IDERA
Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina

XVI JORNADAS IDERA CÓRDOBA 2022

Nuevos horizontes, nuevos desafíos.

29 de junio
al 1 de julio

IDECOR

IGN Instituto Geográfico Nacional República Argentina

CFI

Ponencias de las XVI Jornadas IDERA

IDERA 2022

28 de Junio a 1 de Julio de 2022

Jornadas Nacionales
Córdoba, Argentina

ISBN 978-987-4101-53-2

Instituto Geográfico Nacional
Ponencias de las XVI jornadas IDERA 2022 ; 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 978-987-4101-53-2

1. Geografía. 2. Geografía Argentina. 3. Geografía y Oceanografía. I. Reynoso, Luis, comp. II. Reynoso, Luis, ed.
CDD 900

Edición digital Libro de Actas de las XVII Jornadas de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina.

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. Erlinda del Valle Ortiz, Maria Alejandra Fernandez, Ing. Ftal. Alejandro R. Vargas, Dra. Magalí Soria, Marita 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

Las XVI Jornadas de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA), celebradas en Córdoba en 2022 y organizadas por IDERA en conjunto con una IDE ejemplo del pais, IDECOR, reflejan el trabajo colaborativo y multidisciplinario en torno a la gestión de datos geoespaciales. Este libro digital recoge investigaciones y desarrollos que muestran el impacto de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) en diversos ámbitos del país, consolidando su rol en la planificación territorial y la toma de decisiones.

El libro se organiza en diez bloques temáticos. El **Bloque 1** aborda el uso de los **Sistemas de Información Geográfica (SIG) e IDE en estadísticas**, donde se exploran aplicaciones como el Censo 2022 y los portales geoestadísticos. En el **Bloque 2**, se presentan **soluciones tecnológicas**, desde plataformas en la nube hasta aplicaciones móviles para la recolección de datos. El **Bloque 3** destaca el papel de las IDE como **facilitadoras de decisiones públicas**, optimizando la gestión territorial en provincias y municipios.

El **Bloque 4** se enfoca en la **gestión de incendios y la agricultura**, subrayando el uso de geotecnologías para el monitoreo y la mitigación de riesgos. En el **Bloque 5**, se exploran las aplicaciones de las IDE en la **infraestructura vial y la movilidad**, mejorando la planificación del transporte. El **Bloque 6** resalta cómo las IDE contribuyen a los sectores de **salud y educación**, mejorando la distribución de servicios críticos y el análisis de políticas públicas.

El **Bloque 7** examina la **cartografía y la teledetección**, mostrando el poder de las imágenes satelitales en la planificación urbana y rural. El **Bloque 8** explora el rol de las IDE en **universidades**, facilitando investigaciones en múltiples disciplinas. Finalmente, el **Bloque 9** aborda la **modernización del catastro** mediante tecnologías avanzadas como los VANT, mejorando el acceso a datos públicos.

Este libro demuestra el impacto de las IDE en Argentina, posicionándolas como herramientas clave para el desarrollo sostenible y la innovación tecnológica. Las XVI Jornadas no solo celebran estos avances, sino que reafirman la importancia de seguir construyendo una red colaborativa que maximice el potencial de la información geoespacial en todo el país.

Ing. Geog. Jorge Machuca
Secretario Ejecutivo de IDERA

Comité Evaluador de las XVI Jornadas IDERA

Miembro	Universidad
Laura Rita Balparda	Universidad Nacional de Rosario
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
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
	Comisión Nacional de Actividades Espaciales
Adela Tisnés	Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires

Contenido

BLOQUE 1 SIG, IDE Y ESTADÍSTICAS 10

Los Sistemas de Información Geográfica en el Censo 2022 Provincia de Buenos Aires 11
Portal web interactivo para difusión de indicadores geoestadísticos de Villa María 20
El Geoportal del DANE. Herramienta para la integración de la información estadística y geoespacial de Colombia 34
Estrategia de abordaje integral del cáncer de mama. Distribución de mamógrafos según variables significativas en la provincia de Córdoba 41

BLOQUE 2 IDE Y SOLUCIONES TECNOLÓGICAS 49

Nuevo Visor Web de Mapas del Portal Mapas Córdoba de IDECOR 50
IDECOR en la nube. Implementación de la infraestructura de la IDE provincial 56
IDE Posadas: Utilización de KoboToolbox para relevamiento en campo de información georeferenciada a través de la web 64
LandCollect, una aplicación móvil y de escritorio para la recolección masiva de información territorial. Casos de éxito en su implementación 72

BLOQUE 3 LA IDE COMO FACILITADORA DE DECISIONES PÚBLICAS 84

La infraestructura de datos espaciales como herramienta para la toma de decisiones públicas: el caso de la Plataforma ArcGIS de la Municipalidad de Córdoba 85
Los SIG como facilitadores para tomar decisiones en ámbitos públicos. El desarrollo de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia 92
De un SIG en Planeamiento Urbano a una IDE en desarrollo y Planificación estratégica del territorio como facilitadora en las políticas de Gobierno Abierto y acciones públicas 99
IDECOR una herramienta para fortalecer las capacidades de gestión territorial en los gobiernos locales 119
La IDE Villa María: antecedentes y situación actual 131
Localización de la demanda insatisfecha de instituciones educativas. Una propuesta metodológica basada en sala de cuatro (4) años de nivel inicial en Argentina 137

BLOQUE 4 IDE, SIG, AGRO Y GESTIÓN DE INCENDIOS 146

Geotecnologías aplicadas a la gestión de incendios: Información y herramientas para Bomberos Voluntarios de Punilla, Córdoba 147
Inteligencia Artificial y la potencialidad de las IDE para la visualización de la propagación de incendios forestales activos en la provincia de Córdoba 157
Herramientas IDE aplicadas a mapas de riesgo local ante incendios forestales en el Corredor Sierras Chicas, Córdoba 171
Desarrollo de un sistema de Monitoreo Espacial de la Producción Hortícola en Periurbanos de la República Argentina 184
La IDE como oportunidad para el replanteo metodológico en el abordaje de la problemática de la horticultura local 195
Información pública como política de Estado: IDE Santa Rosa 202

BLOQUE 5 SIG VIAL, MOVILIDAD Y SIMULACIONES DINÁMICAS 208

LABORATORIO DE DATOS Y ANÁLISIS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LA MOVILIDAD 209
¿CÓMO ARMAR LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES PARA LA APLICACIÓN DE MODELO DE SIMULACIÓN DINÁMICOS? 215
IMPLEMENTACIÓN DE HERRAMIENTAS DE INTELIGENCIA GEOGRÁFICA Y SIG PARA LA GESTIÓN DE LA MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA 222
EL PROYECTO SIG VIAL DE LA PROVINCIA DEL CHACO. UN CASO DE IMPLANTACIÓN EXITOSA DE GEOTECNOLOGÍAS EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA 234

BLOQUE 6 IDE, SIG, SALUD Y EDUCACIÓN 244

EXPERIENCIA DEL PROGRAMA NIÑEZ SALUDABLE EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA. LA FORTALEZA DE HACER POLÍTICAS PÚBLICAS BASADAS EN EVIDENCIA 245
SISTEMATIZACIÓN INTELIGENTE DE LA SALUD PÚBLICA EN LA MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA, ARGENTINA 255
MAPEO INTEGRAL DEL IMPACTO DEL COVID-19 EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA A TRAVÉS DE QGIS (2020-2022) 265
COMUNICACIÓN MUNICIPAL DE ÚLTIMA MILLA BASADA EN DATOS 278
USO DE IDE EN LA TRANSFORMACIÓN DIGITAL DE GOBIERNOS LOCALES CASO APP CIUDADANA, MUNICIPALIDAD DE CÓRDOBA, ARGENTINA 284

BLOQUE 7 CARTOGRAFÍA Y TELEDETECCIÓN 290

DETERMINACIÓN DEL PARÁMETRO NÚMERO DE CURVA EN LA CUENCA DEL RÍO DOLORES (CÓRDOBA, ARGENTINA) MEDIANTE TELEDETECCIÓN Y SIG 291
ATLAS SOCIOECONÓMICO DE SAN JUAN. APORTES E INTEGRACIÓN CON PROYECTOS AMBIENTALES 303
CARTOGRAFÍA DE SUELOS DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA: AVANCES Y USOS POTENCIALES 312
MAPA DE COBERTURA Y USOS DEL SUELO URBANO DE LA CIUDAD DE CÓRDOBA, UTILIZANDO DATOS GEOGRÁFICOS E IDE Y UN MODELO DE CLASIFICACIÓN RANDOM FOREST 318
MOSAICO SATELITAL 3D CON SOFTWARE LIBRE 332
PROCESOS PARA LA ELABORACIÓN DE UN NUEVO PRODUCTO GEOESPACIAL PARA EL MONITOREO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA 338

BLOQUE 8 INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y UNIVERSIDADES 346

EL POTENCIAL DE LAS IDE PARA LA INVESTIGACIÓN TRANSDISCIPLINARIA EN LAS UNIVERSIDADES COMO ESTRATEGIA TERRITORIAL 347
50 AÑOS DE LA UNCO: TABLEROS DE CONTROL CON INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE 356
APLICACIÓN DE CARTOGRAFÍA WEB EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADOS A ENERGÍA Y AMBIENTE 365
INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DEL SUDOESTE BONAERENSE COMPONENTES OPERATIVOS Y FUNDAMENTOS NORMATIVOS EN NODO IDE UNIVERSITARIO 371

BLOQUE 9 IDE, GIS, VANT Y CATASTRO 377

IDE Y CATASTRO, UNA SINERGIA QUE FORTALECE EL ACCESO A LOS DATOS PÚBLICOS 378
SOBRE EL USO DE VANT EN LA ACTUALIZACIÓN DE INFORMACIÓN ECONÓMICA Y FÍSICA DEL CATASTRO 391
NUEVO MÓDULO DE EDICIÓN GRÁFICA CATASTRAL UTILIZANDO *SOFTWARE* LIBRE QGIS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CATASTRO DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA, ARGENTINA 398

Modernización Funcional y Actualización Catastral de la Municipalidad de Colonia Benítez -Chaco 402
El Observatorio del Mercado Inmobiliario en el marco de la IDE de la provincia de Córdoba 409
Depuración del inmobiliario cumplidor del Geoportal de la provincia de Córdoba 416

BLOQUE 10 IDE Y CALIDAD DE DATOS, MODELOS DE PREDICCIÓN Y TRAZABILIDAD 421

La Importancia de la calidad y evaluación de la Información Geográfica en el marco de una IDE 422
Modelo predictivo de servicios ecosistémicos en una cuenca hidrogeográfica 433
Estimación de los alquileres para las principales ciudades de Córdoba utilizando información de IDECOR 445
Trazabilidad de fitosanitarios de uso agropecuario en la provincia de Córdoba – Nueva Receta Fitosanitaria Digital (RFD) 459

PÓSTER 473

Sistemas de Información Geográfica para el ordenamiento ambiental del territorio. Aportes desde el proyecto "Incorporación de la conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de las tierras en la planificación del desarrollo: operacionalizar el Ordenamiento Ambiental del Territorio en la Argentina" 474
Uso de una GeoStory para promoción de un Bus Turístico por la ciudad de Posadas "La Jangada" y la IDE Posadas 475
Portal Federal de los Recursos Hídricos de la República Argentina 476
Sistemas de información hidrometeorológica de la Administración Provincial de Recursos Hídricos de Córdoba 477
Estandarización de cartografía histórica y su incorporación a una infraestructura de datos espaciales: el caso de la región metropolitana de Buenos Aires 478
Desarrollo de un nodo IDE universitario en el marco de trabajos finales de posgrado 479
Inteligencia territorial en la oferta turística de la ciudad de Córdoba 481
Portal de Información Hídrica de Córdoba 482
Herramientas geoespaciales en la gestión de la salud de la ciudad de Córdoba 483
Implementación de herramientas geoespaciales en la emergencia sanitaria en Villa Páez, ciudad de Córdoba 484
Relevamiento de incendios forestales mayores a 50 hectáreas en la provincia de Catamarca en el año 2020, mediante uso de imágenes satelitales y aplicación de sistema de información territorial 485
Sistema de información territorial para el análisis de la infraestructura y señalización vial en el sector norte de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca 486
Sistema de información territorial para el análisis de ocupación de parcelas registradas a nombre del Estado provincial 487
Evaluación de la calidad en la cartografía catastral conforme ISO 19157 488
Sistema de información territorial para el diagnóstico del transporte público de colectivos en San Fernando del Valle de Catamarca 489
Geoprocesos en Quantum GIS para determinar la localización de una planta de tratamiento para residuos eléctricos y electrónicos en la provincia del Chaco, Argentina 490

CONFORMACIÓN DE AMBIENTES NATURALES Y SEMINATURALES EN EL PERIURBANO DE VILLA NUEVA, CÓRDOBA 491
ÁREAS DE RESPONSABILIDAD SANITARIAS COMO ESTRATEGIA EN LA ORGANIZACIÓN ESPACIAL DE LOS SERVICIOS DE PRIMER NIVEL DE ATENCIÓN DE SALUD EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA 492
ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS EN EL PROCESO DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE PARA EL MANEJO, PUBLICACIÓN Y CONSUMO DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA 493
TELEDETECCIÓN Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN LA PRODUCCIÓN DE INFORMACIÓN EN EL AGRO 494

BLOQUE 1
SIG, IDE y Estadísticas

Los Sistemas de Información Geográfica en el Censo 2022 Provincia de Buenos Aires

Federico Ferella[1], María Victoria Dowbley[2], María Silvia Tomás[3] y Diego Rusansky[4]

Dirección Provincial de Estadística,
Subsecretaría de Coordinación Económica y Estadísticas,
Ministerio de Hacienda y Finanzas de la Provincia de Buenos Aires

[1]Departamento de Cartografía Estadística, de la Dirección Provincial de Estadística (DPE), de la provincia de Buenos Aires (PBA). Calle 9 N° 653, La Plata (1900), Buenos Aires. Tel.:54 0221-4294400 int 97006.
ffere@estadistica.ec.gba.gov.ar
[2]Dirección de Planificación, Metodología y Coordinación, de la Dirección Provincial de Estadística (DPE), de la provincia de Buenos Aires (PBA). Calle 7 N° 684, La Plata (1900), Buenos Aires. Tel.: 54 0221-4294400 Int 97036. mdowbley@estadistica.ec.gba.gov.ar
[3]Dirección de Estadísticas Sociales, de la Dirección Provincial de Estadística (DPE), de la provincia de Buenos Aires (PBA). Calle 7 N° 684, La Plata (1900), Buenos Aires. Tel.: 54 0221-4294400 int 97012.
silviatomas@estadistica.ec.gba.gov.ar
[4]Dirección Provincial de Estadística (DPE), de la provincia de Buenos Aires (PBA). Calle 7 N° 684, La Plata (1900), Buenos Aires Tel.: 54 0221-4294400 int 97014.
drusansky@estadistica.ec.gba.gov.ar

Resumen: En la República Argentina se realiza cada 10 años el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas. A nivel nacional, el INDEC es el encargado de brindar pautas metodológicas para los operativos censales, y cada provincia es quién ejecuta las tareas previas y coordina el operativo de campo. En la provincia de Buenos Aires, la Dirección Provincial de Estadística del Ministerio de Hacienda y Finanzas es el organismo responsable llevar adelante el Censo. Determinar recorridos y cargas de trabajo de cada uno de los actores intervinientes en el censo, es función del Departamento de Cartografía Estadística de la DPE. Los Sistemas de Información Geográfica cumplen un rol determinante en el mencionado departamento, y brindan las herramientas tecnológicas adecuadas para realizar el mapeo de la cobertura territorial y optimizar la tarea de cada nivel de la estructura censal. Este documento tiene como objetivo compartir todo el complejo trabajo realizado en la DPE con los Sistemas de Información Geográfica, en el marco de las tareas preparatorias del Censo 2022. Presenta una breve descripción de las tareas desarrolladas, para poder cumplir el objetivo de que cada censista y cada supervisor, tengan un mapa de recorrido con una carga de trabajo adecuada para realizar su tarea el día del Censo en la Provincia de Buenos Aires.

Palabras Clave: Censo, Población, Geoestadística, Operativo Censal, Cartografía Censal.

1. INTRODUCCIÓN

Los censos son la fuente primaria más importante y amplia de información estadística. Por recomendación de la División de Estadísticas de las Naciones Unidas, los censos deben hacerse cada diez años, preferentemente los años terminados en cero. Dada su periodicidad es posible comparar los cambios en el tiempo y comparar datos entre distintos países ya que el levantamiento censal por lo general, se realiza en fechas similares en distintos lugares del mundo.

En nuestro país el Censo previsto para el año 2020, debió ser reprogramado a causa de la pandemia de COVID-19, y finalmente se desarrolló en el año 2022.

El INDEC es el encargado de los operativos censales y es quien coordina el funcionamiento del Sistema Estadístico Nacional (SEN) bajo los principios de centralización normativa y descentralización ejecutiva. Además, confecciona el Programa Anual de Estadística y Censos y desarrolla metodologías y normas que aseguren el desarrollo de cada operativo.

El Censo 2022 fue declarado por INDEC como un censo "de derecho" en donde cada habitante se debe censar en su domicilio de residencia habitual, y en donde un Censista debe visitar presencialmente cada una de las viviendas del país el día establecido.

El Sistema Estadístico Nacional está integrado 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.

En este contexto, determinar recorridos y cargas de trabajo de cada uno de los actores intervinientes en el censo que trabajen en el territorio provincial, es función del Departamento de Cartografía Estadística de la DPE.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) cumplen un rol determinante en el mencionado departamento, ya que brindan las herramientas tecnológicas adecuadas para realizar el mapeo de la cobertura territorial y optimizar la tarea de cada nivel de la estructura censal.

La tarea precensal con SIG se dividió en etapas que se realizaron durante los tres años previos al Censo 2022 en el Departamento de Cartografía Estadística de la DPE. Las mismas constaron de operativos de campo y diversos trabajos de gabinete, y se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. Actualización Cartográfica
2. Operativo Listado de Viviendas ADRA PBA
3. Vinculación de Listado de Viviendas en SIG
4. Redimensión de Radios y Fracciones Censales
5. Segmentación
6. Impresión y exportación de Cartografía Censal

El objetivo final de todo el trabajo precensal es que cada uno de los censistas, supervisores y todos los actores participantes del operativo censal tengan un mapa de recorrido y una carga de trabajo adecuada para realizar su tarea el día del Censo en la Provincia de Buenos Aires.

2. ACTUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA

La primera tarea realizada fue la actualización cartográfica digital de los elementos y atributos de todas las localidades de la provincia. En una Geodatabase de acceso concurrente y ediciones múltiples, se trabajó en la actualización de todas las manzanas y calles de la provincia. Un equipo de 20 editores, utilizando imágenes satelitales de alta resolución y con información adicional aportada por cada uno de los 135 Municipios de la Provincia, actualizó la cartografía digital

preexistente en la DPE, llegando a tener la cartografía digital actualizada de todas las calles y manzanas de la provincia.



Figura 1. Actualización Cartográfica

3. OPERATIVO LISTADO DE VIVIENDAS - ADRA PBA

Para realizar un censo de población, es imprescindible tener un listado de viviendas actualizado y georreferenciado. En el año 2019 comenzó el operativo de ADRA (Archivo de Domicilios de la República Argentina) que dispuso el INDEC para tener una base de viviendas actualizada de cada una de las provincias.

La provincia de Buenos Aires ya contaba con una base de viviendas del año 2010 y el desafío fue actualizarla recorriendo presencialmente todas las manzanas de la provincia, utilizando nueva tecnología para optimizar la tarea y obtener un posicionamiento geográfico adecuado.



Figura 2. Listado de Viviendas ADRA PBA

Para ello la provincia desarrolló un aplicativo para dispositivos móviles (ADRA PBA) que permitía que un usuario esté conectado a la base de datos centralizada de viviendas desde su teléfono o tableta. En cada uno de los 135 municipios hubo equipos de "listadores" que recorrieron cada una de las manzanas de sus localidades y tuvieron disponible en su dispositivo móvil el listado de viviendas georreferenciado para altas, bajas o modificaciones de viviendas.
El operativo de campo, donde trabajaron aproximadamente 3.000 personas, se realizó durante los años 2020 / 2021 y estuvo atravesado por la pandemia Covid-19. Debido a esta circunstancia, toda la capacitación al personal municipal involucrado se realizó a distancia, utilizando tecnología y medios digitales. Además, se desarrolló una plataforma web para asignación y supervisión de las tareas que permitía tener un seguimiento online del avance del trabajo de campo. Gracias a los desarrollos realizados, se pudo culminar la tarea de manera satisfactoria en los tiempos preestablecidos.

4. VINCULACIÓN DE LISTADO DE VIVIENDAS EN SIG

La Aplicación ADRA PBA se pensó para estar permanentemente conectada a la Geodatabase, con el objetivo de tener toda la información vinculada online con el SIG en servidores de la DPE. Cada vez que un listador sincronizaba su dispositivo con los Servidores, enviaba información de su trabajo de campo y recibía información de sus supervisores o recibía actualizaciones geográficas desde el SIG. De esta manera se realizaba el monitoreo en gabinete del trabajo de campo, observando en pantalla el avance del operativo y las actualizaciones que se realizaban en el listado de viviendas manzana por manzana.

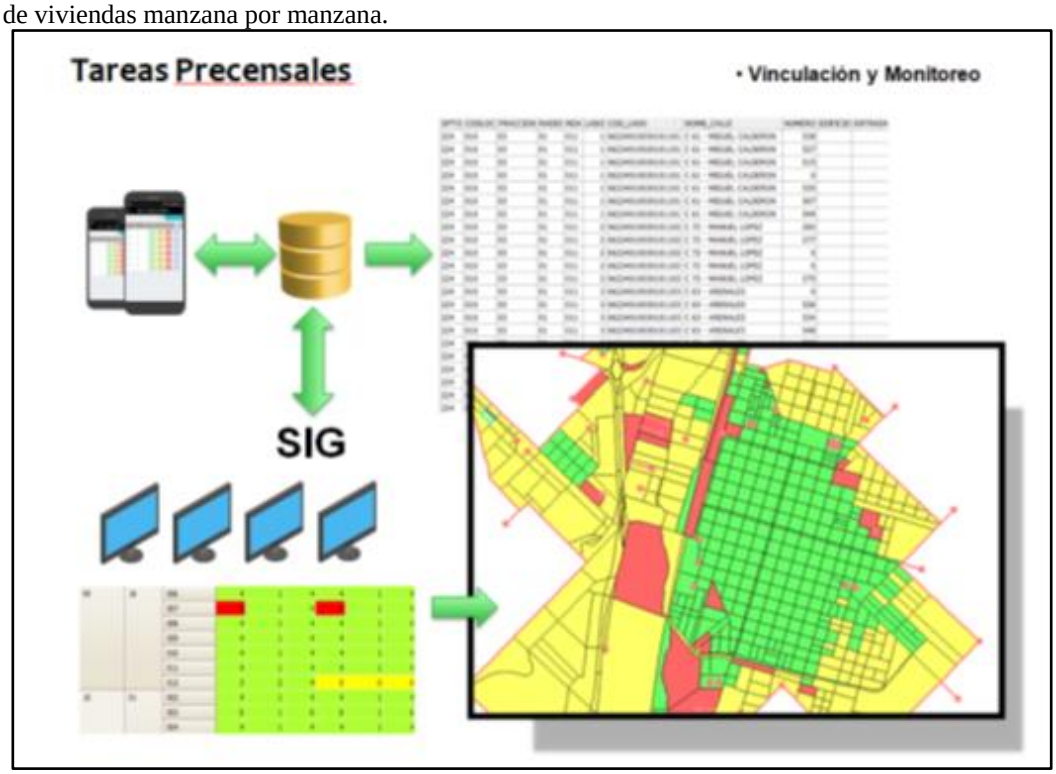


Figura 3. Vinculación y Monitoreo SIG

La vinculación online de la base de datos de viviendas y la Geodatabase en un SIG, con la

interacción bidireccional descripta anteriormente, fue el factor fundamental para llevar a cabo eficientemente este trabajo de campo de semejante magnitud.
Algunos datos del operativo de campo: trabajaron 3.000 personas aproximadamente en cada municipio, recorriendo 307.000 manzanas y levantando información de 6.592.000 viviendas particulares y 8.054.000 domicilios.
Otras características del Aplicativo para móviles desarrollado, era que permitía el trabajo offline (no era necesario tener conectividad durante los recorridos de campo) y que registraba las coordenadas de cada vivienda ingresada. De esta manera, las viviendas quedaron almacenadas en la base con su información de posición, permitiendo realizar mapeos de puntos con la ubicación de las viviendas para controles y análisis.



Figura 4. Geolocalización de viviendas

5. REDIMENSIÓN DE RADIOS Y FRACCIONES CENSALES

Una vez terminado el listado de viviendas, se procedió a realizar la redimensión de las áreas censales preexistentes: fracciones y radios censales.
El proceso llamado Redimensión es fundamental para garantizar zonas de trabajo adecuadas en cargas de viviendas y extensión apropiada para realizar en un día de operativo censal.
Con la nueva información de viviendas disponible, se redimensionaron todos los radios censales que superaban las 500 viviendas o las 40 manzanas, y todas las fracciones censales que superaban las 5.000 viviendas o los 15 radios censales.
Para ello se desarrollaron una serie de aplicaciones y procedimientos que corrían en ambiente SIG, donde un operador disponía de herramientas que automatizaban algunos procesos y sistematizaban la tarea.
La Redimensión se ejecutó siempre trabajando en red sobre la misma Geodatabase centralizada de múltiples accesos, para garantizar los trabajos simultáneos y colaborativos entre usuarios.
De esta manera se llegó al resultado final de 2.772 Fracciones Censales y 23.901 Radios censales en toda la Provincia.

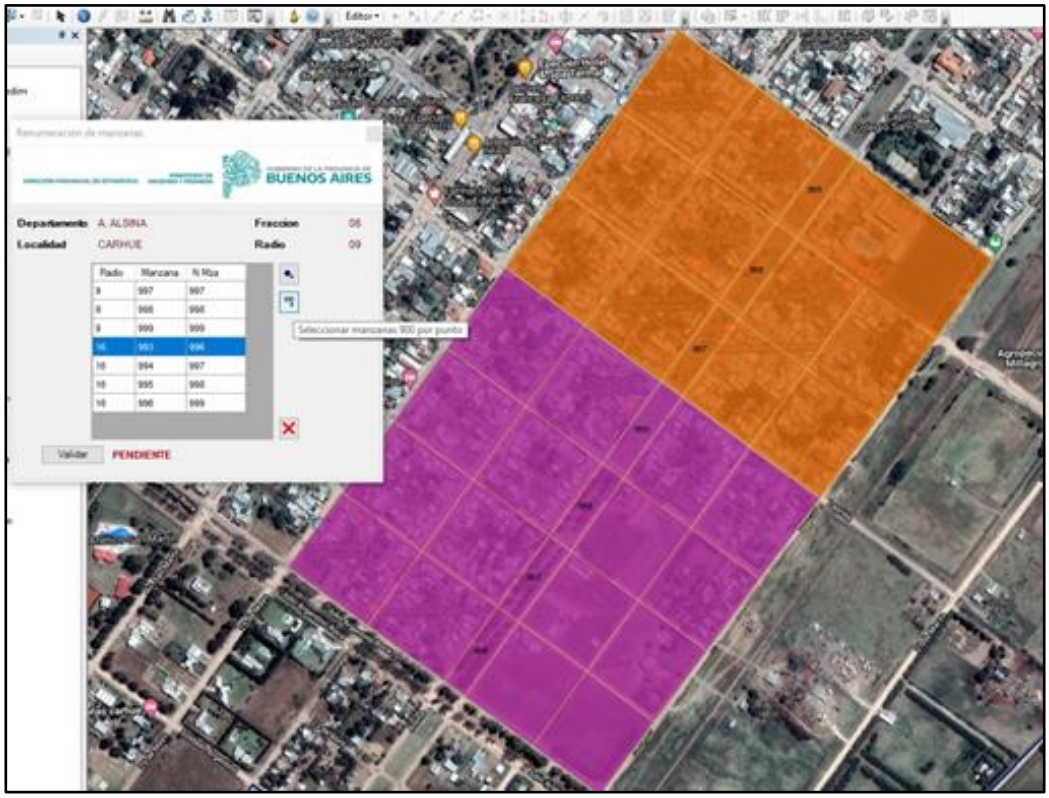


Figura 5. Redimensión de Radios Censales

6. SEGMENTACIÓN

La segmentación es el procedimiento por el cual se divide el territorio con el fin de delimitar la zona de trabajo de cada uno de los censistas que trabajarán el día del operativo censal.

Las cargas de trabajo y las distancias a recorrer por cada censista deben ser adecuadas para realizar en un día de operativo. Previamente se establece una cantidad de viviendas de referencia para cada censista y una distancia máxima a recorrer. La relación entre cantidad de viviendas y distancia del recorrido se trabajan en conjunto, por lo que si un censista tiene varias manzanas por recorrer la cantidad de viviendas será menor que la que tendrá un censista de una solo manzana.

Para realizar la tarea se desarrolló a tal efecto un algoritmo de segmentación automática basado en programación entera, que permitió automatizar todos los procesos. Este algoritmo fue integrado en la infraestructura SIG de Geodatabase existente, y se ejecutó como una herramienta más dentro del mismo ambiente de trabajo utilizado en los procesos anteriores.

Además, la herramienta cambiaba automáticamente de variables de acuerdo al tipo de radio a segmentar, permitiendo una segmentación personalizada de acuerdo a las características predefinidas de cada radio.

Se utilizó una segmentación distinta en cantidad de viviendas y distancia a recorrer dependiendo si el radio era un radio común, de barrios populares, de *countries*, turísticos o con alta densidad de habitantes por vivienda. Esto permitió optimizar aún más la distribución espacial y la cantidad de censistas que trabajaron en el operativo.

Todas las viviendas de la provincia tuvieron un censista asignado, sin omisiones ni duplicados.



Figura 6. Segmentación

La cantidad de censistas final fue de 242.497 y el promedio provincial fue de 28 viviendas por segmento.

7. IMPRESIÓN Y EXPORTACIÓN DE CARTOGRAFÍA CENSAL

Una vez terminada la segmentación se procedió a la impresión y exportación de todo el material para el operativo.

Cada persona que trabajó en el Censo tuvo como elemento fundamental un mapa con su zona de trabajo definida, que le posibilitó orientarse en el territorio y realizar correctamente su tarea.

Se imprimieron 300.000 mapas aproximadamente y 100.000 planillas de recorrido para ser utilizados por toda la estructura censal.

Por otro lado, se exportaron todos esos mapas en formato PDF y se pusieron a disposición de cada municipio en una página web dispuesta al efecto.

Para generar, imprimir y exportar todo ese material se utilizaron desarrollos sobre la misma plataforma SIG que permitieron realizar todo masivamente en serie.



Figura 7. Impresión: a) Plano de fracción, b) Plano de radio y Plano de Censista

8. CONCLUSIONES

Fue imprescindible para realizar toda esta tarea precensal, contar con una plataforma SIG robusta de Servidor propio, con una Geodatabase centralizada almacenando todos los Datasets de la Provincia, permitiendo accesos y ediciones múltiples y conexiones directas con bases de datos de otros servidores.

De esta manera, se pudo trabajar sobre el mismo ambiente simultáneamente con todo el equipo de técnicos y profesionales SIG en gabinete, y con todos los equipos de campo a distancia.

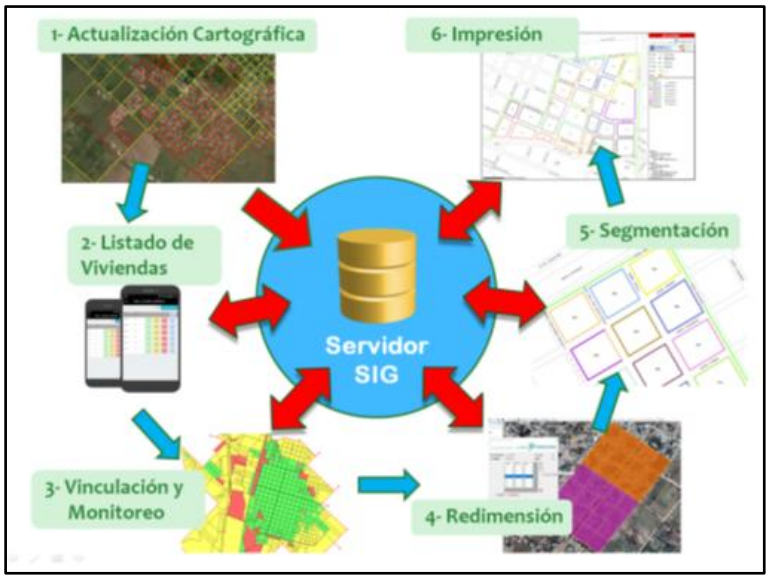


Figura 8. Esquema de trabajo precensal SIG

AGRADECIMIENTOS
A las autoridades del Ministerio de Hacienda y Finanzas de la Provincia de Buenos Aires, a las autoridades del INDEC, al Equipo Técnico del Departamento de Cartografía Estadística de la DPE y a todo el personal de la DPE PBA.

Portal web interactivo para difusión de indicadores geoestadísticos de Villa María

Paola Salvatierra[1,2], Karina de la Iglesia[1], Joaquín Muñoz[1], Jonathan Oviedo[1], Valeria Ribero[1], Ana Belén de Labay[1], Agustín Martinez[1], Azul Garelli Gaido[1] y María Eugenia Videla[1,2]

[1]Centro Estadístico Local y Regional, Municipalidad de Villa María. Bulevar Vélez Sarsfield 1101, Villa María (5900), Córdoba. Tel.: 353-4247342.
celre.mvm@gmail.com
[2]Universidad Nacional de Villa María. Arturo Jauretche 1555, Villa María (5900), Córdoba. Tel.: 353-4539103.

Resumen: El Centro Estadístico se constituye como una herramienta de gestión que pone a disposición información rigurosa, sobre diferentes problemáticas y aspectos relevantes de la población en particular y ciudad en general, mediante informes y procesamientos geoespaciales de los datos que permitan a los diferentes sectores, públicos y privados, visualizar y tomar decisiones con bases sólidas. La Encuesta Trimestral de Hogares (ETH) se constituye como el primer programa sistemático de recolección de datos para la elaboración de indicadores locales. Cada tres meses, un equipo de encuestadores realiza un despliegue territorial con el objetivo de aplicar la ETH de manera georreferenciada a partir de formularios geo inteligentes. Posteriormente, se realizan los procesamientos estadísticos correspondientes que garantizan la calidad de la estimación de los indicadores y la actualización automatizada de los datos del portal web. Con el objetivo de democratizar el acceso a la información generada por el centro estadístico, toda la producción de indicadores locales se encuentra disponible en el portal web dentro de la página oficial de la ciudad. El portal del Centro Estadístico se destaca por estar diseñado con un sistema de información geográfico que permite, entre otros, el desarrollo de aplicaciones interactivas para promover la participación ciudadana.

Palabras Clave: encuesta trimestral de hogares, panel interactivo, municercas

1. INTRODUCCIÓN

El Centro Estadístico pertenece a la Secretaría de Economía y Modernización de la Municipalidad de Villa María. Se creó a mediados de 2017, cuando se definió su misión, sus objetivos y las metodologías a seguir. A principios de 2018, se firmó un convenio de colaboración con la Universidad Nacional de Villa María para la consolidación del área Estadística, siendo la casa de altos estudios la facilitadora de un equipo de encuestadores con formación y experiencia para garantizar la calidad en la recolección de la información.

La información que se produce en el Centro Estadístico es una herramienta elemental para la planificación de políticas públicas, para el fortalecimiento de la educación, así como para las investigaciones que se realizan en los ámbitos académicos y privados. Se presentan indicadores básicos con datos sociales, económicos, demográficos y de seguridad y victimización a través de aplicaciones interactivas webs georreferenciadas que permiten visualizar la información de manera territorial.

El Centro Estadístico recolecta información de manera primaria a través de la participación de la ciudadanía y por medio del aporte de otras áreas y organismos que son importantes en la producción de indicadores estadísticos. Los datos individuales son confidenciales y se encuentran resguardados por la norma relativa al secreto estadístico (Ley Nacional N° 17.622), por lo que los resultados se encuentran referidos a la ciudad en general, agrupados por municercas. Los municercas son centros que aglomeran la atención a los ciudadanos que viven en barrios cercanos a dicho centro, con el propósito de acercar la gestión municipal a los vecinos generando con ellos lazos de comunicación más ordenados y efectivos. Villa María cuenta con 8 municercas y el palacio municipal que abarca la atención de la zona central de la ciudad.

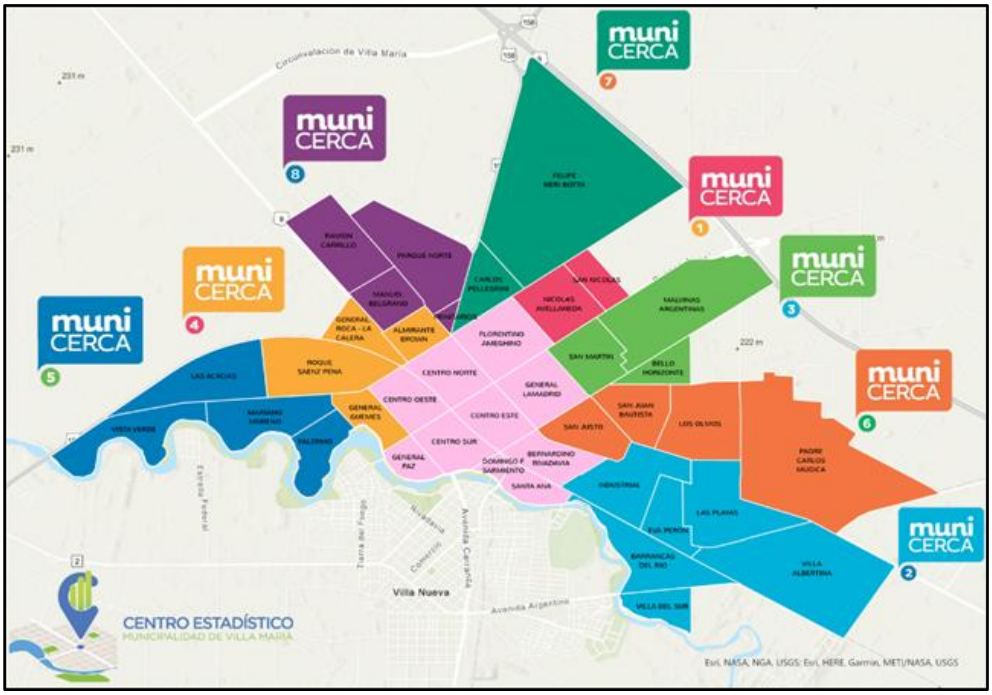


Figura 1. Mapa de los municercas de Villa María

La misión del Centro Estadístico es promover una gestión municipal integral, eficaz y participativa, a partir de la obtención y el análisis de la información disponible y la elaboración de estudios propios, abarcando diferentes dimensiones tales como demográfica, económica, social, seguridad, salud, educación, género, entre otras.

El Centro Estadístico se constituye como una herramienta de gestión que pone a disposición información rigurosa, sobre diferentes problemáticas y aspectos relevantes de la población en particular y ciudad en general, mediante informes y procesamientos geoespaciales de los datos que permitan a los diferentes sectores, públicos y privados, visualizar y tomar decisiones con bases sólidas.

Para promover la gestión, el Centro Estadístico brinda herramientas, de manera continua, para optimizar la toma de decisiones, contribuyendo a una mejor comprensión del tema y posibilitando la evaluación de las intervenciones públicas y privadas, así como la generación de nuevas estrategias y acciones de abordaje, con miras a construir una ciudad más productiva, segura e inclusiva.

Con el objetivo de democratizar el acceso a la información generada por el centro estadístico, toda la producción de indicadores locales se encuentra disponible en el portal web dentro de la página oficial de la ciudad: https://portal-villamaria.opendata.arcgis.com. El portal del Centro Estadístico se destaca por estar diseñado con un sistema de información geográfico que permite, entre otros, el desarrollo de aplicaciones interactivas para promover la participación ciudadana.
El objetivo de este trabajo es difundir el portal web del centro estadístico.

1.1 Encuesta Trimestral de Hogares

La Encuesta Trimestral de Hogares (ETH) se constituye como el primer programa sistemático de recolección de datos para la elaboración de indicadores locales.
Este programa se puso en funcionamiento a partir de marzo de 2018 y se repite de manera trimestral. El instrumento de recolección de información está conformado por formularios cuyas preguntas abarcan lo habitacional, las características del hogar y de cada miembro del mismo, profundizando en preguntas acerca de las actividades económicas de las personas mayores de 10 años. Nuestro instrumento fue elaborado a partir de la EPH (Encuesta Permanente
de Hogares) construida y validada por INDEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). Cada seis meses se incorporan formularios dirigidos a personas mayores de 18 años, referidos a la percepción de seguridad de la ciudadanía y a la victimización. Estos formularios fueron perfilados a partir de la ENV 2017 (Encuesta Nacional de Victimización 2017) también elaborada por INDEC. Es importante destacar que, como toda encuesta probabilística, los resultados obtenidos son valores que estiman el verdadero valor objetivo (tasa o prevalencia de interés) por lo cual deben interpretarse de esa manera y no como verdades exactas.
En el esquema se puede observar la estructuración de la muestra estratificada y seleccionada de manera aleatoria dentro de cada estrato (barrio de la ciudad). Es importante destacar que la estructura de datos es de tipo panel, debido a que los hogares participantes son fijos y no se proponen modelos de rotación de la muestra. Cada tres meses, un equipo de encuestadores (alumnos avanzados de la Universidad Nacional de Villa María) realiza un despliegue territorial con el objetivo de aplicar la ETH de manera georreferenciada a partir de formularios geo inteligentes. Posteriormente, se realizan los procesamientos estadísticos correspondientes que garantizan la calidad de la estimación de los indicadores y la actualización automatizada de los datos del portal web. De esta manera los ciudadanos pueden acceder a los indicadores actualizados.



Figura 2. Esquema del flujo de trabajo del programa de Encuesta Trimestral de Hogares (ETH)

1.2 Modernización del estado

Desde la Secretaría de Economía y Modernización se entiende que la modernización del Estado debe ser integral y transversal a la gestión del municipio, por lo que llevarla adelante implica promover políticas para favorecer el acceso de los ciudadanos a la información pública, con el objetivo de impulsar una comunicación compartida y colectiva de los resultados, para que los mismos sean socialmente valorados. La modernización de la gestión y el desarrollo de estrategias de innovación debe tener como objetivo principal lograr una optimización de la administración pública.

Esta modernización busca mejorar las capacidades del Estado, ya que es una tarea necesaria para el desarrollo económico, productivo y social de nuestra ciudad. Se ha tomado la decisión de avanzar con esta misión, con la certeza de que es un proceso que busca garantizar los objetivos de la administración local, en pos de un gobierno sólido, moderno y eficiente.

Gestionar y administrar los recursos públicos con responsabilidad, previsibilidad y máxima eficiencia, es la finalidad que tiene nuestra Secretaría de Economía y Modernización, proporcionando a la gestión pública, herramientas e instrumentos que contribuyan a optimizar la administración estatal.

