la formación de islas de calor al interrumpir la masa construida, absorben precipitaciones evitando inundaciones, y mejoran la calidad del aire” (Rodriguez & Vazquez Brust, 2020, p. 6)

A esto se suma que, los sectores más vulnerables de la población sufren las inequidades en el acceso a estos bienes comunes, como los espacios verdes de uso público urbanos y periurbanos (Otero & Rossi, 2022; Rigolon et al., 2018).

Los espacios verdes son áreas que se encuentran en la trama interna o en los bordes de la mancha urbana, siempre están delimitados y los caracteriza la presencia de vegetación herbácea, arbustiva y/o arbórea, nativa y/o exótica. Su definición, que no está plenamente acordada por organismos oficiales, se hace presente en algunas normativas que regulan los procesos de producción de ciudad, a veces de manera difusa, y su relevancia es poco apreciable (Carponi

et al., 2020).

Los servicios ecosistémicos que brindan los espacios verdes urbanos y periurbanos se comprenden en tres dimensiones: la ecológica, la social y la económica. Dentro de esas dimensiones son relevantes los servicios: filtrado del aire, regulación micro-climática, reducción del ruido, drenaje del agua de lluvia, depuración de aguas, recreación y valores culturales (Bolund & Hunhammar, 1999; Breuste et al., 2013).

La valoración de los espacios verdes urbanos y periurbanos ha ido creciendo dentro de manera significativa en la población. Los avances desde el ámbitos científicos contribuyó a comprender el potencial que tienen los espacios verdes urbanos y periurbanos para brindar múltiples beneficios a la sociedad. Se han logrado avances importantes en Argentina en metodologías para la detección remota de áreas verdes urbanas y su análisis geoespacial con enfoque en el uso de datos públicos. De igual manera, “[...] la planificación y evaluación de los efectos de espacios verdes públicos se hace difícil, en particular a escala nacional, ante la inexistencia de información oficial y completa respecto a la calidad, ubicación y extensión de las áreas verdes urbanas, así como de estudios sobre sus efectos” (Rodriguez & Vazquez Brust, 2020, p. 6). Por tal motivo, es crucial avanzar en generar más información que incluya aspectos sociales y con abordajes participativos (Brown & Kyttä, 2018).

El planeamiento urbano tradicional de Santa Rosa contempla los espacios verdes con clasificaciones que pertenecen a lógicas arquitectónicas, así puede observarse en el código urbanístico de la ciudad de Santa Rosa (Municipalidad de Santa Rosa, 2020). En este instrumento, se pueden seleccionar ciertas denominaciones de una lista que tienen que ver con su estructura y su tamaño, por ejemplo: plaza, rotonda, boulevard, entre otras. Las funciones socio-ecológicas de estos espacios no tienen resonancia dentro de esas clasificaciones, y no se han tenido en cuenta de manera más explícita en los más recientes intentos por avanzar en experiencias de planificación participativa (Ferro Moreno, 2018).

A través de este estudio, se obtuvo cartografía con avances en la identificación de espacios verdes urbanos y periurbanos de manera participativa que amplía las oportunidades de pensar otros espacios posibles.

A modo de información de base, se delimitan aquellos que son parte del equipamiento de la ciudad reconocidos como tales en estudios precedentes (Pagella, 2016). Se evidencia durante las entrevistas a informantes clave situaciones que generan dificultad para el acceso a la información pública que tiene relación con las ordenanzas correspondientes a la declaración de los espacios verdes. Algunos espacios se encuentran bajo convenios, algunos vigentes, otros vencidos, u otra situación poco regular. Por lo tanto, la formalización de los espacios es todavía un proceso no claro dentro de la administración local.

Así también, fueron cartografiados una serie de espacios que más allá de su formalidad están funcionando actualmente en la ciudad cómo áreas verdes. Se señala que la utilización de la población de estos espacios se debe a la carencia de espacios reconocidos formalmente y habilitados para tal fin, además de su calidad deficiente. Entre ellos se pueden destacar, algunos espacios que pertenecen a instituciones, organismos públicos, y otros. En algunos casos, también se identifican espacios que se encuentran sin posibilidades de acceso, pero se reconoce el potencial para uso público, un ejemplo de esto son áreas que pertenecen a las fuerzas militares o policiales.
Así también, de las entrevistas se pudo obtener una mirada crítica sobre la gestión de los espacios verdes que resalta el desequilibrio presente en los diferentes sectores de la ciudad, la brecha en calidad y mantenimiento según la ubicación y condición social de quienes lo utilizan, la falta de intervenciones por parte de una labor profesional pertinente, y que sean parte de un plan para la mejora de dichos espacios.
Se realizaron cálculos sobre la contribución que significaría para la población la adición de espacios verdes que no se encuentran formalizados como tales, pero que tienen algún tipo de funcionalidad o potencial para generar bienes y servicios.

## 2. METODOLOGÍA

La estratégia para llevar adelante el procedimiento de mapeo fue compilar datos de estudios previos para generar una capa de espacios verdes existentes en la ciudad de Santa Rosa. Los objetos cartografiados en esta etapa se establecieron cómo *espacios formalizados*, esto significa que cuentan con un reconocimiento de la administración local como espacio verde.
A partir de contar con la cartografía de base, se realizaron entrevistas a informantes claves, indagando sobre aquellos espacios que se reconocían dentro del área urbana y periurbana de la ciudad. Se establecieron así parámetros de formas para clasificarlos y una graduación de su valoración respecto al marco de servicios ecosistémicos propuesto.
Las entrevistas fueron grabadas y se recopiló información de cada una en un archivo en formato KML, el cual se utilizó para analizar y procesar la información en un sistema de información geográfica (QGIS) con el fin de obtener mapas temáticos.