Actualmente, nuestra principal innovación está en el desarrollo de herramientas e instrumentos geointeligentes para la gestión de información, que permitan agilizar la comunicación con nuestros ciudadanos, la gestión interna y que al mismo tiempo y de manera online, se visualicen indicadores ,a nivel de territorio, que permitan optimizar la toma de decisiones desde las diferentes Secretarías, tales como, Secretaría de Economía y Modernización, Secretaría de Salud, Secretaría de Ambientes, Obras y Servicios Públicos, Secretaría de Educación, Cultura y Promoción de la Ciencia, y Secretaría de Inclusión Social y Territorio. A continuación, se esquematiza la información desarrollada anteriormente.

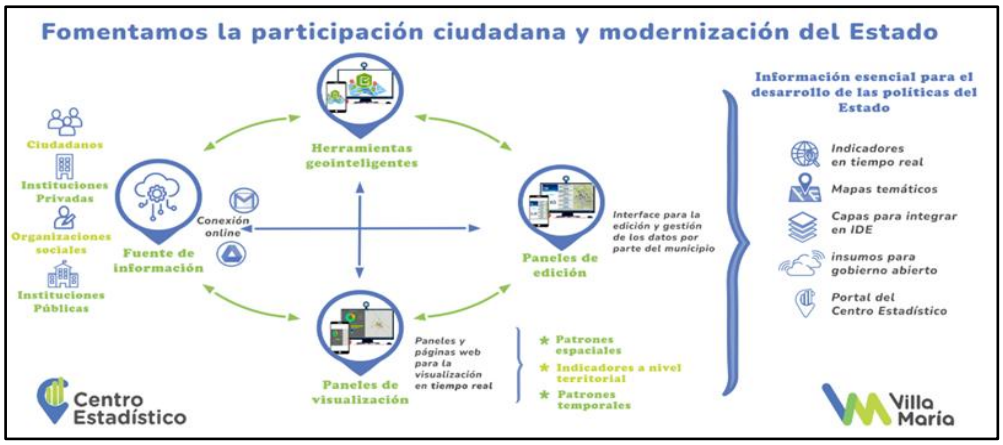


Figura 3. Esquema del flujo de trabajo del Centro Estadístico

2. MERCADO LABORAL Y SOCIODEMOGRÁFICO

El Mercado Laboral es aquel donde confluyen la oferta y la demanda de trabajo. Su buen funcionamiento puede estar influenciado, entre otras variables, por el nivel educativo de la fuerza laboral, ya que se sabe que el aumento del porcentaje de la fuerza de trabajo con estudios completos de nivel superior está asociado con un mayor nivel de productividad. Por otro lado, un mal funcionamiento puede afectar negativamente al crecimiento económico y al empleo de una ciudad, una provincia o un país. Por ejemplo, una tasa de desocupación alta provoca costos económicos y sociales. En síntesis, conocer los principales indicadores del Mercado Laboral de Villa María es de suma importancia.

Desde 2018, se realizan estimaciones de los principales indicadores para nuestra ciudad en general y dentro de nuestra ciudad, para nuestras municercas.

En esta dimensión de producción, se presenta información perteneciente a dos grupos de indicadores:

- Sociodemográficos básicos de la población total de referencia: permiten la caracterización sociodemográfica de los hogares y las personas, tales como sexo, grupos de edad, jefatura, tamaño del hogar, índice de masculinidad, índice de dependencia potencial y coeficiente de vejez.
- Socioeconómicos: caracterizan la situación laboral de la población a través de indicadores básicos del mercado de trabajo, tales como tasas generales y específicas de actividad, empleo y desocupación.

2.1 Indicadores Sociodemográficos

El Sistema de Estadísticas Sociodemográficas (SESD) muestra la situación y evolución social del país y de sus jurisdicciones por medio de un conjunto de indicadores. Incorpora distintos niveles de análisis, alcanzando los mismos a individuos, hogares y familias. Su principal fuente de datos es INDEC, a través de sus diferentes programas de recolección de información.

Siguiendo estos lineamientos, presentamos los principales Indicadores Sociodemográficos de Villa María y de sus municercas, que se calculan desde marzo de 2018 y se visualizan a través de nuestro Sistema de Información Geográfica.

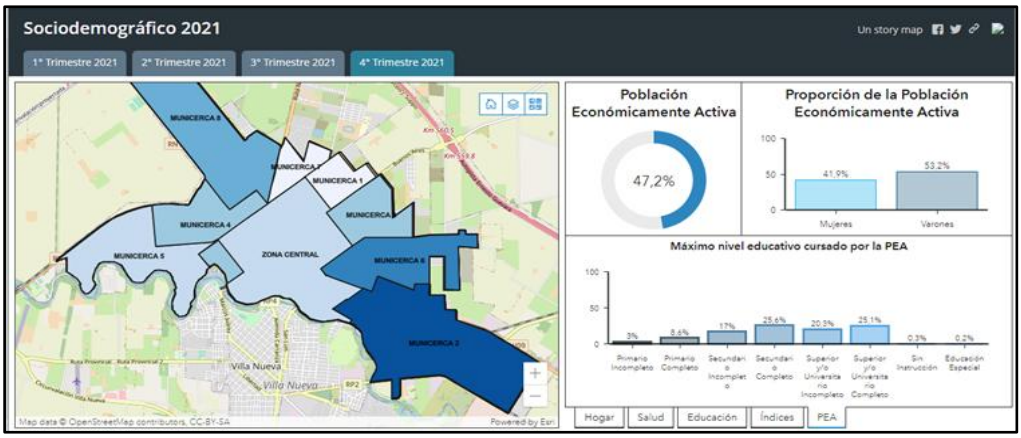


Figura 4. Panel interactivo de indicadores sociodemográficos. Disponible https://villamaria.maps.arcgis.com/apps/dashboards/ea4f42b275c9434ca6b088304968e876

En la Figura 4 se muestra información respecto de la Población Económicamente Activa (PEA). El usuario puede seleccionar otros aspectos de información y obtener más información de cada municerca utilizando el mapa interactivo de la izquierda.

2.2 Indicadores Socioeconómicos

En esta sección del portal se hace un análisis comparativo de las principales tasas específicas. Las tasas específicas hacen referencia a la población de 14 años y más. En este espacio se muestra de forma interactiva los valores estimados de dichas tasas en cada municerca de la ciudad para períodos distintos de tiempo. Esta visualización permite hacer comparativas y observar la heterogeneidad en nuestro territorio.

Las tasas específicas que evaluamos son:

- TASA DE ACTIVIDAD: Esta tasa es un indicador de la fuerza laboral de una ciudad, ya que considera la relación entre la suma de los ocupados y desocupados, que buscan una ocupación activamente y la población de 14 años y más.
- TASA DE EMPLEO: Esta tasa es un indicador de la proporción de personas con empleo en la ciudad, ya que considera la relación entre los ocupados y la población de 14 años y más.
- TASA DE DESOCUPACIÓN: Esta tasa es un indicador de la fuerza laboral de una ciudad, ya que considera la relación entre los desocupados y la Población Económicamente Activa (PEA). La PEA está conformada por la suma entre los ocupados y desocupados, que buscan una ocupación activamente.
- TASA DE SOBREOCUPACIÓN: La población sobreocupada es la población que trabaja más de 45 horas semanales. La Tasa de Sobreocupación Horaria se calcula como el porcentaje entre la población sobreocupada y la Población Económicamente Activa (PEA).

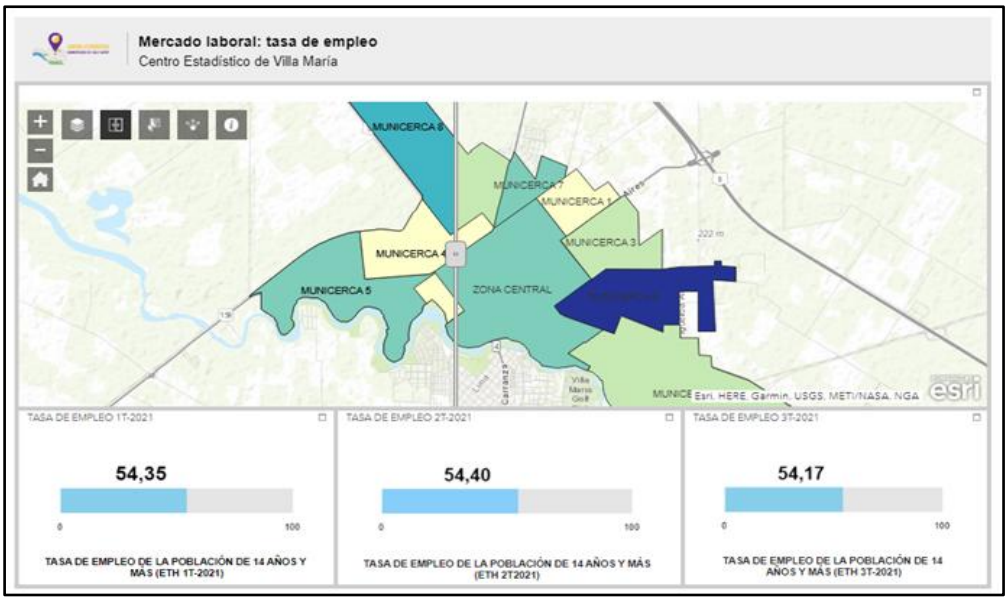


Figura 5. Panel interactivo de tasa de empleo. Deslizando la barra hacia la derecha, se observa la distribución de la Tasa de Empleo desde el segundo trimestre de 2021 hasta el tercer trimestre del 2021, deslizando hacia la izquierda. Disponible https://portal-villamaria.opendata.arcgis.com/pages/mercado-laboral

2.3 Indicadores Socioeconómicos de Argentina y Villa María

Las tasas generales obtenidas de la ETH se comparan, además, con las tasas de los 31 conglomerados definidos por la Encuesta Permanente de Hogares producida por INDEC. Esto permite evaluar la situación socioeconómica de la ciudad respecto del país. Esta información se presenta en un panel interactivo como el que se muestra a continuación.

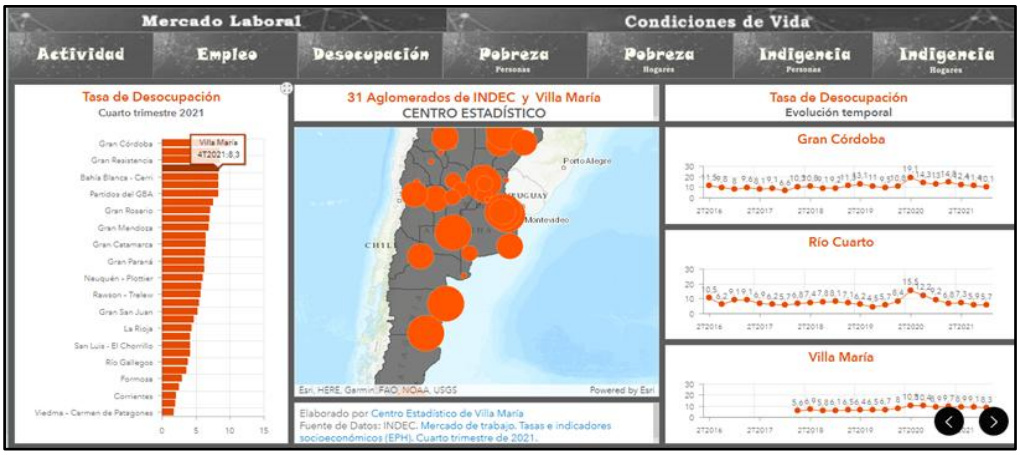


Figura 6. Panel interactivo de comparación de tasas socioeconómicas de Villa María respecto de los 31 aglomerados de Argentina. En este caso se muestra la tasa de desocupación, visualizando un ranking a la izquierda, la distribución espacial en el centro y a la derecha la evolución temporal de villa maría y de los aglomerados más cercanos. Disponible https://experience.arcgis.com/experience/9d63ae6826f143c98bb4603e890d0f90/page/Activities/

3. CONDICIONES DE VIDA

Las condiciones de vida son los modos en que las personas desarrollan su existencia, enmarcadas por particularidades individuales, y por el contexto histórico, político, económico y social en el que les toca vivir. En esta sección se difunden las estimaciones resultantes sobre pobreza e indigencia, condiciones sanitarias, tipologías de la vivienda, entre otras y sus características habitacionales. Utilizar indicadores que permitan cuantificar estos modos es importante desde múltiples dimensiones para fortalecer la toma de decisiones en cuanto a intervenciones sociales, diseños de programas de inclusión, planeamiento urbanístico, entre otras.

En esta sección, se presentan los resultados correspondientes a un conjunto de indicadores referidos a las Condiciones de Vida de los hogares de la ciudad y sus municercas.

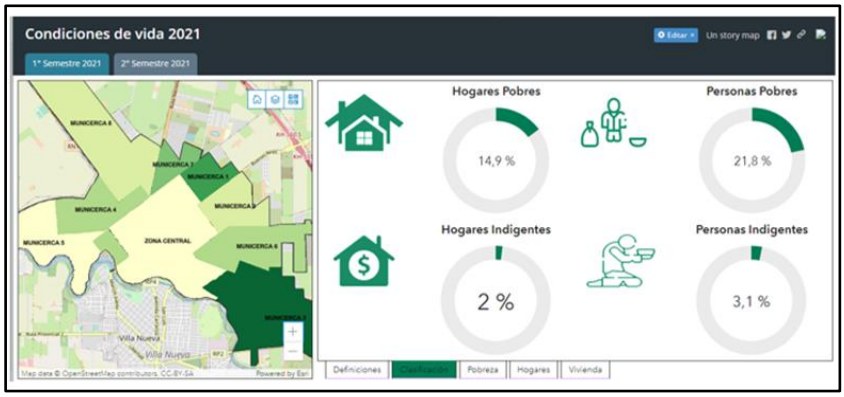


Figura 7. Panel interactivo de tasas de condiciones de vida. En esta figura se muestra información respecto a la clasificación de hogares y personas de acuerdo a las condiciones de vida. El usuario puede seleccionar otros aspectos de información y obtener más información de cada municerca utilizando el mapa interactivo de la izquierda. Disponible https://portal-villamaria.opendata.arcgis.com/pages/condiciones-de-vida

3.1 Indicadores de condiciones de vida en Argentina y Villa María

Los indicadores de condiciones de vida locales obtenidas de la ETH se comparan, además, con los indicadores de los 31 conglomerados definidos por la Encuesta Permanente de Hogares producida por INDEC. Esta información se presenta en un panel interactivo como el que se muestra a continuación y permite evaluar las condiciones de vida de la ciudad respecto a la situación nacional.

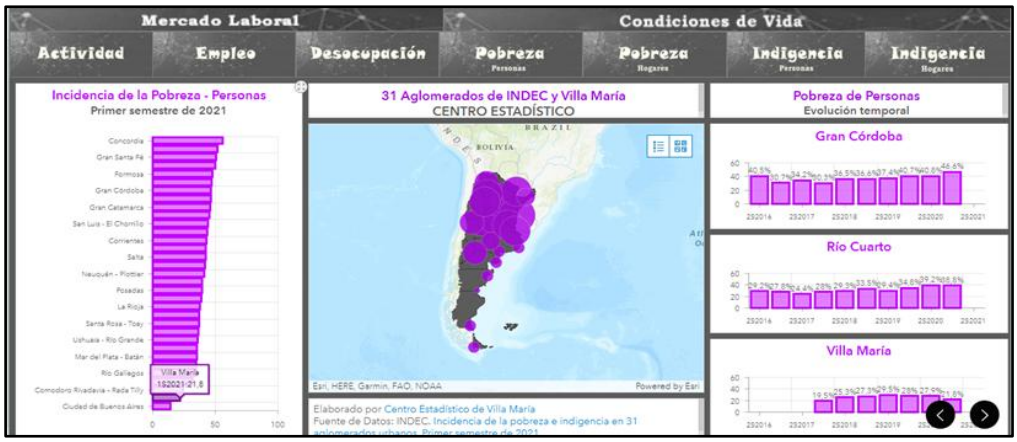


Figura 8. Panel interactivo de comparación de indicadores de condiciones de vida de Villa María respecto de los 31 aglomerados de Argentina. En este caso se muestra la tasa de pobreza de personas, visualizando un ranking a la izquierda, la distribución espacial en el centro y a la derecha la evolución temporal de Villa María y de los aglomerados más cercanos. Disponible https://experience.arcgis.com/experience/9d63ae6826f143c98bb4603e890d0f90/page/Activities/?views=PobrezaPersonas

4. SEGURIDAD Y VICTIMIZACIÓN

La principal fuente de información oficial sobre los hechos delictivos son los registros administrativos, policiales y judiciales. Sin embargo, estos registros no captan aquellos casos en los cuales los delitos no son reportados a las autoridades competentes, por lo que no son contabilizados en las estadísticas que se elaboran. Como herramienta para contrarrestar esta limitación, mediante la ETH se relevan los delitos que no fueron denunciados, complementando la información generada por los registros administrativos, proporcionando una estimación de los hechos delictivos no denunciados y aportando un instrumento de diagnóstico para evaluar el vínculo entre la ciudadanía y el sistema de seguridad pública.

Entre los principales indicadores se encuentran: los valores estimados de Prevalencia de los Delitos contra el Hogar y contra la Persona, las Tasas de No Denuncia, los indicadores sobre la Evaluación del Sistema de Seguridad y Justicia y los indicadores sobre la Percepción de Seguridad Ciudadana.

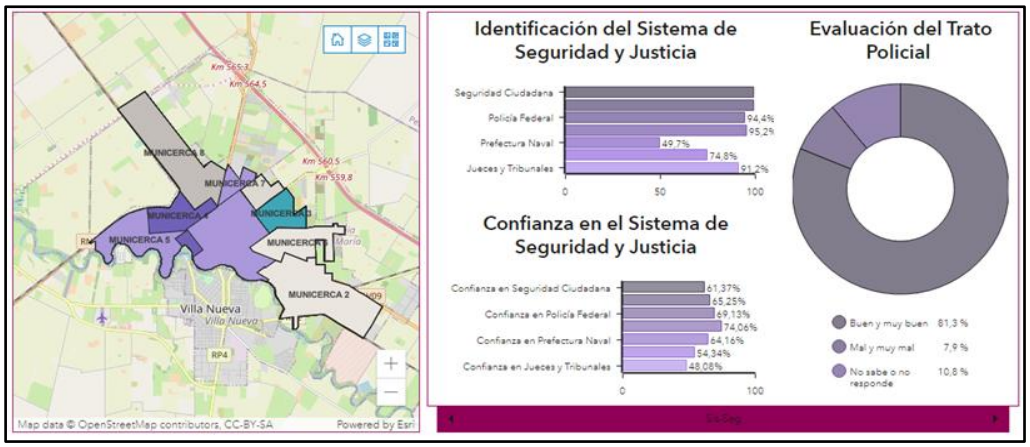


Figura 9. Panel interactivo de indicadores sobre percepción. En esta figura se muestra información respecto al sistema de seguridad. El usuario puede seleccionar otros aspectos de información y obtener más información de cada municerca utilizando el mapa interactivo de la izquierda. Disponible https://portal-villamaria.opendata.arcgis.com/pages/seguridad-y-victimizacion

5. GÉNERO

Como Gobierno Municipal estamos comprometidos a trabajar en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en conjunto con el Gobierno Provincial y Nacional e interactuando con Organismos Internacionales, y así lo venimos haciendo. En esta dirección, cada una de las Políticas de Estado definidas están alineadas a los 17 ODS, los que -según el grado de inherencia específica- atraviesan transversalmente a todas las Políticas de Estado del Gobierno Municipal.

Cada tres meses, el programa -Encuesta Trimestral de Hogares (ETH)- permite actualizar las estimaciones territoriales de los indicadores de Calidad de Vida de la población villamariense y a través de ellos, se optimiza la toma de decisiones con el objetivo de promover acciones en busca de la igualdad de oportunidades.

Esta iniciativa se fortalece a través del trabajo conjunto entre las Secretaría de Inclusión Social y Territorio y la Secretaría de Economía y Modernización, en la conformación de un Observatorio de Violencias y Desigualdades por motivos de Género.

El Observatorio de Violencias y Desigualdades por motivos de Género de la ciudad de Villa María, se conforma como el espacio físico y virtual donde se recoge, procesa, analiza y difunde información relevante, periódica, comparable, oportuna y de calidad para apoyar el diseño, implementación y gestión de políticas públicas a nivel local tendientes a la prevención, asistencia y erradicación de las violencias por motivos de género y de todas las formas de vulneración de los derechos de las mujeres y colectivos LGBTIQ+, por su condición de tales, así como de la capacidad de respuesta de dichas políticas.

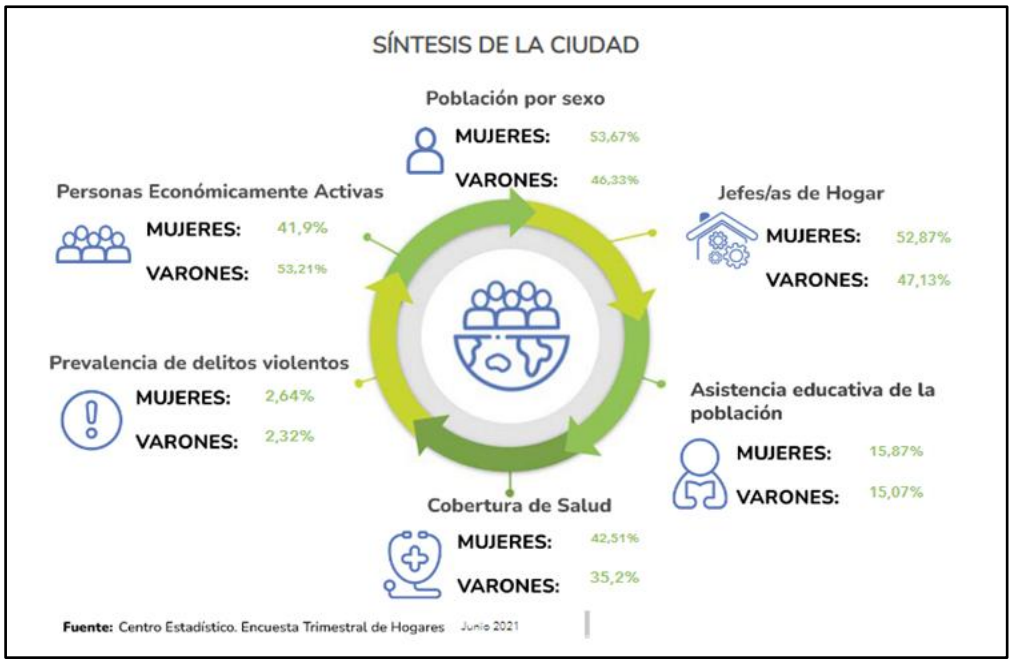


Figura 10. Panel interactivo descriptivo de la población villamariense por sexo. Disponible https://portal-villamaria.opendata.arcgis.com/pages/genero

Dentro de esta sección se presentan múltiples dimensiones de análisis como educación, sociodemográfico, salud, mercado laboral, disidencias, discapacidades, violencia de género, indicadores estandarizados, entre otras. Los múltiples indicadores de género producidos por el Centro Estadísticos se encuentran publicados en el subportal web: https://portal-villamaria.opendata.arcgis.com/pages/genero.



Figura 11. Dimensiones de análisis del subpoortal web de género. El usuario puede entrar a cada dimensión y visualizar paneles interactivos de los indicadores correspondientes. Disponible https://portal-villamaria.opendata.arcgis.com/pages/genero

5.1 Indicadores Estandarizados

Dentro del marco referencial, que como Centro Estadístico Municipal optamos por retomar, se encuentran principalmente los aportes metodológicos y teóricos de la CEPAL y la adecuación del SIGBA (2018) de los indicadores que conforman el Sistema de Indicadores de Género.

El SIGBA (2018) es una agrupación de datos estadísticos y de registros que dan una amplia visión de la situación de género en la ciudad de Buenos Aires.

La CEPAL es un organismo de Naciones Unidas que nuclea, entre otros, los asuntos de género, considerando así un papel activo en la incorporación de la perspectiva de género, en el ámbito del desarrollo regional de América Latina y el Caribe.

Como Centro Estadístico Local y Regional de la Municipalidad de Villa María, nos proponemos avanzar sobre estos lineamientos e indicadores estandarizados, para dar a conocer cuál es la realidad en términos de Indicadores de Género, dentro de la cual se deben proyectar y avanzar las políticas públicas. Esto permitirá perfilar una agenda cuyo objetivo sea lograr la igualdad de género y reducir las desigualdades que atraviesan a toda la población en general, pero en particular, a las mujeres, mujeres jóvenes y niñas.

En esta sección se presentan mapas comparativos de múltiples indicadores estandarizados, en América Latina y el Caribe, como: cantidad y tasas de femicidios, tasa de desocupación de mujeres y varones y tasa de participación laboral de mujeres y varones.

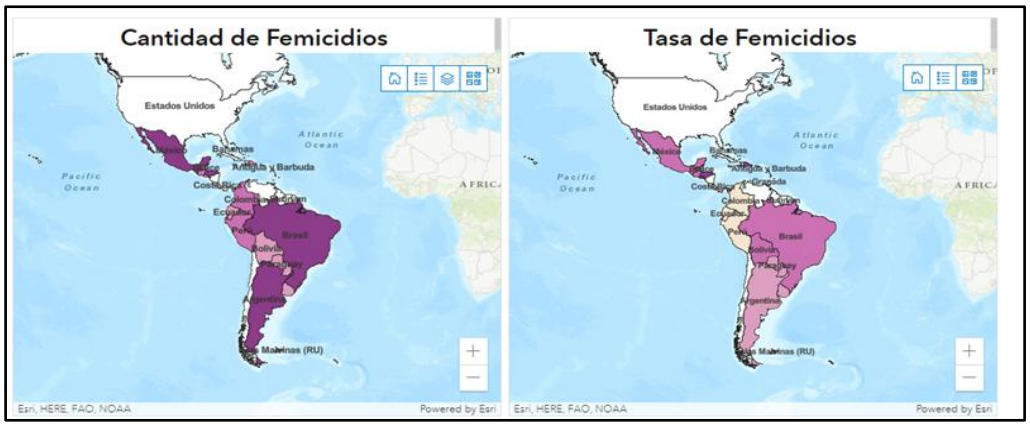


Figura 12. Mapa del número de femicidios de los países que conforman América Latina y el Caribe (izquierda), y mapa de la tasa de femicidios de los países que conforman América Latina y el Caribe (derecha). Disponible https://genero-villamaria.hub.arcgis.com/pages/gnero-indicadores-estandarizados. Los datos fueron retomados de CEPAL

5.2 Salud

A través de la Encuesta Trimestral de Hogares, cada tres meses se producen indicadores de salud, y resulta de gran importancia poder visualizarlos en relación a las desigualdades por motivos de género en nuestro territorio.

Uno de los indicadores de salud de mayor interés es la cobertura de salud por sexo. Cuando nos referimos a la población que tiene cobertura de salud, se tiene en cuenta aquellas personas que declaran tener Obra Social (incluyendo PAMI), prepaga a través de Obra Social, Prepaga sólo por contratación voluntaria, o Programas o Planes de salud. Por otra parte, cabe destacar que la población sin cobertura de salud incluye a todas las personas que declaran no poseer ninguna de las opciones mencionadas anteriormente.

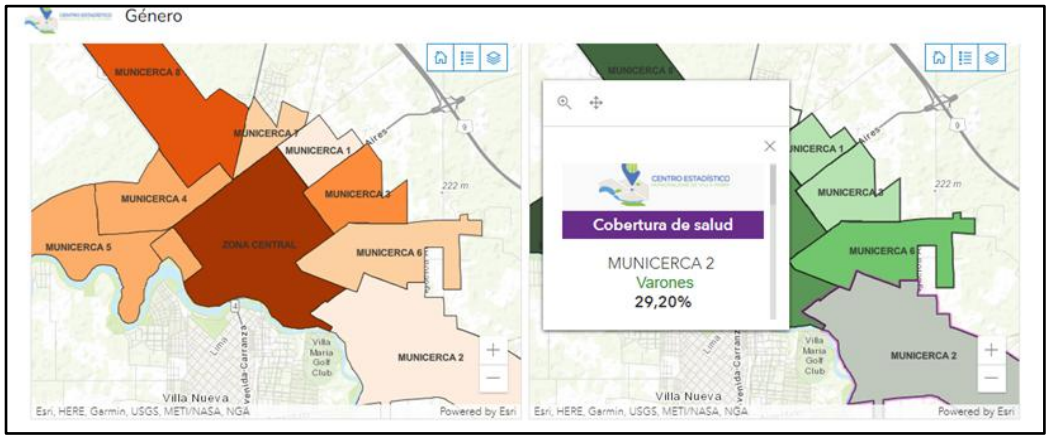


Figura 13. Distribución de cobertura de salud en los distintos municercas de la ciudad para mujeres (izquierda) y varones (derecha). En la figura derecha se muestra, además, la ventana interactiva que aparece al hacer clic sobre un determinado municerca. Disponible https://genero-villamaria.hub.arcgis.com/pages/gnero-salud

6. CONCLUSIONES

En el proceso de modernización del estado y optimización de la gestión municipal, el centro estadístico, a través de su programa de encuesta trimestral de hogares aporta valiosa información para la toma de decisiones, para el seguimiento de programas específicos orientados a mejorar la vida de los ciudadanos y por sobre todo para democratizar el acceso a la información de la ciudad. El portal web presenta indicadores de forma interactiva y de fácil comprensión y acceso. En la pestaña "Datos Abiertos" del portal web los usuarios pueden descargar indicadores, tablas, mapas, entre otros. Además, en dicho espacio se visibilizan indicadores que dan cuenta del trabajo colaborativo entre diversas áreas del municipio. El Centro Estadístico tiene grandes desafíos por delante, tales como: avanzar en el trabajo conjunto con otras secretarías, validar normas de calidad, la construcción del sistema de indicadores de desarrollo sostenible, optimizar flujos de trabajo para la intervención en arbolado público, entre otras. Todo el trabajo se desarrolla utilizando Sistemas de Información Geográfica que permiten no solo gestionar la información sino también visibilizar heterogeneidades en el territorio.

AGRADECIMIENTOS

El Centro Estadístico Local y Regional de la Municipalidad de Villa María agradece especialmente a:

Los ciudadanos: el tiempo y la dedicación otorgada a los encuestadores para la realización del relevamiento llevado a cabo a partir de la Encuesta Trimestral de Hogares, abriéndoles las puertas de sus hogares y suministrándoles la información que hace posible la elaboración de nuestros informes.

La Universidad Nacional de Villa María: que promovió la vinculación de sus estudiantes, permitiéndoles participar de una experiencia enriquecedora para su desarrollo profesional y personal.

Los integrantes de la Gestión Municipal: por su apoyo e interés hacia todas las iniciativas del Centro Estadístico.

REFERENCIAS

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (s.f.). https://www.cepal.org/es

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. República Argentina. (s.f.). https://www.indec.gob.ar/

Instituto de Estadística y Censos de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. (s.f.). Sistema de Indicadores de Género de Buenos Aires. https://www.estadisticaciudad.gob.ar/eyc/?page_id=74588

El Geoportal del DANE. Herramienta para la integración de la información estadística y geoespacial de Colombia

Josué López Gil[1] y Diego Fernando Rodriguez[1]

[1]Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), Colombia. Carrera 59 No. 26-70 Interior I - CAN, Colombia. Tel.: 57- 601- 5978300 ó 57- 601-597839.
{jolopezg, dfrodriguezl}@dane.gov.co

Resumen: El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), en el marco de sus funciones misionales, el Plan Estadístico Nacional, iniciativas como el marco global estadístico y geográfico, el Proyecto del Marco Estadístico y Geoespacial de las Américas (MEGA), la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE), entre otras; dispone el Geoportal al público en general con un conjunto de geovisores, servicios geográficos y descarga de datos, con información de apoyo a la toma de decisiones de los resultados de las operaciones estadísticas. El geoportal propende por el acceso, la integración, la interoperabilidad, el uso y la disposición de información estadística georreferenciada por medio de geografías comunes (Marco Geoestadístico Nacional), en temas como población, enfoque diferencial de género y étnico, estadísticas vitales, cuentas departamentales, directorio de empresas, censo y encuesta agropecuaria, encuestas de turismo, principalmente.

Palabras Clave: geoportal, geovisores, geoservicios, geoestadística, geoinformación

1. INTRODUCCIÓN

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) como entidad responsable de la planeación, levantamiento, procesamiento, análisis y difusión de las estadísticas oficiales de Colombia, creó el geoportal del DANE, como respuesta a la necesidad de contar con un sitio web para la integración de información estadística y geoespacial, producto de los censos, encuestas, registros administrativos y estadísticas derivadas.

2. GEOPORTAL DEL DANE

El geoportal es un instrumento del Sistema de Información Geoestadístico (SIGE) para disposición del Marco Geoestadístico Nacional (MGN) y la información estadística georreferenciada producida por el DANE, con el propósito garantizar que el usuario acceda desde un único sitio web a la información geográfica y estadística (Figura 1).

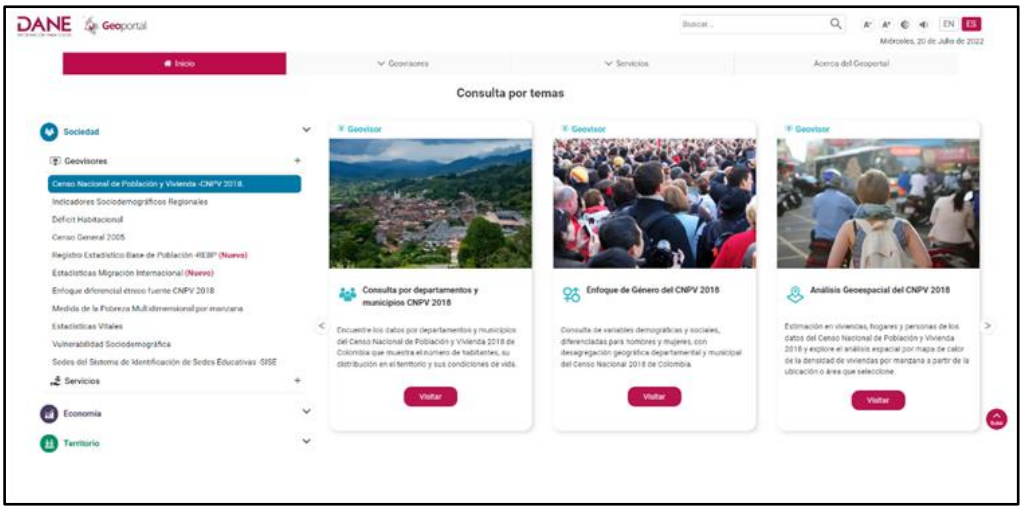


Figura 1. Página de inicio del Geoportal. Nota. Tomado de Geoportal [captura de pantalla], por DANE, s.f., recuperado de https://geoportal.dane.gov.co/

En el geoportal se dispone la información estadística georreferenciada, facilitando el acceso y la visualización de resultados de las operaciones estadísticas del DANE, clasificados por las categorías temáticas economía, sociedad y territorio, ofreciendo diferentes opciones de consulta a través de geovisores, mapas interactivos, servicios geográficos, metadatos y descarga de información georreferenciada producida por la Entidad.

Los geovisores buscan facilitar el acceso, consulta, visualización, análisis y descarga de información estadística georreferenciada a través de los niveles geográficos del MGN y de la codificación de la División Político Administrativa de Colombia (Divipola), permitiendo que los usuarios puedan generar y descargar mapas con la información estadística oficial del país.

La consulta a través de los geovisores facilita a instituciones públicas y privadas, orientar la toma de decisiones, lo mismo que a investigadores, estudiantes y público en general. Es el caso del grupo de geovisores de la categoría sociedad, en donde se encuentran los resultados del censo de población y vivienda del 2018 (Figura 2), resultados de estudios postcensales en déficit habitacional, enfoque diferencial de género y étnico, pobreza multidimensional, necesidades básicas insatisfechas, entre otras.



Figura 2. Geovisor detallado para sectores y manzanas del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. Nota. Tomado de Geoportal [captura de pantalla], por DANE, s.f., recuperado de https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/sociedad/cnpv2018-detallado/

En la categoría de economía se pueden encontrar geovisores para el directorio estadístico de empresas (Figura 3), producto interno bruto departamental, valor agregado municipal, encuestas de turismo, conteo de unidades económicas, entre otros, que representan la actividad productiva en las entidades territoriales.



Figura 3. Geovisor del Directorio Estadístico de Empresas 2021. Nota. Tomado de Geoportal [captura de pantalla], por DANE, s.f., recuperado de https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/economia/directorio-estadistico-de-empresas/

En la última de las categorías se encuentra Territorio, en la que se destacan geovisores de consulta de MGN, Nivel colaborativo de veredas, información censal para las subregiones de los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET), estadísticas agropecuarias, Observatorio Inmobiliario Nacional (Figura 4), entre otras.

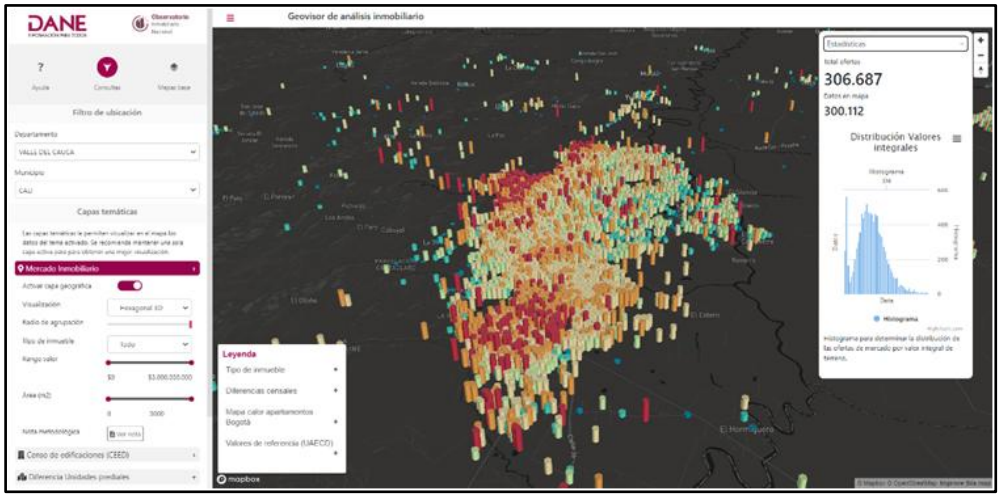


Figura 4. Geovisor de análisis inmobiliario. Nota. Tomado de Observatorio Inmobiliario Nacional [captura de pantalla], por DANE, s.f., recuperado de https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/territorio/observatorio_inmobiliario/

3. INTEROPERABILIDAD DE SERVICIOS WEB

Para el intercambio de geoinformación, en el geoportal se disponen más de 300 servicios web geográficos de mapas en formatos *Web Map Service* (WMS), *Web Map Tile Service* (WMTS) y *Web Feature Service* (WFS), que cumplen con estándares de interoperabilidad de la Open GeoSpatial Consortium (OGC) (Figura 5). Estos servicios web de mapas temáticos, están dispuestos a través del vínculo directo: https://geoportal.dane.gov.co/mparcgis/rest/, los cuales fueron generados principalmente sobre *software* licenciado y corresponden a resultados de operaciones estadísticas del DANE con desagregación de información para departamentos y municipios.

Teniendo en cuenta que los geovisores del Geoportal, requieren del acceso a servicios WFS, GeoJSON o vector *tiles* (teselas vectoriales) de los niveles geográficos del MGN, se utilizó para la asociación de la información estadística almacenada en bases de datos Oracle (información alfanumérica), el *software open source* GeoServer como servidor web de mapas, el cual accede a las capas de datos geográficos a través de PostgreSQL/PostGIS, generando los servicios web requeridos.

Específicamente los vectores *tiles* o teselas vectoriales como formato de datos vectoriales geoespaciales liviano, puede contener múltiples capas, retornando geometrías y atributos estructurados como datos binarios en formato Protocolbuffer Binary Format (pbf) generados en *caché* o dinámicos, cuyo uso reciente en los geovisores del geoportal, se ha convertido en la alternativa más eficiente para la visualización geográfica de niveles detallados del MGN como manzana censal, dado que despliegan en la web rápidamente información vectorial que contiene gran cantidad de elementos geográficos, mejorando el rendimiento de la asociación con los datos alfanuméricos de los resultados estadísticos, extraídos de la base de datos Oracle.

Es el caso del geovisor de déficit habitacional con desagregación por manzana censal que se puede observar en la Figura 6.

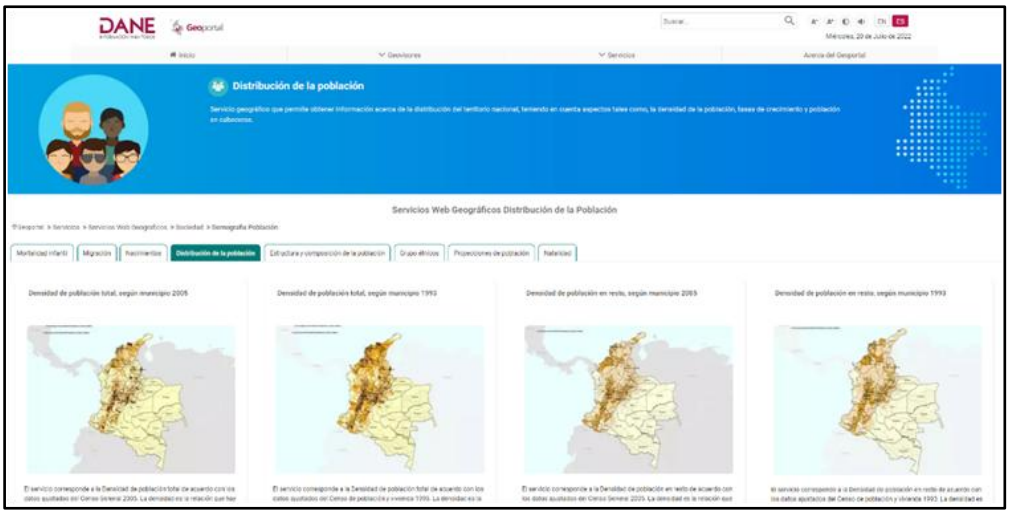


Figura 5. Página de consulta de servicios web geográficos. Nota. Tomado de Geoportal [captura de pantalla], por DANE, s.f., recuperado de https://geoportal.dane.gov.co/servicios/servicios-web-geograficos/sociedad/demografia-poblacion/

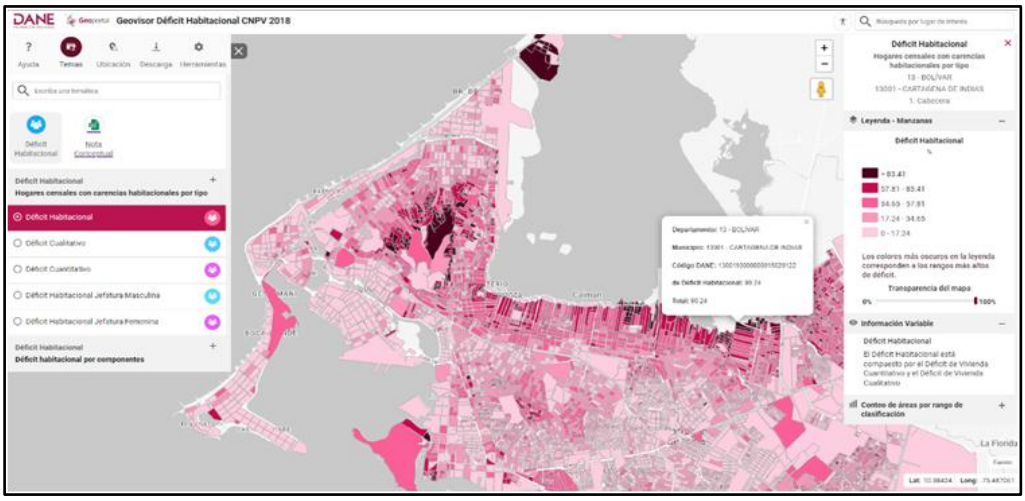


Figura 6. Geovisor de déficit habitacional Censo Nacional de Población y Vivienda 2018.
Nota: tomado de Geoportal [captura de pantalla], por DANE, s.f.