## 3. RESULTADOS

La metodología propuesta fue capaz de relevar espacios verdes urbanos y periurbanos de interés, generar una valoración, pero además exponer toda una serie de problemática existente en torno a la cuestión.
Se evidenció la falta de información precisa sobre formalización de los espacios

verdes de la ciudad, y cómo esa condición tiene una alta incidencia en limitar la intervención por parte de la administración local. De este modo, se plantea una contradicción: el uso de la población alentaría la intervención, pero también estimularía la mejora de estos espacios que haría posible un aumento de la generación de bienes y servicios que brindan estos espacios a la población. Dentro de los espacios que se encuentran registrados, o con cierto grado de formalización, se detecta una amplitud importante en los niveles de conflictos que se presentan para diferentes casos: algunos sin ningún tipo de equipamiento y otros que lo poseen tienen problemas para su mantenimiento y conservación. Del mismo modo, se observa que hay un desbalance considerable que genera la presencia del Parque Recreativo Don Tomás, su importante superficie estaría significando un aporte importante en la cuantificación de espacio verde disponible para la población, y de esta manera está ocultando la falencia en el resto de la ciudad. El parque recreativo en toda su extensión, sin contar su espejo de agua, representa más de 3 veces la suma de espacios verdes de la ciudad de Santa Rosa (Figura N°1).

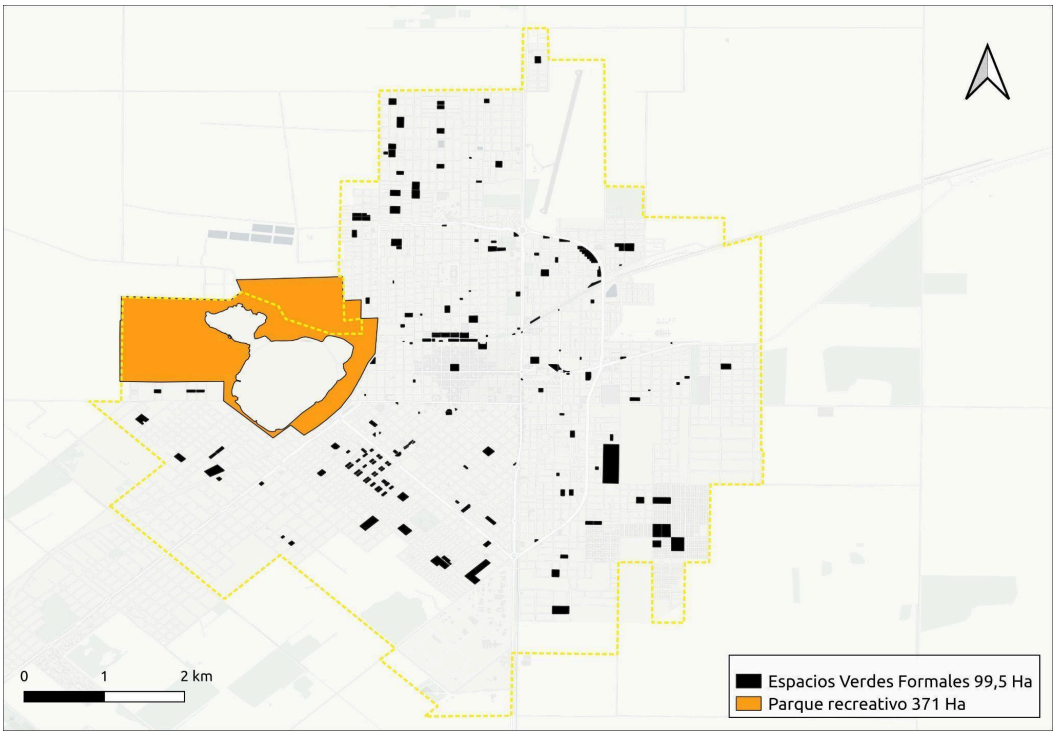



Figura 1. Cartografía con espacios verdes y en contraste el área del Parque Don Tomás
Fuente: elaboración propia con QGIS en base a Pagella T. (2016) e imágenes de Google Earth

La metodología propuesta logró detectar un área importante que no se encuentra registrada en estudios anteriores y que sería en parte la suma de una diversidad de espacios que no se encuentran formalizados cómo espacios verdes (Figura N°2). A pesar de la carencia de una normativa que los ampare, son reconocidos, se puede entender su uso actual o potencial a través de una valoración de los bienes y servicios que son capaces de generar.
Se detectaron unos treinta y uno (31) nuevos espacios verdes y esto representa una superficie adicional de doscientas treinta y cuatro (234) Ha.

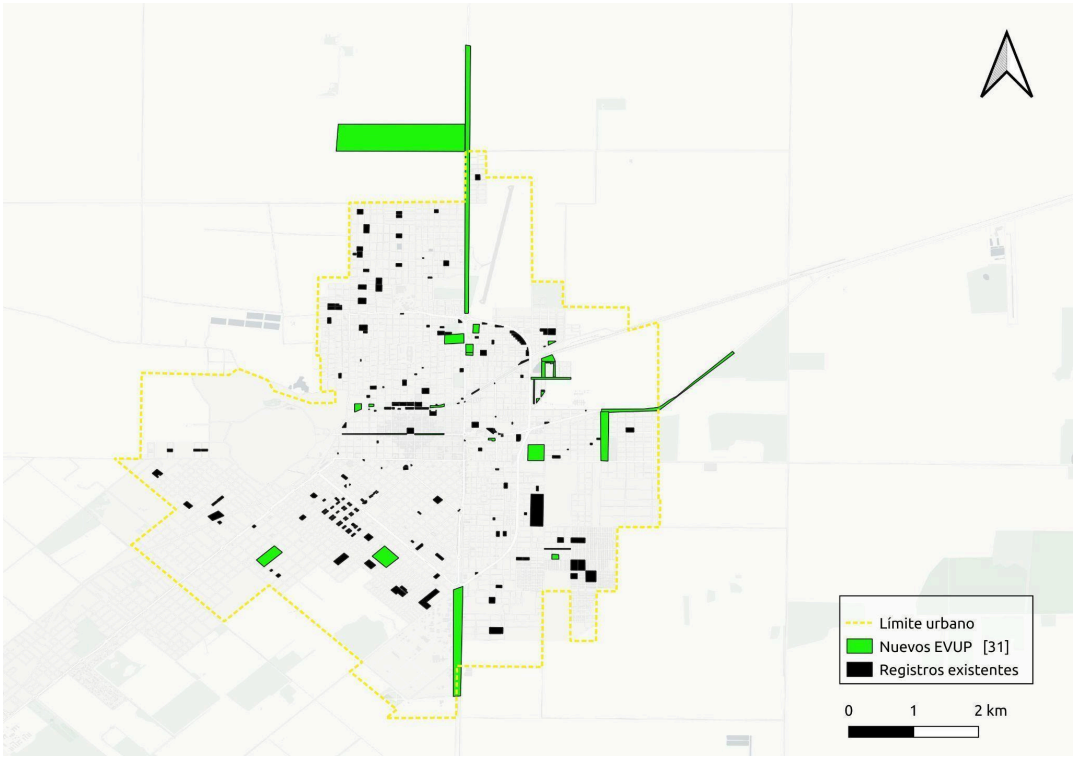



Figura 2. Nuevos espacios verdes detectados a través de las etapas participativas del mapeo
Fuente: elaboración propia con QGIS en base a Pagella T. (2016) e imágenes de Google Earth

En el mapeo efectuado se clasificaron toda la serie de objetos reconocidos según las formas que adquieren estos espacios verdes para las voces participantes, creando así una lista de *formas* posibles que pueden tener los espacios verdes de la ciudad de Santa Rosa aparte de la normativa existente (Figura N°3). Las formas propuestas tienen de alguna manera una relación con sus usos actuales y las funciones potenciales que podrían desempeñar. Por lo

tanto, se ve importante esta clasificación cómo aporte a un proceso de planeamiento urbano-rural.

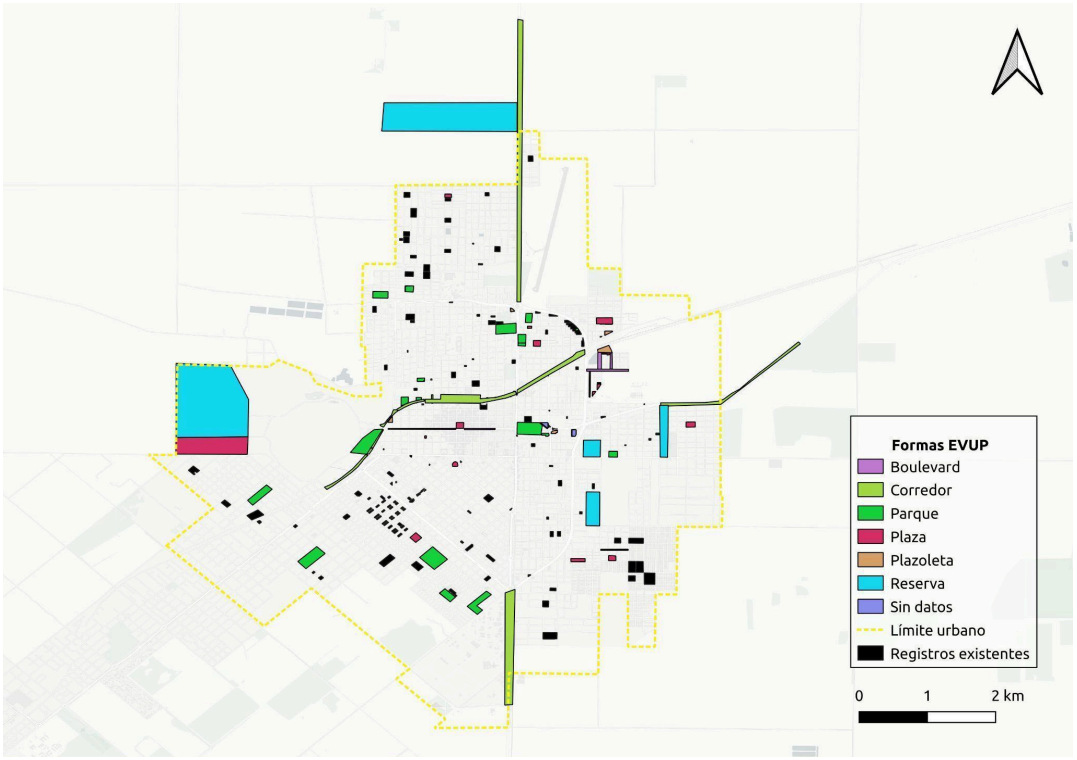



Figura 3. Clasificación de las formas de los espacios verdes según entrevistas
Fuente: elaboración propia con QGIS en base a Pagella T. (2016) e imágenes de Google Earth

También se obtuvo una clasificación de los espacios según su tipo: si son privados o públicos. En contraposición a lo que se asume generalmente, los espacios verdes de una ciudad no son siempre de carácter públicos. Más allá que, se reconocieron espacios que podrían ser *privados* y que en algunos casos se encuentran concesionados a fin de cumplir funciones de espacio verde, hay también espacios que son institucionales y que se brindan, de alguna manera, a la comunidad. Es así que, se denominaron en particular este tipo de espacios como *semi-público*. Algunos ejemplos de esto son espacios que pertenecen a asociaciones civiles y que deberían ser preservados y potenciados por algún tipo de política pública municipal. Así también, es muy importante la utilización de ciertos espacios que corresponden a banquinas de rutas de acceso a la ciudad y no poseen infraestructura acorde a las funciones que están cumpliendo.