4. ARQUITECTURA DEL GEOPORTAL

El geoportal se soporta tecnológicamente sobre un conjunto de servidores con sistema operativo Linux para el sitio del geoportal, el catálogo de metadatos geográficos, los servicios web de mapas y las bases de datos utilizando Oracle y PostgreSQL/PostGIS; mientras que para algunos de los servicios geográficos de mapas se hace bajo sistema operativo Windows Server (Figura 7).

La página del geoportal y los geovisores son desarrollos propios realizados por la Dirección de Geoestadística del DANE, utilizando tecnologías de punta para visualización de datos soportada sobre software libre principalmente. No obstante, para algunos productos se utiliza *software* licenciado en secciones como mapas destacados, mapas interactivos y servicios web geográficos.

Finalmente, el geoportal se puede consultar a través del vínculo https://geoportal.dane.gov.co/, en donde pueden encontrar la información estadística georreferenciada producida por el DANE y el análisis espacial de datos asociada a esta labor.

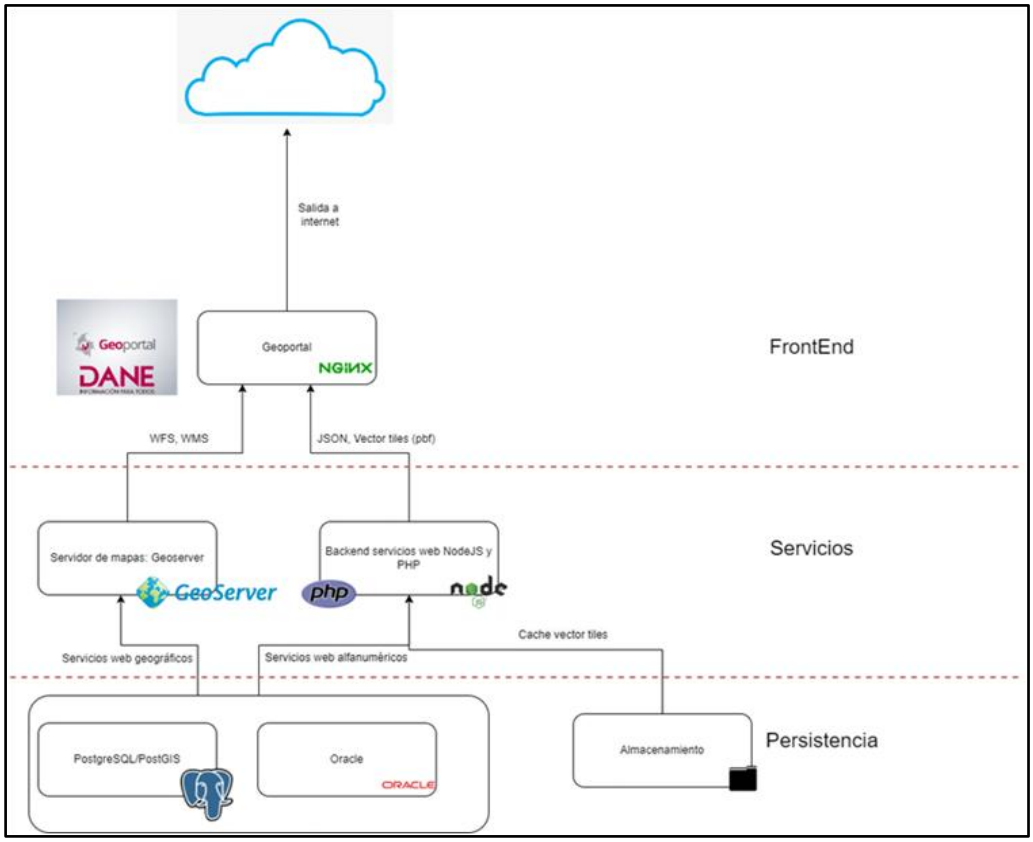


Figura 7. Arquitectura Geoportal DANE

5. CONCLUSIONES

El geoportal es el sitio oficial del DANE para descarga de datos geoestadísticos y permite dar respuesta a las consultas, solicitudes de usuarios relacionados con información geográfica y alfanumérica con componente geográfico de los resultados de las operaciones estadísticas.

Los geovisores buscan incrementar el uso y manejo de la información geoespacial enriqueciendo la consulta de la información estadística a partir del uso de los niveles geográficos del Marco Geoestadístico Nacional y de la aplicación de nuevas tecnologías de información y de gestión de datos georreferenciados.

El DANE a través del Geoportal, dispone servicios web geográficos para consumo por parte de usuarios externos como lo pueden ser estudiantes, entidades del sector público, empresas y público en general, lo que permite la interoperabilidad con varios sistemas de información que requieren información geoestadística y/o geoespacial para la toma de decisiones en sus respectivos campos de dominio.

La información geográfica producida por el DANE y dispuesta a través del geoportal, permite integrar la información estadística y geoespacial de Colombia, utilizando formatos y estándares

comunes, con el propósito de fortalecer la difusión de información georreferenciada para la toma de decisiones.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el compromiso y trabajo de los profesionales de planta y contratistas del grupo de Gestión de Geoinformación de la Dirección de Geoestadística del DANE, encargados del desarrollo de aplicaciones web y móvil, la gestión de información y el mantenimiento del geoportal del DANE.

REFERENCIAS

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Colombia. (s.f.). *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Recuperado el 14 de abril de 2022 de https://www.dane.gov.co/index.php

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, República de Colombia. (s.f.). *Plan Estadístico Nacional.* Recuperado el 20 abril de 2022 https://www.dane.gov.co/index.php/plan-estadistico-nacional-pen

Departamento Administrativo Nacional de Estadística, Colombia. (s.f.). *Geoportal DANE*. Recuperado el 14 abril de 2022 de https://geoportal.dane.gov.co/

Instituto Geográfico Agustín Codazzi, República de Colombia. (s.f.). *Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales*. Recuperado el 14 abril de 2022 https://www.icde.gov.co/

Comité Regional de Naciones Unidas sobre Gestión Global de la Información Geoespacial para las Américas. (s.f.). *Marco Estadístico y Geoespacial de las Américas*. Recuperado el 14 de abril de 2022 de https://www.cepal.org/es/organos-subsidiarios/comite-regional-naciones-unidas-gestion-global-la-informacion-geoespacial/proyectos

Estrategia de abordaje integral del cáncer de mama. Distribución de mamógrafos según variables significativas en la provincia de Córdoba

Celeste Comes Brunetto[1], María Laura Mariani[1], Daniela Calvo[1], Leila Badrán[1,2], Juan Pablo Gaydou[1], Marina Tsernotopulos[1,3], Florencia Bullano[1,3] y Mariana Butinof[1,4]

[1]Dirección General de Integración Sanitaria (DGIS), Ministerio de Salud. Belgrano 1548, Córdoba (5000), Córdoba.
{infocapacitacioncba, lic.mariani, calvodaniela.nacer, juanpgaydou, marinatsernotopulos, bullanoflorencia}@gmail.com, celeste.comesbrunetto@cba.gov.ar, leilabadran@hotmail.com, mariana@butinof.com.ar
[2]Hospital Córdoba, Programa Provincial de Detección Precoz de Cáncer de Mama, Ministerio de Salud. Avenida Patria 656, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.: 0800-5554141.
[3]Laboratorio de comunicación "Producción de contenidos en salud, ciencia y ambiente desde una perspectiva cultural y situada", Centro de Investigación en Periodismo y Comunicación (CIPeCo), Facultad de Ciencias de la Comunicación (FCC), Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Rondeau 467, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.; 0351-5353680.
[4]Facultad de Ciencias Médicas (FCM), Universidad Nacional de Córdoba (UNC). E. Barros s/n, Ciudad Universitaria, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.: 0351-5353684.

Resumen: En la provincia de Córdoba el cáncer de mama representa una de las principales causas de enfermedad y muerte entre las mujeres. La Dirección General de Integración Sanitaria trabaja en el abordaje y la prevención del mismo, diseñando redes de complejidad creciente a fin de disminuir la brecha de acceso a los servicios de salud. Se elaboraron propuestas de circuitos de salud integral destinados a la población objetivo, teniendo en cuenta la disponibilidad de mamógrafos y las condiciones de vulnerabilidad de la población. Para ello, se elaboró un índice de vulnerabilidad a nivel departamental para el grupo poblacional de interés, teniendo en cuenta tres variables: condiciones materiales de vida, acceso a la educación y acceso a cuidados de salud. A su vez, se mapeó el promedio de la tasa de mortalidad por cáncer de mama del trienio 2013-2015. Por último, se recopiló información sobre la distribución y condición de mamógrafos en hospitales públicos de la provincia.

Palabras Clave: salud, vulnerabilidad, prevención, cáncer de mama

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer de mama es la primera causa de muerte por tumores malignos en las mujeres a nivel mundial (Peralta, 2011). Según las estimaciones de incidencia del Observatorio Global de Cáncer de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el cáncer de mama es el de mayor magnitud en cuanto a ocurrencia para 2020, con un volumen de más de 22.000 casos al año, representa el 16,8 % de todos los tumores malignos y casi un tercio de los cánceres femeninos. En Argentina, es la enfermedad oncológica más frecuente entre las mujeres y la que causa más defunciones; se diagnostican 22.024 cánceres de mama y fallecen 6.821 mujeres por año (Instituto Nacional del Cáncer, 2021), con una incidencia de 73,1 casos por cada 100.000 mujeres.
La provincia de Córdoba refleja igual situación, siendo esta patología una de las principales causas

de enfermedad, 68,5 casos por 100.000 mujeres para el periodo 2004-2009 (Registro Provincial de Tumores de Córdoba), y muerte, 32 defunciones por 100.000 mujeres en 2011 (Tumas *et al.*, 2015). La Figura 1 expone las tasas de mortalidad por esta causa para el trienio 2013-2015 por departamento.

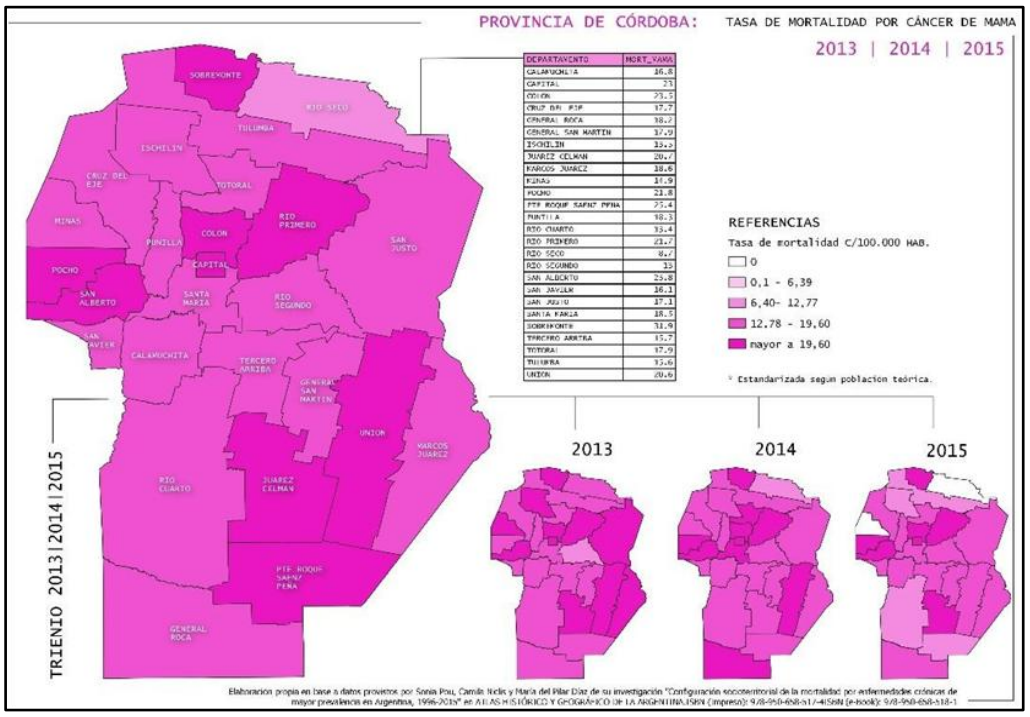


Figura 1. Tasas de mortalidad por cáncer de mama según departamento. Provincia de Córdoba, 2013-2015

El cáncer de mama es una enfermedad difícilmente prevenible. La posibilidad de curación depende altamente del volumen de la enfermedad al momento del diagnóstico. La detección temprana es elemental para lograr el control de la enfermedad. El diagnóstico más temprano debería traducirse en una reducción de la mortalidad por la enfermedad, disminución en la agresividad de los tratamientos (cirugía, quimioterapia, entre otras) y mejoras en la calidad de vida de las mujeres afectadas.

El objetivo de los programas de tamizaje es la detección temprana. El estudio mamográfico a mujeres de 40 a 69 años es el único método que ha demostrado ser efectivo en el cumplimiento de la reducción de la mortalidad por cáncer de mama (Di Sibio, 2018). La Dirección General de Integración Sanitaria[1] (DGIS) impulsa el fortalecimiento y desarrollo de la estrategia de Atención Primaria de la Salud (APS) en la provincia de Córdoba, a fin de abordar la prevención de este cáncer en todos sus estadíos de desarrollo.

En la provincia de Córdoba, el sistema de salud presenta características de fragmentación y descentralización. Éstas han afectado históricamente la posibilidad de brindar cobertura de salud homogénea y equitativa a la población. A su vez la provincia está integrada por 427 gobiernos locales, 249 municipios y 178 comunas, por lo que existe una gran diversidad en las gestiones locales de salud, que se expresan en las modalidades de atención y oportunidades de acceso de la población. El control del cáncer de mama en esta realidad implica el movimiento de una amplia

gama de recursos de salud que desarrollen acciones oportunas para el acceso al tamizaje complementadas por una línea eficiente de atención de la salud.

2. OBJETIVO

Con el propósito de aportar en el diseño de redes de complejidad creciente, identificando las características específicas de las poblaciones y las instalaciones sanitarias en la provincia, esta presentación tiene por objetivo reflexionar sobre la importancia del uso de información poblacional, sanitaria y geoespacial para el diseño de circuitos de cuidados de la salud en la prevención primaria del cáncer de mama en la provincia de Córdoba.

3. METODOLOGÍA

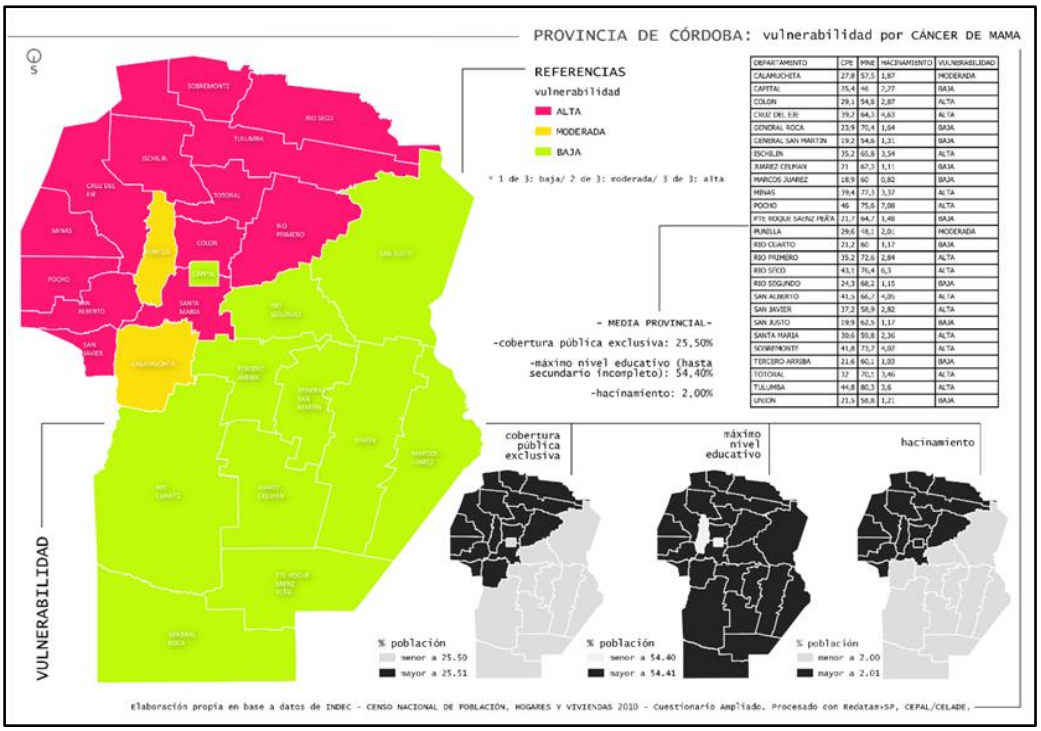
Como primer insumo se mapea la tasa de mortalidad por cáncer de mama a nivel departamental para los años 2013, 2014, 2015, con el promedio del trienio. Estos datos se obtuvieron del estudio de Pous, Niclis y Díaz, tal como se ve en la Figura 1.

Por otra parte, se elaboró un índice de vulnerabilidad a nivel de departamento de la provincia de Córdoba, para la población objetivo compuesta por mujeres de 40 a 69 años de edad. Para el mismo se tuvieron en cuenta tres variables de interés: condiciones materiales de vida, acceso a la educación y cobertura pública exclusiva. Para la variable de condiciones materiales de vida se utilizó el dato de hacinamiento crítico que contempla 3 o más personas por cuarto dentro de un hogar. En cuanto a la variable de acceso a la educación se tuvo en cuenta a la población femenina de 40 a 69 años que haya alcanzado un nivel educativo máximo de secundario incompleto. Por último, se tomó en cuenta a la población femenina con cobertura de salud pública exclusiva. La totalidad de estos datos fueron tomados de las bases del Censo Nacional de Población, Vivienda y Hogares 2010, publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) y procesados a nivel departamental con el programa REcuperación de DATos para Áreas pequeñas por Microcomputador (Redatam+SP[2]).

Para definir la vulnerabilidad de la población objetivo se estableció como parámetro el promedio provincial: se asignó vulnerabilidad alta a aquellas personas que están por encima de ese valor promedio en las tres variables, vulnerabilidad moderada a las que superan el valor en dos de las variables de referencia, y baja a quienes superan el promedio en una. Se exponen los resultados en la Tabla 1 y Figura 2.

Tabla 1. Índice de vulnerabilidad sociosanitaria según características de las mujeres de 40 a 69 años por departamento. Provincia de Córdoba

	Cobertura de salud	Máximo nivel educativo	Hacinamiento	Vulnera-bilidad
	Cobertura pública exclusiva (%)	Hasta secundario completo (%)	Más de 3 personas por cuarto (%)	
Provincial	**25,50**	**54,40**	**2,00**	
Calamuchita	27,80	57,50	1,90	
Capital	25,40	46,00	2,30	
Colón	29,10	54,80	2,90	
Cruz del Eje	32,20	64,30	4,60	
General Roca	23,90	70,40	1,60	
General San Martín	19,20	54,60	1,30	
Ischilín	35,20	65,80	3,50	
Juárez Celman	21,00	67,30	1,10	
Marcos Juárez	18,90	60,00	0,80	
Minas	39,40	77,30	3,40	
Pocho	46,00	75,60	7,10	
Presidente Roque Sáenz Peña	21,70	64,70	1,50	
Punilla	29,60	48,10	2,00	
Río Cuarto	21,20	60,00	1,20	
Río Primero	35,20	72,60	2,80	
Río Seco	43,10	76,40	6,30	
Río Segundo	24,30	68,20	1,20	
San Alberto	41,50	66,70	4,10	
San Javier	37,20	58,90	2,80	
San Justo	19,90	62,50	1,20	
Santa María	30,60	59,80	2,40	
Sobremonte	41,80	73,70	4,00	
Tercero Arriba	21,60	60,10	1,00	
Totoral	32,00	70,10	3,50	
Tulumba	44,80	80,30	3,60	
Unión	21,50	58,80	1,20	



DEPARTAMENTO	CPE	MNE	HACINAMIENTO	VULNERABILIDAD
CALAMUCHITA	27,8	57,5	1,87	MODERADA
CAPITAL	35,4	46	2,77	BAJA
COLON	29,1	54,8	2,87	ALTA
CRUZ DEL EJE	19,7	64,3	4,63	ALTA
GENERAL ROCA	23,9	70,4	1,64	BAJA
GENERAL SAN MARTIN	19,2	54,6	1,31	BAJA
ISCHILIN	35,2	65,8	3,54	ALTA
JUAREZ CELMAN	21	67,3	1,11	BAJA
MARCOS JUAREZ	18,9	60	0,82	BAJA
MINAS	39,4	77,3	3,37	ALTA
POCHO	46	75,6	7,08	ALTA
PTE ROQUE SAENZ PEÑA	21,7	64,7	1,48	BAJA
PUNILLA	29,6	48,1	2,01	MODERADA
RIO CUARTO	21,2	60	1,17	BAJA
RIO PRIMERO	35,2	72,6	2,84	ALTA
RIO SECO	43,1	76,4	6,3	ALTA
RIO SEGUNDO	24,3	68,2	1,15	BAJA
SAN ALBERTO	41,5	66,7	4,05	ALTA
SAN JAVIER	37,2	58,9	2,82	ALTA
SAN JUSTO	19,9	62,3	1,17	BAJA
SANTA MARIA	30,6	59,8	2,36	ALTA
SOBREMONTE	41,8	73,7	4,02	ALTA
TERCERO ARRIBA	21,6	60,1	1,03	BAJA
TOTORAL	32	70,1	3,46	ALTA
TULUMBA	44,8	80,3	3,6	ALTA
UNION	21,3	58,8	1,21	BAJA

Figura 2. Indicadores de vulnerabilidad de la población de mujeres de 40 a 69 años en la provincia de Córdoba según departamento de residencia

Otro insumo tenido en cuenta fue la red de mamógrafos en hospitales públicos de la provincia de Córdoba y su disponibilidad. Éstos pueden verse en la Tabla 2 y Figura 3.

Tabla 2. Listado de mamógrafos operativos en la provincia de Córdoba. Año 2020

Localidad	Hospital
Alta Gracia	Arturo Illia
Bell Ville	José Antonio Ceballos
Córdoba	Florencio Díaz
Córdoba	Maternidad
Córdoba	Materno Neonatal
Córdoba	Misericordia
Córdoba	Noreste
Córdoba	San Roque (nuevo)
Córdoba	Tránsito
Cruz del Eje	Aurelio Crespo
Dean Funes	Ernesto Romagosa
Laboulaye	Ramón José Cárcano
Marco Juárez	Abel Ayerza
Móvil	Mamógrafo CR Móvil 1
Móvil	Mamógrafo CR Móvil 2
Móvil	Mamógrafo CR Móvil 3
Móvil	Mamógrafo CR Móvil 4
Móvil	Mamógrafo Móvil 1
Móvil	Mamógrafo Móvil 2
Móvil	Mamógrafo Móvil 3
Móvil	Mamógrafo Móvil 4
Río IV	San Antonio de Padua
San Francisco	José Bernardo Iturraspe
San José de la Dormida	San José de La Dormida
Santa Rosa Rio I	Ramon B Mestre
Unquillo	José Miguel Urrutia
Villa Caeiro	Domingo Funes
Villa del Rosario	San Vicente de Paul
Villa Dolores	Villa Dolores
Villa María	Louis Pasteur (nuevo)
Oliva	Hospital zonal de Oliva

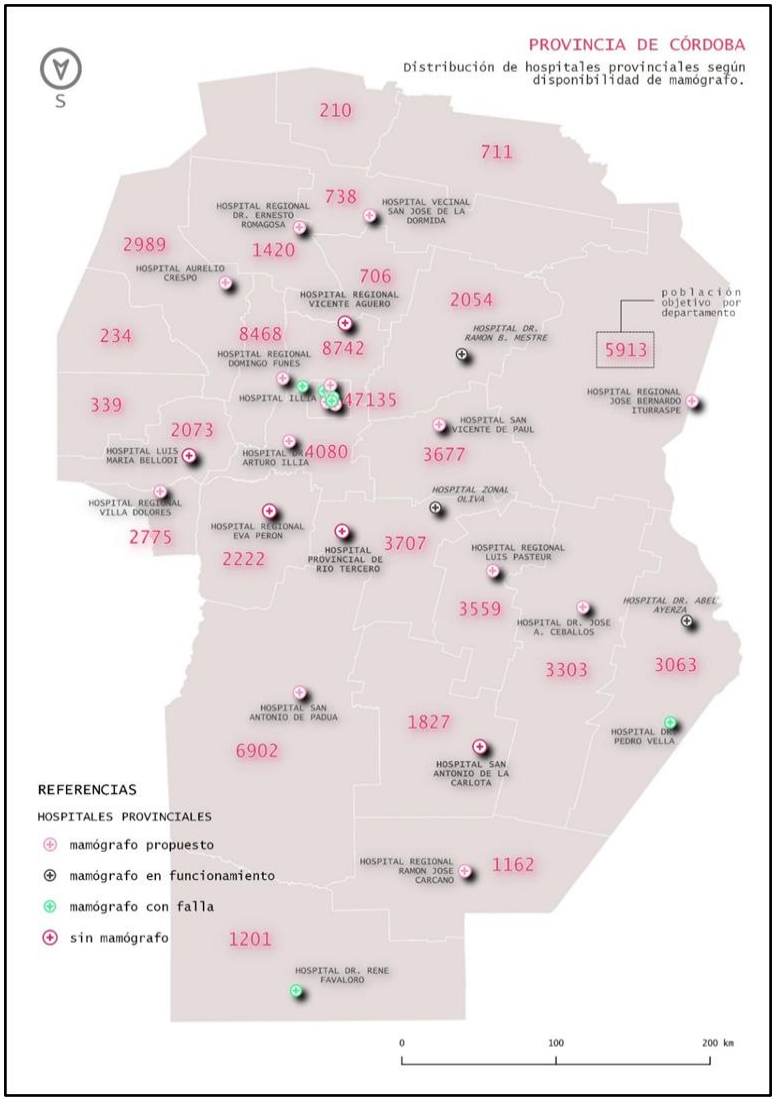


Figura 3. Distribución de hospitales provinciales según disponibilidad de mamógrafo. Provincia de Córdoba. Año 2020

4. RESULTADOS

Con estos insumos, pudimos elaborar circuitos de salud integral, destinados a la población objetivo, teniendo en cuenta los mamógrafos disponibles y las condiciones de vulnerabilidad de la población.

Se diseñó una propuesta según la disponibilidad, ubicación y productividad de los mamógrafos en hospitales provinciales, la población objetivo con cobertura pública exclusiva y condiciones de vulnerabilidad sociosanitaria de las mujeres en edad clave de cada departamento a los fines de proponer la ubicación de la nueva aparatología fija y móvil en la provincia.

5. CONCLUSIONES

El trabajo articulado y en red entre hospitales de referencia, centros de salud y el nivel central, favorecen la elaboración de propuestas integrales que mejoran el acceso y la calidad de los servicios de salud. Estos resultados nos permiten proyectar la integración de los tamizajes de los tres cánceres según necesidades de la población objetivo.

NOTAS

(1) La Dirección General de Integración Sanitaria es una dependencia perteneciente a la Secretaría de Prevención y Promoción de la Salud, del Ministerio de Salud de Córdoba. Tiene como principal objetivo fortalecer la estrategia de Atención Primaria de la Salud en la provincia. Actualmente, reúne bajo su órbita diferentes programas nacionales y provinciales, unificando criterios de trabajo y articulando la llegada al territorio.

(2) REDATAM+SP© es un programa computacional desarrollado por el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE), que es la División de Población de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, (CEPAL), Naciones Unidas.

REFERENCIAS

Di Sibio, A. J. (2018). *Efectividad del tamizaje mamográfico en la reducción de la mortalidad por cáncer de mama*. Instituto Nacional del Cáncer. http://iah.salud.gob.ar/doc/Documento202.pdf

Instituto Nacional del Cáncer. (2021). *Estadísticas - Incidencia*. Ministerio de Salud de la Nación Argentina. https://www.argentina.gob.ar/salud/instituto-nacional-del-cancer/estadisticas/incidencia

Peralta, O.M. (2011). Cáncer de mama: estrategias de prevención y vigilancia según nivel de riesgo. *Revista Médica Clínica Las Condes* 22(4):436-443.https://doi.org/10.1016/S0716-8640(11)70448-5

Registro Provincial de Tumores (2013). *Informe sobre cáncer en la provincia de Córdoba. 2004-2009*. Editorial de la Provincia de Córdoba. https://reduas.com.ar/wp-content/uploads/downloads/2016/09/Libro-Cancer-Provincial.pdf

Registro Provincial de Tumores de Córdoba (2017). *Cáncer: incidencia y mortalidad en Córdoba. 2004-2013. Provincia de Córdoba y Departamento Capital.* https://ministeriodesalud.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2019/11/PUBLICACION-REGISTRO-DE-TUMORES-2004-2013.pdf

Tumas, N., Niclis, C., Osella, A., Díaz, M.P. y Carbonetti, A. (2015). Tendencias de mortalidad por cáncer de mama en Córdoba, Argentina, 1986-2011: algunas interpretaciones sociohistóricas. *Rev Panam Salud Pública*, 37(4-5), 330-336. http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1020-49892015000400021

BLOQUE 2
IDE y Soluciones Tecnológicas

Nuevo Visor Web de Mapas del Portal Mapas Córdoba de IDECOR

Aldo Marcelo Algorry[1], José Jachuf[1] y Carlos Salinas[1]

[1]Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (IDECOR)
aalgorry@gmail.com, jjachuf@gmail.com, carlosalberto.salinas@gmail.com

Resumen: En este trabajo presentamos los resultados del trabajo de desarrollo e implementación de un nuevo visor web de mapas para el portal Mapas Córdoba de la IDECOR – Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba. El grado de madurez alcanzado por el portal Mapas Córdoba y la necesidad de contar con una herramienta propia con suficiente flexibilidad para incorporar nuevas funcionalidades nos llevó a abordar el desarrollo de una solución para el portal web para la visualización de los mapas en navegadores web de dispositivos de escritorio o móviles. Se detalla el porqué de un nuevo visor y los objetivos propuestos, así como el diseño de arquitectura y las tecnologías seleccionadas. Se presentan, además, las funcionalidades ya desarrolladas y las futuras sobre las que se está trabajando.

Palabras Clave: IDECOR, visor de mapas, web, geoservicios

1. INTRODUCCIÓN

Hace seis años IDECOR (https://idecor.cba.gov.ar/) decidió implementar un portal de mapas, el que se denominó Mapas Córdoba (https://mapascordoba.gob.ar/). El objetivo del Portal fue el de ofrecer los servicios de la IDE de la Provincia de Córdoba de manera sistematizada en único lugar.
Los servicios que ofrece son los propios de una IDE (Infraestructura de Datos Espaciales), tales como la publicación de geoservicios compatibles con los estándares OGC (Open Geospatial Consortium, s.f. [OGC]) y su metadata, además de permitir la descarga de los datos en diferentes formatos.
Por otro lado, se decidió publicar mapas compilados en varias capas destinados a un público más amplio sin formación técnica y que requiere consumir los datos geográficos en forma de mapas a través de un visor web. Antes de publicar un mapa se identifica el grupo de usuarios que lo va a consumir y en base a las necesidades de ese grupo se definen las capas, los atributos y los estilos que se van a presentar.
Para la administración, edición y publicación de los mapas se seleccionó la plataforma de código abierto GeoNode (https://geonode.org/) la que cuenta con un visor web para la consulta de los mapas. En ese momento el visor estaba basado en GeoExplorer (https://geoserver.org/), sobre este el equipo de desarrollo de IDECOR fue realizando modificaciones para agregar funcionalidades específicas del Portal. El haber introducido modificaciones y personalizaciones nos llevó a perder compatibilidad con las nuevas versiones y actualizaciones lo que provocó que el GeoExplorer quedará desactualizado y obsoleto.
Por otra parte, la introducción de modificaciones a un software de terceros es una tarea costosa con una complicada curva de aprendizaje.
Otro aspecto importante fue que el GeoExplorer al ser de uso general posee una gran cantidad de funcionalidades que no eran de utilidad para el Portal y generan una sobrecarga al sistema que atentaba contra la performance.

Por último, GeoNode en las nuevas versiones decidió cambiar totalmente su visor de mapas con una tecnología completamente distinta por lo que los desarrollos que habíamos realizado en todo este tiempo eran de muy difícil portabilidad al nuevo visor de GeoNode.
Es por todo lo arriba indicado que se decidió desarrollar un visor web de mapas propio que tuviera las funcionalidades requeridas por el Portal y que permitiera la modificación y/o adición de nuevas funcionalidades de manera más simple y eficiente, con especial énfasis en la performance que es una de las principales demandas de los usuarios de mapas.
En las próximas secciones se desarrollan:

- Los requerimientos que se plantearon al inicio del desarrollo para una primera versión en producción.
- Las funcionalidades implementadas en la primera versión.
- La arquitectura general de la solución desarrollada.
- Las tecnologías que se utilizaron en el desarrollo.
- Los próximos pasos y futuros desarrollos.

2. REQUERIMIENTOS

Los requerimientos que se especificaron para este desarrollo fueron:

- Proveer y aumentar las funcionalidades que disponía el visor de mapas anterior.
- Funcionamiento optimizado en dispositivos móviles.
- Mejorar la usabilidad del visor web haciéndola más intuitiva y siguiendo los lineamientos modernos de diseño.
- Actualizar el diseño gráfico para hacerlo más agradable a la vista, agrandando íconos según recomendaciones de Material Design de Google (https://material.io/), mejorando los logos y con tipografía más clara.
- Optimizar el rendimiento de la página de visualización de mapas reduciendo el procesamiento y el consumo de memoria.
- Contar con un desarrollo propio con una arquitectura lo suficientemente flexible como para que se puedan agregar nuevas funcionalidades de manera ágil.
- Lograr una integración total con los servicios de *backend* de nuestras plataformas, lo que incluye compatibilidad con GeoNode que se continúa utilizando como entorno de configuración de mapas y con GeoServer como servidor de geoservicios.
- Soporte para publicar capas con datos provenientes de geoservicios WMS, WFS y WMTS (OGC, s.f.) y con la flexibilidad suficiente para aceptar nuevos formatos con mínimos cambios.

3. FUNCIONALIDADES IMPLEMENTADAS

En la figura 1 se muestra una vista del visor web con la ventana de atributos y el menú de herramientas desplegados.
El visor web cuenta con las siguientes funcionalidades:

- Herramientas básicas de navegación de mapas: zoom y pan.
- Ubicación por coordenadas latitud / longitud
- Ubicación por domicilio / localidad
- Selección de capa base: Open Street Map (https://www.openstreetmap.org/), ESRI satelital (https://www.esri.com/), ArgenMap (Instituto Geográfico Nacional, s.f.)
- Prendido y apagado de capas con selección de opacidad.
- Visualización de leyendas cartográficas
- Acceso a información del mapa (autor, fecha, actualización, contacto, etc.) y metadata de las capas

- Consulta de atributos de los objetos seleccionados de las capas prendidas.
- Búsquedas especiales por mapa.
- Zoom por ventana
- Herramienta de medición de áreas y distancias.
- Posicionamiento automático según ubicación del dispositivo
- Vista de pantalla completa
- Indicador de escala visual y de posición dinámicos.
- Modos de funcionamiento nativo y embebido en *iFrames* en sitios de terceros (*interfaz* despejada)

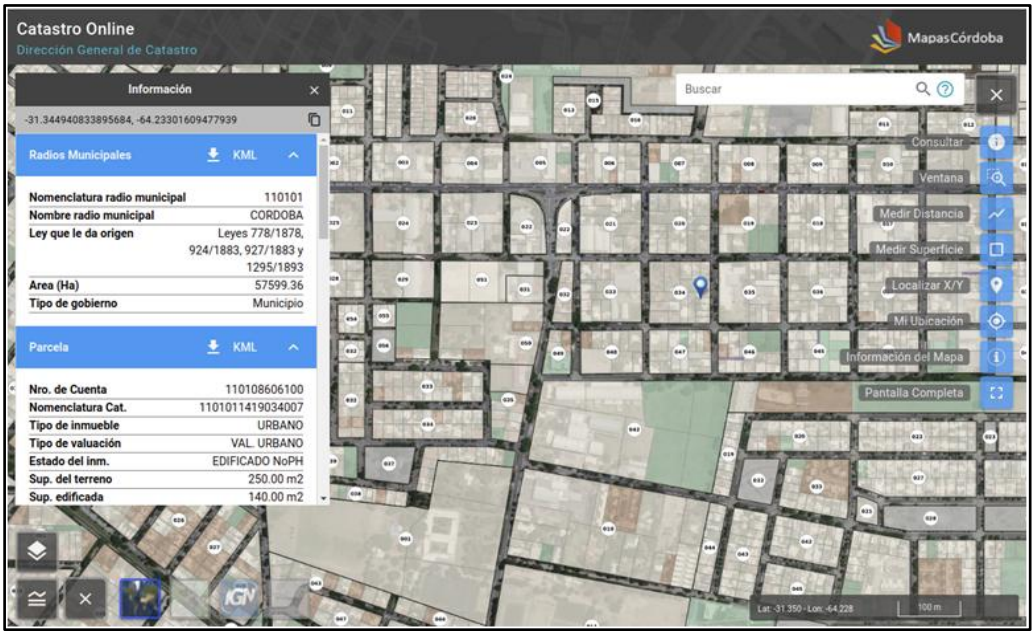


Figura 1. Vista del visor

4. ARQUITECTURA

En esta sección se muestra la arquitectura esquematizada de la solución ya que la implementación real se realizó con múltiples servidores, servicios de caché, *dockers*, servicios en la nube, etc. que escapa al alcance de este trabajo.

En la Figura 2 se muestra un esquema simplificado de la arquitectura de la solución donde se pueden visualizar como se comunican los diferentes componentes de software que participan:

4.1 Página web

Constituye el visor propiamente dicho que se ejecuta en el browser y se compone de dos módulos: el mapa en sí y los componentes de decoración (barras de herramientas, ventanas desplegables y *popups*, botones, leyendas, etc.)

Para la comunicación entre los dos componentes de la aplicación se trabajó con EventBus y el patrón *publisher-subscriber*.

Esta aplicación se comunica con los servidos que se describen abajo para obtener la información que requiere para el mapa y la interactividad.

4.2 Servidor IDECOR

Es un conjunto de servicios propios que constituyen una API que provee a los clientes de los

resultados de búsquedas y consultas especializadas. Se conecta al servidor de base de datos para obtener los datos.

4.3 Servidor GeoNode

Proporciona la información de configuración de los mapas, qué capas tiene, en que orden, que capas prendidas, con que zoom y posición inicial, estilos, etc. Se conecta a un servidor de Base de Datos para recuperar esta información.

4.4 Servidor GeoServer

Proporciona los geoservicios en formatos de la Open Geospatial Consortium (OGC) WMS, WFS y WMTS con las capas renderizadas según el tipo de servicio requerido, esto puede ser como tiles de imágenes directamente con un estilo solicitado o como capas vectoriales a ser renderizadas por el cliente.

4.5 Servidores externos

Servidores que proveen información que utiliza el mapa pero que no son alojados en IDECOR.
La solución se conecta a servidores externos para obtener las capas base de los mapas, en la actualidad se puede seleccionar como capa base:

- OpenStreetMap: Capa base de alcance mundial colaborativa con países, localidades, rutas, calles, alturas, hidrología, etc.
- ESRI satelital: Capa base de imágenes satelitales publicada por ESRI.
- Argenmap; Capa base de datos fundamentales publicada por el IGN.

Además, se consulta el servicio de geolocalización de Google para la ubicación de direcciones ingresadas por el usuario.

4.6 Servidor/es de Bases de Datos

Las bases de datos que encontramos son: las bases de datos de los datos geográficos y alfanumérico, la base de datos de GeoNode con la configuración de los mapas y la base de datos de GeoServer que contiene la información de configuración de los servicios que publica GeoServer.

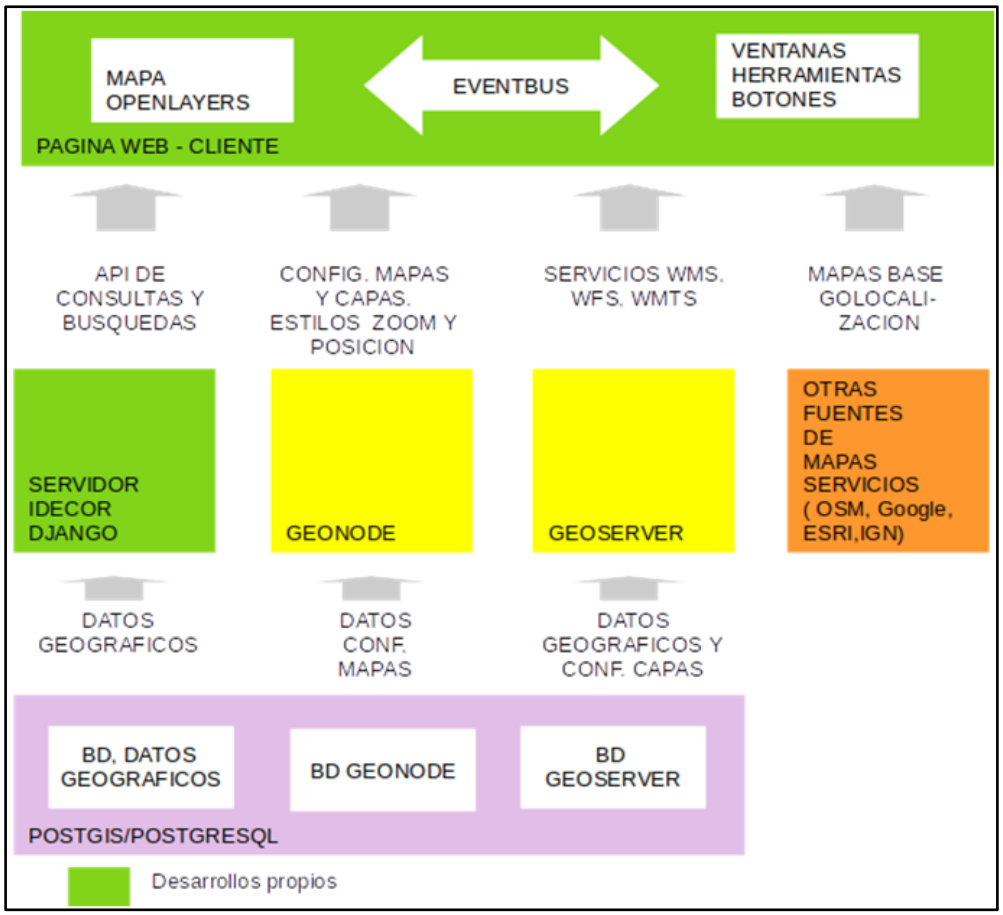


Figura 2. Esquema de la arquitectura de la solución

5. TECNOLOGÍA

La solución se diseñó con dos módulos independientes que se comunican entre sí a través de servicios, uno de ellos como cliente web (el visor propiamente dicho) y el otro como servidor (*backend*).