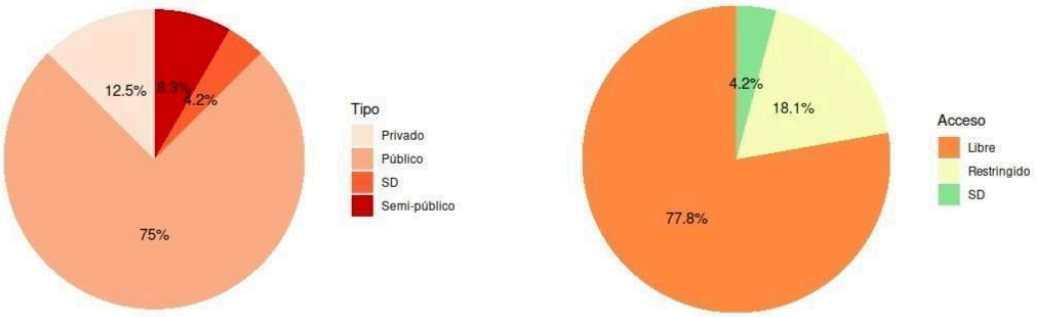



Figura 4. Superficie en porcentaje que representan diferentes tipos y acceso mapeados
Fuente: elaboración propia

Además de tener un reconocimiento, estos espacios son valorados según sus atributos con respecto a las funciones que cumplen: algunos por el *espontáneo* uso de la población para actividades recreativas, la presencia de vegetación nativa o especies de alto valor botánico, o bien por el potencial que significan en materia de otros tantos bienes y servicios que pueden entregar a la población. De esta manera, se calificaron los espacios detectados por los informantes en aquellos que estarían representando una mayor o menor importancia en la generación de cierto tipo de bienes y servicios según el agrupamiento propuesto.

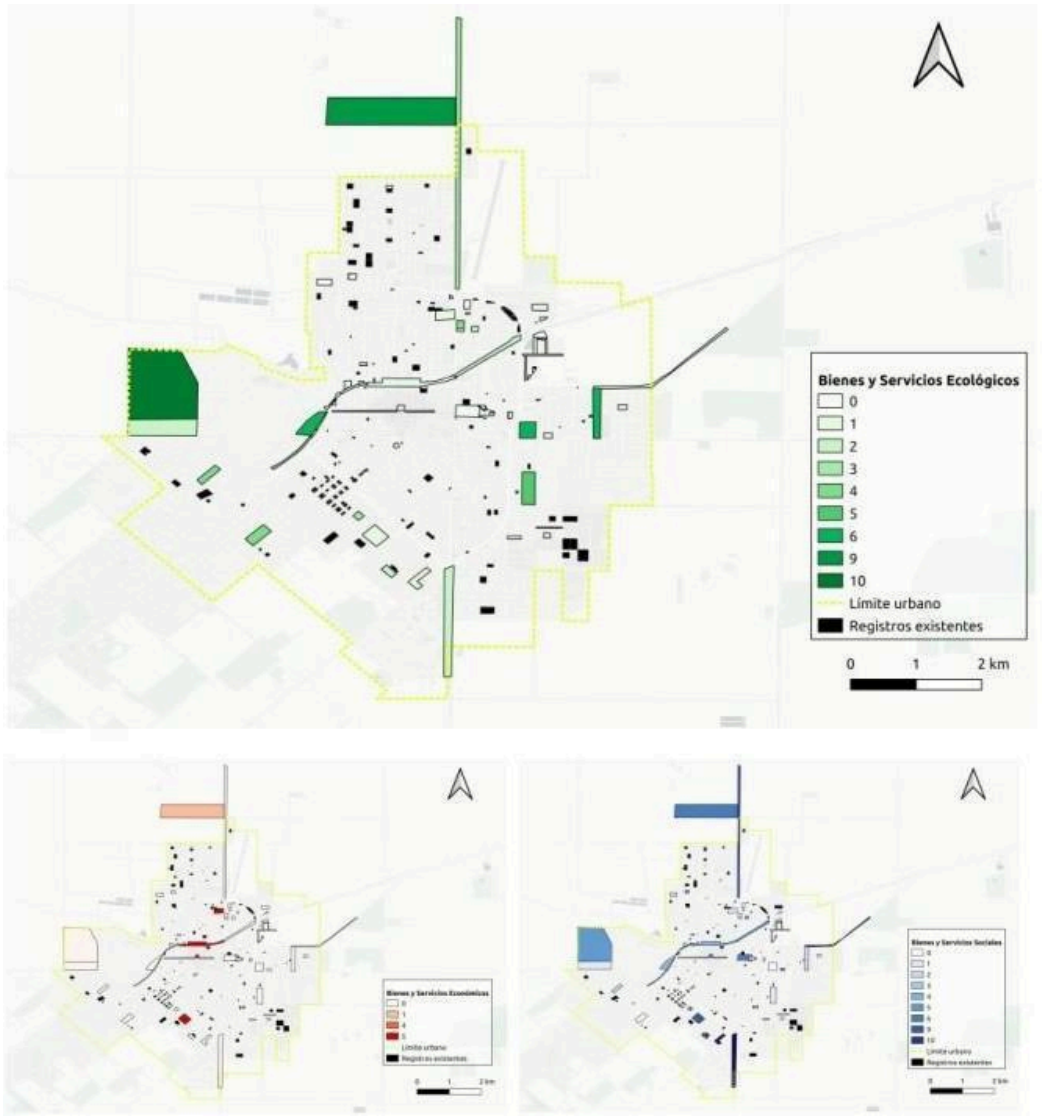



Figura 5. Cartografía que representa la calificación de los espacios verdes urbanos y periurbanos por su contribución en la dimensión ecológica, social y económica
Fuente: elaboración propia con QGIS en base a Pagella T. (2018) e imágenes de Google Earth

## 4. CONCLUSIONES

El mapeo participativo permitió incorporar información que no se encontraba registrada o disponible para contribuir a la toma de decisiones. La metodología propuesta aporta perspectivas y valoraciones que se encuentran poco

integradas en el abordaje tradicional de los espacios verdes que se hace desde las propuestas normativas y las administraciones. La metodología propuesta, además de generar información, establece la oportunidad, a quienes son entrevistadas/os, de ser parte de un proceso de construcción colectiva.
El relevamiento de espacios no formalizados que están funcionando cómo espacios verdes, y con alta valoración por parte de la población, sugiere acciones desde la administración local dirigidas a la *búsqueda* de estos espacios y su intervención, en contraposición a la *espera* de reclamos de la población y que deben ser atendidos con recursos no planificados de manera correcta.
Es importante ajustar la metodología de mapeo para llegar a una mayor diversidad de situaciones sociales.

**REFERENCIAS**

Bell, S., Montarzino, A., & Travlou, P. (2007). Mapping research priorities for green and public urban space in the UK. Urban Forestry & Urban Greening, 6(2), 103-115. https://doi.org/10.1016/j.ufug.2007.03.005

Bolund, P., & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. Ecological Economics, 29(2), 293-301. https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00013-0

Breuste, J., Schnellinger, J., Qureshi, S., & Faggi, A. (2013). Urban Ecosystem services on the local level: Urban green spaces as providers. Ekológia (Bratislava), 32(3), 290-304. https://doi.org/10.2478/eko-2013-0026

Brown, G., & Kyttä, M. (2018). Key issues and priorities in participatory mapping: Toward integration or increased specialization? Applied Geography, 95, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.04.002

Carponi, M. S., Reinoso, P. D., Butus, M. L., Martínez, M. A., Prand, M. F., Carñel, G. E., & Strauch, G. (2020). Caracterización y evaluación de los espacios verdes públicos de la ciudad de Paraná, Entre Ríos. Ciencia, Docencia y Tecnología Suplemento, 10 (10), Art. 10. https://pcient.uner.edu.ar/index.php/Scdyt/article/view/843

Ferro Moreno, S. (2018). Plan Estratégico para el desarrollo de la Ciudad de Santa Rosa 2050 (EdUNLPam, Ed.; p. 207). http://planestrategicosantarosa.com.ar

Kessler, G., & Assusa, G. (2020). Pobreza, desigualdad y exclusión social (Foro Universitario del Futuro). Jefatura de Gabinete de Ministros. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/pobreza_y_desigualdad_editado.p df

Moretto, P., & Zalazar, E. (2014). Las huellas del desarrollo inmobiliario en destinos turísticos de montaña de la norpatagonia. Estudio de caso: San Carlos de Bariloche, Prov. De Rio Negro.

Municipalidad de Santa Rosa. (2020). Código Urbanístico de la Ciudad de Santa Rosa. Actualización del código urbanístico. https://www.santarosa.gob.ar/%e2%80%8bactualizacion-del-codigo-urbanistico/

Municipalidad de Santa Rosa. (2022). Normativa y Boletines – Municipalidad de Santa Rosa. Normativas. https://www.santarosa.gob.ar/normativa-y-boletines/

Otero, A. M., & Rossi, S. (2022). (In)Equidad ambiental: Accesibilidad a espacios naturales de uso público en ciudades turísticas. Workshop «Las formas de la desigualdad social. Abordajes desde las ciencias humanas y sociales», Neuquén, 6 y 7 de Julio de 2021 (Virtual). http://rdi.uncoma.edu.ar/handle/uncomaid/16820

Pagella, T. H. (2016). Disponibilidad y situación actual de los espacios verdes de la ciudad de Santa Rosa, La Pampa. https://repo.unlpam.edu.ar/handle/unlpam/2095

Reese, E. (2006). La situación actual de la gestión urbana y la agenda de las ciudades en la Argentina. Medio ambiente y urbanización, 65(1), 3-21.

Rigolon, A., Browning, M. H. E. M., Lee, K., & Shin, S. (2018). Access to Urban Green Space in Cities of the Global South: A Systematic Literature Review. Urban Science, 2(3), Art. 3. https://doi.org/10.3390/urbansci2030067

Rodriguez, L., & Vazquez Brust, A. (2020). Atlas de Espacios Verdes de Argentina: Índices de accesibilidad y base de datos georreferenciada con los parques y plazas de las principales ciudades argentinas [Documento de trabajo]. Fundación Bunge y Born. https://www.fundacionbyb.org/_files/ugd/2aae47_b76a7c2d5cf34a91a1342bc69b b09e95.pdf?index=true

UN-Habitat (Ed.). (2012). State of Latin American and Caribbean cities 2012: Towards a new urban transition. UN-HABITAT.

# Evaluación de la completitud de las capas publicadas en IDECAT conforme a Norma ISO 19157

Fernanda E. Romero [1], Cristina I. Rivero[1,2], Marcela E. Montivero[1], Erlinda del V. Ortiz[3,4], Marcelo E. Savio[1,4]

[1]Facultad de Tecnología y Cs. Aplicadas, UNCA, Maximio Victoria 55, Catamarca, 4700, Argentina.
[2]Dirección General de Catastro (DGC), Vicario Segura 835, Catamarca, 4700, Argentina
[3]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Av. Rivadavia 1917, Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
[4]Instituto de Monitoreo y Control de la Degradación Geoambiental (IMCoDeG), Catamarca, Argentina.
e-mail: eliromero2811@gmail.com, crisisarivero@yahoo.com.ar, {mmontivero, valleortiz}@tecno.unca.edu.ar, msavio@unca.edu.ar

**RESUMEN:** En el caso de las bases de datos geográficas la compleción debe entenderse frente a unas demandas o necesidades que ha de cubrir el producto cartográfico, pero para esto es necesario completar el patrón de comparación. Por lo tanto, la compleción no es evaluada por comparación directa con el mundo real, sino frente a lo que se denomina terreno nominal.
En este trabajo se evalúa la completitud de las capas publicadas por IDECAT, mediante el estándar ISO 19157 y para obtener el terreno nominal (patrón de comparación) se utilizó la herramienta QGIS para visualizar los geoservicios y a su vez filtrar la información referida a Catamarca, con sus atributos respectivos. Se puede hablar de una compleción de los datos, la cual indica en qué medida de omisión (datos ausentes de un conjunto de datos) o comisión (datos excedentes presentes en un conjunto de datos), los objetos presentes en las bases de datos cumplen con las descripciones establecidas. Tanto los errores de omisión de objetos (compleción del objeto) como la de partes de ellos (compleción del atributo) pueden afectar a la consistencia lógica de la base de datos.