5.1 El cliente Web

El cliente web se presenta como una página web donde el usuario puede visualizar un mapa y realizar las tareas de navegación en el mapa y utilizar las herramientas como las de posicionamiento, búsqueda, consulta o mediciones.

La aplicación web se implementó como una solución Single Page Application (SPA) desarrollada sobre el *framework* progresivo y reactivo Quasar-Vue.js 3 (https://quasar.dev/).

Quasar-Vue es un *framework* que facilita el desarrollo de aplicaciones basadas en Vue.js, en lenguaje javascript, siendo una herramienta moderna con muy buenos resultados en cuanto a *performance* y que permite una excelente productividad a la hora de desarrollar. Incluye, además, algunas buenas prácticas que mejoran la calidad y el rendimiento como “tree shaking” (Mozilla MDN Web, s.f. Tree Shaking), “cache busting” (Shadowtime 2000, Jan 30, 2021), “minification” (Mozilla MDN Web, s.f. MInification), “source mapping” (Firefox (s.f.), “lazy loading” (Christensson, P.,2019, January 28), entre otras (Quasar Artwork, s.f.).

Para mostrar y navegar los mapas se utilizó la librería OpenLayers 6.x. (https://openlayers.org/).
La configuración de los mapas, específica de IDECOR, se almacena en archivo json mientras que el resto de la configuración la provee GeoNode.

5.2 El servidor IDECOR

Como *backend* migramos a Django 3.x, en lenguaje Python 3.x, para aprovechar varios desarrollos que ya teníamos de nuestra API de configuración de mapas y de servicios de búsquedas y consultas.

6. FUTUROS PASOS

En este momento nos encontramos trabajando en el diseño y desarrollo de una aplicación que reemplace totalmente a GeoNode en cuanto a la configuración y edición de los mapas y la unifique con la configuración específica de IDECOR, trabajando contra una base de datos MongoDB (https://www.mongodb.com/).
En el corto plazo se prevé incorporar al visor la capacidad de agregar a los mapas filtros especiales preprogramados donde los usuarios puedan seleccionar diferentes objetos geográficos según criterios prefijados.

7. CONCLUSIONES

La experiencia del desarrollo y los resultados obtenidos han alcanzado el cien por ciento de los objetivos prefijados permitiéndonos contar con una herramienta moderna de mantenimiento más simple y eficiente, habiéndose alcanzado un nivel satisfactorio de performance y compatibilidad plena con todos los dispositivos.

REFERENCIAS

Christensson, P. (28 de enero de 2019). *Lazy Loading Definition*. TechTerms.com. Recuperado el día 25 de abril de 2022 de https://techterms.com

Firefox. (s.f.). *Use a source map*. https://firefox-source-docs.mozilla.org/devtools-user/debugger/how_to/use_a_source_map/index.html

Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). *Argenmap*. https://mapa.ign.gob.ar/?zoom=4&lat=-40&lng=-59&layers=argenmap

Mozilla MDN Web. (s.f.). M*inification*. Glossary. https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/minification

Mozilla MDN Web. (s.f.). *Tree shaking*. Glossary. https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/Tree_shaking

Open Geospatial Consortium. (s.f.). *Standards and Resources*. OGC. https://www.ogc.org/standards

Quasar Artwork. (s.f.). *Why Quasar?*. Quasar. https://v1.quasar.dev/introduction-to-quasar

Shadowtime2000. (30 de enero de 2021). *What is Cache Busting?*, Medium. https://javascript.plainenglish.io/what-is-cache-busting-55366b3ac022

IDECOR en la nube. Implementación de la infraestructura de la IDE provincial

Carlos Alberto Salinas[1] y Javier Scantamburlo[2]

[1]Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (IDECOR). Rivera Indarte 748, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.: 0351-4286048
[2]AMDG S.A.S. Vélez Sarsfield 1170, Villa María (5900), Córdoba. Tel.: 0353-6570273
carlosalberto.salinas@gmail.com, javier.scantamburlo@holon.com.ar

Resumen: El crecimiento de los accesos, los requerimientos a los servicios brindados por IDECOR y la suma de nuevos servicios y organismos que brindan su información geoespacial en la estructura tecnológica de la IDE provincial se ha convertido en un desafío para ofrecer una adecuada respuesta. En la presente ponencia intentaremos describir las problemáticas, muchas veces comunes en la implementación de servicios de las IDE. Como solución describiremos la transferencia de los servicios de IDECOR a la nube y la exitosa respuesta que se dio en cuanto a la performance y escalabilidad de los servicios.

Palabras Clave: infraestructura IT, tecnología IT, nube, geoservicios, aplicaciones, gestión, cloud IT

1. INTRODUCCIÓN

Entre los múltiples desafíos que representa brindar un servicio de Información Geográfica, no son menores los que se relacionan con los componentes tecnológicos que dan soporte a la Infraestructura de Datos Espaciales.

Toda la estructura y su evolución, tiene sus problemas y sus costes a nivel de tiempos y financieros. La necesidad de crear una infraestructura sólida y en constante crecimiento puede resultar de distintas decisiones y políticas. Las tecnologías Geoespaciales tienen un alto consumo de recursos, muchas veces para una sola solución o un solo tipo de visualización. Incluso su temporalidad en su uso marca una forma de tener que encarar los problemas de distinta forma.

La infraestructura es un espacio básico en la construcción de la IDE, la planificación de los recursos a usarse es imprescindible. Al comienzo suele ser una receta de las estructuras clásicas, *stacks* armados para la implementación inicial. Luego de una primera etapa de formación y aprendizaje, de decisiones orgánicas e impacto, puede existir un natural cambio de paradigma para satisfacer los nuevos entornos, las nuevas metas y tecnologías convergiendo en una constante evolución.

Las tecnologías de las infraestructuras no solo son afectadas por las necesidades conceptuales de los requisitos de los servicios a nivel cliente final, también tiene un peso en su evolución la formación de nuevos modelos y plataformas de desarrollo, nuevos hitos críticos en los distintos procesos de implementación, de herramientas como aplicaciones y por supuesto la evolución misma de la tecnología.

Otros elementos que subyugan a la evolución de las infraestructuras es la seguridad tanto a nivel informático como a nivel del procesamiento. Los ataques informáticos son cada vez más frecuentes y juegan un papel importante en el desarrollo de técnicas paliativas. La administración de un procesamiento de información desde tecnologías heterogéneas y hacer que converjan en un solo nodo central es un desafío más a tener en cuenta.

En esta ponencia intentaremos describir cómo desde distintas integraciones y en un ambiente de la nube, IDECOR ha logrado concretar un esquema que brinda:

- Disponibilidad del servicio
- El menor tiempo de respuesta posible.
- Escalabilidad ante la demanda..
- Agilidad en el despliegue de los desarrollos y diseños.
- Observabilidad del servicio
- Menor costo de operación y mantenimiento posible.

2.ARQUITECTURA DE HARDWARE Y SOFTWARE

El corazón del servicio está formado, como habitualmente se conoce, por el *stack* GeoNode / GeoServer / PostGIS, GeoNode actúa como visualizador de la información geográfica, permitiendo su navegación, paneo, selección de capas, etc.; GeoServer como el músculo que entrega los contenidos de cada sector del mapa, transformándolos en formato de imagen para ser presentados directamente por el navegador. PostGIS, la extensión espacial de PostgreSQL es el repositorio de los datos geoespaciales que soportan los mapas y servicios que presta la IDE.

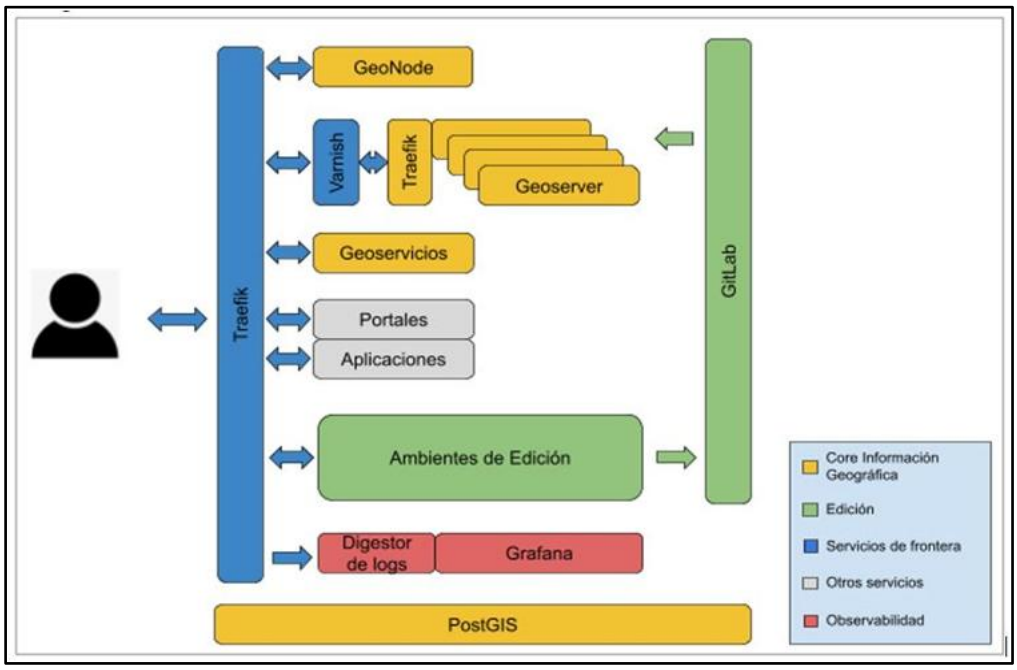


Figura 1: Esquema arquitectura de IDECOR

3. ESCALAMIENTO VERTICAL VERSUS HORIZONTAL

La configuración descrita resulta suficiente para entregar contenidos en una red privada o con muy bajo nivel de demanda. Pero cuando el consumo crece, como compartimos en el 10º Webinar IDECOR «La cocina de IDECOR ¿Qué hay detrás de cada mapa?», existen dos caminos posibles, que son casi un dilema filosófico en la historia de la informática ¿Escalar vertical u horizontalmente?

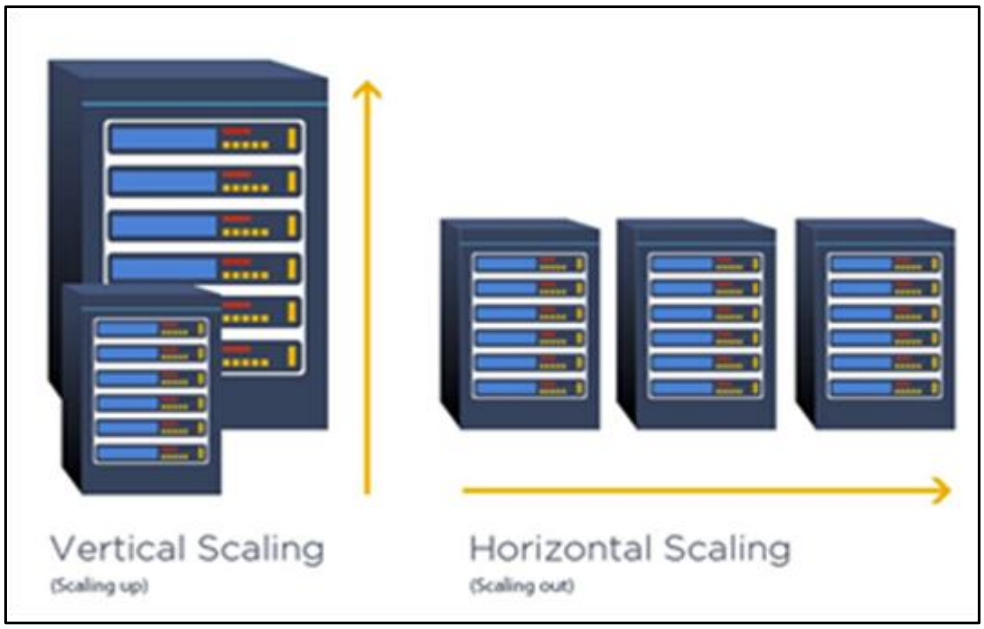


Figura 2. Escalamiento vertical versus escalamiento horizontal

Aun cuando hace algunos años la demanda de servicios y la disponibilidad de hardware en la nube hubieran permitido un escalamiento vertical, desde IDECOR optamos por un escalamiento horizontal. Y con el desafío adicional que debía implementarse sobre tecnología Docker, lo que representaba, sino una innovación en el ámbito de los geoservicios, al menos una decisión no adoptada en la mayoría de los casos. El tiempo mostraría que fue una decisión muy conveniente.
El proceso de mejoras requirió implementar, además, una herramienta que distribuyera la carga entre cada uno de los nodos. En este rol se trabaja con Traefik Proxy, un producto en su momento emergente, pero con grandes expectativas de rendimiento e integración con la plataforma Docker; este balanceador tiene la capacidad de detectar en forma dinámica la presencia de un nuevo contenedor GeoServer y balancear el tráfico proveniente de Internet.
Aun cuando hace algunos años la demanda de servicios y la disponibilidad de hardware en la nube hubieran permitido un escalamiento vertical, desde IDECOR optamos por un escalamiento horizontal. Y con el desafío adicional que debía implementarse sobre tecnología Docker, lo que representaba, sino una innovación en el ámbito de los geoservicios, al menos una decisión no adoptada en la mayoría de los casos. El tiempo mostraría que fue una decisión muy conveniente.
El proceso de mejoras requirió implementar, además, una herramienta que distribuyera la carga entre cada uno de los nodos. En este rol se trabaja con Traefik Proxy, un producto en su momento emergente, pero con grandes expectativas de rendimiento e integración con la plataforma Docker; este balanceador tiene la capacidad de detectar en forma dinámica la presencia de un nuevo contenedor GeoServer y balancear el tráfico proveniente de Internet.

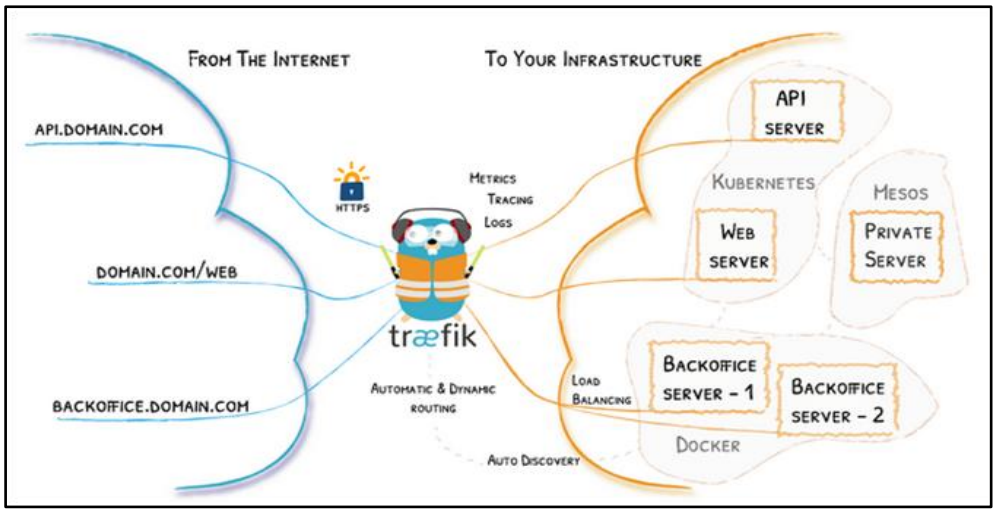


Figura 3. Esquema de servicios de Traefik

La configuración permite, además, disponer de ciertos contenedores especializados en determinados mapas o capas de alta demanda, como el mapa Inmobiliario Cumplidor, que publica la Dirección General de Rentas, evitando la competencia con el resto de la infraestructura.

4. EL CRECIMIENTO LINEAL VERSUS EL CACHÉ DE CONTENIDOS

Si bien el escalamiento horizontal pareciera resolver los límites impuestos por el hardware (siempre es posible crecer agregando nuevos nodos) cuando la demanda sigue creciendo, rápidamente aparece el problema de la economía de los recursos; es decir, si nuestra demanda crece exponencialmente, la necesidad de más recursos seguirá la misma suerte.

La solución es preservar los contenidos ya generados en un almacenamiento intermedio, evitando que GeoServer tenga que volver a generarlos cada vez que alguien los requiera. En este contexto existen principalmente cuatro opciones:

- El servicio Geowebcache prestado por la propia infraestructura GeoServer
- Componentes genéricos de Caché HTTP (caché de contenidos WEB)
- Servicios de borde, brindados por las redes Content Delivery Network (CDN), como Cloudflare, Amazon Cloudfront, Akamai, entre otros.
- Caché local ofrecido por los navegadores cliente.

Luego de diversos análisis y pruebas, desde IDECOR se optó por Varnish Caché, un componente de caché de contenidos web multipropósito, de muy alto rendimiento y gran versatilidad en el manejo de los contenidos que transitan o se almacenan en el servicio de caché.

Varnish Cache es el último elemento que completa y da estabilidad y escalabilidad a la IDE de la Provincia de Córdoba, que registra niveles de demanda importante y de manera creciente. En lo que va de 2022, el promedio de consumo de todos los mapas se ubica en 160.000 accesos por mes.

El siguiente esquema muestra todas las piezas trabajando en conjunto, lo que conforma la infraestructura de IDECOR para brindar los servicios de publicación de los mapas y proveer los geoservicios.

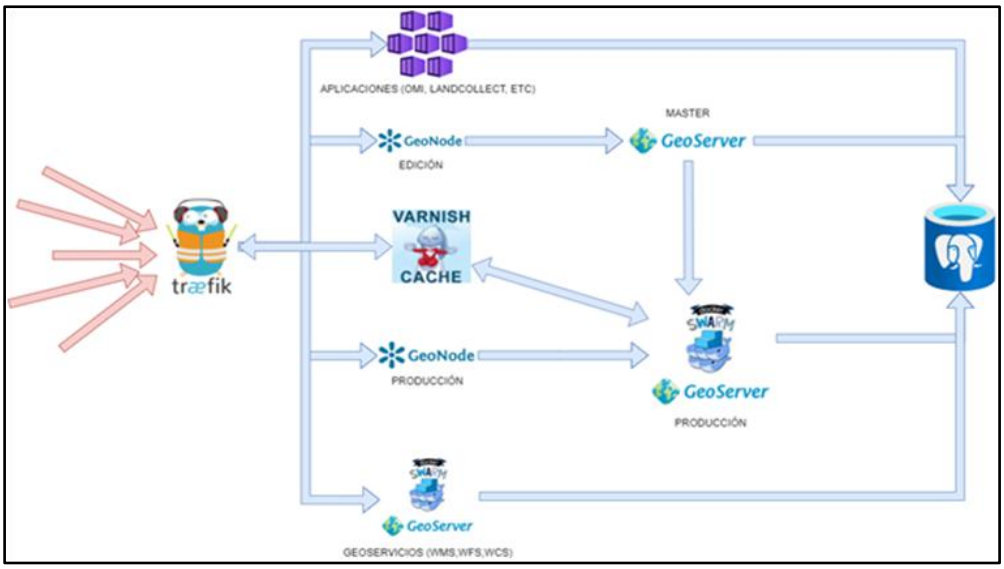


Figura 4. Esquema final de IDECOR

5. AMBIENTES DE EDICIÓN Y PUESTA EN PRODUCCIÓN

Otro desafío en la infraestructura es cómo dar soporte al flujo o proceso de diseño, desarrollo y publicación de los diversos mapas y servicios que ofrece el geoportal, siendo necesario proveer ambientes de edición y un proceso de integración y despliegue, que traslade de manera confiable y controlada los productos diseñados al ambiente de producción. En este punto, IDECOR implementa todo el ciclo de integración y despliegue, mediante un automatismo que utiliza GitLab como repositorio de gestión de configuraciones.

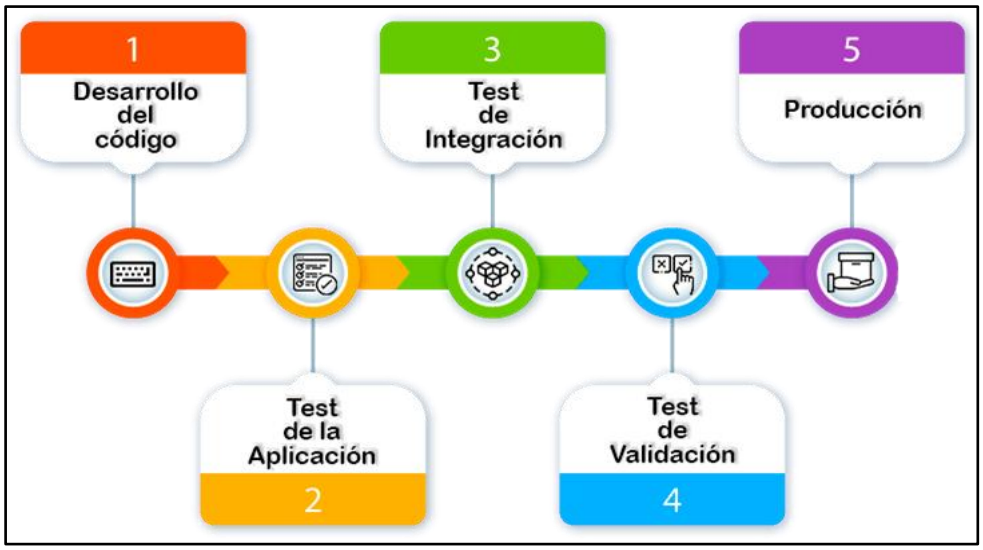


Figura 5. Procesos de integración y despliegue

Este esquema de integración y despliegue no solo se lleva a cabo en el desarrollo de las aplicaciones o modificaciones en el actual visor o en las API desarrolladas, sino que también es un circuito de puesta en marcha para la publicación de los mapas y su proceso de publicación, su automatización de despliegue automático está en desarrollo.

6. MONITOREO

En toda infraestructura interesa, igualmente, conocer la calidad de los servicios brindados y contar con información de los niveles de uso y demanda de cada servicio ofrecido. Por tratarse de información cuyo acceso se definió en forma libre y abierta, no es posible lograr la identificación de los usuarios, pero sí puede contarse con indicadores genéricos de uso y niveles de servicio.
Para gestionar esta información IDECOR usa Grafana, una plataforma de visualización de indicadores sencilla, muy potente, visualmente atractiva y bajo costo de operación y configuración

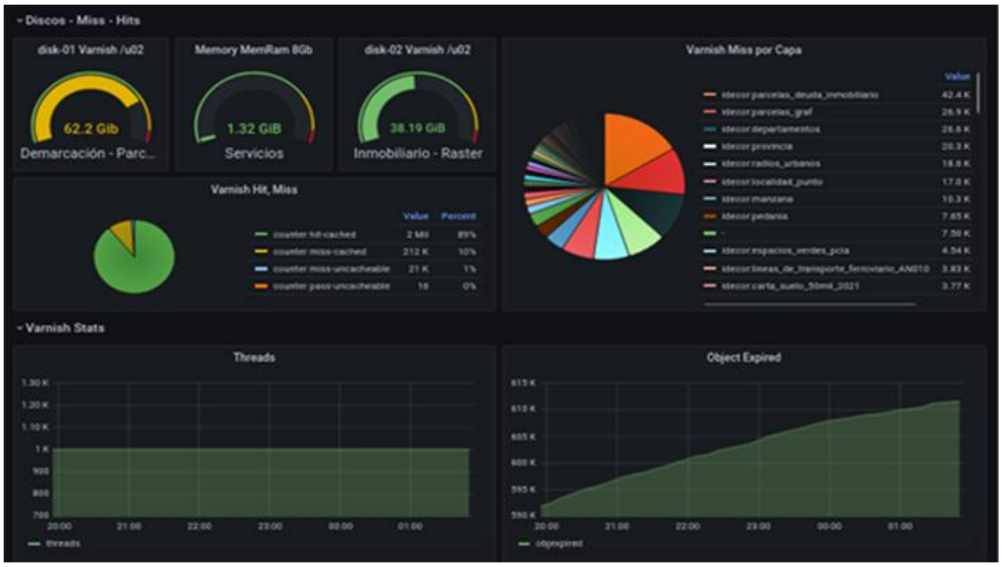


Figura 6. *Dashboard* de información de los servicios de Varnish Cache

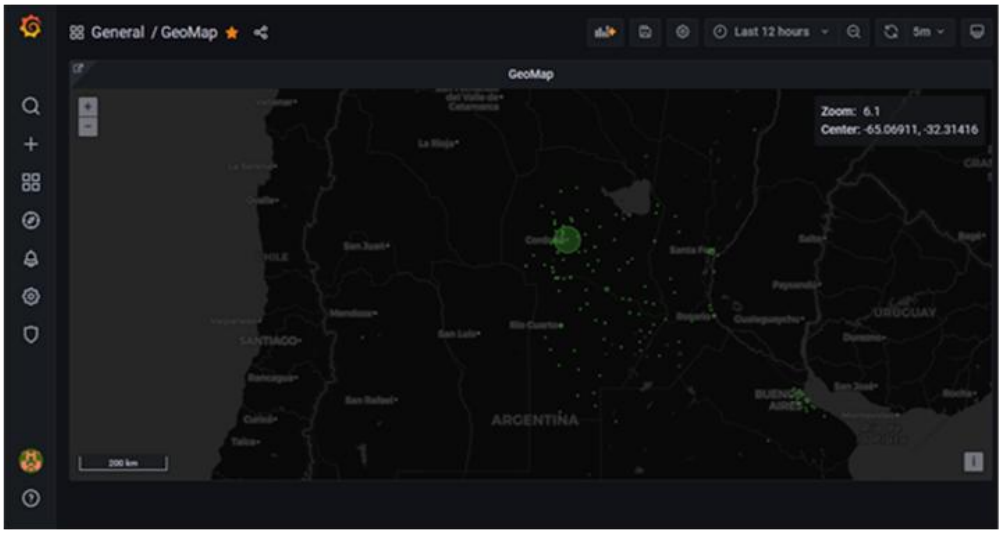


Figura 7. Geolocalización de los accesos a los servicios de IDECOR

7. CONCLUSIONES

IDECOR no solo es un portal que brinda geoservicios, aplicaciones, API, etc. que son recursos técnicos en la mayoría de uso específico y profesional, sino también ofrece mapas temáticos y un portal para el usuario final con un nivel de alto consumo. Al tener un creciente uso de los recursos ha sido un caso de éxito más que probada la decisión de usar la tecnología que presta la nube, para que los despliegues sean más rápidos y seguros.

Las soluciones en la nube han sido de gran efectividad en los modelos de aplicaciones críticas y su puesta en funcionamiento está en constante crecimiento incluso en los ámbitos públicos. Las soluciones basadas en código abierto ayudan a mantener un nivel de transparencia en el uso de los servicios y del manejo de la información.

Los nuevos paradigmas de desarrollo, el seguimiento y monitoreo de los recursos son también variables que pesan para tomar la decisión de sumar la tecnología a la nube.

Con la decisión de usar los servicios de la nube y usarlos de una manera responsable, hemos logrado mantener un balance entre el beneficio de los tiempos de respuesta, estabilidad y el coste de los recursos. La implementación de nuevas aplicaciones, el despliegue de nuevos recursos o paradigmas son mucho más efectivos.

AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento al Ing. Aldo Algorry, Jose Jachuf integrantes del equipo de sistemas de IDECOR. Marcelo Pais, Denis Medel, Marco Muriel y a todo el equipo de Holon Software | AMDG S.A.S. Al equipo de la oficina del Estudio Territorial Inmobiliario.

REFERENCIAS

Iacovella, S. (2014). *GeoServer Cookbook*. Packt Pub Ltd.

Loechel, A. y Schmid, S. (24-27 de abril de 2012). *Caching techniques for high-performance Web Map Services* [Short paper]. AGILE'2012 International Conference on Geographic Information Science, Avignon, Francia. https://agile-online.org/conference_paper/cds/agile_2012/proceedings/papers/paper_loechel_caching_techniques_for_high-performance_web_map_services_2012.pdf

Peña Casanova, M. y Anías Calderón, C. (2019). Modelo para la gestión de infraestructuras de tecnologías de la información. *TecnoLógicas.* 23(28), 31-53. https://doi.org/10.22430/22565337.1449

Salinas, C., Scantamburlo, J. y Pais, M. (2021). *"El detrás de los mapas" ... conocé las últimas mejoras en la IT de IDECOR.* IDECOR. https://www.idecor.gob.ar/el-detras-de-los-mapas-conoce-las-ultimas-mejoras-en-la-it-de-idecor/

IDE Posadas: Utilización de KoboToolbox para relevamiento en campo de información georeferenciada a través de la web

Diego Alberto Godoy[1], Luna Blanco[1] y Lucas Martín Jardín[1]

[1]Municipalidad de Posadas, Secretaría de Movilidad Urbana, Dirección General de Estudios del Territorio, Dirección de Sistemas de Información Geográfica. Avenida Cabred 1741, Posadas (3300), Misiones. Tel.: 0376-4440101
mov.urb.{diegodoy,lunablanco,lucasjardin}@gmail.com

Resumen: En este trabajo se presenta una experiencia de uso de la suite KoboToolbox, una herramienta que permite la recopilación de datos en campo de manera online y offline, además del seguimiento en tiempo real de la carga de los mismos. Como un ejemplo de uso, se presenta el relevamiento de cartelería publicitaria en la ciudad de Posadas, llevado a cabo por el personal municipal, con el objetivo de conocer el tipo de cartel e infraestructura utilizada en cada marquesina. Para poder realizar el relevamiento fue necesario la instalación en un servidor propio de la suite. Se ha creado un proyecto dentro de la plataforma y se ha construido un formulario de relevamiento con campos como localización (utilizando el GPS de móvil), una foto, tamaño, forma, entre otras características. Además, para llevar a cabo el relevamiento en campo se utilizó la app móvil KoboCollect. Finalmente, se ha exportado la información recolectada, en formato GeoJSON, para cargarla a la IDE Posadas. La carga de los datos se realizó de manera exitosa validando la utilidad de la herramienta. Como acciones futuras se prevé, utilizar esta suite en el relevamiento de rampas accesibles, arborización, luminarias entre otras aplicaciones además de difundir su uso en otras áreas de la municipalidad, organismos e instituciones.

Palabras Clave: KoboToolbox, IDE Posadas, relevamiento

1. INTRODUCCIÓN

La complejidad del relevamiento de información en campo siempre ha estado presente, desde la toma de un dato puntual hasta formularios complejos, el manejo de los recursos humanos, las herramientas utilizadas, desde un simple papel con preguntas hasta complejos formularios web que completar en línea o los dispositivos utilizados para la captura del dato. En trabajos como en (Lakshminarasimhappa, 2022) se realizó un estudio sobre estas herramientas. Todo esto debe estar acompañado de una planificación y una herramienta que soporte tal proceso.

En este sentido desde la Secretaría de Movilidad Urbana encomendó a la Dirección General de Estudios del Territorio y a la Dirección de Sistemas de Información geográfica una prueba piloto para la realización de un relevamiento de cartelería publicitaria en la ciudad de Posadas que fue llevado a cabo por el personal municipal, con el objetivo de conocer la localización, el tipo de cartel e infraestructura utilizada en cada marquesina. Se buscó una herramienta que pudiera soportar todo el proceso desde la creación de un formulario que funcionara que pudiera ser completado desde un teléfono celular estándar con sistema Android y sin necesidad de conexión a internet. Además, dichos datos relevados deben ser fácilmente exportables para poder cargarlos a la IDE Posadas (Municipalidad de Posadas, 2021). Para dar soporte a todo el proceso se ha optado por la Suite KoboToolbox.

Esta herramienta ha sido probada en diversos proyectos de relevamiento de datos en diferentes contextos y países. Como ejemplo de ello podemos citar a (Da Silva y Silva, 2020), (Santos *et al.*, 2022) y (Granda Castillo y Hidalgo Llangarí, 2019).
El artículo está estructurado de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta la IDE Posadas y la Suite KoboToolbox. En la sección 3 se da un detalle de la metodología utilizada. En la sección 4 se exponen los detalles de implementación y para finalizar se presentan los resultados y las conclusiones.

2. LA IDE POSADAS Y SUITE KOBOTOOLBOX

2.1 La IDE Posadas

La Infraestructura de datos Espaciales (IDE) Posadas es una herramienta fundamental de gestión, para la toma de decisiones, que proporciona al ejecutivo municipal información estratégica acerca de cómo se implementan las políticas públicas y cuál es el impacto de las mismas en el territorio.
En este sentido todas las secretarías del ejecutivo aportan y combinan capas información provistas por los distintos sistemas de información geográfica (SIG) de cada una de ellas, que permiten comprender la dinámica territorial, realizar estudios del territorio y trabajar sinérgicamente en atender las solicitudes de los vecinos de los distintos barrios de la ciudad definiendo prioridades en proporción de los servicios públicos y la ubicación de obras de infraestructura, proyectos de movilidad urbana, turismo, accesibilidad, sustentabilidad, medio ambiente, salud, entre otras. La IDE está desarrollada bajo estándares y normas internacionales definidas, asegurando su interoperabilidad y uso. El nodo IDE Posadas forma parte de la IDE Misiones y de IDERA a Nivel Nacional.
La IDE, además, pone a disposición de los vecinos y público en general datos georreferenciados y mapas acerca del territorio de la ciudad de Posadas de una manera accesible, transparente y ubicua. Actualmente, la IDE cuenta con 86 capas de información de las cuales 65 son visibles al público. Cuenta con 35 usuarios de las diferentes secretarías. Ha recibido 739.769 peticiones desde que se encuentra operativa hace 168 días. En la Figura 1 se puede ver una captura de la página de inicio de la IDE Posadas.



Figura 1. Página de Inicio de la IDE Posadas

2.2 La suite KoboToolbox

La suite KoboToolbox (Kobotoolbox.org, 2022) es una herramienta que permite la recopilación de datos en campo de manera online y offline, además permite el seguimiento en tiempo real de la carga de los mismos a través de un portal web. Siendo una herramienta de software gratuita y de

código abierto permite su adopción en cualquier entorno. La misma permite la creación de proyectos y administrar los permisos que tendrá cada usuario dentro del mismo. Se pueden dar permisos para administrar el proyecto completo, modificar el formulario, enviar, editar o borrar envíos de datos, etc. En la Figura 2 se puede ver la arquitectura completa de KoboToolbox.

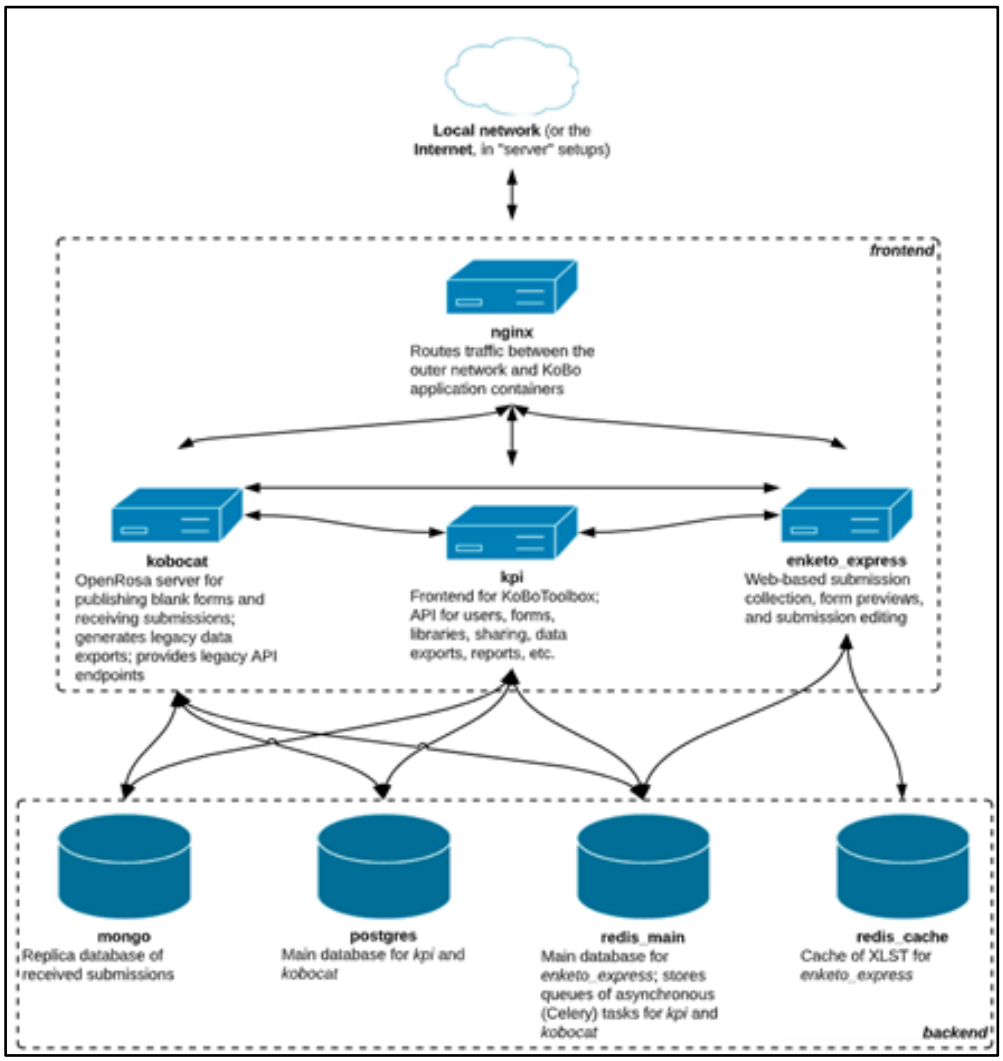


Figura 2. Arquitectura de la Suite KoboToolbox

Uno de los componentes de esta suite necesarios es la app móvil KoboCollect, la cual se basa en la aplicación ODK Collect de código abierto que también se utiliza para la recopilación de datos. Con esta app, el usuario ingresa datos del relevamiento en línea o fuera de línea. No hay límites en la cantidad de formularios, preguntas o envíos (incluidas fotos y otros medios) que se pueden guardar en el dispositivo para enviarlos inmediatamente o luego cuando se disponga de una conexión a internet de alta velocidad.

3. METODOLOGÍA

Para la realización del relevamiento se usó un proceso de tres pasos:

1. Diseño del formulario: Se ha diseñado un formulario de relevamiento que contiene más de diez campos como localización (utilizando el GPS del teléfono móvil), una foto, la fecha de relevamiento y otros campos como tamaño, forma, entre otras características.

2.Recolección de datos en campo: El relevamiento se realizó en forma colaborativa entre los distintos usuarios registrados en la plataforma. Además, se han configurado teléfonos móviles para llevar a cabo el relevamiento utilizando la app móvil KoboCollect para sistemas Android teniendo que cargar la URL del servicio, el nombre de usuario y la contraseña registrados por cada usuario. Para usuarios que no disponían de dispositivos con Android, se utilizó un formulario web de la misma plataforma. Se ha capacitado a los usuarios finales y desarrollado un manual de uso de la herramienta.

3.Análisis y administración del relevamiento: Los administradores del proyecto cuentan con una completa consola de gestión donde pueden ver un mapa de los carteles relevados con sus datos asociados a través de un portal web que permite construir reportes.

4.Carga en la IDE de los Resultados: Finalmente, se han realizado los pasos necesarios para exportar la información recolectada, en formato GeoJSON, a la IDE Posadas.

4. IMPLEMENTACIÓN

En cuanto a hardware y software de base para poder realizar el relevamiento fue necesario la instalación de KoboTools en un servidor propio a modo de prototipo, el cual se la ha configurado y personalizado para los requerimientos específicos. Las características del servidor son un Procesador I5 con 8GB de RAM y disco SSD de 500 GB. Como sistema operativo se utilizó Ubuntu 20.04 y se instalaron los siguientes paquetes de software, Python, Docker y bases de datos Postgres, MongoDB y REDIS entre otros. En la Figura 3 se puede una captura de la pantalla de la implementación de KoboToolbox en la Municipalidad de Posadas.



Figura 3. Pantalla de Proyecto en KoboToolbox

Para ello, se ha creado un proyecto dentro de la plataforma denominado “Relevamiento Cartelería Publicitaria”. En la Figura 4 se presenta una captura de la pantalla inicial del proyecto.

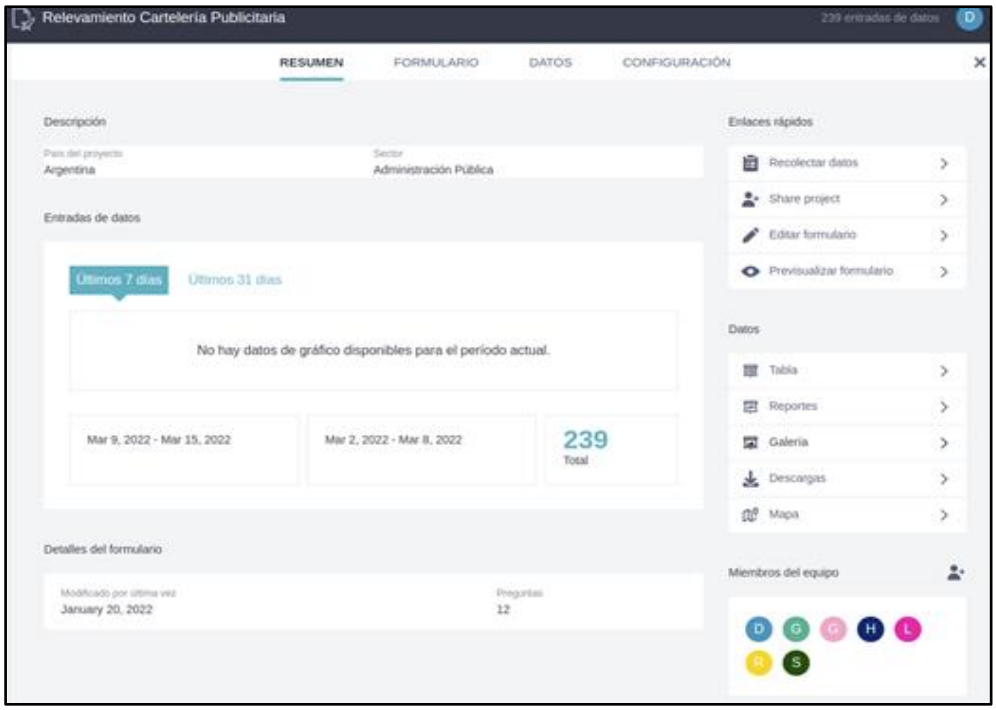


Figura 4. Pantalla de Proyecto en KoboToolbox

Se ha diseñado el siguiente formulario con los campos necesarios para el relevamiento. En la Figura 5 se puede ver una captura de pantalla del diseño de formularios de la herramienta.