# Presentación del método semiautomático de procesamiento de imágenes satelitales de alta resolución

Verónica M. Montenegro[1], Carlos H. Albornoz[1], M. Nazarena R. Rojas[1], Franco D. Pascualone[1], Carla Celleri[1], Cecilia Porcel[1], Guillermo Toyos[2,3], Ivanna Tropper[2], Mariana Horlent[2] , Nathalie Horlent[2], Marcelo Colazo[1], Rafael Andrés Lighezzolo[1,4]

[1] Comisión Nacional de Actividades Espaciales, CONAE. CETT, Ruta C45, km 8, Falda de Cañete (X5187XAC) Córdoba. Tel: (3547) 400000.
[2] Comisión Nacional de Actividades Espaciales, CONAE. Sede Central, Av. Paseo Colón 751 (C1063ACH) Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Tel: (11) 4331-0074.
[3] CONICET Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET. Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
[4] Observatorio Hidro-Meteorológico de Córdoba. Ituzaingó 1300, Ciudad de Córdoba (X5000IJZ). Tel (351) 5656654.
{vmontenegro, albornoz, nrojas, fpascualone, ccelleri, itropper, mhorlent, nhorlent, mcolazo, alighezzolo}@conae.gov.ar,
{cperalta, gtoyos}@sec.conae.gov.ar

**RESUMEN:** El proyecto IDE-CIUDADES de la CONAE surge en respuesta a un requerimiento originado por el Ministerio del Interior, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el IGN, a través del Proyecto “GEOPortal Federal para la Gestión Local” (Programa ImpaCT.AR y su ampliación) y tiene como objetivo generar productos derivados de imágenes satelitales RGB en color real para uso de los Municipios de la República Argentina. En el marco de este proyecto, se procesaron de forma manual imágenes de alta resolución espacial (0.7 a 0.3 m) de los satélites SuperView-01 y PeruSAT (etapa 1, 2021-2022), y Pléiades y Pléiades NEO (etapa 2, 2022-2023). Durante esta segunda etapa, algunos pasos involucrados en la generación del producto final fueron automatizados con Python para lograr un procesamiento más eficiente. En este póster se presenta el trabajo realizado para la generación manual de productos RGB a partir de imágenes Pléiades y Pléiades NEO, y el desarrollo de dos programas para la semiautomatización del procesamiento. Entre las ventajas del

método semiautomático se destacan la reducción de errores humanos, el aumento de la velocidad de producción y la potencial adaptación de los códigos para su aplicación a otros tipos de imágenes satelitales.

# Productos satelitales de precipitación publicados en el GEOPortal de CONAE

Franco D. Pascualone[1], Carlos H. Albornoz[1], M. Nazarena R. Rojas[1], Ivanna Tropper[2] , Verónica M. Montenegro[1], Carla Celleri[1], Cecilia Porcel[1], Guillermo Toyos[2,3], Horlent Mariana[2] , Horlent Nathalie[2], Marcelo Colazo[1],Rafael Andrés Lighezzolo[1,4]

[1] Comisión Nacional de Actividades Espaciales, CONAE. CETT, Ruta C45, km 8, Falda de Cañete (X5187XAC) Córdoba. Tel: (3547) 400000.
[2] Comisión Nacional de Actividades Espaciales, CONAE. Sede Central, Av. Paseo Colón 751 (C1063ACH) Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Tel: (11) 4331-0074.
[3] CONICET Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET. Godoy Cruz 2290 (C1425FQB), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
[4] Observatorio Hidro-Meteorológico de Córdoba. Ituzaingó 1300, Ciudad de Córdoba (X5000IJZ). Tel (351) 5656654.
{fpascualone, albornoz, nrojas, itropper, vmontenegro, ccelleri, mhorlent, nhorlent, mcolazo, alighezzolo}@conae.gov.ar,
{cperalta, gtoyos}@sec.conae.gov.ar

**Resumen:** La teledetección satelital es una valiosa herramienta que permite obtener información de manera remota. En particular, permite caracterizar variables de origen meteorológico como la precipitación. A diferencia de los métodos tradicionales (mediciones desde estaciones meteorológicas) la estimación satelital de precipitación permite analizar diferentes escalas espacio-temporales de manera homogénea. La CONAE cuenta con los productos de precipitaciones acumuladas diarias, semanales y mensuales, disponibles para la comunidad científica y el público en general desde el año 2022. Los últimos datos disponibles pueden visualizarse en el GEOPortal o consumirse como servicios web y los históricos pueden consultarse en el GeoCatálogo de metadatos y desde allí acceder a la descarga de los archivos. Los productos se obtienen a partir de datos de la misión GPM, con su algoritmo IMERG[1], de la misión CHIRPS[2] y de la misión CMORPH2[3]. A su vez, estas misiones se construyen con datos de diferentes estaciones meteorológicas, modelos numéricos y fuentes satelitales diversas. Los usos potenciales que

presentan son la gestión de cuencas, inundaciones, incendios, toma de decisiones en la agricultura, entre otros.