Figura 5. Pantalla de diseño de formularios en KoboToolbox

Se han configurado los dispositivos móviles para conectarlos con la plataforma. En la Figura 6 se visualiza una captura del formulario en el dispositivo móvil.



Figura 6. Pantalla de proyecto en KoboToolbox

Finalmente, en la Figura 7 se puede observar un registro relevado con la herramienta.

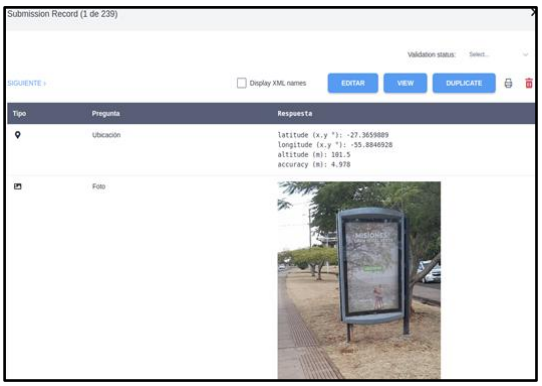


Figura 7. Captura de pantalla de registro con KoboToolbox

5. RESULTADOS

El resultado parcial del relevamiento ha dado un total de 239 registros de carteles con publicidad en la ciudad de Posadas. Han participado en el trabajo de campo dos personas en un periodo de cuatro días, de tres horas de duración. En la Figura 8 se puede ver un mapa construido automáticamente con la ubicación de cada uno de los carteles.

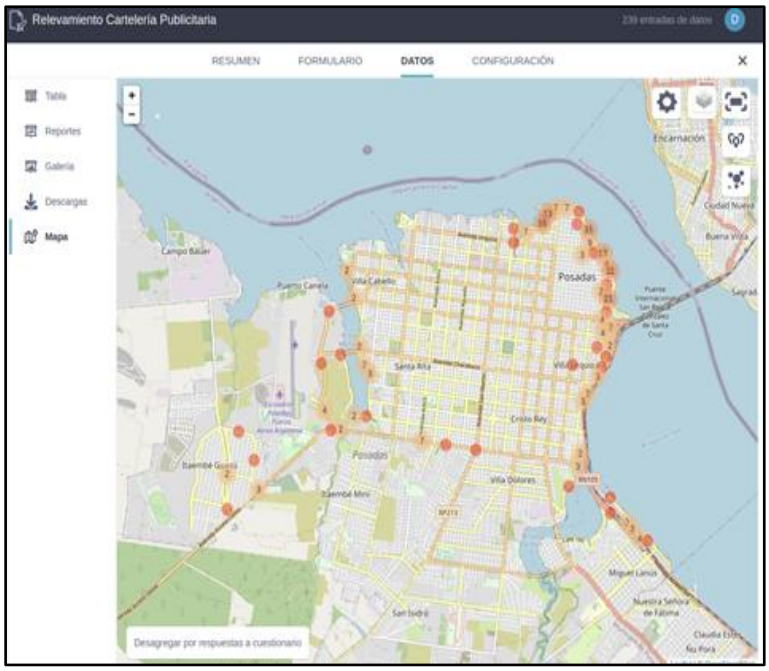


Figura 8. Vista de Mapa de KoboToolbox

En la Figura 9 se puede ver el archivo GeoJSON cargado a la IDE posadas.

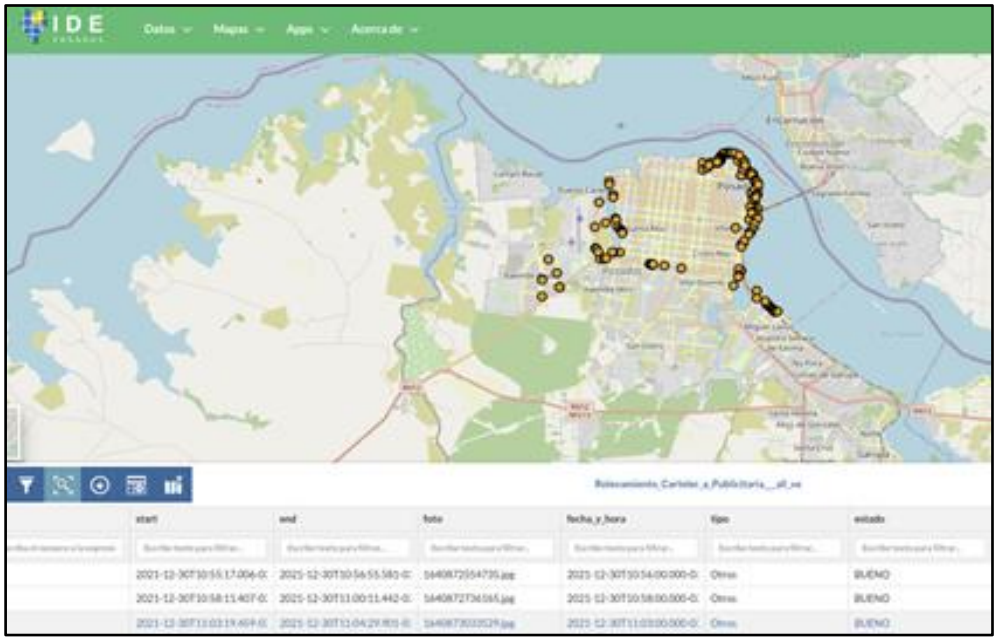


Figura 9. Capa cargada a la IDE Posadas

6. CONCLUSIONES

La incorporación de los datos recolectados se realizó de manera exitosa validando la utilidad de la herramienta KoboToolbox. La carga de datos de la información relevada a la IDE posadas ha sido sencilla gracias a que se permite exportar los mismos en formato GeoJSON e importarlos de la misma manera. Los usuarios se mostraron satisfechos con la facilidad de carga en la recolección de datos utilizando la app KoboCollect.

Dada la utilidad de la herramienta, como acciones futuras se prevé, utilizar esta suite en el relevamiento de rampas accesibles, arborización, luminarias entre otras aplicaciones. Además de difundir su uso en otros organismos e instituciones.

AGRADECIMIENTOS

Al intendente de la Ciudad de Posadas Ing. Leonardo "Lalo" Stelatto y al Secretario de Movilidad Urbana Mgtr. Ing. Lucas Jardín (quien también es co-autor de este trabajo) por promover el desarrollo de la IDE POSADAS.

REFERENCIAS

Da Silva, S. S. y Silva, M. R. (2020). Utilização do KoboToolbox como ferramenta de otimização da coleta e tabulação de dados em pesquisas científicas. *Geoambiente On-Line*, (36), 122–140. https://doi.org/10.5216/revgeoamb.vi36.58264

Granda Castillo, M. de J. y Hidalgo Llangarí, B. F. (2019). *Provisión de áreas verdes en la comuna de Tomé. Identificación y jerarquización de sitios óptimos para el desarrollo de futuras iniciativas* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo] http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/6139

Kobotoolbox.org. (2022). KoboToolbox. KoboToolbox | Data Collection Tools for Challenging Environments. Recuperado el 15 de marzo de 2022 de https://www.kobotoolbox.org

Lakshminarasimhappa, M. C. (2022). Web-Based and Amart Mobile App for Data Collection: Kobo Toolbox / Kobo Collect. *Journal of Indian Library Association*, 57(2), 72-79. https://www.ilaindia.net/jila/index.php/jila/article/view/596/259

Municipalidad de Posadas. (2021). *IDE Posadas.* Secretaría de Movilidad Urbana. Recuperado el 15 de marzo de 2022 de http://www.ide.posadas.gob.ar

Santos, P. T., Silva, M. R. y Martins, A. P. (2022). Aplicabilidade da ferramenta KoboTollbox para validação de mapeamento de classificação de cobertura e uso da terra. *Revista Geografias*, *17*(2), 42–61. https://doi.org/10.35699/2237-549X.2021.34247

LandCollect, una aplicación móvil y de escritorio para la recolección masiva de información territorial. Casos de éxito en su implementación

José Jachuf[1], Ezequiel Pozzi Tay[1], Federico Monzani[2] y Hernán Morales[2]

[1]Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR)
[2]Universidad Nacional de Córdoba, Facultad Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Centro de Estudios Territoriales.
{jjachuf, ezepozzi, moncha72}@gmail.com, hernan.morales@unc.edu.ar

Resumen: Con el objetivo de contar con una herramienta de relevamiento masivo de información territorial, la Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR) desarrolló la aplicación móvil y de escritorio *LandCollect*, que permite registrar datos georreferenciados. Esta aplicación, basada en software libre, funciona sobre la infraestructura tecnológica de IDECOR y es adaptable a diferentes necesidades de relevamiento, siendo empleada exitosamente en dos campañas diferentes: la primer experiencia corresponde a la recolección de datos de cobertura y usos del suelo con 88 voluntarios y 2.142 datos recolectados; en segunda instancia, se desarrolló una recolección de datos de rindes agrícolas con la participación de aproximadamente 70 usuarios y 2.007 observaciones. La tecnología desarrollada para la aplicación es innovadora y tiene la versatilidad de que, mediante pocos ajustes, puede ser utilizada por todas las organizaciones que colaboran con IDECOR.

Palabras Clave: aplicación móvil, muestra, relevamiento territorial

1. INTRODUCCIÓN

Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) son espacios de articulación, no sólo de información espacial, sino también de políticas, acuerdos institucionales y entre diferentes actores sociales. En estos ámbitos, cada uno de los actores, aunque tiene necesidades y expectativas particulares, cuenta con capacidades, conocimientos y/o información territorial que pueden aportar al crecimiento de las IDE de modo que los proyectos desarrollados en el contexto de una IDE requieren necesariamente de estos aportes para poder ser llevados adelante.

La obtención de datos e información territorial puede resultar muy costosa o directamente inviable sin la contribución de actores (internos y externos) con presencia en el territorio que permitan construir y/o validar los modelos producidos. El acceso a gran parte de esta información suele ser complejo debido a que los datos están dispersos entre la diversidad de organismos o personas involucradas y, por lo general, no se encuentra georreferenciada o sistematizada para su empleo en una IDE.

Por otro lado, el desarrollo tecnológico alcanzado en los últimos años en dispositivos móviles smartphones, incluyendo sistema GPS, cámara fotográfica y acceso a internet, sumado al crecimiento exponencial de la cantidad de usuarios de estas "nuevas" tecnologías, ofrecen un conjunto de oportunidades y facilidades que permiten distribuir y por qué no también pensar en procesos colaborativos de obtención y registro de información territorial de un modo sin precedentes.

El desarrollo de aplicaciones móviles (APP) para relevar datos de campo se ha extendido tanto en softwares propietarios como libres. Cada APP tiene sus ventajas y desventajas, aunque el uso de aplicaciones bajo software libre y de código abierto es atractivo ya que no requieren de un esquema de licencia y ofrecen la posibilidad de ajustar "a medida" sus funcionalidades.
Ahora bien, las APP ya desarrolladas tienen características de uso general que, en la experiencia desarrollada por IDECOR, el uso por parte de usuarios no acostumbrados a herramientas geográficas no es tan sencillo y requiere de capacitaciones previas de los participantes no sólo para el uso de la herramienta en campo, sino también para la configuración previa de los dispositivos. Estos procesos de capacitación y configuración afectan negativamente la participación, y por ende a la cantidad y calidad de datos obtenidos, particularmente en campañas de recolección con voluntarios.
Es evidente que a los fines de mejorar la experiencia de los usuarios y responder a necesidades particulares las herramientas libres disponibles requieren un arduo proceso de ajuste o personalización, que permitan maximizar sus características y sumar nuevas funcionalidades.
En este contexto, evaluando experiencias propias en relevamientos, los recursos disponibles y las características de las aplicaciones de software libre disponibles, la Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR) se propuso desarrollar LandCollect, una solución tecnológica que permite sistematizar y georreferenciar información aportada por diferentes actores y organismos con presencia en el territorio de la Provincia de Córdoba, adaptable a una amplia variedad de proyectos e iniciativas propios y con mínimos requerimientos de capacitación.

2. ANTECEDENTES

2.1 El Observatorio de Mercado Inmobiliario de la Provincia de Córdoba

IDECOR ha desarrollado desde el año 2017 el Observatorio de Mercado Inmobiliario de la provincia de Córdoba (OMI) el cuál es una herramienta desarrollada íntegramente en software libre que es utilizada por el equipo técnico de IDECOR y referentes locales para el manejo y difusión de valores de inmuebles actualizados en el tiempo.
El desarrollo de OMI implicó el despliegue de una plataforma web que da soporte tecnológico a las actividades de recolección de datos. Esta plataforma con tecnología *open source* se desplegó en un servidor nube del nodo IDECOR donde incorporó capas base a través de geoservicios, como la base parcelaria del Catastro, y capas externas de acceso libre, como OpenStreetMap e imágenes satelitales.
El OMI promueve un enfoque participativo, sobre el que interactúan distintos organismos públicos y municipios que trabajan con políticas públicas locales, como planificación, convenios urbanísticos, planes de vivienda o de lotes con servicios, entre otras; y profesionales de ingeniería, arquitectura y corretaje inmobiliario en distintas partes de la provincia y en la actualidad tiene más de 65.000 (sesenta y cinco mil) registros en su base de datos. Es importante destacar que los datos registrados, si bien son georreferenciados, requieren un proceso de trabajo que no se realiza en campo, sino que termina de gestionarse en una herramienta desktop.

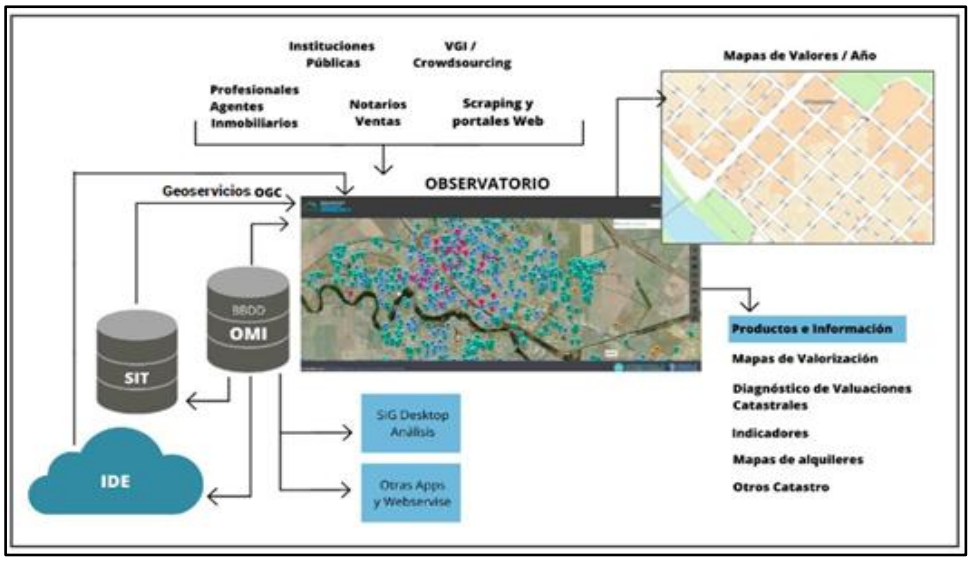


Figura 1. Ilustración conceptual de OMI

2.2 Recolección de datos para la elaboración de Mapas Locales de Riesgo ante Incendio

IDECOR participa, desde 2019, en el proyecto de elaboración de Mapas Locales de Riesgo ante Incendio, llevados adelante en conjunto con la Secretaría de Gestión de Riesgo Climático, Catástrofes y Protección Civil de la Provincia de Córdoba, Municipios y otros organismos.

Este proyecto tuvo su implementación de forma piloto sobre la localidad de La Granja en 2019-2020 y luego se realizaron estudios sobre la localidad del corredor de Sierras Chicas durante 2021 y en 2022 se ha planificado una extensión al resto de localidades de la provincia.

El proyecto de Mapas de Riesgo ante Incendio requiere de un arduo relevamiento de campo llevado adelante por personal de los Municipios, Bomberos, Defensa Civil, entre otros. Este relevamiento se realiza con el uso de la herramienta KoboToolbox[1], sobre la cual se ha desarrollado un formulario base que en campo se trabaja con la aplicación KoboCollect y se han obtenido alrededor de 5.500 (cinco mil quinientos datos) trabajando sobre la plataforma libre de esta herramienta, sin realizar implementación ni despliegue alguno dentro del nodo IDECOR.

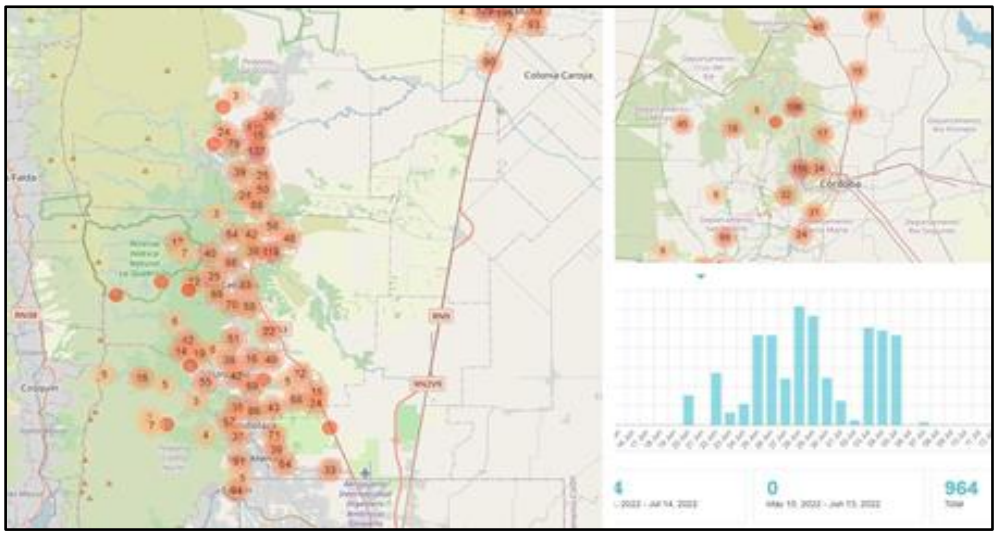


Figura 2. Relevamiento de datos obtenidos mediante el uso de la plataforma KoboToolbox

La experiencia del relevamiento de campo ha sido satisfactoria, aunque fue necesario realizar una ardua capacitación de los recursos humanos para el correcto uso de los formularios de relevamiento. Por otro lado, las limitaciones propias del software base utilizado hace necesario que se deba realizar una personalización tanto a nivel de f*rontend* (incorporando logos, funcionalidades para el relevador, entre otros) como de *backend* (implementación en un nodo propio, base de datos, entre otros).

3. ¿UNA HERRAMIENTA PROPIA O UN COLECTOR LIBRE YA EXISTENTE?

IDECOR participa además de otros proyectos que requieren datos de campo y, en todos los casos, el usuario que realiza la recolección no tiene manejo de herramientas geográficas, incluso algunos son voluntarios que brindan información de manera gratuita, por lo que contar con una herramienta fácil de usar, con requerimientos mínimos de configuración y disponible para cualquier dispositivo móvil se transformó en una necesidad importante.

Las experiencias desarrolladas permitieron al equipo IDECOR tener de forma clara los requerimientos que debía contar la herramienta de recolección de datos de campo:

- Desarrollo a medida, a los fines de ajustar la aplicación según el relevamiento, permitiendo, además, incluir logos y otros elementos institucionales.
- Manejo de Campañas de Relevamiento, de modo que una campaña se define con un nombre, fechas de inicio y finalización permitiendo agrupar los relevamientos en esta.
- Definir cantidad de relevamientos, a los fines de establecer objetivos por campaña y realizar un monitoreo del avance de esta.
- Relación uno a muchos entre ubicaciones geográficas (puntos) y relevamientos, a los fines de contar con una historia de relevamientos de una ubicación geográfica dada a través del tiempo
- Cada relevamiento debe contar con un formulario a medida con reglas y validaciones.
- Disponer de una única aplicación tanto para escritorio y dispositivos móviles independientes del sistema operativo.
- Almacenar los datos y la aplicación en servidores propios.
- Trabajar online en tiempo real, así como offline para cuando no haya cobertura.

La elección entre adaptar una herramienta como la utilizada para el desarrollo del relevamiento de Riesgo ante Incendios o utilizar un desarrollo propio se realizó teniendo en cuenta la experiencia obtenida para la implementación de OMI, la cual podía ser utilizada y el costo que implicaba recorrer la curva de aprendizaje necesaria para utilizar una herramienta libre y de código abierto ya existente.
En este contexto, se definió realizar un desarrollo propio a los fines de utilizar el "*know how*" obtenido en el desarrollo del OMI, así como la tecnología ya disponible en el nodo IDECOR, lo cual permitió tener una herramienta en *testing* en el lapso de 30 días y una implementación para su uso masivo en 30 días subsiguientes (que luego se ha ido mejorando en función de la experiencia de los usuarios recibida a modo de *feedback*).

4. EL DESARROLLO DE LANDCOLLECT

4.1 Funcionalidades generales

La aplicación obtenida mediante un desarrollo propio se denominó "LandCollect" y su objetivo primario fue posibilitar relevamientos de campo registrando información georreferenciada de manera ágil y sencilla.
Su simpleza, tanto para la instalación como para el manejo, posibilita la participación de diversos usuarios, aún si no cuentan con formación específica en el uso de herramientas informáticas. Una vez que se accede con el nombre de usuario y contraseña, la aplicación se encuentra lista para iniciar el registro de información, reduciendo al mínimo la cantidad de pasos a seguir y el tiempo de capacitación, lo que permite ampliar el público participante respecto de otras alternativas disponibles.
LandCollect permite ubicarse en terreno usando los datos de posicionamiento satelital del dispositivo, aunque también es posible registrar localizaciones personalizadas que selecciona el usuario indicando la posición de forma manual sobre el mapa.
Se ha desarrollado un núcleo que posibilita desacoplar lo más posible, el funcionamiento base de la aplicación de las reglas de negocio del dominio a relevar, de modo que la herramienta es fácilmente configurable para la implementación de diversos relevamientos.
En este núcleo se introdujo el concepto de campaña de relevamiento lo que permite crear un agrupamiento de los relevamientos. En una campaña se definen: un periodo de tiempo a relevar, cantidad de relevamientos objetivos, tipo (p. ej.: cultivos de verano o de invierno). De este modo, el núcleo incluye toda la interacción con los elementos del mapa, la comunicación con el *backend*, la administración de campañas de relevamiento, de usuarios, módulo de informes, avances de campañas, de capas offline, entre otras.
Actualmente se puede crear, de manera sencilla, aplicaciones de relevamiento en campo, a partir del núcleo LandCollect, definiendo el modelo de datos, reglas y validaciones, formulario de carga, tipo, renderizado de la muestra e información de esta.
El ingreso de datos sigue un formulario hecho a la medida de cada proyecto de relevamiento, lo que asegura que el usuario/recolector complete todo con facilidad, evitando así la omisión de pasos en la carga o el registro de datos.

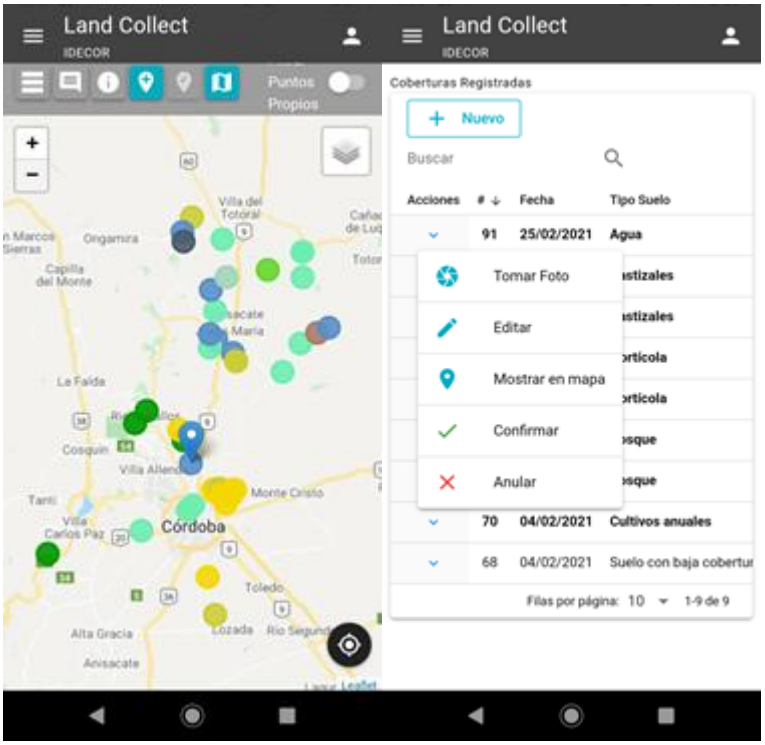


Figura 3. Vistas de *LandCollect*. Izquierda: mapa con registros georreferenciados, derecha: conjunto de opciones de cada registro

Además de la información incluida en el formulario, cada dato recolectado lleva asociada información anexa, como nombre de usuario, institución de pertenencia, fecha y hora de carga, coordenadas geográficas y fotografía en caso de incluirse. A su vez, permite a cada usuario editar la información alfanumérica de sus registros y corregir errores o ajustar la ubicación geográfica.

LandCollect ofrece la posibilidad de acceder a la cámara fotográfica del dispositivo y asociar a cada registro una fotografía. Además, es posible realizar el registro de información en modo offline, una característica indispensable en el trabajo de campo, para luego subir los datos a la nube una vez que se restablezca la conexión a internet del dispositivo.

LandCollect también dispone de una sección para **Administración de Usuarios,** desde donde se pueden gestionar altas, ediciones, bloqueo de usuarios y reseteo de contraseña. Se maneja el concepto de usuarios y roles, y todas las contraseñas se guardan encriptadas.

Los usuarios con rol de administrador pueden exportar los datos recolectados por el resto de los usuarios en formato GeoJSON, para su visualización y análisis en aplicaciones SIG de escritorio junto a otros datos geográficos.

4.2 Características tecnológicas

La aplicación está desarrollada íntegramente con **software libre** y fue diseñada como una aplicación web progresiva (Progressive Web Apps [**PWA**^{2}**]**), lo que le permite funcionar en cualquier tipo de dispositivo (computadora, celular o *tablet*) y sistema operativo**.**

Al ser una PWA implica que se puede ejecutar, como cualquier otra aplicación web, desde un navegador. Esto tiene la ventaja que es independiente del dispositivo y del sistema operativo de modo que se dispone de una única aplicación tanto para escritorio y dispositivos móviles. En los

casos que el dispositivo lo permita, puede instalarse y comportarse similar a una aplicación nativa. Por otra parte, para su actualización no requiere que el usuario deba habilitarla o realizarla, sino que es gestionada directamente por la infraestructura de IDECOR, trabajando el usuario siempre con la última versión y puede ser distribuida de manera sencilla compartiendo un link o un código QR.

Para el *backend* se usó el *framework* web Emmett[3] junto a la extensión Emmett-REST[4], desarrollado y programable en Python[5], que se destaca por permitir una gran velocidad de desarrollo y ejecución, y como base de datos se utilizó el conjunto PostgreSQL[6]/PostGIS[7]. El *frontend* se construyó con Quasar Framework[8] en conjunto con la biblioteca JavaScript Leaflet[9].

Todos los datos son guardados como alfanuméricos y mediante vistas y procedimientos (usando funciones propias de PostGIS) son convertidos a geográficos. Posteriormente desde la API son publicados como servicios web geográficos, en este caso como GeoJSON.

Para los mapas base se usan servicios libres y geoservicios de IDECOR de modo que tiene embebidos datos oficiales de límites provinciales y departamentales, así como también, toda la red vial provincial por lo que pueden ser visualizados cuando se trabaja en modo offline. Es posible integrar otros geoservicios según sea necesario para cada proyecto.

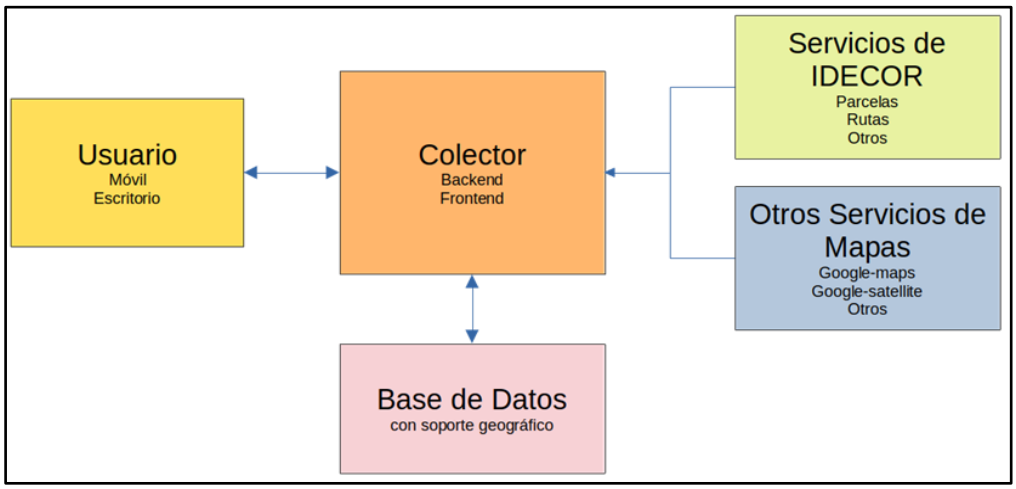


Figura 4. Esquema de la arquitectura de LandCollect

5. CASOS DE ÉXITO

5.1 Campaña de recolección masiva para el mapa de Coberturas y Usos del Suelo

La primera experiencia de aplicación de *LandCollect* se llevó a cabo durante marzo y abril de 2021 en el contexto de la actualización del Mapa de Cobertura y Uso del Suelo de la Provincia de Córdoba 2020-2021, con el objetivo de recopilar información de coberturas y usos del suelo para el proceso de validación del mapa en producción.

En esta ocasión se realizó una campaña de recolección masiva convocando a voluntarios e instituciones con presencia en el territorio mediante correo electrónico y publicaciones en el sitio web de IDECOR y sus redes sociales. Se generó un formulario de inscripción que permitió identificar la procedencia de los usuarios, dedicación profesional y organismo o empresa de pertenencia entre otros.

Se definieron 9 clases de cobertura/uso (con diez subclases) que se incorporaron en el formulario de *LandCollect*, con una breve descripción de cada clase en la sección de ayuda de la aplicación.

Durante toda la campaña se puso a disposición una línea telefónica, un correo electrónico y un horario fijo de videollamadas para consultas y resolución de problemas.

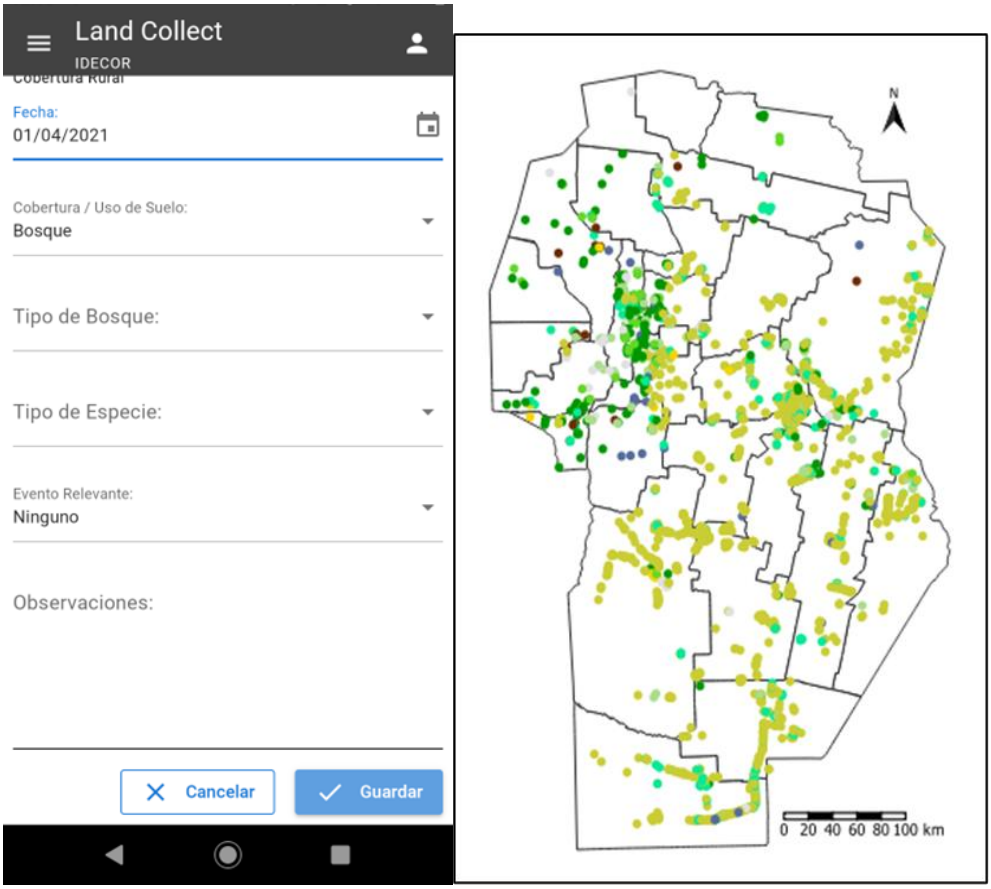


Figura 5. Vista de *LandCollect* y el conjunto de opciones (izquierda). Distribución de datos colectados por clase de cobertura en la Provincia de Córdoba. (Derecha)

En la campaña de recolección participaron 88 voluntarios que en menos de 60 días registraron 2.142 datos de cobertura, con una amplia distribución espacial, especialmente en las áreas de mayor producción agrícola, representando los cultivos anuales más de la mitad de los registros; en segundo término, se identifican datos de pasturas, bosque/monte y pastizales.

Es importante destacar que no se destinó tiempo de capacitación para el uso de la aplicación, sino que los usuarios se autogestionaron y todas las consultas recibidas se relacionaban a los criterios del relevamiento y no sobre el funcionamiento de la aplicación.

5.2 Recolección de datos para estimar rendimientos agrícolas

La campaña de recolección de datos para estimar rendimientos agrícolas requirió el ajuste de un formulario de relevamiento a medida que se denominó "*Rindes"* y que surge como necesidad de un proyecto conjunto entre la Secretaría de Agricultura de la Provincia de Córdoba, el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) e IDECOR, con colaboración de la SRJM (Sociedad Rural de Jesús María).

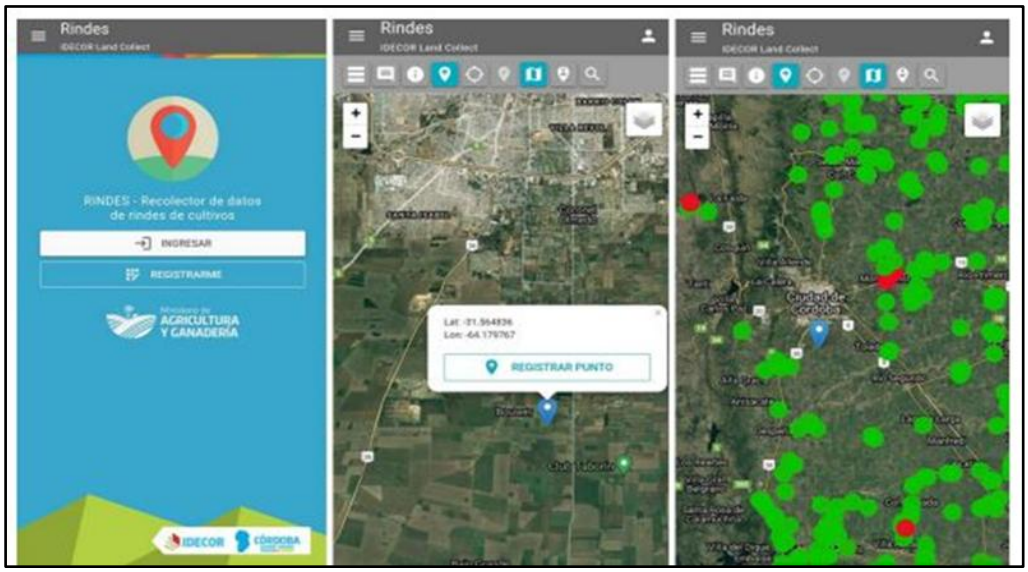


Figura 6. Vista de la herramienta de recolección “Rindes”

Esta implementación permite recopilar una muestra de rendimientos de cultivos estivales e invernales (soja, maíz, sorgo, girasol, garbanzo, maní, trigo, entre otros) y mediante observaciones georreferenciadas que registran datos complementarios sistematizados tales como cultivo relevado, cultivo antecesor, fecha de siembra, superficie sembrada, entre otras.
La campaña de recolección de datos estivales se realizó entre los meses de junio y julio de 2021, en los que participaron 70 representantes de Agencias zonales del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Provincia de Córdoba, Secretaría de Agricultura, la Agencia de extensión del INTA, IDECOR, SRJM y otros que recopilaron 2007 datos de campo.

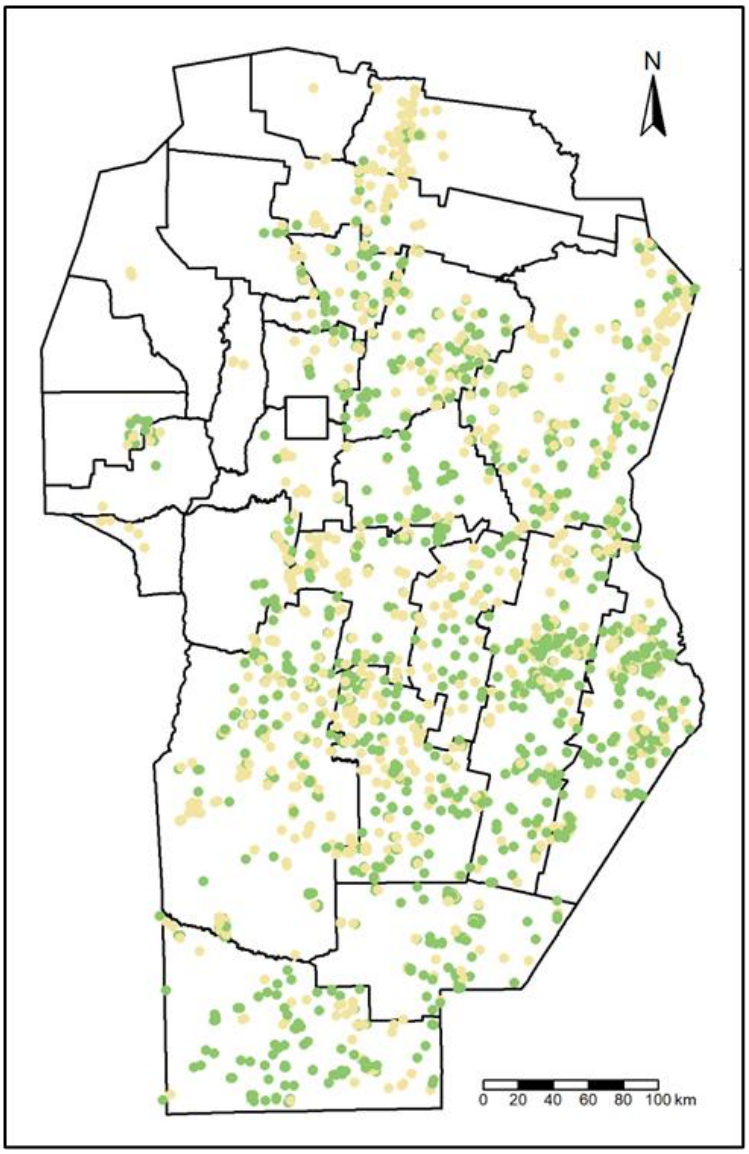


Figura 7. Distribución de datos de cultivos recolectados mediante Rindes

6. CONCLUSIONES

El uso de software libre, bajo un *stack* tecnológico que utiliza el *framework* web Emmett, la extensión Emmett-REST, lenguaje Python y una base de datos PostGIS, ha permitido desarrollar en un corto período de tiempo una aplicación PWA para la recolección colectiva de información territorial georreferenciada para IDECOR. Esta aplicación es, a su vez, adaptable a diferentes requerimientos de relevamiento, manteniendo una interfaz sencilla y accesible a una amplia diversidad de usuarios, dispositivos y condiciones de trabajo.

Las virtudes del desarrollo propio han quedado demostradas en dos casos de implementación exitosa que posibilitaron, mediante el aporte colectivo de una amplia cantidad y diversidad de usuarios, la obtención de un importante conjunto de datos territoriales.
LandCollect resulta en una importante herramienta para la recolección de datos de y para una IDE, conjugando las contribuciones de numerosos actores para la sistematización de información territorial sin limitaciones de licencias, a partir de la cual se generan numerosas posibilidades de aplicación, no solo para la IDE, sino también para otros organismos interesados.
De la misma manera, *Rindes*, resultó una herramienta de relevamiento masivo de información territorial de gran utilidad para el sector agrícola, que permite a distintos actores del sector generar información georreferenciada para la IDE, desarrollar procesos de crecimiento y de retroalimentación continua de la misma. Permitiendo obtener mapas de predicciones de rendimiento para toda el área cultivable de la Provincia de Córdoba.
La APP desarrollada no está cerrada sino que irá evolucionando a través del tiempo a medida que se utilice en nuevos proyectos, siendo un proceso de evolución constante que tenga en cuenta las necesidades de cada proyecto, la experiencia del usuario y las innovaciones tecnológica que surgen permanentemente, entre algunas consideraciones que posiblemente serán abordadas a futuros se puede mencionar la implementación de un servidor de vector tiles a los fines de mejorar el rendimiento de la aplicación, mejoras en la precisión obtenida en modo offline o la incorporación de otras entidades geográficas (polígono, líneas, entre otras).

NOTAS

[1] Para más información puede consultarse la página oficial https://www.kobotoolbox.org/
[2] PWA: https://en.wikipedia.org/wiki/Progressive_web_application
[3] Emmett Framework: https://emmett.sh/
[4] Emmett-Rest: https://github.com/emmett-framework/rest
[5] Python: https://www.python.org/
[6] Postgresql: https://www.postgresql.org
[7] Postgis: https://postgis.net/
[8] Quasar Framework: https://quasar.dev
[9] Leaflet: https://leafletjs.com/

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Aldo Algorry, a Anal. Carlos Salinas, del equipo de Sistemas de IDECOR, a Mgter. María Paula Álvarez, al Dr. Diego Pons, a las Agencias Zonales del Ministerio de Agricultura Ganaderia de la Provincia de Córdoba, al Colegio de Ingenieros Agrónomos de la Provincia de Córdoba, a la Dirección de Policía Ambiental, a los Agentes de la Secretaría de Agricultura de la Provincia de Córdoba, a los miembros de la Agencia de Extensión del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) y a los participantes de la Sociedad Rural de Jesus María.

REFERENCIAS

García, C.L., Piumetto, M., Teich, I., Morales, H., Kindgard, A., Fuentes, M.L., Bosio, M.J. y Ravelo, A. (2018). Mapas de cobertura del suelo de la provincia de Córdoba 2017/2018 - Niveles 1 a 3. Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba.

Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (2022). Mapa de Cobertura y Uso de Suelo de la Provincia de Córdoba 2020/2021.

Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (2022). Mapas de Riesgo Local para Incendios Forestales Corredor Sierras Chicas y Jesús María.

Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (2022). Área sembrada, rindes y producción de soja y maíz. Campaña 2020/21.

Piumetto, M. A., Nasjleti, T., Sosa Quilaleo, S., Toccacieli, E. y Galarza F. M. (2021). Observatorio del Mercado Inmobiliario de la Provincia de Córdoba, una herramienta para la gestión de suelo.

Piumetto, M. A., Nasjlet,i T., Llarrull, N., Fabatia, J. C., Zavala, M. S. y Menéndez A. (2021). ¿Cómo ejecutar un relevamiento del mercado inmobiliario? Lecciones aprendidas del Observatorio del Mercado Inmobiliario de Córdoba 2017- 2021.

BLOQUE 3
La IDE como facilitadora de Decisiones Públicas

La infraestructura de datos espaciales como herramienta para la toma de decisiones públicas: el caso de la Plataforma ArcGIS de la Municipalidad de Córdoba

Liliana Montero[1] y Mauricio Barilla[1]

[1]Subsecretaría de Planificación y Gestión para una Ciudad Inclusiva, 27 de Abril 784, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.: 0351-153116221
mauribarilla@gmail.com, lic.lilianamontero@gmail.com

Resumen: En los últimos años se produjo un cambio de paradigma que implicó una modificación en la forma de hacer, usar y de compartir soluciones cartográficas. Los datos geográficos de la ciudad de Córdoba dan cuenta que esta jurisdicción tiene una superficie superior a 550 km^2 en la cual habitan más de 1.5 millones de personas. Teniendo como norte trabajar por cada uno de estos ciudadanos, se promueve la implementación de políticas públicas que utilizan como herramienta las tecnologías de información geográfica. La Municipalidad de Córdoba viene trabajando en la recolección, producción y uso de datos de alta calidad a los fines de diseñar planes y programas según información estadística. Junto a CIAMPAGNA se implementó una plataforma basada en ArcGIS, infraestructura de datos que se encuentra ordenada de tal manera que permite a las diferentes áreas de gobierno disponer de ellos. Los datos generados son usados de manera estratégica a la hora de identificar problemas, diseñar soluciones, ejecutar acciones denominando a este proceso como "toma de decisiones guiadas por datos". En el presente documento se dará cuenta de la Plataforma ArcGIS, como está diseñada y cómo es utilizada para el diseño de las iniciativas públicas.

Palabras Clave: Toma de decisiones, Mapa Social, Geolocalización, plataforma ArcGIS

1. INTRODUCCIÓN

El uso de datos para el diseño de políticas públicas ha ido en aumento ya que "(...) con el advenimiento de las tecnologías de información, los datos han pasado de ser escasos a ser superabundantes." (Rodríguez *et al.*, 2017). Ante dicha realidad, se hace de vital importancia generar un sistema que permita recolectar, procesar y usar datos tanto en el reconocimiento de un problema, como así también en la solución del mismo, de tal manera que permitan elaborar políticas públicas que promuevan el desarrollo de las comunidades. Sin embargo, el hecho de disponer de datos por sí solos, es de poca utilidad si los mismos no son analizados y procesados, para tener un conocimiento más acabado sobre lo que representan, posibilitando tomar decisiones con menor grado de incertidumbre. "En el caso de la toma de decisiones, el diseño, implementación y evaluación de políticas públicas el objetivo del uso de la Ciencia de Datos es producir evidencia que sea pertinente, de calidad y oportuna, para así fundamentar y orientar decisiones. Esto significa diagnosticar problemas que pasan inadvertidos o desapercibidos y, por lo tanto, son imposibles de accionar" (Rodríguez *et al.*, 2017)

A través de la plataforma ArcGIS se ha diseñado un mapa social donde están geolocalizados cada una de las instituciones públicas y privadas (la hemos llamado infraestructura social) con quienes

la Municipalidad de Córdoba interactúa a través de alguna de sus secretarías. Cada uno de estos puntos representados están distribuidos espacialmente, lo que permite tener una noción clara de la ubicación, permitiendo observar y trabajar por secciones/ jurisdicciones municipales. Al ser la ciudad de Córdoba una ciudad densamente poblada y una de las jurisdicciones más grandes del país, esto implica que la realidad geográfica de nuestra ciudad es compleja, por lo tanto, para lograr una mayor comprensión se delineó un modelo representativo del mapa de Córdoba donde están geolocalizadas las diversas instituciones de intereses. A su vez, están representados los barrios que integran dicha jurisdicción y por otro lado se utilizan colores para mostrar la realidad socio económica de cada zona de la ciudad. Esto implica tener en un mismo lugar una gran cantidad de información que permitirá tomar decisiones sobre la base de la información territorial disponible.



Figura 1. Mapa Social

De esta forma el Mapa Social (Figura 1) disponible permite mostrar la distribución territorial de las diferentes instituciones, como así también una ficha técnica de cada una de ellas que contiene indicadores y datos que pueden ser editados en cualquier momento, esto se debe a la dinámica social, la cual es cambiante por lo cual se hace de vital importancia la constante actualización de la información. Por lo tanto, el fin principal del uso de esta herramienta digital radica en lograr una mayor eficiencia en las políticas implementadas a través de la planificación y toma de decisiones basadas en datos (Figura 2).

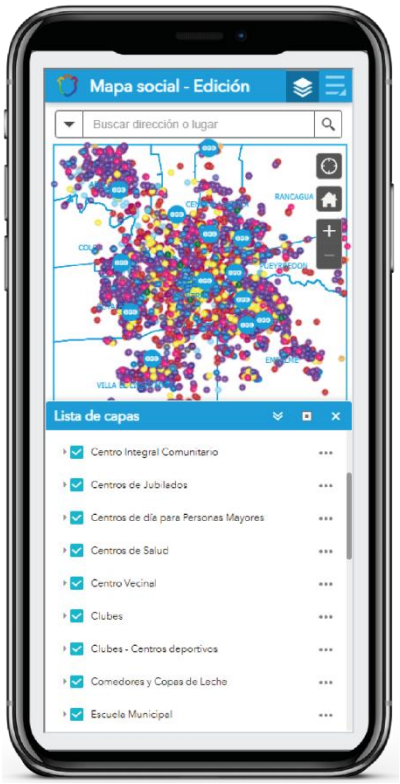


Figura 2. Herramienta digital

2. LA IMPORTANCIA DE LA GEOLOCALIZACIÓN EN LA TOMA DE DECISIONES

La Geolocalización "... determina la ubicación física de un objeto o una persona con relación a un sistema de coordenadas (mapa) para, posteriormente, acceder a información específica" (Evaluando Software, s.f.). Es importante mencionar que este proceso refiere a la ubicación espacial de diferentes puntos (en este caso instituciones públicas o privadas) de manera digital en el Mapa Social disponible en la Plataforma ArcGIS. Para ello dichos puntos son creados de manera directa a través del editor al cual tienen acceso cualquier personal municipal, o de manera indirecta a través de un formulario el cual toma la dirección de la institución que la completó (coordenadas). Además, no solo cuenta con información referida a la ubicación espacial, sino que cada punto tiene asociado otros atributos relevantes que se incluye en la ficha técnica del punto localizado, siempre usando un mismo criterio o código de respuesta a los fines de cuantificar las mismas.

2.1 El uso del mapa social de la municipalidad de córdoba

Una de las funciones que está disponible en la Plataforma ArcGIS hace referencia al Mapa Social de la ciudad de Córdoba, el cual tiene su versión editable que es de carácter interno, como así también está disponible la versión pública, ambas permiten hacer uso de las diferentes funciones que dispone esta herramienta. El mapa social permite visualizar las más de tres mil instituciones geolocalizadas dentro del ejido municipal de nuestra ciudad. Cada una de estas instituciones está subdividida en diferentes capas que hace referencia a la procedencia de cada una de ellas; entre dichas capas se encuentran la de comedores/merenderos, centros de jubilados (en estos casos instituciones privadas) como así también instituciones de carácter público como son los Centro de

Participación Comunal (CPC), jardines de infantes municipales, playones deportivos municipales, centros de salud, entre otros.
A su vez, dentro de las capas que pueden ser habilitadas para su visual se encuentra la división del territorio según los barrios de la ciudad, según las zonas del CPC a la que corresponden, también está disponible que el mapa se pinte de diferentes colores de acuerdo a los datos de IPS de los barrios de la ciudad. Otra función disponible dentro del Mapa Social hace referencia a que cada institución tiene disponible una ficha técnica que te permite acceder a más datos sobre las mismas tales como la dirección, nombre del espacio, barrio, referente, teléfono de contacto, entre otros.
La importancia del Mapa Social radica en primer lugar en tener geolocalizadas a distintas instituciones con las que la Municipalidad se vincula o instituciones que son parte del Estado Municipal. En segundo lugar, permite trabajar con algunas capas de acuerdo a la política o iniciativa que se desee implementar, conociendo por ejemplo los comedores que se encuentran a un radio determinado de un CPC o de un Playón Deportivo Municipal, posibilitando focalizar las acciones en un grupo reducido de instituciones que por su cercanía serían parte de dicha política.
Por otro lado, la plataforma ArcGIS permite identificar, a través de esta herramienta, las instituciones que se encuentran en aquellos barrios de mayor prioridad según los índices de IPS. Para ello el Mapa Social permite visualizar a través del color rojo esas zonas priorizadas, logrando reconocer y trabajar en las zonas donde existen problemáticas que deben ser atendidas con urgencia siendo posible articular con las instituciones públicas o privadas que se encuentran en esa zona. De esta forma se toman decisiones tomando como herramienta de análisis los datos geolocalizados, permitiendo al gobierno municipal trabajar de manera focalizada e involucrando a diversos actores relevantes en la política diseñada y ejecutada. Un ejemplo de ello es que el mapa te permite identificar los centros de salud municipal disponibles (habilitando la capa de centro de salud) y también se puede activar la capa de comedores y merenderos, de esta manera conociendo la cercanía de cada uno de estos espacios comunitarios, respecto de los centros de atención, se diseñó una campaña de atención del niño sano vinculando al comedor y su población beneficiaria con los centros de salud municipal.

2.2 La iniciativa del relevamiento de comedores

Otra de las funcionalidades disponibles dentro de la Plataforma ArcGIS hace referencia al mapa que incluye los datos del relevamiento realizado a los comedores y merenderos de la ciudad de Córdoba (Figura 3) por la Fundación Centro de Iniciativa Urbana, que se definió como estrategia posterior a la inscripción en el registro municipal de comedores y merenderos, como modo de contar con un relevamiento propio del municipio. En el mismo, se puede observar a todos los espacios comunitarios que son parte del Registro de Comedores y Merenderos de la Municipalidad de Córdoba, los mismos se pueden visualizar en su totalidad o seleccionando sólo a aquellos comedores que según este relevamiento dieron cuenta de su correcto funcionamiento, aquellos comedores que no se pudo constatar su funcionamiento, y aquellos comedores que todavía no han sido parte del relevamiento.
A su vez, seleccionado cada punto geolocalizado se tiene la opción de visualizar datos sociales y estructurales correspondientes al comedor o merendero. Este mapa del relevamiento se alimenta de los datos cargados a través de un formulario, los cuales fueron completados por cada persona que llevó a cabo la visita a estos espacios comunitarios de acuerdo a lo que observaba, de esta forma se tiene información que se actualiza en tiempo real.
La importancia de esta función, radica en poder tomar decisiones de acuerdo a la situación de cada comedor o merendero, por ejemplo, en el caso de aquellos comedores que no están funcionando según lo observado en el relevamiento no son considerados en las iniciativas impulsadas por la Secretaría de Políticas Sociales, Inclusión y Convivencia de la Municipalidad de Córdoba. Por otro lado, al poder sólo seleccionar aquellos comedores que dan cuenta de su funcionamiento, y de cada

uno disponer de datos adicionales, se pueden diseñar políticas específicas para cada uno de ellos, por ejemplo, entrega de utensilios de cocina para aquellos espacios que no tienen disponibilidad de los mismos. De esta manera se toman decisiones focalizadas, priorizando los espacios comunitarios según sus necesidades y promoviendo políticas eficientes y efectivas.

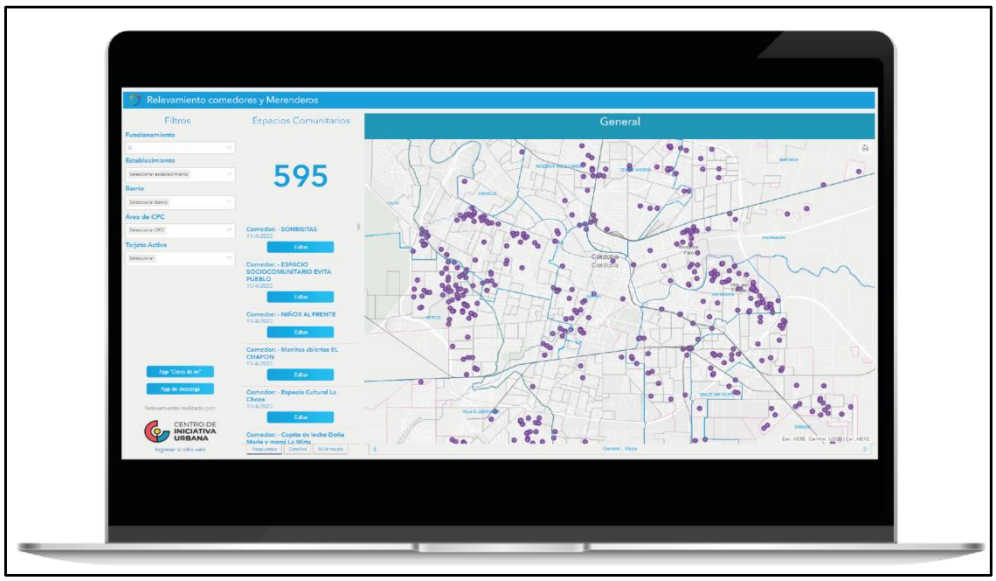


Figura 3. Relevamiento realizado a los comedores y merenderos de la ciudad de Córdoba

3. TECNOLOGÍA IMPLEMENTADA PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS Y DISEÑO DE LA PLATAFORMA ArcGIS

Las soluciones presentadas fueron realizadas mediante la implementación de tecnologías de información geográfica. La Municipalidad de Córdoba trabaja con la Plataforma ArcGIS y cuenta con un servidor propio en la nube que permite avanzar más allá de los límites de un software de escritorio.

En los últimos años, se produjo un cambio de paradigma que implicó un fuerte cambio en la forma de hacer, usar y de compartir soluciones cartográficas. El alcance de la utilización de los SIG se amplió. El trabajo de personas especialistas en SIG sigue siendo una pieza fundamental, pero es una parte del todo. Actualmente, personas sin conocimientos previos en SIG, llevan adelante tareas de relevamiento de datos georreferenciados mediante aplicaciones de campo amigables, con diseño de formularios. Personas en oficina, con mínimo entrenamiento, editan datos y funcionarios toman decisiones basadas en datos georreferenciados mediante la utilización de tableros que combinan mapas y paneles estadísticos.

Para las soluciones alcanzadas por la Municipalidad de Córdoba, se aprovecharon las diferentes herramientas que ofrece ArcGIS como la elaboración previa de un formulario web que fue utilizado como formularios de carga de datos para el relevamiento en campo. Esto permitió ingresar datos desde el celular. Entonces, a medida que quien releva realizaba la carga de datos en su celular, esto se registraba automáticamente y georreferenciaba en el sistema del municipio y se traducía en un tablero de datos (Dashboard de ArcGIS), donde la información se expresa en un mapa y en gráficos y tablas, que permiten leerse ya no como datos puntuales, sino como información sistematizada y factible de ser consultada. Además, dicho tablero, tiene la posibilidad

de mostrar información según los permisos de los usuarios que consulten: Personal del área, de otras áreas u organizaciones y la ciudadanía general.
Contar con la información en una Plataforma SIG organizacional permite que el contenido generado por una persona pueda ser compartida con el resto del área; permite que el contenido producido por un área pueda ser compartido con otras áreas de la Municipalidad y permite que el contenido generado por la Municipalidad pueda ser compartido con otras organizaciones y abierta al público. Así, para el tratamiento de problemáticas públicas, las Tecnologías de la Información Geográfica se convierten en verdaderas herramientas de gestión, facilitando el trabajo de forma integral y articulando el esfuerzo de diferentes actores (Figura 4).

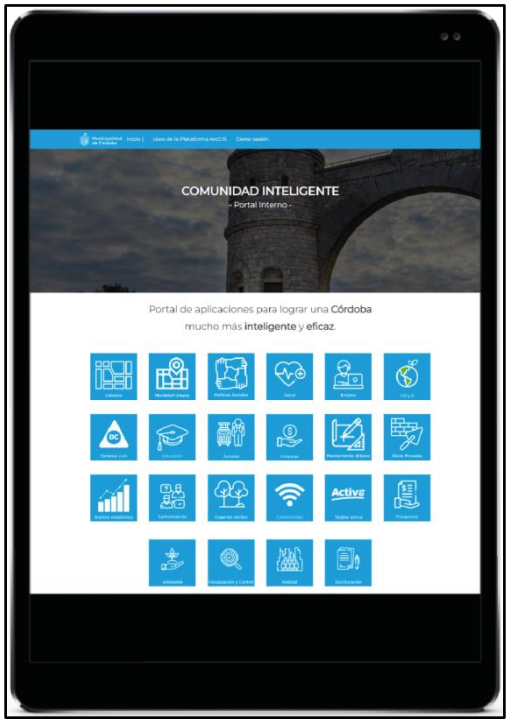


Figura 4. Portal interno: comunidad inteligente

4. CONCLUSIONES

El avance tecnológico actual que ha permitido disponer de un sinfín de herramientas nuevas ha sido una oportunidad para que el diseño y ejecución de Políticas Públicas impulsadas por el Estado estén ancladas en datos que promuevan iniciativas y toma de decisiones más eficientes, eficaces y basadas en datos. Ante este nuevo paradigma la Plataforma ArcGIS es una herramienta que incorpora tecnologías de información geográfica que permite disponer de la geolocalización de las instituciones públicas y privadas con las cuales articula la Municipalidad de Córdoba. Además, se incorporan a cada uno de estos puntos en el Mapa Social una serie de indicadores particulares que permite ampliar el conocimiento de dichas instituciones. Hoy desde el gobierno municipal se diseñan políticas como así también se toman decisiones basadas en la evidencia y en los datos geolocalizados disponibles y actualizados en tiempo real.

AGRADECIMIENTOS

Es importante destacar al equipo de CIAMPAGNA quienes constantemente proponen soluciones o mejoras a esta herramienta tecnológica, como así también para capacitar a los empleados municipales en el uso de la misma. A su vez, agradecer a la Dirección de Datos y Análisis Estadístico de la Municipalidad de Córdoba por ser parte de esta iniciativa, por brindar oportunidades de mejoras para que la toma de decisiones basada en datos sea una constante en el trabajo de nuestra Secretaría.

REFERENCIAS

Evaluando Software (s.f.). *Qué es la geolocalización y cómo funciona. Plantilla para la evaluación de software.* https://www.evaluandosoftware.com/la-geolocalizacion-funciona/

Rodríguez, P., Palomino, N. y Mondaca, J. (2017). *El uso de datos masivos y sus técnicas analíticas para el diseño e implementación de políticas públicas en Latinoamérica y el Caribe* (Resumen de Políticas IDB-PB-266). Banco Interamericano de Desarrollo. http://dx.doi.org/10.18235/0000893

Los SIG como facilitadores para tomar decisiones en ámbitos públicos. El desarrollo de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia

Denis Matías Monaldi[1], Agustín Alejandro Rodríguez[1] y Gustavo Ángel López[1]

[1]Dirección de Investigación Territorial (DIT), Subsecretaría de Modernización y Transparencia, Municipalidad de Comodoro Rivadavia. Belgrano 965, planta baja, Comodoro Rivadavia (9000), Chubut. Tel.: 297-5272702.
investigacionterritorial@comodoro.gov.ar, {denismonaldi, galolopez}@gmail.com, agus.rodri@hotmail.com

Resumen: Los Sistemas de Información Geográfica han cobrado un valor muy especial en los últimos veinte años. Este conjunto de herramientas, que permite la representación de la realidad territorial de una manera vectorial a través de puntos, líneas y polígonos y de manera rasterizada a través de imágenes satelitales, se considera hoy en día una de las herramientas más importantes para el análisis geográfico. Tal relevancia ha cobrado estas herramientas que se han instaurado en gran cantidad de ámbitos, como lo son el laboral, el académico y el de investigación. En este trabajo se abordarán las herramientas de SIG dentro de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia y cómo se implementan a la hora de tomar decisiones dentro del ámbito público en cuanto a la demanda o necesidad que se presente. Se considera también, la problemática presentada debido al incipiente conocimiento que se tiene sobre los SIG y cómo estos ayudan a encontrar posibles soluciones a través de diferentes métodos que se desarrollarán a lo largo del trabajo con la necesidad de interiorizar a los diferentes agentes y así, visibilizar las posibilidades que nos facilitan estas herramientas en cuanto a su uso.

Palabras Clave: SIG, gobierno abierto, cartografía temática, visualizador web

1. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son definidos como una estructura creada para recopilar, gestionar y analizar datos de carácter geográfico y social; como así también crear, compartir y aplicar productos de gran utilidad que sirven para ayudar a resolver problemas complejos ya que, en la actualidad, se encuentran establecidos en la mayoría de los ámbitos laborales, académicos y de investigación.

En un primer momento el uso de los SIG se realiza con la finalidad de producir un inventario digital que lleve a la generación de mapas temáticos de las variables utilizadas. En esta instancia se apela a su definición más simple, orientada a su contenido como base de datos computacional que contiene información geográficamente referenciada. Procedimientos desarrollados en el ámbito de la cartografía temática serán los utilizados para la realización de un primer análisis, el de las distribuciones espaciales (Buzai y Baxendale, 2010).

Para poder encaminar el objetivo del trabajo es necesario describir los pasos previos hacia la llegada del mismo. La Dirección de Investigación Territorial (DIT), oficina encargada -entre otras cosas- de la estadística oficial de la Municipalidad de Comodoro Rivadavia, desde diciembre de 2019 se encuentra bajo la órbita de la Subsecretaría de Modernización y Transparencia. A partir de

este cambio organizacional, la dirección afianzó un cambio de paradigma iniciado tiempo atrás, incorporando de esta manera diferentes políticas de Gobierno Abierto en base a tres pilares: transparencia, rendición de cuentas y participación ciudadana.
En conjunto con esta implementación se desarrolla un portal de datos abiertos que tiene como propósito la transparencia de los datos y la accesibilidad a ellos por parte de la ciudadanía, para así complementarlo con un servidor de mapas web denominado "Mapas de Información Municipal (MIM)".
En el mismo se plantea el objetivo de mejorar la calidad de los servicios brindados hacia la comunidad a través de los trabajos cartográficos realizados por parte de la DIT y a su vez visibilizar la importancia que estas cobran e impulsan en la toma de decisiones. El mismo apunta no solo a ser utilizado internamente, sino a que también de oportunidad de consulta hacia todos los organismos y ciudadanos que lo requieran.
Se toma a los SIG como impulsores dentro del ámbito público y se les atribuye gran importancia debido a las experiencias obtenidas dentro del equipo de trabajo, es decir, las experiencias obtenidas en cuanto al desarrollo de información geográfica, generación de base de datos en gabinete y el más característico que da el puntapié inicial para el desarrollo de los trabajos, los cuales son los relevamientos en territorio, en función de cada demanda o necesidad que se presente.
En los siguientes incisos se recorrerá y detallará la metodología de trabajo que se desarrolló en cuanto a la problemática presentada, además de las posibles soluciones y conclusiones.

2. DESARROLLO

Es esencial tener como objetivo facilitar la accesibilidad de la información geográfica y mejorar la interoperabilidad entre las distintas dependencias estatales; acentuar y promover la cooperación que necesitan para un mejor desarrollo productivo, el cual debe estar puesto a punto y actualizado, dentro de lo posible, conforme a las últimas tecnologías.
El mapa de información municipal (Figura 1) es uno de los primeros ejemplos que se puede mostrar en cuanto a la accesibilidad de la información. Si bien su funcionalidad era distinta a la que cumple hoy en día, ya que comenzó como un mapa interactivo con el fin de informar los comercios y servicios habilitados en el contexto de pandemia del año 2020, en la actualidad funciona como el servidor de mapas web que se dispone a la comunidad y en donde se visualiza la cartografía generada, la cual sirve como impulsora en la toma de decisiones. Es allí donde nos permitimos dar con el pantallazo inicial para visibilizar la importancia del uso de los SIG en base a una primera de muchas experiencias obtenidas.
La identificación de diferentes situaciones y su localización en el territorio comodorense, es un insumo fundamental para el diseño de acciones, así como para la evaluación del impacto de las políticas ya implementadas.
Los análisis basados en conjuntos de datos espaciales tienen la particularidad de proveer datos sobre sectores concretos y específicos, que son objeto de estudio por parte de las direcciones técnicas del municipio como también, permitir el acceso a la comunidad.
Si bien hasta el momento hablamos de una cartografía interactiva, no podemos dejar aparte las experiencias que se obtienen a través de la producción de cartografía temática la cual se genera bajo un mismo propósito, el de "visibilizar".

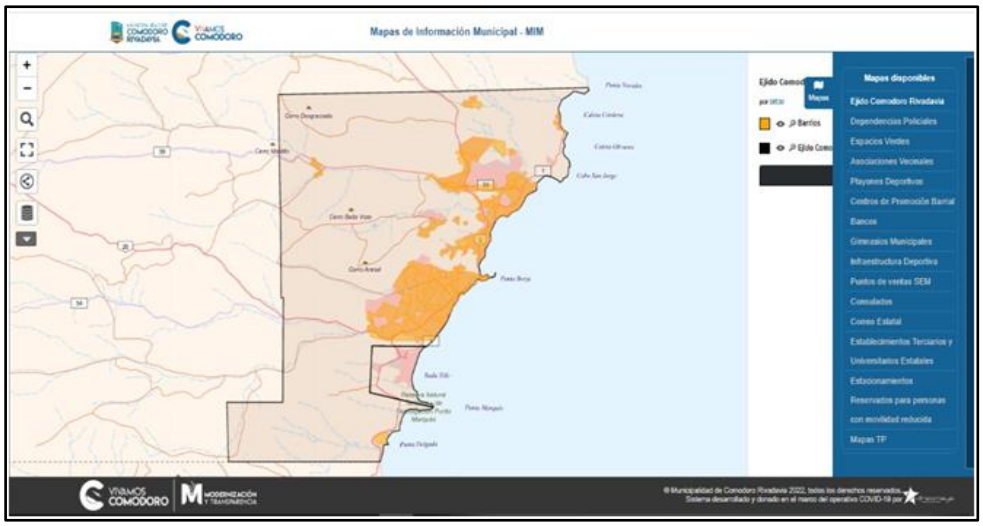


Figura 1. Portal mapa de información municipal

2.1 Principales trabajos que demuestran la ayuda del SIG para la toma de decisiones

Espacios verdes en la ciudad

El relevamiento y la posterior georreferenciación de los espacios verdes en el ejido urbano sirvió para obtener un panorama general de la superficie destinada a tal efecto. De esta forma desde el estado se puede planificar de una mejor manera la instalación de nuevos espacios verdes en aquellos barrios que cuentan con un déficit importante en esa materia y además saber quién tiene a cargo el mantenimiento de los espacios públicos. La Figura 2 nos muestra la distribución de los espacios verdes dentro del ejido de la ciudad.

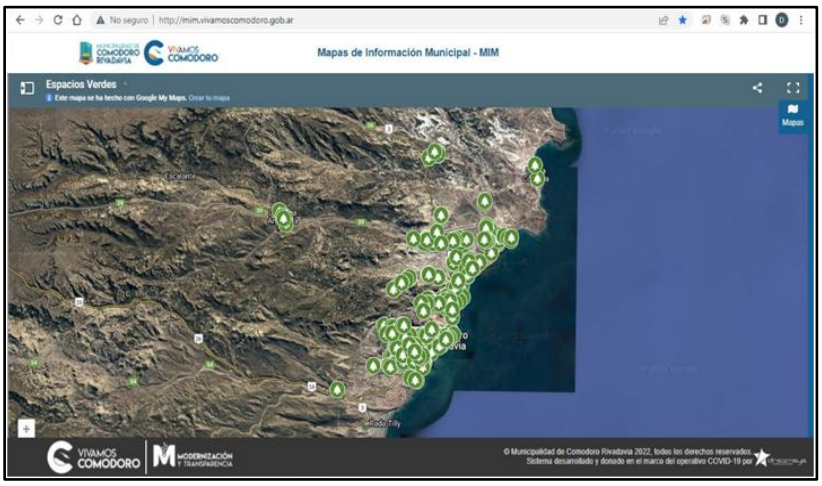
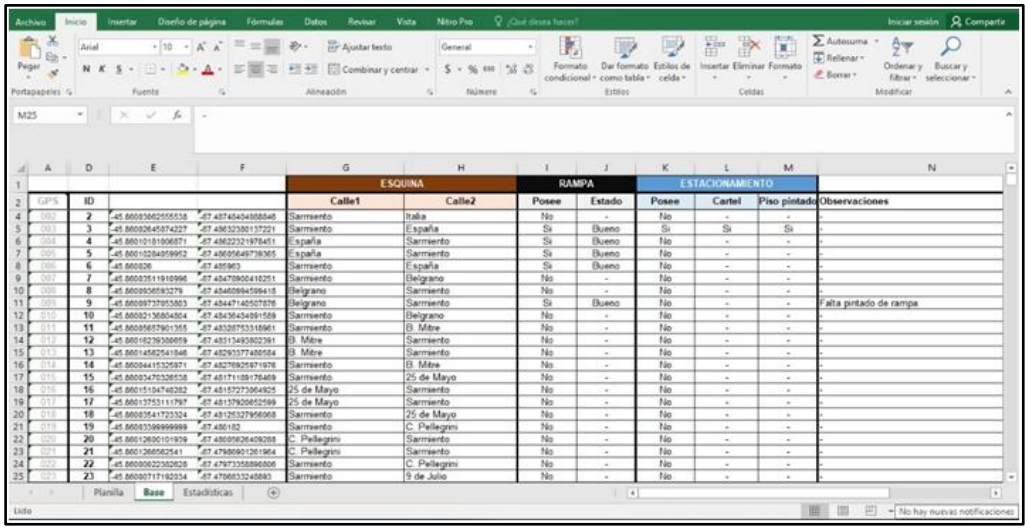


Figura 2. Distribución de espacios verdes

Accesibilidad y rampas

Para la recolección de datos el trabajo de campo es ideal, ya que esta forma de trabajo permite obtener datos más certeros. En el caso particular de este trabajo, los relevadores recorrieron las principales arterias

comerciales de la ciudad recabando información sobre el estado de las rampas destinadas a personas con movilidad reducida. De esta manera, se logró realizar un mapeo que dio como resultado un panorama general del estado en el que se encuentran las rampas en la ciudad y así determinar futuras acciones para el mejoramiento de las mismas. En la Figura 3 se muestra la base de datos generada en base al relevamiento y la Figura 4 nos muestra la representación de la información por medio de mapas temáticos.



				ESQUINA		RAMPA		ESTACIONAMIENTO			
GPS	ID			Calle1	Calle2	Posee	Estado	Posee	Cartel	Piso pintado	Observaciones
002	2	-45.86093662555538	-67.48745404888846	Sarmiento	Italia	No	-	No	-	-	-
003	3	-45.86092645074227	-67.48632380137221	Sarmiento	España	Si	Bueno	Si	Si	Si	-
004	4	-45.86010181906871	-67.48622321978451	España	Sarmiento	Si	Bueno	No	-	-	-
005	5	-45.86010284059952	-67.48605649739365	España	Sarmiento	Si	Bueno	No	-	-	-
006	6	-45.860826	-67.485963	Sarmiento	España	Si	Bueno	No	-	-	-
007	7	-45.86003511910996	-67.48478900418251	Sarmiento	Belgrano	No	-	No	-	-	-
008	8	-45.86009365893279	-67.48468994599418	Belgrano	Sarmiento	No	-	No	-	-	-
009	9	-45.86009737053803	-67.48447140507876	Belgrano	Sarmiento	Si	Bueno	No	-	-	Falta pintado de rampa
010	10	-45.86002136804804	-67.48436434091589	Sarmiento	Belgrano	No	-	No	-	-	-
011	11	-45.86005657901355	-67.48326753318961	Sarmiento	B. Mitre	No	-	No	-	-	-
012	12	-45.86016239380659	-67.48313493802391	B. Mitre	Sarmiento	No	-	No	-	-	-
013	13	-45.86014562541846	-67.48293377480584	B. Mitre	Sarmiento	No	-	No	-	-	-
014	14	-45.86004415325971	-67.48276925971976	Sarmiento	B. Mitre	No	-	No	-	-	-
015	15	-45.86003470326538	-67.48171189176469	Sarmiento	25 de Mayo	No	-	No	-	-	-
016	16	-45.86015104740282	-67.48157273064925	25 de Mayo	Sarmiento	No	-	No	-	-	-
017	17	-45.86013753111797	-67.48137920652599	25 de Mayo	Sarmiento	No	-	No	-	-	-
018	18	-45.86003541723324	-67.48125327956068	Sarmiento	25 de Mayo	No	-	No	-	-	-
019	19	-45.86003399999999	-67.480182	Sarmiento	C. Pellegrini	No	-	No	-	-	-
020	20	-45.86012600101939	-67.48005626409288	C. Pellegrini	Sarmiento	No	-	No	-	-	-
021	21	-45.86012665652541	-67.47980901261964	C. Pellegrini	Sarmiento	No	-	No	-	-	-
022	22	-45.86000622382628	-67.47973358890806	Sarmiento	C. Pellegrini	No	-	No	-	-	-
023	23	-45.86000717192034	-67.47068332458803	Sarmiento	9 de Julio	No	-	No	-	-	-

Figura 3. Captura de pantalla de la base de datos accesibilidad y rampas



Figura 4. Rampas destinadas al uso de personas con movilidad reducida

Transporte urbano

Para este caso en particular, podemos hablar de la interoperabilidad que genera el uso de los SIG dentro de las distintas dependencias municipales, ya que se trabajó en conjunto con la Dirección General de Transporte para analizar el servicio del transporte urbano de la ciudad, el cual se encuentra a cargo de la empresa Patagonia Argentina. Se digitalizó la cantidad de líneas a disposición y el recorrido que realizan, para determinar la cobertura hacia los diferentes barrios de la ciudad y realizar el análisis de los sectores en los cuáles se encuentra un déficit de cobertura por parte de las distintas líneas y así plantear las propuestas necesarias (que ya se encuentran en proceso) para una mejora del servicio a la comunidad. En la Figura 5 se puede observar la distribución y cobertura de cada línea de colectivo.

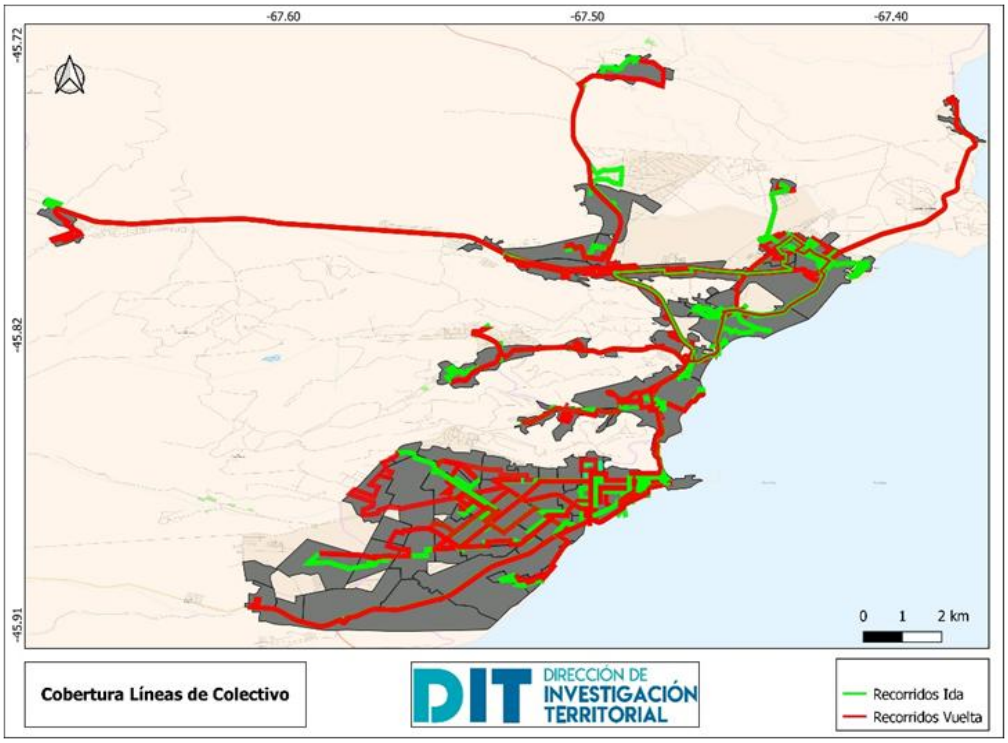


Figura 5. Mapa de cobertura líneas de colectivo

Otros trabajos

Otro de los trabajos realizados se encuentra vinculado con las catástrofes climáticas de 2011 y 2017, los cuales permitieron reconocer cuáles zonas fueron las más afectadas y poder proyectar las obras necesarias para el reacondicionamiento de las mismas.

2.2 Tecnología utilizada

Se detalla a continuación las diferentes herramientas que se utilizaron para la construcción de los distintos tipos de mapas cartográficos, como así también la creación del mapa de información municipal.

Por parte del MIM podemos decir que es una aplicación web desarrollada en Hypertext Preprocessor (PHP), con un *framework* llamado *bootstrap*, además de JavaScript y bases de datos MySQL, y se encuentra subido en un servidor de Amazon perteneciente a Linux. Donde todo esto

nos permite interactuar de manera que se crean mapas asociados a diferentes bases de datos y además tiene la capacidad de soportar dentro del mismo repositorio iFrame, cualquier otro mapa realizado en un diferente servidor.
En cuanto a la creación de mapas las herramientas utilizadas fueron:
- *Software*: QGIS 3.14, ArcGIS 10.8 y Google Earth Pro,
- Planilla de cálculo: Microsoft Excel, integrada en Microsoft Office, y
- Servidores de mapas web: Umap, Google My Maps y MIM.

2.3 Futuras Proyecciones

Implementación de una infraestructura de datos espaciales para la ciudad

Con el trabajo de desarrollo de la IDE se hace visible el vínculo con la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB), definiendo actividades grupales que permiten potenciar los equipos de trabajo con miradas interdisciplinarias.
Asimismo, la importancia de trabajar con los estándares de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA), es sin dudas una de las metas que se plantean. En breve se prevé la realización de unas jornadas de trabajo para que los productos que se gestionen tengan cierta uniformidad y se ajusten a las normas establecidas por IDERA.
De esta manera se podrán ofrecer nuevos servicios en el portal de mapas del municipio y a su vez presentar conjuntos de datos relacionales imprescindibles para tomar decisiones dentro del mismo.

3. CONCLUSIONES

La multidisciplinariedad y la interoperabilidad son fundamentales en una tarea en desarrollo de este tipo. Que un equipo de trabajo esté compuesto por distintas formaciones académicas y experiencias en diferentes ámbitos laborales ayuda a la integración de conocimientos que nos permiten ser más ambiciosos a la hora de plantear los objetivos en cada proyecto.
Actualmente, la DIT coordina acciones con las diferentes áreas municipales, elaborando trabajos para dar cuenta de la infraestructura territorial. De esta manera podemos demostrar la relevancia que obtienen los Sistemas de Información Geográfica y que, en base a los diferentes trabajos realizados, se toman como impulsores a la hora de tomar decisiones en cuanto a las distintas problemáticas afrontadas por parte del municipio.
Bajo estas premisas, entender que los Sistemas de Información Geográfica son necesarios y deben consolidarse en el ámbito público como una herramienta de integración y manejo de datos espaciales, es fundamental para la construcción de una infraestructura robusta y sin fisuras que nos permita mejorar la gestión de políticas eficientes.

4. EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo está conformado por varios sectores municipales:
Subsecretaría de Modernización y Transparencia:

- Pablo Francavilla (Subsecretario)
- Lucas Rojas (Coordinador)
- Gustavo Vleminchx (Asesor en Gobierno Abierto)

Dirección de Investigación Territorial:

- Gustavo López (Director)
- Ana Navarro
- Katherine García
- Mariano Pérez
- Denis Monaldi
- Susana Araneda
- Valeria Santellan

- Mirianela Betanzo
- Lucas Mayorga
- Agustín Rodríguez

Subsecretaría de Medio Ambiente:

- Natalia Narváez (Subsecretaría de Ambiente)

Secretaria de Infraestructura y Obras Públicas

- Leonardo Schuler (Dirección General de Topografía)

REFERENCIAS

Bosque Sendra, J. y García, R. C. (2000). El uso de los Sistemas de Información Geográfica en la planificación territorial. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 49-67. https://www.researchgate.net/publication/39276976_El_uso_de_los_sistemas_de_Informacion_Geografica_en_la_planificacion_territorial

Buzai, G. y Baxendale, C. (2010). Análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica. Aportes de la geografía para la elaboración del diagnóstico en el ordenamiento territorial. *Revista Postgrados UNAH*, 1(4). http://faces.unah.edu.hn/decanato/images/stories/PDF/Revista_Congreso_Vol1/analisis_espacial_sig.pdf

López, G. A. y Santellan, V. (2021). La gestión de datos abiertos en la Municipalidad de Comodoro Rivadavia. VI Congreso Estado y Políticas Públicas "Pensar la postpandemia, políticas públicas para la reconstrucción. Estado y desarrollo en una nueva etapa"

Reynoso, L. (2018). Hacia nuevas prácticas en gobierno abierto y electrónico: IDE, transparencia participación ciudadana. XIII Jornadas IDERA. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/jornadas/XIII_SanJuan/Libro_Ponencias_XIII_IDERA_SanJuan_OK.pdf

Schuler, L., Freddo, B. y Massera, C. (2019). Trayectoria de la IDE UNPSJB: experiencias de su génesis. XIV Jornadas IDERA. https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/jornadas/XIV_EntreRios/Libro_Ponencias_XIV_IDERA_EntreRios_OK.pdf

De un SIG en Planeamiento Urbano a una IDE en desarrollo y Planificación estratégica del territorio como facilitadora en las políticas de Gobierno Abierto y acciones públicas

Melina B. Altamirano[1], Jimena Berezovsky[1], Marcos Crivelli[1], Oscar Díaz[1], Alejandro Flores[1], Natacha Gordillo[1], Paulina Ochoa[1] y Alejandra Puig[1]

[1]Municipalidad de Córdoba, Secretaría de Desarrollo Urbano, Dirección de Planeamiento Urbano, Departamento Planificación. Palacio 6 de Julio – Marcelo T. de Alvear 120, 7° Piso, Córdoba. Tel.: 0351 428-5700.
direccionplaneamientourbano@cordoba.gov.ar

Resumen: El presente trabajo presenta la experiencia llevada adelante por el Departamento Planificación de la Municipalidad de Córdoba en el marco de un plan de acción para la planificación estratégica del territorio y sus acciones, basado en reunir, gestionar y analizar datos espaciales. De esta manera se busca alentar la apertura de información bajo el marco político de Gobierno Abierto, la incorporación de IDE y SIG que aportan innovación y nuevos desarrollos para el uso de la información. Los enfoques modernos en planificación promueven la implementación de modelos automatizados los cuales sirven a un conjunto de variables territoriales significativas que pueden ser facilitadas o gestionadas por las IDE generando oportunidades, sinergias e importantes desafíos que pueden potenciar y fortalecer a las mismas. Siguiendo las recomendaciones de la comunidad geoespacial, de poner el acento en su usabilidad, considerando el proceso de maduración, los niveles crecientes de capacidad y colaboración que se requiere de los organismos participantes, se decidió trabajar conjuntamente con IDECOR y su geoportal Mapas Córdoba apoyados en su perfil de sitio de fácil utilización y alto aprovechamiento por parte de todos los actores e individuos que requieren de información geográfica en la provincia.