1- Integrated Multi-satellite Retrievals for Global Precipitation Measurement de la NASA.
2- Climate Hazards InfraRed Precipitations with Stations del Centro de Riesgos Climáticos de la Universidad de California y US Geological Survey.
3- Climate Prediction Center Morphing Technique, de National Oceanic and Atmospheric Administration.

# Procesamiento de imágenes multiespectrales para el estudio de la Cuenca del río de Fiambalá, Tinogasta, Catamarca

María Alejandra Perna[1], Romina de los Ángeles Ortega[1], Marcela Elizabeth Montivero[1], Erlinda del Valle Ortiz[1],Savio Marcelo Ernesto[1].

[1]Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas (FTyCA) – Universidad Nacional de Catamarca, Av. Maximio Victoria 55, Catamarca, Argentina.
Tel. (383) 4435112; {pernaale1, romiortega52}@gmail.com

**Resumen:** Las imágenes satelitales suponen un núcleo muy importante dentro del estudio de la Tierra, y hacen posible el seguimiento de gran cantidad de sucesos ocurridos en la superficie de ésta. Con el uso de técnicas de procesamiento de imágenes multiespectrales es factible efectuar la clasificación de parámetros del suelo de acuerdo a características propias del mismo. Por ello, se propone un análisis espectral en las inmediaciones de la localidad de Fiambalá, en la cuenca norte del río Abaucán, situada al oeste de la provincia de Catamarca; para determinar los cambios en la cuenca aplicando técnicas de Teledetección. Se aplica el índice de agua de diferencia normalizada (NDWI), la pila de índices, el índice de vegetación de la diferencia normalizada (NDVI) y el índice de Tierra/Agua, a partir de una imagen satelital Sentinel 2 del periodo húmedo del sector de estudio. Como resultado, se seleccionó el índice NDWI y el TIERRA/AGUA como los índices que mejor se adaptan para el monitoreo de los cambios leves en la cantidad de agua en la cuenca, mediante el procesamiento imágenes satelitales. Además, se obtuvieron mapas temáticos del sector de estudio.

# Plataforma digital de la Dirección de Fiscalización y Control Agropecuario de la Pcia de Córdoba

Gustavo Balbi [1], Melani Pepermans [1], Exequiel Ricci [1], Guillermo Goloboff [2], Roxana Gili [1], , Rosario Raspa [1], Judith Hid [1], Francisco Bissio [1], Martín Matejcic [1], Ana Negrete [1], Argos Rodriguez [1], Tomás Agustín Moyano Reartes [3], Edwin Muller [3], Gino Mosconi [3], Guadalupe Maero [3], Franco Godoy [3]

[1] DGFyC (Dirección General de Fiscalización y Control del MAyG) Av. Figueroa Alcorta 234, Córdoba, CP 5000 Provincia de Córdoba Tel. 0351-4342143 (int. 6232)
E-mail: {gusbal87, ggoloboff, gili.roxana, rosarioraspa, hidmariajudith, melani.pepermans, exequielricci420}@gmail.com
[2] MAyG (Administración y Sistemas) Av. Figueroa Alcorta 234, Córdoba, CP 5000 Provincia de Córdoba Tel. 0351 4342143
E-mail: ggoloboff@gmail.com
[3] Ciampagna. Pasaje Santo Tomás 341, Córdoba, CP 5000 Provincia de Córdoba Tel. 0351-4259096
E-mail: {tomas.moyano, muller.edwin, gino.mosconi, guadalupe.maero, franco.godoy}@ciampagna.com

**Resumen:**
En este trabajo se presentan los aportes de las nuevas herramientas digitales de gestión y de las implicancias de los datos geográficos, con eje central en el modelo de trazabilidad de uso de fitosanitarios en el sector agropecuario. La Plataforma Digital de la DGFyC permite un acceso centralizado, ágil e intuitivo a todas las herramientas, información y contactos que utilizan y vinculan a los actores productivos con el cumplimiento de las normativas de uso de fitosanitarios en particular y del público en general.
Permite realizar denuncias, consultas, contactos e información de interés desde cualquier lugar, en cualquier momento y en cualquier dispositivo. Acceder a mapas públicos como: el de municipios adheridos a la Nueva Receta Fitosanitaria Digital (RFD); de sitios de almacenamiento temporario; tableros de gestión, o de usuarios responsables de aplicaciones de fitosanitarios que se actualiza periódicamente.
Como resultado del manejo sistematizado de datos territoriales, se persigue establecer y aportar a un nuevo modelo de gestión y gobernanza, plural, participativo y tecnológicamente fiable sobre las acciones sociales, productivas y ambientales del territorio

buscando siempre las buenas prácticas para el manejo de datos para hacer más eficiente la integración con las Infraestructura de Datos de la Provincia.

# Evaluación de las interacciones naturales y antrópicas en el Parque Provincial “Presidente Perón”

Andrea Soledad Vittori Ali[1], Cristian Kloster[2], Juan Pablo Zbrun Luoni[3]

[1] Universidad Nacional de los Comechingones (UNLC), Héroes de Malvinas y, Héroes del Malvinas S/N, Merlo CP (5881), San Luis, Estudiante de la Lic. Ciencias Ambientales, (0266)4980042, Avittori@unlc.edu.ar
[2] Universidad Nacional de los Comechingones (UNLC), Héroes de Malvinas y, Héroes del Malvinas S/N, Merlo CP (5881), San Luis, Ayudante de cátedra de geoinformática, (011) 66747410, ckloster@unlc.edu.ar
[3] Universidad Nacional de los Comechingones (UNLC), Héroes de Malvinas y, Héroes del Malvinas S/N, Merlo CP (5881), San Luis, Docente adjunto de la cátedra de geoinformática, (0266) 4669069, Jzbrun@unlc.edu.ar

**Resumen:** La Sierra de los Comechingones es un importante patrimonio natural, y el Parque Provincial Presidente Perón emplazado sobre estas es un área natural que ha sido afectada por el crecimiento demográfico en el piedemonte, lo que ha llevado a una degradación ecológica. En este trabajo se buscó caracterizar el estado actual del parque mediante procesamiento de imágenes satelitales.