Palabras Clave: Planificación, IDE, municipalidad de Córdoba

1. INTRODUCCIÓN

El Departamento Planificación de la Dirección de Planeamiento Urbano, tiene como misión formular estudios técnicos y propuestas orientadas al desarrollo de planes especiales, proyectos e instrumentos normativos, basados en el manejo de políticas de uso del suelo. Bajo este lineamiento se propone integrar teoría y práctica para contribuir a mejorar las políticas territoriales y compartir información de las fuerzas multidisciplinarias que influyen en territorio. Aquel está integrado por un equipo de profesionales que llevan adelante los análisis espaciales y discusiones territoriales necesarias, para marcar una diferencia entre hoy y mañana, con el fin de guiar a los responsables de la toma de decisiones territoriales en la definición de políticas públicas.

En áreas de organismos estatales la ausencia de un nodo IDE es muy común y el esfuerzo por abordar una metodología de desarrollo de datos temáticos en SIG suele plantear numerosas dificultades, como ser la falta capacitación de los técnicos y de herramientas de trabajo, la extensa recolección de datos en el tiempo, la superposición de tareas, la duplicidad de esfuerzos, el cruzamiento de datos verídicos entre otras.

Avanzando en la superación de las problemáticas abordadas, las IDE pueden consolidarse como

una herramienta fundamental para facilitar el acceso a datos producidos por distintos organismos del Estado, generando, a su vez, un espacio para la integración e interacción de equipos técnicos que promuevan la generación de productos con valor agregado.
Este trabajo busca visibilizar la potencialidad de una IDE en conjunto con SIG, no sólo como herramienta facilitadora y de soporte en un proceso de digitalización masiva y automatizada, sino también como una infraestructura preparada para poner a disposición datos oficiales y de libre alcance a la sociedad, brindando la oportunidad de generar nuevos estudios basados en la socialización y democratización de la información. Uno de los desafíos de las IDE, es lograr vincularse y aprovechar al máximo su potencial.
La decisión de sistematizar y georreferenciar el conjunto de las principales Ordenanzas que regulan el Uso, Ocupación y Fraccionamiento suelo, los Bienes y lugares del Patrimonio de la Ciudad de Córdoba tiene como fin dar origen a la apertura de datos urbanos y generar una herramienta de consulta dinámica. Con el fin de alcanzar la publicación de la información, se comenzó a trabajar coordinadamente con el geoportal de IDECOR (Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba). En este sitio se encuentran los mapas temáticos de distintos organismos e instituciones, se accede a datos libres en forma de geoservicios en línea o a través de descarga directa, e información complementaria como diccionario de datos y metadatos.
Logrando implantarse a través de plataformas igualmente fáciles y potentes, sin perjuicio que técnicos y profesionales puedan integrar los datos de las IDE en sus propias aplicaciones o mapas en la nube.

2. AVANCES Y DESARROLLOS EN ORGANISMOS PÚBLICOS, EN PROCESOS ASOCIADOS AL SIG

La Dirección de Planeamiento Urbano regula el marco normativo urbano de la Ciudad de Córdoba, compuesta principalmente de tres ordenanzas que ordenan todo tipo de intervención en el territorio: Ord 8256/86 - 8057/85 Ocupación de suelo, Ord. 8133/85 Uso de suelo y Ord 8060/85 Fraccionamiento del suelo. Esta legislación afecta a un total de 363.235 parcelas que sufrieron el paso de más de cien ordenanzas y decretos modificatorios con ciento treinta (130) zonas de aplicación y más de veinticinco (25) características por zona, con una antigüedad de 35 años desde su sanción, haciendo desordenada y tediosa la búsqueda manual en archivos de formato papel.
Los enfoques modernos en planificación estratégica territorial promueven la implementación de modelos automatizados, la articulación y la sistematización de la información geoespacial. Estos enfoques requieren de la construcción de variables territoriales significativas que son facilitadas por las IDE, que se constituyen en el principal soporte tecnológico para acceder a los datos.
La utilización del SIG como herramienta de trabajo es primordial ya que permite integrar espacialmente las distintas intervenciones en el territorio, la normativa urbana que regula el suelo, la infraestructura y servicios disponibles y además brinda herramientas que permiten llevar adelante análisis espaciales, basados en la superposición de capas de distintas fuentes, que permiten un análisis pormenorizado de la situación, planteando distintos escenarios que justifiquen la toma de decisiones en el territorio.

3. APLICACIONES DE CONSULTA

3.1 Módulo de administración y generación de capas, mapas y catálogo Padlet

En un contexto de pandemia donde el recurso humano estaba condicionado a tener el menor contacto posible surge la necesidad de hacer un cambio de paradigma y virar en busca de la digitalización. En este marco se diseñaron y desarrollaron herramientas y aplicaciones informáticas para consulta interna que permitieron al Departamento Planificación continuar trabajando fuera de la oficina, y avanzar en los procesos de estudios y análisis territoriales de la

ciudad de Córdoba, basados en el uso de las nuevas herramientas digitales. Esto permitió llevar adelante varios propósitos, entre ellos la aprobación de la Ordenanza N° 13131/21 “Bases para el Plan de Ordenamiento del Área Intermedia y Periférica de la Ciudad”.

3.2 Capas

Se trabajó sobre la base cartográfica digitalizada y georreferenciada de la Dirección de Catastro, sobre la cual se fijó la Red de datos de la dirección de Planeamiento Urbano.

Orden de Información:

00.Base Catastro
- 0.1 Área influencia de un Centro de Participación Comunal (CPC)
- 0.2 Distritos
- 0.3 Barrios
- 0.4 Parcelas
- 0.5 Parcelas de baja
- 0.6 Loteos
- 0.7 Dominio superpuesto
- 0.8 Valor de la tierra

1.0 Soporte natural
- 1.1 Cursos de agua
- 1.2 Áreas inundables
- 1.3 Escorrentías
- 1.4 Canales
- 1.5 Anegamientos
- 1.6 Peligrosidad

2.0 Infraestructura
- 2.1 Red de agua potable
- 2.2 Red cloacal (cuencas)
- 2.3 Red cloacal (cañerías)
- 2.4 Red desagüe pluvial
- 2.5 Transporte urbano

3.0 Red vial
- 3.1 Ramales ferroviarios
- 3.2 Jerarquías viales
- 3.3 Red vial – anchos
- 3.4 Continuidades propuestas
- 3.5 Ciclovías 2021

4.0 Usos del suelo
- 4.1 Estructura urbana actual
- 4.2 Uso según tipología constructiva
- 4.3 Uso residencial vacante
- 4.4 Uso industrial vacante
- 4.5 Uso comercial
- 4.6 Densidad edilicia
- 4.7 Usos del suelo periferia

5.0 Equipamiento
- 5.1 Equipamiento educativo
- 5.2 Equipamiento sanitario municipal
- 5.3 Equipamiento de participación ciudadana

6.0 Espacios verdes

6.1 Franja de protección ecoproductiva + aérea
7.0 Urbanizaciones
7.1 Asentamiento informales
8.0 Normativa urbana
8.1 Fraccionamiento del suelo
8.2 Ocupación del suelo
8.3 Usos del suelo
8.2 Anexo gráfico N° 2 – Ord. N° 8060/85
8.3 Convenios urbanísticos
8.4 Áreas de promoción urbana
9.0 Patrimonio urbano arquitectónico
9.1 Patrimonio arquitectónico urbano
10.0 Ordenamiento Territorial
10.1 Delimitación de áreas urbanas
10.2 Procesos de transformación urbana
10.3 Bases para Plan de Ordenamiento del área intermedia y periférica - Ord. N° 13131/21.
10.4 Estudio de baldíos industriales y relación con la Normativa vigente y propuesta
10.5 Estudio de baldíos residenciales
10.6 Análisis comparativo de patrones IAR normativa vigente y propuesta
10.7 Uso según tipología constructiva y usos reales según relevamiento del departamento con el uso de la imagen satelital nivel gráfico y cantidad de has.
11.0 Planes especiales
11.1 Plan especial Distrito Abasto.
11.2 Plan especial de recuperación de los predios ferroviarios de B° Alta Córdoba y B° Talleres.

3.3 Mapas

1-Ocupación del suelo

La Ord. N° 8256/86 (área pericentral, intermedia y periférica), Ord. N° 8057/85 (área central) y sus modificatorias tienen por objeto regular las diversas formas de ocupación del suelo conforme a las actividades en él desarrolladas y dentro del ámbito del ejido municipal de la Ciudad de Córdoba.

Información disponible:

1. Áreas urbanizables:
1.1. Zonas residenciales
1.2. Zonas corredores
1.3. Zonas industriales mixtas
1.4. Zonas industriales
1.5. Zonas industriales peligrosas

2. Áreas de urbanización diferida: áreas cuya urbanización queda postergada a los fines del asentamiento poblacional.

3. Áreas particulares: áreas que por sus características requieren tratamiento propio en los términos del alcance de la presente ordenanza. Las áreas particulares se dividen en:

3.1 Áreas especiales: áreas caracterizadas por sus condiciones paisajísticas, ambientales, históricas o funcionales, que requieren un estudio urbanístico especial que posibilite proteger y promover sus valores.

3.2 Áreas institucionales: áreas que quedan destinadas exclusivamente a usos institucionales tales como recreativos, educacionales, sanitarios públicos y/o semi-públicos.

3.3 Áreas de refuncionalización: áreas en las que, desarrollándose actualmente determinados usos,

han sido definidas para el cambio de dicho uso, en tanto por su localización presentan condiciones especiales para albergar funciones que impliquen una renovación del entorno y del sector en que se encuentran. Su uso y ocupación quedan condicionados a la definición particularizada que se realice en cada caso.
3.4 Áreas de reserva: áreas en las que, desarrollándose actualmente determinados usos, quedan sujetas, en caso de darse el cambio de dicho uso, a las determinaciones del mismo que se hagan en cada caso según estudio particularizado. Están incluidas en esta categoría: a) áreas militares y b) áreas de reserva de verde, a las cuales se les asigna un uso futuro de parques urbanos.
3.5 Áreas verdes: áreas cuyo uso actual es el de parque urbano.
4. Carácter urbanístico: concepto que define las características básicas de la regulación en una zona y las principales condiciones en cuanto a tipo e intensidad de uso en la misma, de manera descriptiva y orientativa para el emprendimiento de las acciones privadas y la efectivización del control del asentamiento.
5. Delimitación. Según plano de zonificación.
6. Ocupación y edificación:
6.1 Factor de ocupación del suelo (FOS)
6.2 Factor de ocupación total (FOT)
6.3 Altura máxima de edificación.
6.4 Retiros de línea de edificación.
7. Número máximo de unidades de vivienda por parcela: el número máximo admitido de unidades de vivienda por parcela, de acuerdo a la superficie de la misma.
8. Disposiciones relativas a planes de vivienda: viviendas individuales agrupadas cada unidad de vivienda deberá poseer una superficie propia de uso exclusivo.
9. Centro de manzana: espacio cuya planta queda definida en forma y ubicación por las líneas de frente interno y cuyos límites verticales quedan definidos por los planos límites de edificación asentados sobre las líneas de frente interno.
Este mapa al igual que el resto de los mapas, intenta reunir, por primera vez en 35 años, toda esa información que permitirá a los usuarios comprender de una manera clara los detalles de las normativas, en este caso de ocupación, como: FOS, FOT, retiros de líneas municipales, retiros linderos, centros de manzanas, alturas máximas, cantidad de pisos, perfiles, cantidad de unidades funcionales, entre otras y sumando sus gráficos explicativos. Esta información interactiva estará accesible a todo el público de manera gratuita en internet.

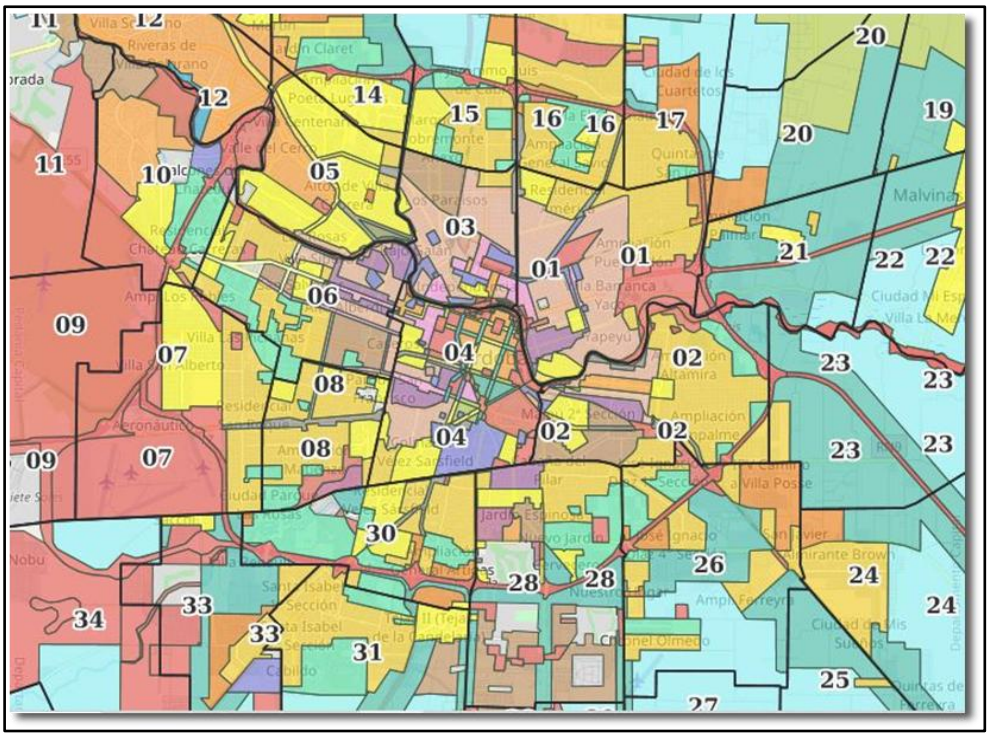


Figura 1. Mapa ocupación del suelo sin área central Ord. 8256/86 y
ocupación del suelo en área central Ord. 8057/85

2-Uso del suelo

La Ord. N° 8133/85 y modificatorias tienen por objeto regular la localización de las actividades económicas que implican uso del suelo industrial o asimilable al mismo en todo el ejido de la Municipalidad de Córdoba, ordenando el asentamiento urbano, orientando y estimulando las actividades e inversiones del sector privado, sirviendo de base a la política promocional del sector público y optimizando la calidad de vida de la ciudad.

Información disponible:

Zonificación de patrones de uso del suelo: localización de las actividades económicas que implican uso del suelo industrial o asimilable al mismo en todo el ejido de la Municipalidad de Córdoba, reguladas por la Ord. N° 8133/85 y modificatorias.

Planilla de clasificación detallada de las actividades económicas por patrones: contempla las actividades reguladas por la Ordenanza que regula el uso del suelo.

Los patrones representados en el presente mapa intentan brindar información de manera ágil e interactiva relacionada a la o las parcelas consultadas, constituyendo una fácil y rápida aproximación al dato.

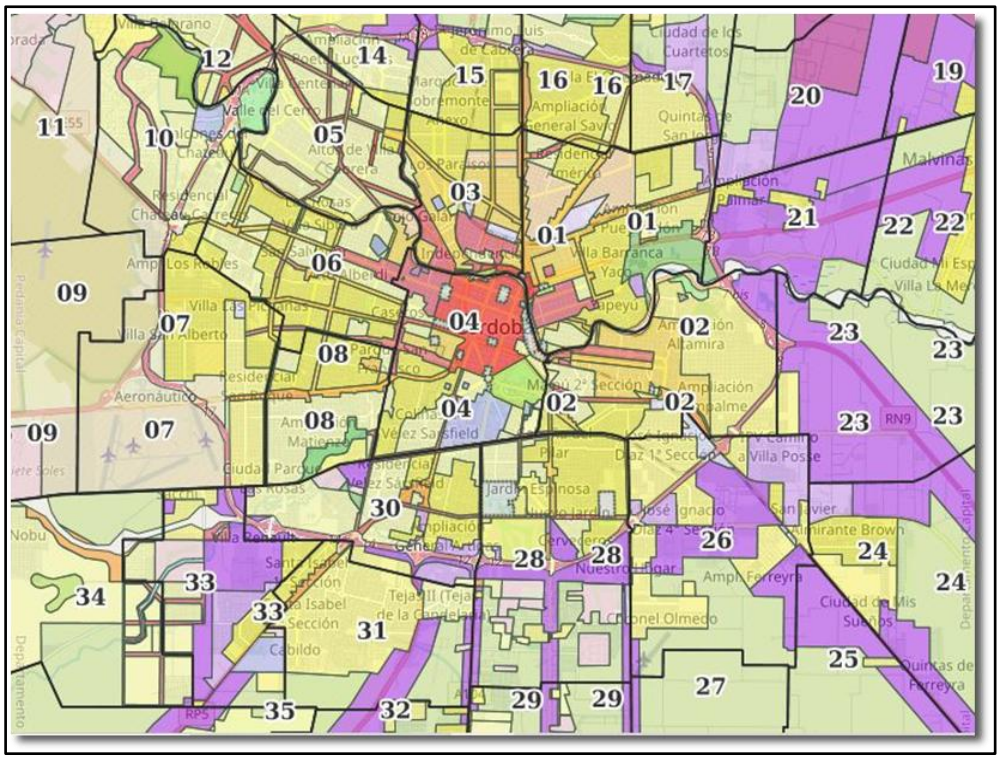


Figura 2. Mapa usos del suelo Ord. 8133/85

3-Fraccionamiento del suelo

El fraccionamiento de tierras en todo el ejido municipal de la ciudad de Córdoba está regulado por la Ord. N° 8060/85 y sus modificatorias.

Información disponible:

Dimensiones mínimas de parcelas: frente mínimo (m) y superficie mínima (m2) en las que se pueden fraccionar las parcelas según las zonas en la que queda dividido el ejido urbano por aplicación específica de las disposiciones de la Ord. N° 8060/85 y modificatorias.

Arterias de la red vial principal y de la red vial secundaria: según el anexo gráfico 2 de la Ord. N° 8060/85.

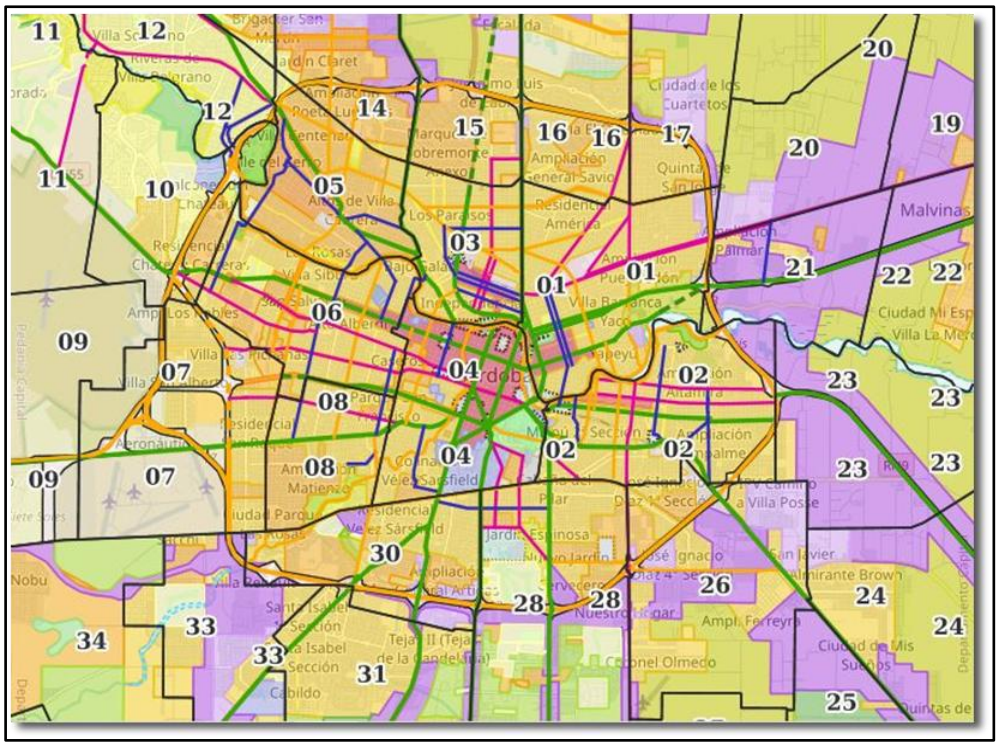


Figura 3. Mapa fraccionamiento del suelo Ord. 8060/85

4. PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO DE LA CIUDAD DE CÓRDOBA

Normativa vigente, Ord. N° 11.190/06 y modificatoria Ord. N° 12.201/13 cuyo objeto es proteger y poner en valor los bienes y lugares del patrimonio construido en la ciudad de Córdoba de acuerdo al orden público que estos poseen, como así también la identificación y delimitación de áreas con valores urbanísticos y ambientales a proteger y/o rehabilitar.

Información disponible:

- Elemento urbano ambiental: elementos significativos y estructurantes del tejido urbano, y situaciones de valor ambiental, que caracterizan la conformación urbana general y particular de los barrios históricos.
- Bien catalogado: inmuebles y lugares cuyos valores intrínsecos, les confieren relevancia como componentes del patrimonio cultural de la población de la ciudad de Córdoba.
- Red de galerías y pasajes comerciales: elementos singulares característicos del centro histórico como subtrama que perfora y enriquece el trazado tradicional.
- Área de protección patrimonial (APP): áreas o situaciones urbanas que, por sus cualidades intrínsecas, caracterizadas por sus valores ambientales y/o funcionales, definen un paisaje urbano particular susceptible de ser mantenido y potenciado mediante acciones de intervención que no alteren la calidad ambiental del área.
- Área arqueológica de riesgo (AAR): Áreas en donde se requiere el desarrollo de estudios con metodología arqueológica conforme a las escalas establecidas en la Carta de Riesgo Arqueológico de la Ciudad de Córdoba.

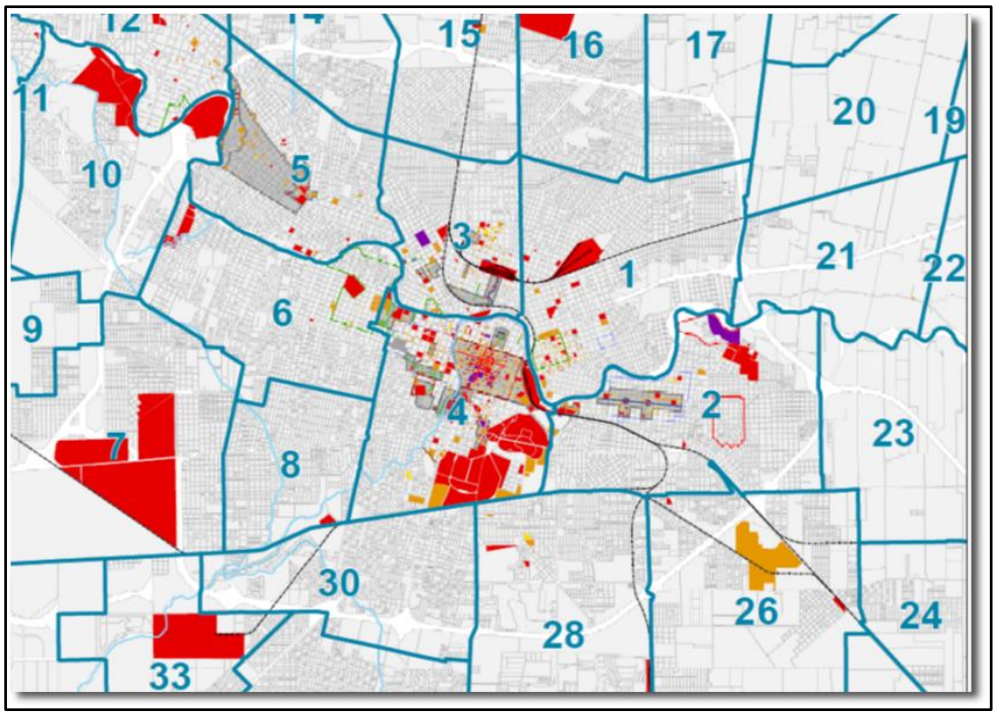


Figura 4. Mapa patrimonio arquitectónico urbano Ord. 11190/06 y modif. Ord. 12201/13

Una segunda acción en el desarrollo de estos mapas fue subirlos a una plataforma online que brinda acceso a diferentes usuarios. Para esto se utilizó el Padlet, que permite crear murales o paneles colaborativos con diferentes recursos didácticos para la elaboración de proyectos.
En el Padlet, se exhibió un catálogo de más de 50 mapas resultado de los estudios realizados durante este período de trabajo. Los mismos están organizados por ejes temáticos y son el resultado de los estudios realizados durante el período 2020-2021 por el Departamento Planificación de la Dirección de Planeamiento Urbano.
El uso de herramientas SIG permitió la integración de distintas fuentes de información, provenientes de distintas Direcciones de la Municipalidad y de instituciones externas.

Catálogo Padlet

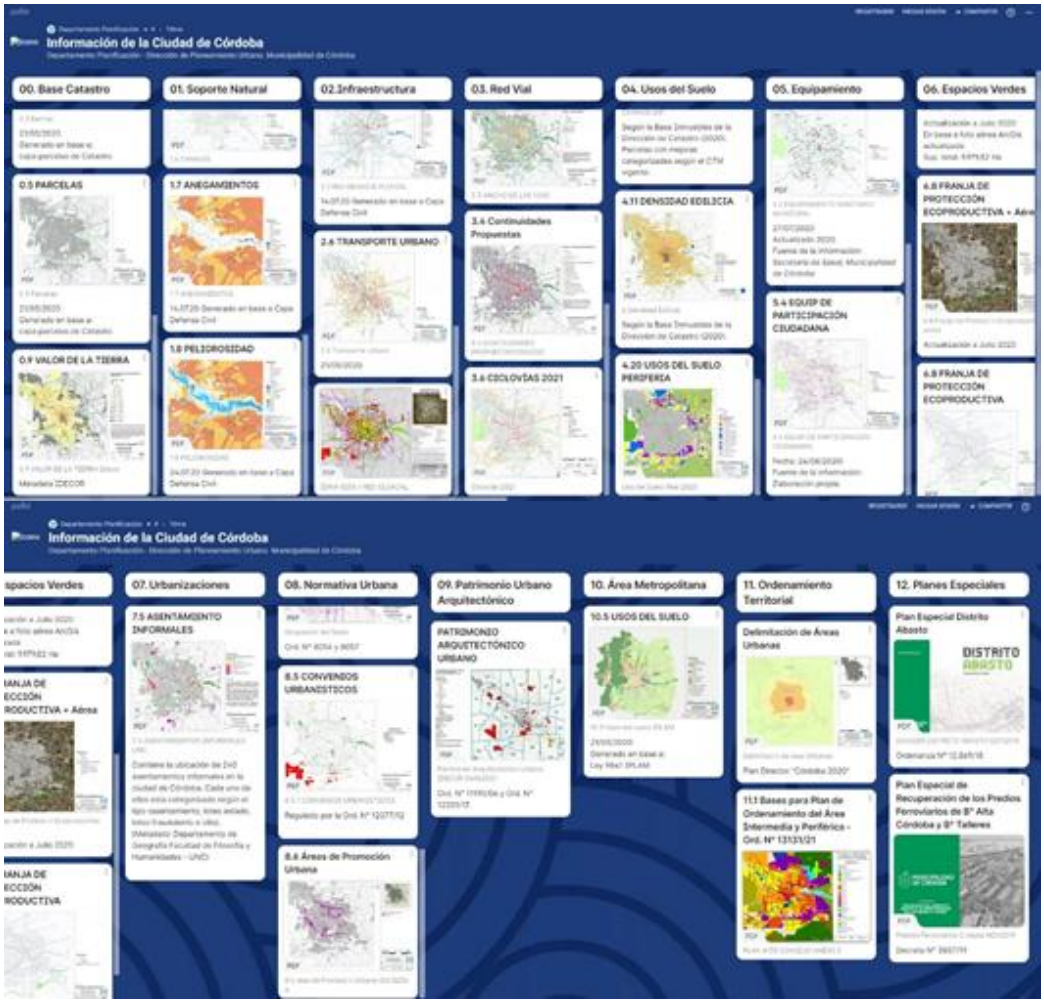


Figura 5. Visor de mapas formato Padlet.
https://padlet.com/planificaciondpu/eqd6dht2pp233ij4

5. ANÁLISIS ESPACIALES

Los nuevos procesos de manejo de la información implementados, basados en el intercambio de datos entre distintas oficinas municipales, la información georreferenciada y la superposición de datos, permitieron generar una gran cantidad de variables territoriales para realizar los distintos análisis espaciales. Con los resultados obtenidos se generó una gran base de datos cartográfica, que constituye una herramienta fundamental para la toma de decisiones e intervención en el territorio.

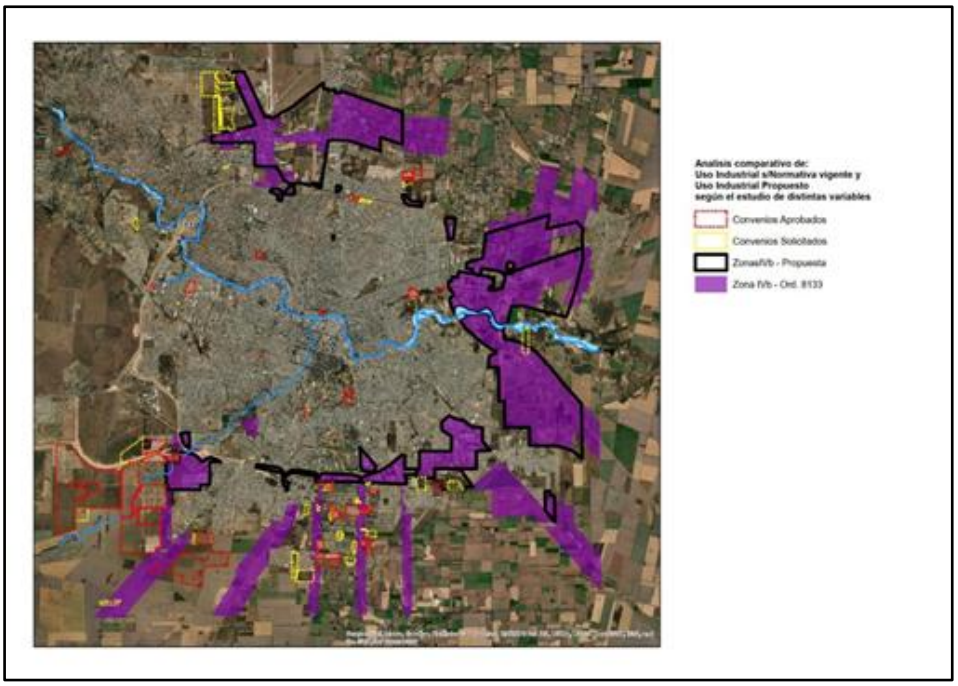


Figura 6. Mapa uso industrial vigente. Uso industrial propuesto

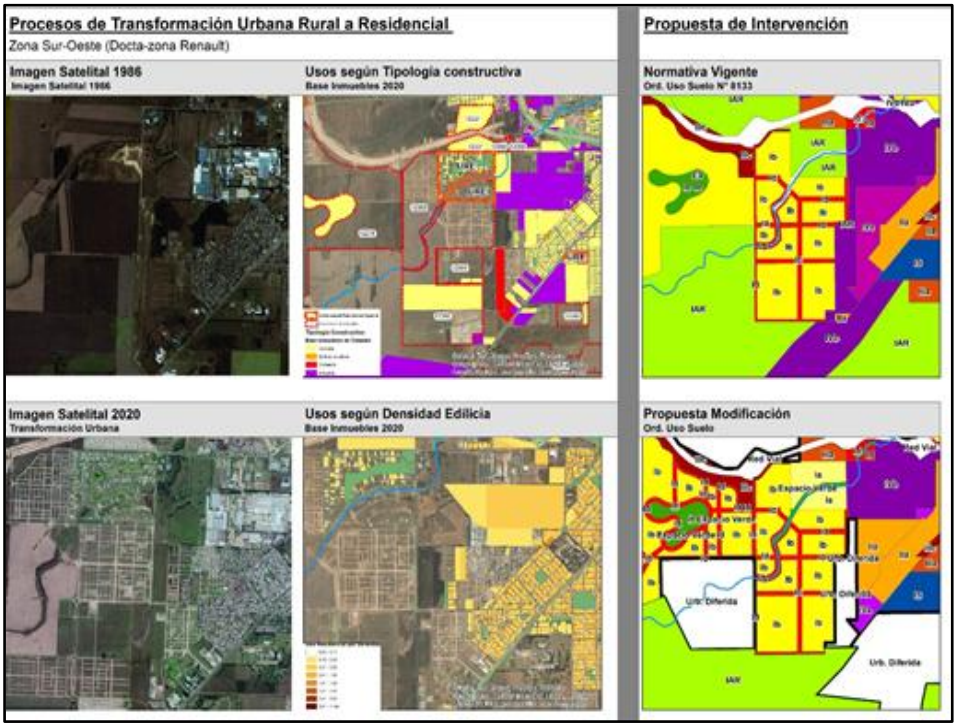


Figura 7. Mapa proceso de transformación urbana rural a residencial

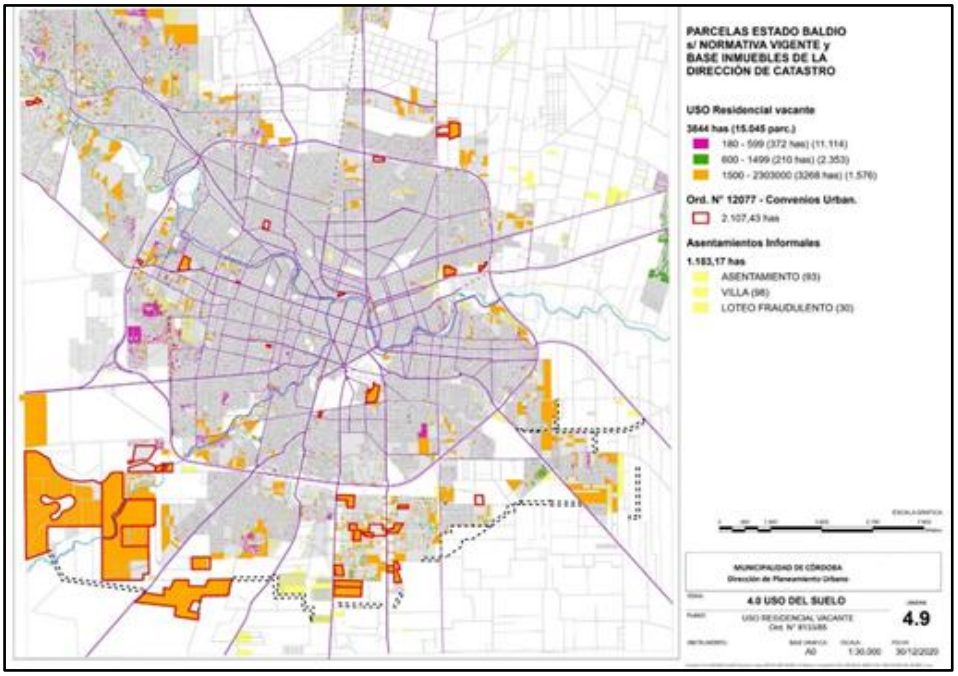


Figura 8. Mapa uso residencial vacante

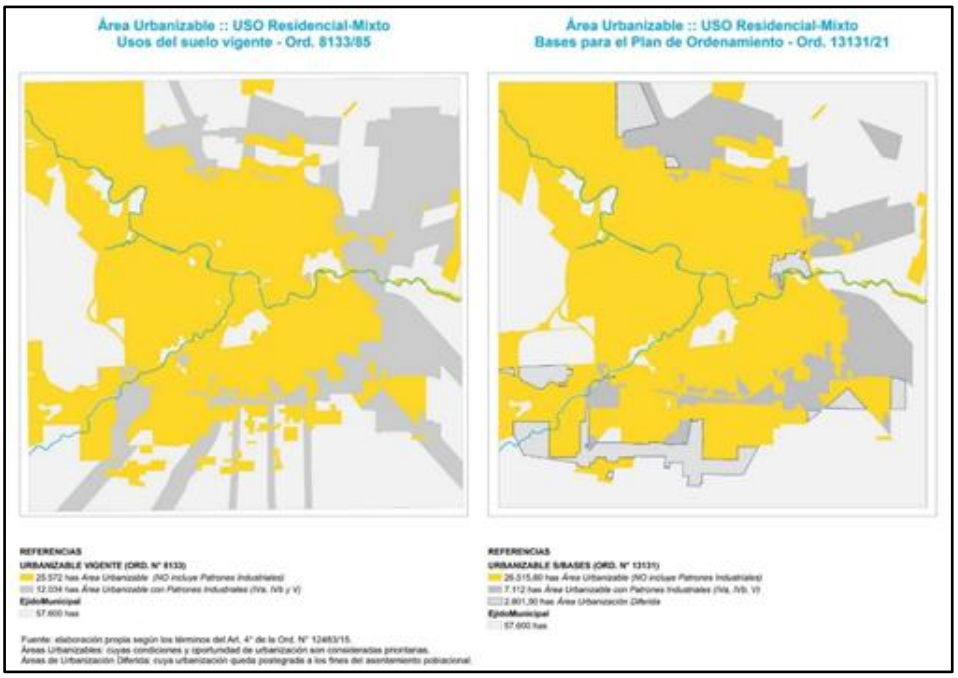


Figura 9. Mapa comparativo área urbanizable – Uso residencial mixto vigente y bases para el Plan de Ordenamiento

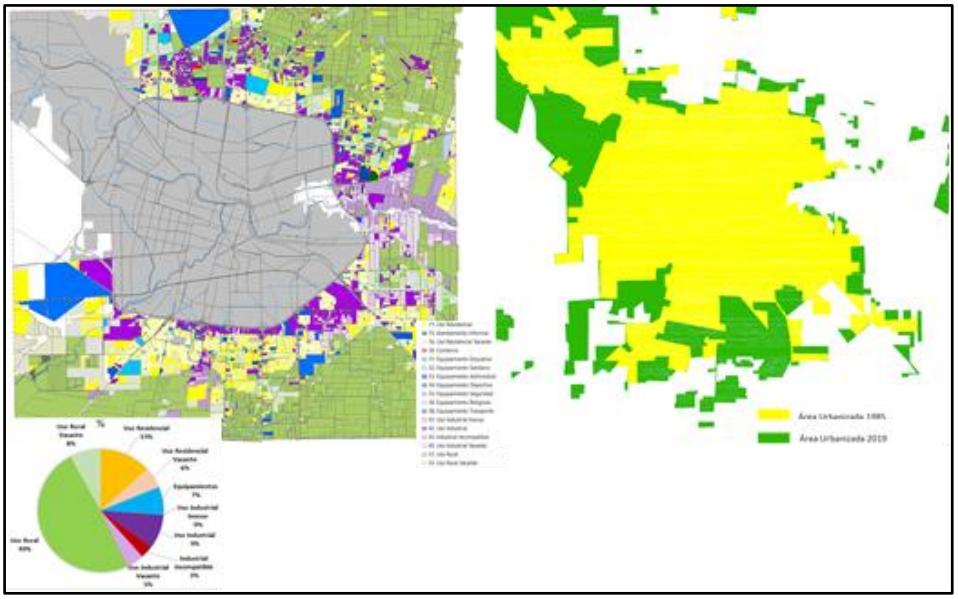


Figura 10. Mapa bases para el Plan de Ordenamiento intermedia y periférica de la ciudad de Córdoba Ord. 13.131/2

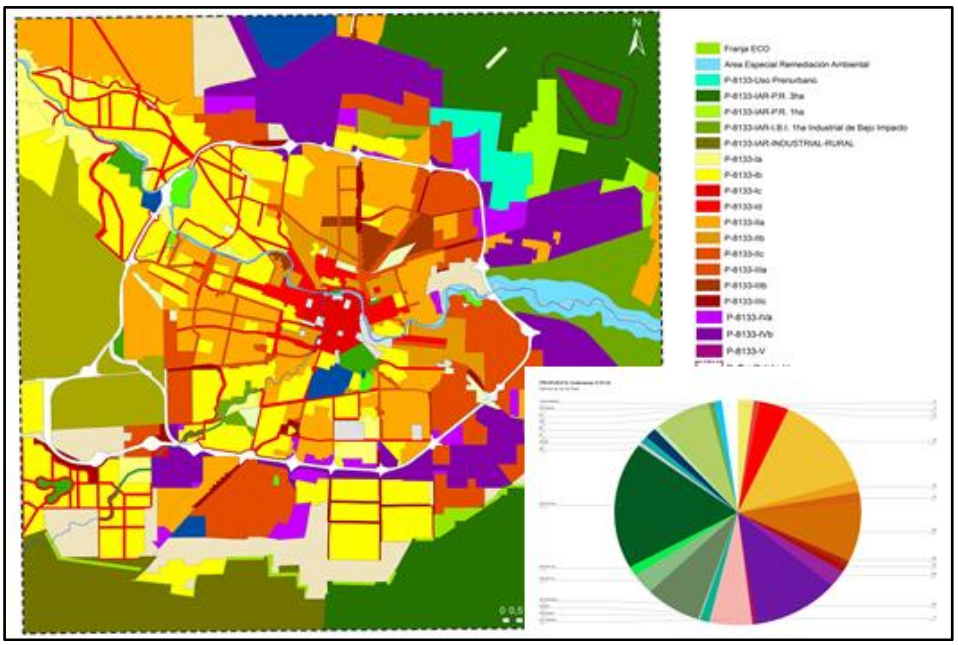


Figura 11. Mapa bases para el Plan de Ordenamiento intermedia y periférica de la ciudad de Córdoba Ord. 13.131/21