Mediante su decreto de creación para controlar la expansión urbana, se delimitó entre los 900 y 2200 msnm. El NDVI entre los 1000 – 1800msnm presentó valores correspondientes a vegetación densa en buen estado, mientras que a partir de los 1800 y por debajo de 1000 msnm la vegetación se presenta en forma de parches dispersos. Del informe técnico unificado para el monitoreo de cobertura y usos del suelo, se identificaron 7 clases mediante una clasificación supervisada, con la posterior corroboración a campo de los datos obtenidos. Al analizar la interacción en el parque, se observó que 15.289 Ha son zonas gestionadas por parte del estado provincial, mientras la mayor parte de la superficie se ubica distribuida entre los distintos municipios. Entre Villa Larca - Papagayos y Cortaderas - Villa Larca los ejidos municipales se superponen habiendo una zona donde se disputa la gestión.

Con el crecimiento poblacional previsto, aumentará la demanda de servicios e infraestructura, lo que requiere una gestión cuidadosa de los recursos ambientales. Por ello, es crucial que cada municipio implemente un plan de manejo que fomente un

desarrollo sostenible y proteja el paisaje como un sistema dinámico y limitado.

# Indice de caminabilidad en el área central de la ciudad de Córdoba, Argentina año 2022

Carlos María Lucca[1,2], Cristian Gabriel Terreno[3] ; Sebastián Luis Bonino[1] ; Renata Chiabrando[1,4] ; Franco Martín Vázquez[1,4]; Danila Ocampo Gonzalez[1,3]

[1] Observatorio Urbano de Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba.
[2] Instituto de Investigación de y Formación en Administración Pública, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Córdoba.
[3] Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de Córdoba.
[4] Facultad de Filosofìa y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba.
clucca2009@gmail.com; cterreno@unc.edu.ar; ebastianbonino@ffyh.unc.edu.ar; {renatachiabrando, francovazquez73,danila.ocampo} @mi.unc.edu.ar

**Resumen:** Se construyó un Índice de caminabilidad (IC) que sintetiza el estado (global y por cuadra) de la caminabilidad en el Área Central de la ciudad de Córdoba. Se definieron cuatro dimensiones (calidad ambiental, seguridad vial y peatonal, conectividad y actividades comerciales, y equipamiento e infraestructura), que contienen 40 indicadores.

Se estableció para cada indicador un valor óptimo -4- que refleja el estado deseable del mismo. Las cuatro categorías son: -4- excelente -color verde-, (valores entre el 90% y el 100% ),-3- bueno-color gris- (valores entre el 70% y el 89% ), -2-regular-color amarillo- (valores entre el 50% y el 69% ), y-1- malo-color rojo- (índice entre el 0% y el 49% ).

Mediante el relevamiento de campo se determinó el valor que representa el estado real del indicador. Se tomaron datos en 1083 veredas (divididas en par e impar) utilizando el software QField. Luego, estos datos fueron transcritos a una planilla en Excel para el cálculo del índice y georreferenciados a través del software QGis.

Se considera que el índice construido refleja las condiciones que impactan en los desplazamientos a pie, generando información para la formulación de estrategias de mejoramiento del área central de la ciudad de Córdoba y puede ser aplicado en otros centros urbanos.

# Contribución a la democratización de la información abierta en salud mediante la Infraestructura de Datos Espaciales y Datos Abiertos de la Provincia de Buenos Aires

Betina Inés Zucchino[1], Daniela Funes[1], Juliana Pisonero[1], Pablo Signorelli[1] y Laura Muñoz[2]

[1] Unidad de Análisis de Información en Salud, Dirección de Estadística e Información en Salud, Dirección Provincial de Estadística y Salud Digital, Subsecretaría de Gestión de la Información, Educación Permanente y Fiscalización, Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires.
[2] Dirección de Estadística e Información en Salud, Dirección Provincial de Estadística y Salud Digital, Subsecretaría de Gestión de la Información, Educación Permanente y Fiscalización, Ministerio de Salud de la Provincia de Buenos Aires. Calle 1 nº 1291. CP 1900 La Plata. Teléfono: 0221-4830935
{bzucchino, ds.funes90, pisonerojuli, pablocod21,lauramuxoz}@gmail.com

**Resumen**: Desde el año 2021 la Unidad de Análisis de Información en Salud de la DEISBA promueve la publicación de información sistematizada del Ministerio de Salud de la PBA, en el marco de la Ley Nac. de Acceso a la Información Pública. Impulsando estrategias basadas en herramientas de código abierto para el análisis, procesamiento y publicación de información sanitaria referida a hechos vitales, egresos y rendimientos hospitalarios. Ese mismo año el Ministerio de Salud a través de la DEISBA adhirió a IDEBA, convirtiéndose en un nuevo organismo comprometido con la democratización de la información geográfica provincial. Los datos procesados y analizados se publican en la página web del Ministerio de Salud mediante tres plataformas de acceso público: el Portal Interactivo con gráficos dinámicos organizados en tableros temáticos, el Catálogo de Datos Abiertos y el visualizador de mapas web de IDEBA Salud con capas de información georreferenciada con indicadores a nivel de región sanitaria, departamentos, establecimientos o evento epidemiológico. El uso de Metabase, PostgreSQL y GeoServer, permiten generar gráficos interactivos y mapas para la visualización de la información con acceso libre y gratuito dirigido tanto a la comunidad en general como a la administración pública.

La comunidad IDERA
hacia un marco integrado
de Información geospacial.

IDELP
Infraestructura de **Datos Espaciales** de **La Pampa**

# XVII Jornadas IDERA La Pampa 2023

www.idera.gob.ar