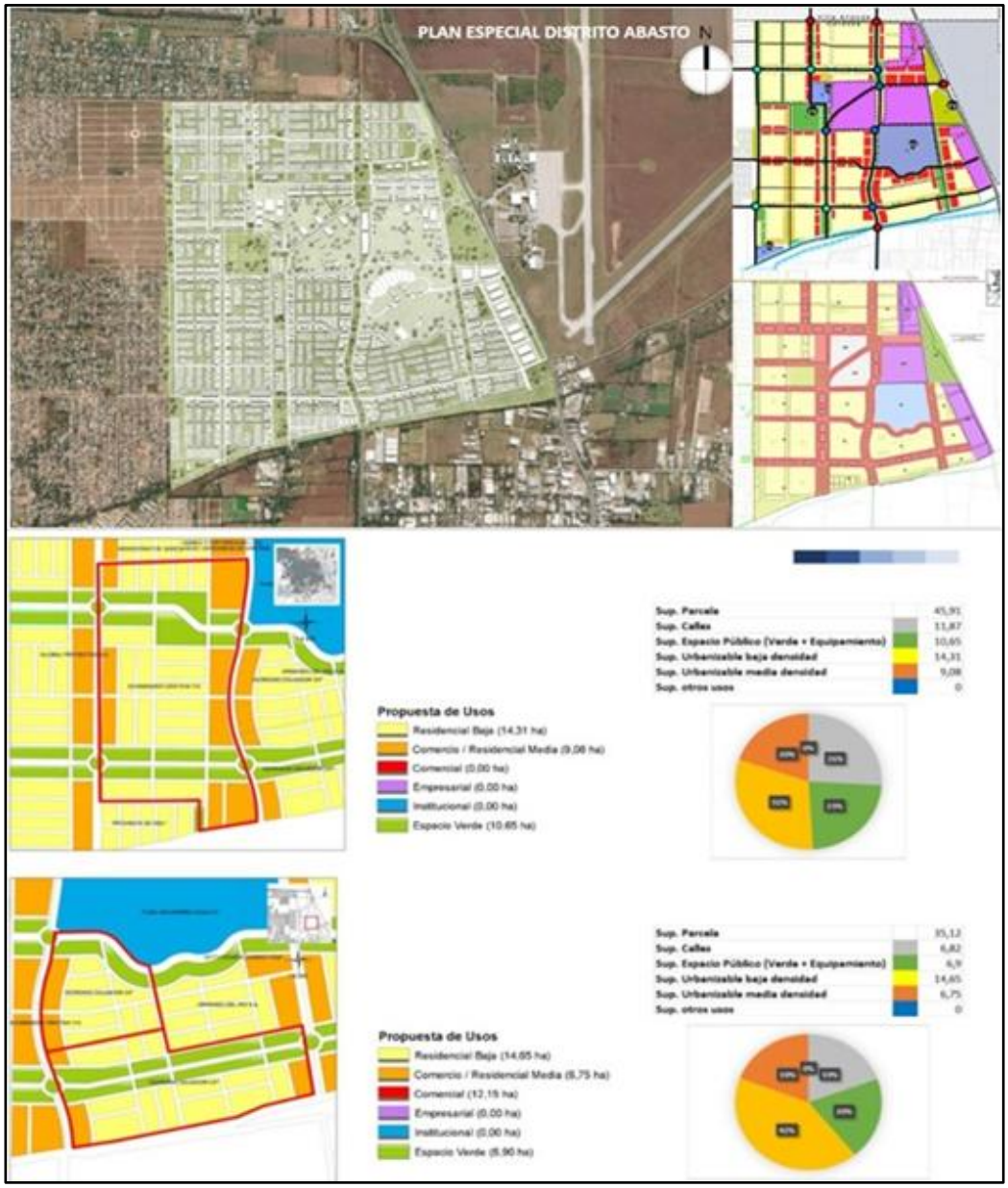


Figura 12. Plan Especial Distrito Abasto

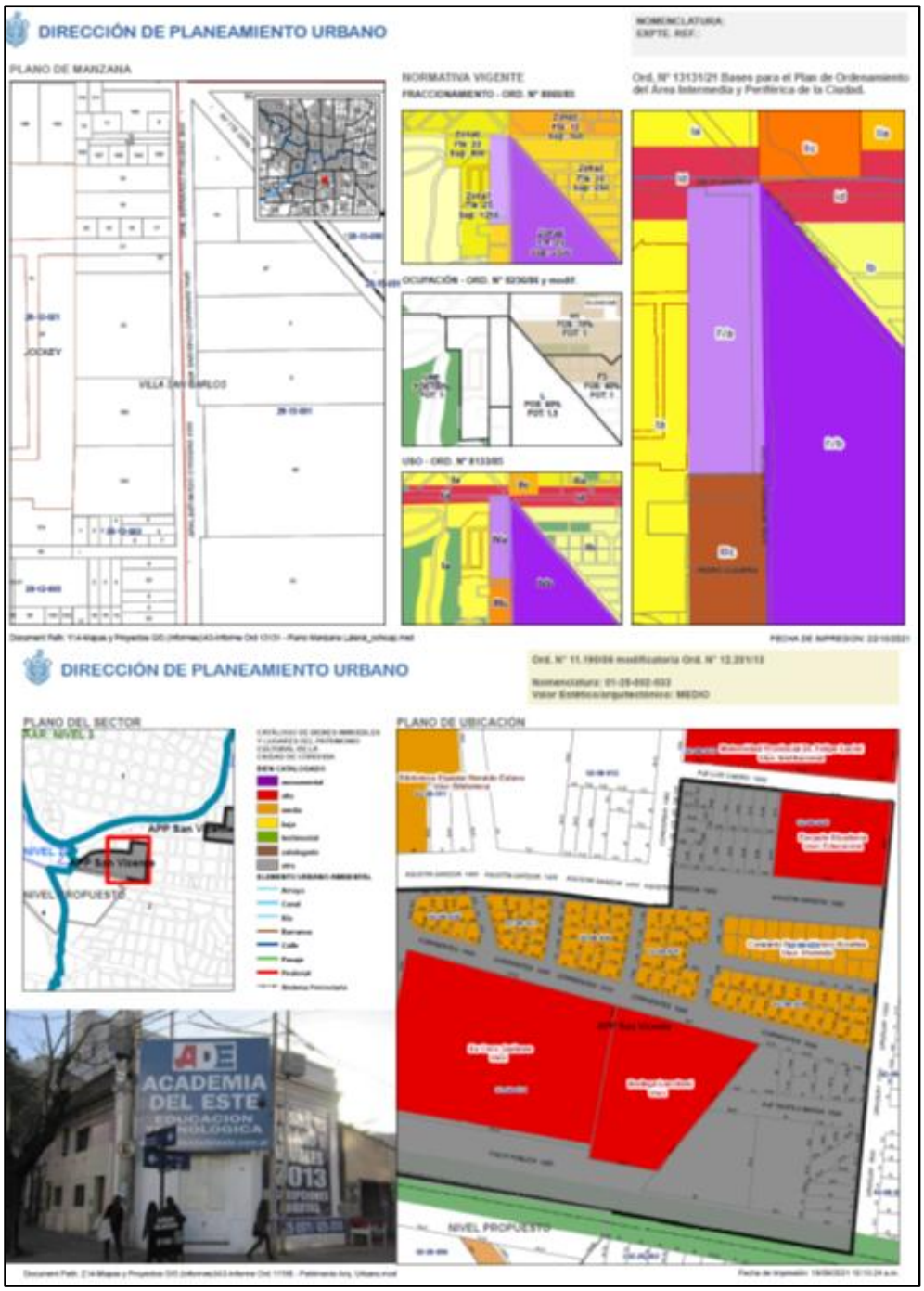


Figura 13. Plantillas diseñadas como anexo gráfico de las Ord. en su conjunto para incluir en los informes técnicos de profesionales

El trabajo desarrollado hace evidente la importancia del SIG y su aplicación directa para la instalación de una base de datos que, a través de sus herramientas permita la visualización categorizada de la información. Con el análisis de las variables se identificó la heterogeneidad de los datos, lo que antes no era posible. También se señala la falta de un trabajo más integrado a nivel institucional dificultando el mantenimiento de datos esenciales. Se hace necesario evaluar los procesos de producción de información, creando nuevas soluciones para los problemas de generación y actualización.
El mantenimiento de la base de datos, constituye un proceso que sigue siendo un verdadero desafío. Esta dificultad en las instituciones públicas se deriva de la gran dinámica y movilidad de la ocupación urbana. Por lo cual es necesario, desarrollar una metodología adecuada a las necesidades y dinámicas del área de trabajo.

6. APERTURA DE RESULTADOS A TRAVÉS DE MAPAS CÓRDOBA IDECOR

Finalmente, el trabajo de visualización interno puesto en marcha buscó visibilizar su potencial, conformar una IDE entre sectores públicos, privados y académicos, y en el marco de la apertura de datos urbanos aparece en el portal web de la municipalidad, https://gobiernoabierto.cordoba.gob.ar/data/datos-abiertos/categoria/geografia-y-mapas/planeamiento-urbano/3011 mediante el trabajo articulado entre la administración municipal y el geoportal de IDECOR se publicaron los 4 mapas; el Mapa de ocupación del suelo, Ord. 8256/86 y 8057/85, Mapa de uso del suelo, Ord. 8133/85, Mapa de fraccionamiento del suelo, Ord. 8060/85 y complementarias, y el Mapa de patrimonio arquitectónico urbano, Ord. 11.190/06 y modificatoria Ord. N° 12.201/13.
Esta herramienta permite la visualización espacial de la Normativa urbana, obtener información relevante a través de la tabla de atributos y su vinculación con los distintos perfiles normativos mediante gráficos descriptivos e información de las unidades parcelarias de manera simple, intuitivo, ágil y que pueda ser usado tanto por usuarios con formación técnica y/o experiencia en este tipo de herramientas como por el público en general.
Encaminados en seguir trabajando juntos se avanza en el desarrollo de llevar toda la información de la normativa por polígono a nivel de parcela, un desafío y un trabajo minucioso que afecta a 364.000 parcelas aproximadamente.

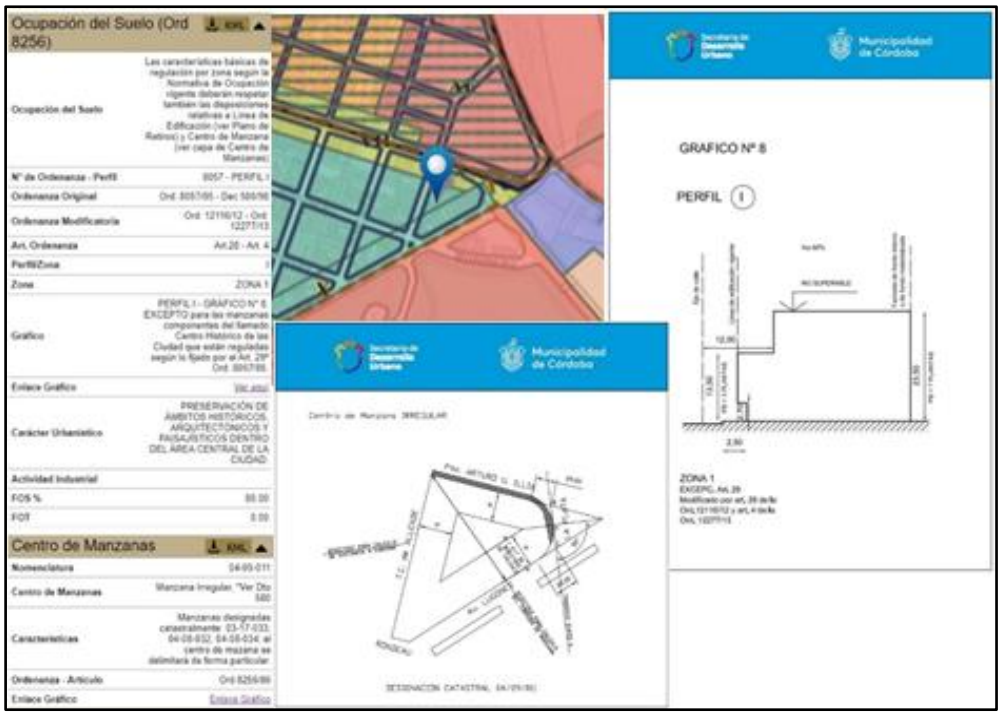


Figura 15. Mapa ocupación del suelo con sus gráficos y atributos en sitio web Mapas Córdoba. https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/311/view

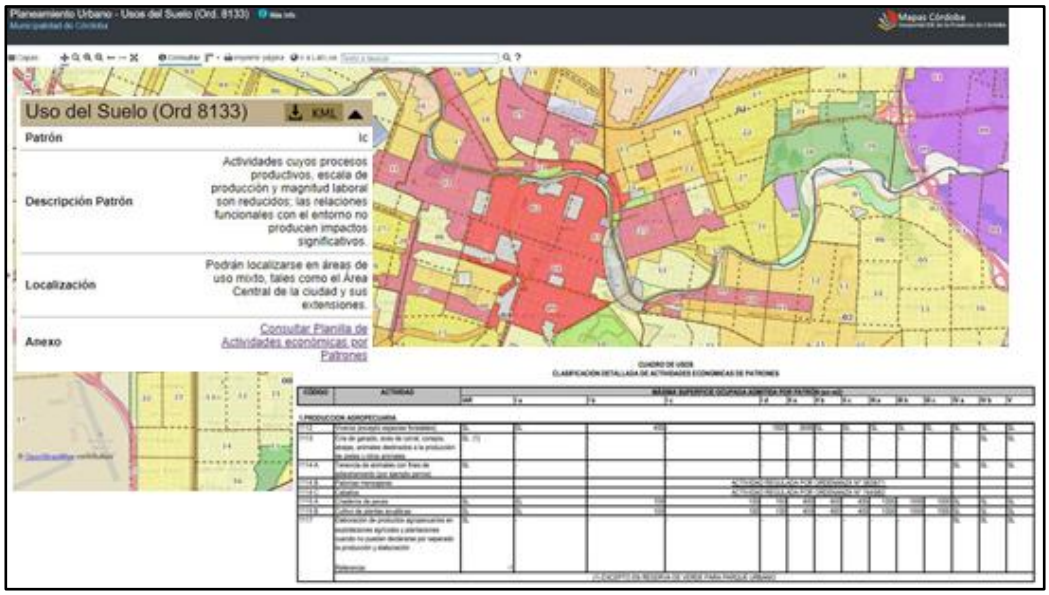


Figura 16. Mapa usos del suelo con sus gráficos y atributos en sitio web Mapas Córdoba. https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/310/view

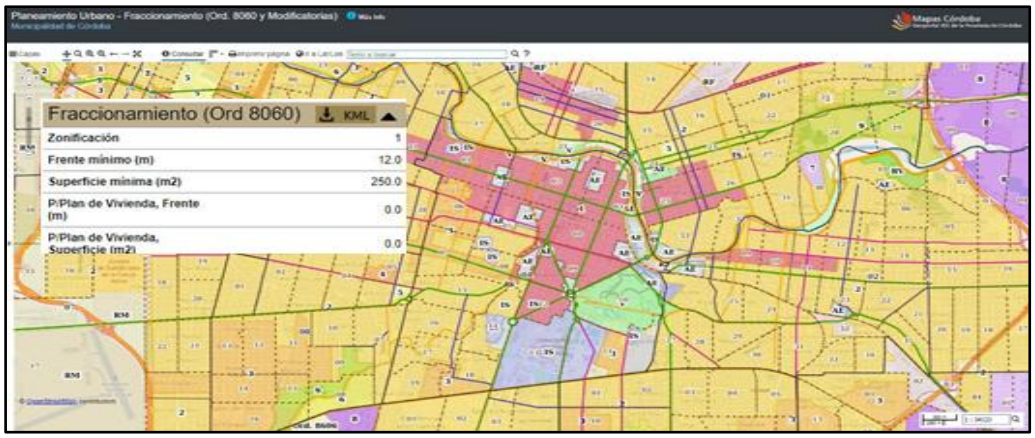


Figura 17. Mapa fraccionamiento del suelo con sus atributos en sitio web Mapas Córdoba.
https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/307/view



Figura 18. Mapa patrimonio arquitectónico urbano con sus atributos en sitio web Mapas Córdoba.
Disponible: https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/333/view



Figura 19. Mapa en proceso – Mutación de la información por polígono a parcela

7. CONCLUSIONES

La puesta en línea de Mapas en Web es otro hito de significativo valor para la municipalidad de Córdoba posibilitando el acceso a la información abierta.

La integración de múltiples fuentes de datos espaciales es esencial para el desarrollo de procesos de cualquier política pública en general. En este sentido, a través de la IDE se promueve la optimización de los recursos del Estado Municipal evitando la duplicidad de esfuerzos y costos, para la obtención, procesamiento, almacenamiento, actualización y publicación de datos espaciales, contribuyendo a la gestión de políticas públicas vinculadas al territorio.

En cuanto a las IDE posibilitó compartir y liberar el acceso de los datos geográficos. Del mismo modo, entendemos que posibilitará por parte de los organismos y actores participantes, una más rápida y relevante adopción de la plataforma y los compromisos que implica ser parte de la IDE provincial IDECOR.

Bajo estas premisas, la Dirección de Planeamiento Urbano impulsa el desarrollo de la elaboración de más información estratégica del territorio, integrando al sector público, privado y académico, con el fin de constituir una

herramienta relevante para la mejora en la gestión de las políticas vinculadas al territorio.

Por último, es importante destacar que el geoportal Mapas Córdoba es la primera implementación de una aplicación geoespacial en la infraestructura de gobierno bajo los estándares y normas del Gobierno de la Provincia de Córdoba; el cual permitió e hizo posible la publicación de toda la información procesada de manera ágil, sencilla, optimizando el alcance de la información haciendo posible la llegada a todos los usuarios. Logrando un total de 41.000 vistas en el periodo de un año.

AGRADECIMIENTOS
Se agradece a todo el equipo del Departamento Planificación Urbana, dependiente de la Dirección de Planeamiento Urbano en la Municipalidad de Córdoba, por su participación en las distintas instancias del proyecto mencionado, con especial mención a la Mgter. Arq. Andrea Tumosa por su apoyo, seguimiento y gestión en el proceso de articular la Administración Pública con el programa IDECOR.
Igualmente, a miembros de la Secretaría de Desarrollo Urbano, Daniel Rey (Secretario), Gustavo Rebord (Subsecretario de Planeamiento).
Igualmente, a todo el equipo IDECOR, por su valioso trabajo en las tareas de implementación y soporte de Mapas Córdoba.

REFERENCIAS

ADEC, "Estudio de la Realidad de la Zona Norte de la Ciudad de Córdoba". Estableciendo las bases y fundamentos que permitan proyectar y desarrollar un ordenamiento urbano sustentable.
https://www.adec.org.ar/admin/uploads/archivos/ARCH_B_3223_1476811257.pdf

Erba, D. A. "Sistema de Información Geográfica aplicados a Estudios Urbanos" – Experiencias Latinoamericanas – (asentamientos informales, catastro urbano, segregación, planeamiento, riesgos y vulnerabilidades.) Lincoln Institute Of Land Policy.

DPU, Departamento Planificación, "Plan especial parque del este Ciudad de Córdoba", Diciembre 2016.

DPU, Departamento Planificación, "Promoción, Densificación y Reestructuración Urbana, políticas de actuación en la ciudad construida – ord. 12.483/1".

Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (2019). Mapas Córdoba ¿Un geoportal o un portal de mapas? Experiencias de la implementación del geoportal IDE de la provincia de Córdoba. Recuperado de https://idecor.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2018/07/Ponencia-Mapas-Cordoba_IDERA-2018_final.pdf en febrero 2019

Matus, C. (1987). "Planificación y Gobierno" Tomado de Carlos Matus, Adiós, señor Presidente, Editorial Pomaire, Caracas, 1987.

Municipalidad de Córdoba, Dirección de Planeamiento Urbano, Departamento Planificación, Ordenanza 13131/21, "Bases para el Plan de Ordenamiento del Área Intermedia y Periférica de la Ciudad", mayo 2019.

IDECOR una herramienta para fortalecer las capacidades de gestión territorial en los gobiernos locales

Mario Piumetto[1], Hernán Morales[1], Gino Mosconi[2] y Steffi Giraudo[3]

[1]Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR) y Facultad Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba (UNC).
[2]Centro de Estudios Territoriales. Facultad Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba (UNC).
[3]Proyecto Estudio Territorial Inmobiliario. Secretaría de Ingresos Públicos y Dirección General de Catastro.
{marioandres.piumetto, gino.mosconi, steffi.giraudo}@cba.gov.ar, hernan.morales@unc.edu.ar

Resumen: La iniciativa "IDECOR Ciudades", iniciada en 2020 por parte de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR), está dirigida a los municipios y comunas de la provincia, y tiene como fin, el fortalecimiento de capacidades que les permitan mejorar la gestión local de información territorial e integrarse a la IDE provincial. Forma parte de un proceso a largo plazo, puesto que la premisa es realizar un acompañamiento a cada municipio participante en su gestión local, sin reemplazarlo en la producción de datos, sino brindando infraestructura y capacitación para alcanzar sus propios objetivos, que no sólo incluye el desarrollo de datos, sino alcanzar estándares de calidad y un proceso de mejora continua. Actualmente componen el programa seis municipios, con una propuesta de trabajo definida que se refleja en 18 mapas, disponibles en el geo portal de IDECOR Mapas Córdoba[1]. El uso de la plataforma ha permitido en este corto tiempo, que se dispongan progresivamente más y mejores datos locales, abiertos, interoperables e integrados con datos provinciales con el objetivo de alcanzar una gestión local eficiente y sustentable.

Palabras Clave: gobierno local, municipios, planeamiento, capacidad, gestión local.

1. INTRODUCCIÓN

Una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) responde a un modelo de jerarquía, con ámbitos o niveles interconectados, donde cada IDE está formada principalmente por la integración de conjuntos de datos espaciales desarrollados por organizaciones que operan en un mismo nivel y/o por debajo.

El modelo de jerarquía implica que existen relaciones verticales donde, por ejemplo, la IDE Provincial tiene dos caras diferentes, una que mira hacia un nivel más alto (Nivel nacional) y la otra que mira hacia el nivel más bajo (Nivel local). Además, hay relaciones horizontales, en las se relacionan organizaciones en un mismo nivel de jerarquía, debiendo existir cooperación entre ellas, puesto que cada organización tiene un rol definido.

El esquema de la Figura 1 agrega un concepto adicional, relacionado a las características propias de los datos en cada nivel, puesto que el alcance de los detalles de cada elemento dependerá de quién lo confeccione y el ámbito de aplicación (nacional, provincial, etc.). De este modo, si bien el

estado provincial tiene las capacidades para llevar adelante el desarrollo o registro de normativas de planificación, corresponde a los gobiernos locales (municipios y comunas) realizarlo y si el estado provincial intenta reemplazarlo, seguramente, al intentar cubrir todo el territorio se realizarán generalizaciones.



Figura 1. Jerarquías de Infraestructura de Datos Espaciales

En ocasiones, el ámbito local no dispone de las capacidades necesarias para realizar el desarrollo adecuado de sus propios datos, pero a su vez, es el nivel de gobierno que está más próximo a los ciudadanos debido a las múltiples interacciones que comparten, por lo tanto, posee más variedad de datos e información respecto al territorio local. Ante este contexto, la IDE provincial puede tener un rol particular, funcionando como enlace entre el ámbito local y las diferentes organizaciones y reparticiones (a nivel provincial y nacional), brindando recursos a los gobiernos locales con un enfoque en la apertura y publicación de datos territoriales a escala municipal, por medio de servicios geográficos bajo estándares OGC. A partir de una coordinación provincia-municipio eficiente, se facilita el libre acceso de los datos por parte de ciudadanos, profesionales y demás actores locales, logrando una integración de los mismos con datos provinciales y datos de municipios colindantes, con el objetivo de administrar la información de manera efectiva.
En otras palabras, la IDE Provincial debe proporcionar a los municipios/comunas un entorno en el que todas las partes interesadas, tanto usuarios como productores de datos espaciales, puedan cooperar entre sí y utilizar la tecnología de manera eficiente. Creando y/o fortaleciendo capacidades y herramientas que promuevan la mejora de la administración de la información territorial, a través de los medios posibles para cada uno de los municipios o comunas y la integración a la IDE provincial. Para aprovechar estos recursos, los gobiernos locales necesitan desarrollar, fortalecer y modernizar sus enfoques para la gestión de la información geoespacial, en términos de políticas, integración de datos, uso y colaboración.

2. PROGRAMA IDECOR CIUDADES: COOPERANDO CON LOS GOBIERNOS LOCALES

El programa IDECOR Ciudades es una iniciativa, dirigida a los municipios y comunas de la Provincia de Córdoba, enfocada en fortalecer las capacidades locales en administración de información geográfica, como soporte a la gestión territorial, invitando a cada gobierno local a integrarse a la IDE provincial.

En el marco de este programa, IDECOR brinda apoyo e infraestructura tecnológica para hacer públicos datos territoriales, a través del geoportal Mapas Córdoba, y facilitar así, su aprovechamiento por parte de instituciones locales, profesionales, emprendedores y la ciudadanía en general.

El trabajo se realiza en conjunto con municipios que disponen datos territoriales administrados bajo tecnología de Sistemas de Información Geográfica (SIG), haciendo de éstos, datos abiertos, precisos y de permanente actualización. De este modo no sólo se utiliza el SIG como herramienta para la visualización, sino también se pone en valor la funcionalidad de superponer los datos, hacer consulta, estudios, análisis y planificación.

La publicación de la información local, surge del resultado de un procedimiento detallado que inicia con el contacto formal entre IDECOR y las autoridades municipales, y continúa con un trabajo conjunto entre el equipo técnico de la IDE provincial y el equipo técnico local, donde se obtiene un efecto de sinergia al combinar los esfuerzos.

El trabajo no finaliza luego de la publicación, sino que se transforma en un vínculo casi permanente, que no sólo persigue la finalidad de asegurar la actualización constante de los datos, sino también apoyar la tarea de mejora continua de los mismos, al fortalecer las capacidades del organismo productor y aumentar la visibilidad y usabilidad de su información.

El programa surge debido a que se reconoce a nivel provincial, la necesidad de mayor colaboración institucional, interoperabilidad e integración de la información y datos existentes, a través de los diversos sistemas y plataformas provinciales.

Considerando la responsabilidad, por un lado, de atender a las expectativas de la comunidad, las cuales evolucionan con los avances tecnológicos, lo que genera en los gobiernos la necesidad de responder a la demanda social de información geoespacial actualizada, a la que se pueda acceder y visualizar en cualquier momento, desde cualquier lugar y en cualquier dispositivo. Y por otra parte, reconociendo que la gestión de la información geoespacial es un elemento central para los gobiernos, para integrar datos compartidos, mejorar la transparencia y la toma de decisiones.

IDECOR ciudades sigue los lineamientos del Marco Integrado de Información Geoespacial (2019), el cuál define como visión “(…) que los gobiernos puedan lograr un desarrollo social, económico y ambiental sostenible a través del uso de información, sistemas y capacidades geoespaciales nacionales y locales para la toma de decisiones y políticas basadas en evidencia. La visión es una declaración aspiracional y orientada hacia el futuro del propósito y esencia. La visión reconoce la responsabilidad de los países para planificar y proporcionar mejores resultados para las generaciones futuras, y nuestra aspiración colectiva de no dejar a nadie atrás.” Además, establece como misión “(…) que los países promuevan y apoyen la innovación, el liderazgo, la coordinación y los estándares para desarrollar, fortalecer, integrar y entregar políticas, datos, sistemas, herramientas, servicios y capacidades nacionales de información geoespacial en sus políticas, arreglos y estrategias de desarrollo gubernamental nacional. La misión está diseñada para estimular la acción hacia la superación de la brecha digital geoespacial; encontrar soluciones sostenibles para el desarrollo social, económico y ambiental; e influir en el cambio social inclusivo y transformador para todos los ciudadanos, de acuerdo con las prioridades y circunstancias nacionales.”

A partir de estos principios se busca motivar la participación de los municipios, ya que la IDE se presenta como un marco coordinado, facilitador del intercambio de información espacial entre las partes interesadas, simplificando la implementación de tecnología y estándares, proporcionando una estructura de relación entre los productores y el usuario de los datos.
Siguiendo las propuestas de "El Marco Integrado de Información Geoespacial" dentro de IDECOR Ciudades se pueden identificar y adherir los siguientes objetivos:

- Gestión eficaz/eficiente de la Información Geoespacial a través de coordinación, arreglos, vínculos institucionales.
- Transferencia de conocimiento, capacidades y competencias, con el fin de aumentar la conciencia sobre el valor y el uso de la información geoespacial.
- Sistemas y servicios integrados de Información Geoespacial, útil para la toma de decisiones.
- Programas de educación y capacitación, para aumentar el número de profesionales en el manejo de datos geoespaciales.
- Beneficios y valor social enriquecidos, la integración produce mayores niveles de uso de datos y productos y promueve el desarrollo social, económico y ambiental.

En base a los objetivos, se pueden identificar dos enfoques que responden a la visión de desarrollo (Rajabifard y Williamson, 2003):

- El primer enfoque se basa en el producto, y representa el objetivo principal de una IDE, vincular las bases de datos existentes de los distintos niveles políticos/administrativos de la comunidad.
- El segundo enfoque se basa en el proceso, y presenta el objetivo principal de una IDE, la definición de un marco para facilitar la gestión de los datos.

El segundo enfoque "(...) enfatiza el canal de comunicación de la infraestructura del conocimiento y el desarrollo de capacidades, siguiendo ciertos pasos hacia la creación de una infraestructura en la que facilitar a todas las partes de la comunidad de datos espaciales la cooperación y el intercambio de sus conjuntos de datos" (Rajabifard y Williamson, 2003).
Los municipios participantes son las localidades de Córdoba, Cosquín, Jesús María, Villa Carlos Paz, Villa Giardino, Villa María y actualmente se está trabajando con la municipalidad de La Falda para concretar su incorporación al programa (Figura 2).

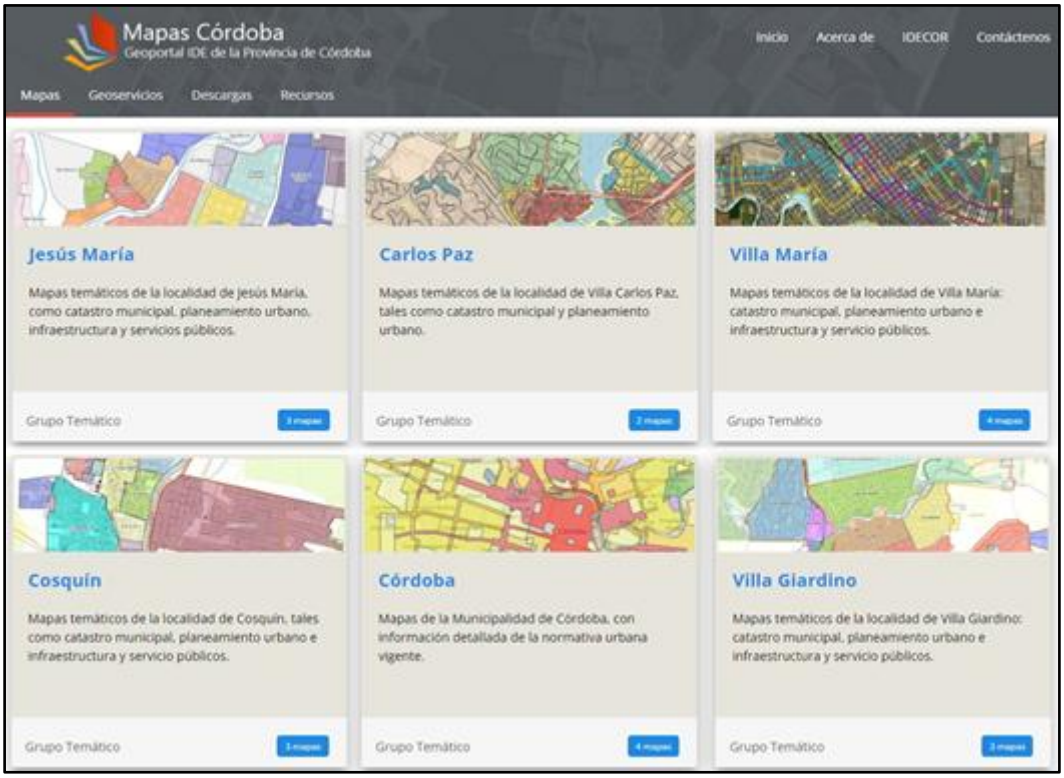


Figura 2. Municipios incorporados en Mapas Córdoba

Los primeros pasos apuntan a la vinculación, estandarización de los datos a nivel local (origen), creación de capacidades, homogeneización de lenguaje, unificación de audiencia, entre otros. Estas ciudades representan el 34,74 % de los inmuebles urbanos y el 47,93 % de la población de la provincia.

Tabla 1. Cantidad de inmuebles urbanos por localidad

LOCALIDAD	INMUEBLES URBANOS	POBLACIÓN[2]
Córdoba	539.966	1.329.604
Cosquín	15.445	40.800
Jesús María	11.255	31.602
Villa Carlos Paz	38.913	96.000
Villa Giardino	11.748	6.810
Villa María	43.456	79.351
Total	660.783	1.584.167

El trabajo conjunto entre municipios de la provincia e IDECOR ha posibilitado la publicación de mapas y datos abiertos siguiendo una línea de trabajo de base común para todos los participantes, abordando tres ejes temáticos mínimos en una primera etapa, sin perjuicio de otros mapas o conjuntos de datos que la institución necesite integrar. Estos ejes temáticos se presentan a continuación:

- Catastro Municipal (Figura 3): conformado por datos parcelarios propios y provinciales, el cual es utilizado como una herramienta de consulta a la hora de requerir cualquier trámite.
- Planeamiento Urbano (Figura 4): permite conocer detalladamente las normativas locales, referidas a zonificación, la delimitación e información de las áreas protegidas o la planificación del uso del suelo y sus regulaciones.
- Infraestructuras y Servicios (Figura 5): brinda información sobre las redes de servicios, convirtiendo el mapa en una herramienta importante para el personal municipal.

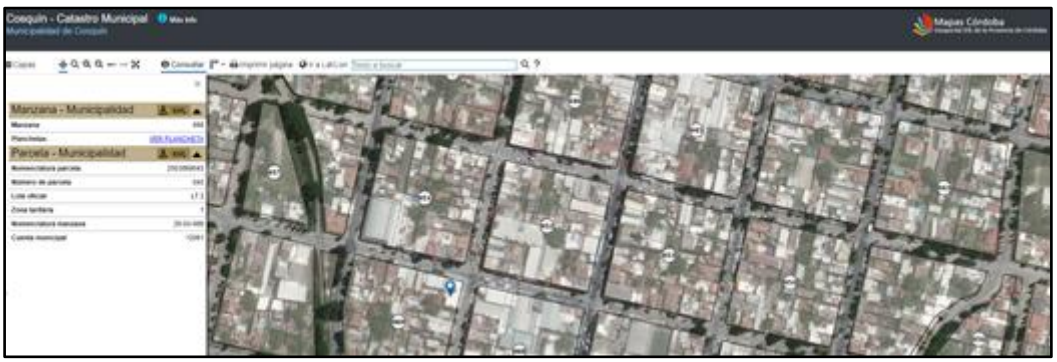


Figura 3. Mapa de Catastro municipal de la Municipalidad de Cosquín

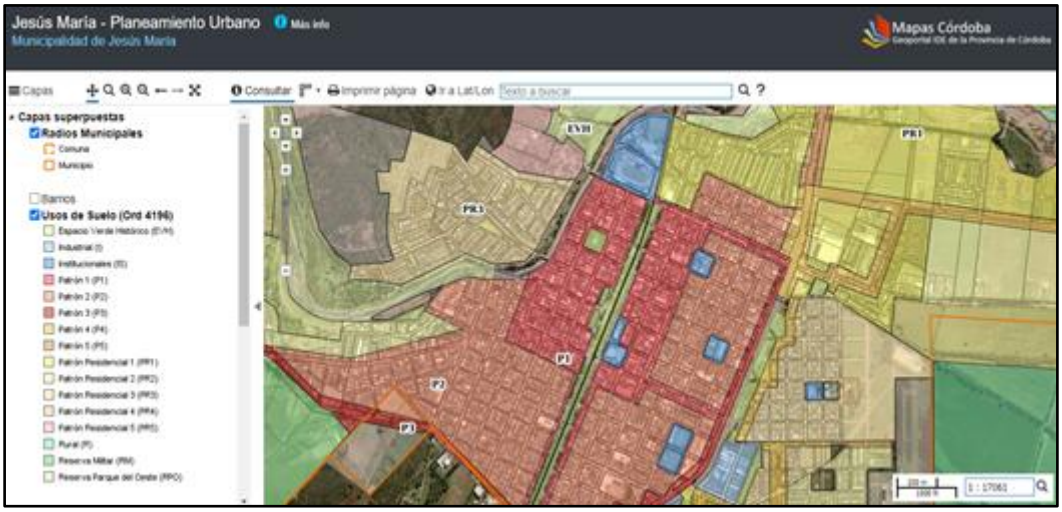


Figura 4. Mapa de Planeamiento Urbano de la Municipalidad de Jesús María



Figura 5. Mapa de Infraestructura y Servicios de la Municipalidad de Villa Giardino

Los mapas de las ciudades se organizan, en Mapas Córdoba, mediante un grupo temático por localidad y todos los datos, al igual que el resto de información en la IDE provincial, se encuentran disponible en las modalidades de consulta online, geo servicios OGC y descarga en diversos formatos (Figura 6).

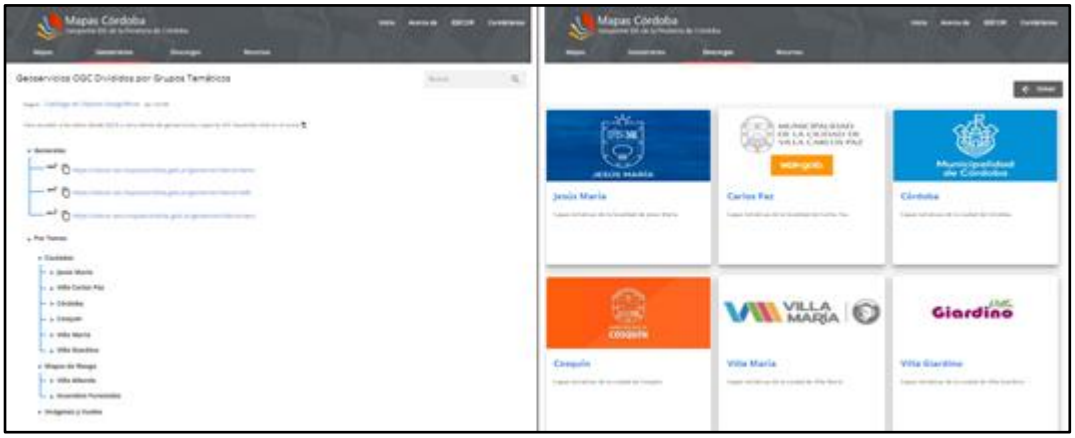


Figura 6. Sección geoservicios y sección descargas en el Geoportal de Mapas Córdoba

Además, cada uno de los mapas se encuentra a disposición para que el municipio pueda publicarlo en su propio sitio web a través de un iFrame de Mapas Córdoba que brinda IDECOR (Figura 7).

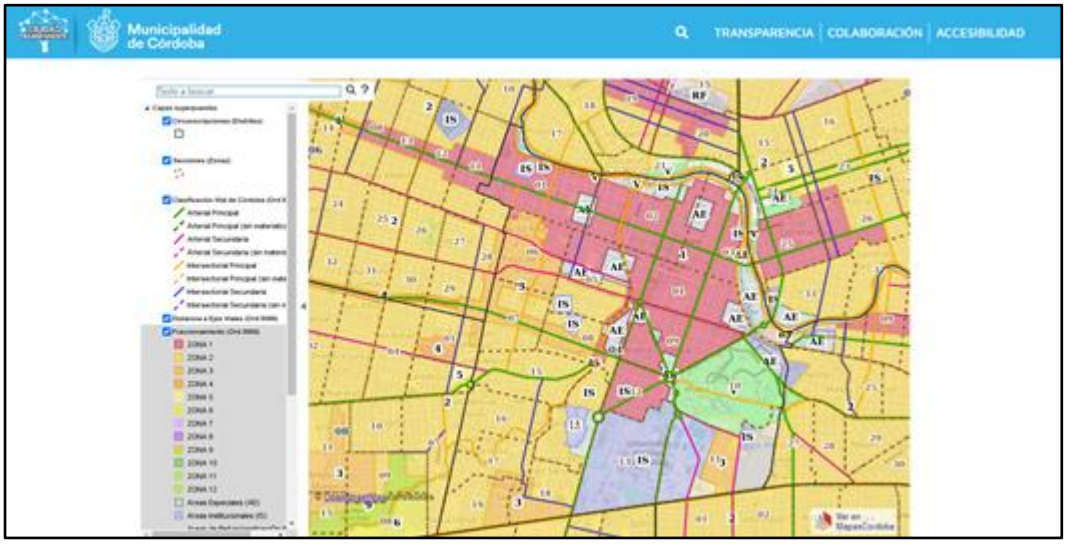


Figura 7. Mapa de Planeamiento Urbano, en la página web de la Municipalidad de Córdoba, utilizando el iFrame de Mapas Córdoba

3. IMPACTO EN EL USO DE MAPAS CÓRDOBA

Desde la puesta en marcha de IDECOR Ciudades, a fines de 2020, se han recibido más de 65.000 consultas sobre los mapas y datos publicados. El nivel de utilidad de los datos municipales dispuestos en la Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia, puede verse reflejado por las estadísticas de uso reportadas por el equipo de sistemas de IDECOR. En la Tabla 2 se refleja el total de visitas que ha recibido cada municipio que forma parte del programa, acompañada de variables descriptivas que permiten dimensionar el alcance local de la iniciativa.

Es importante destacar el caso de la capital provincial en cuanto a sistematización de la información para la puesta a disposición y consultas, ya que, si bien la cantidad de visitas es

relativa a la población que la habita, formaron parte de los mapas más visitados del geoportal de Mapas Córdoba.

Tabla 2. Estadística de visitas en el geoportal Mapas Córdoba

LOCALIDAD	MAPAS	PUBLICACIÓN	VISITAS (Total)	POBLACIÓN (Censo 2010)
Córdoba	• Fraccionamiento • Uso del Suelo • Ocupación del Suelo • Patrimonio Arquitectónico	Diciembre 2020	40.897	1.329.604
Cosquín	• Catastro Municipal • Planeamiento Urbano • Infraestructura y Servicios	Mayo 2021	3.912	40.800
Jesús María	• Catastro Municipal • Planeamiento Urbano • Infraestructura y Servicios	Septiembre 2020	9.085	31.602
Villa Carlos Paz	• Catastro Municipal • Planeamiento Urbano	Diciembre 2020	4.229	96.000
Villa Giardino	• Catastro Municipal • Planeamiento Urbano • Infraestructura y Servicios	Julio 2021	4.946	6.810
Villa María	• Catastro Municipal • Planeamiento Urbano • Infraestructura y Servicios	Mayo 2021	3.619	79.351

4. BENEFICIOS OBTENIDOS

Los municipios se encontraban encaminados en la administración de información geoespacial, pero obstaculizados al momento de su publicación o apertura, ya sea por falta de recursos económicos, tecnológicos, humanos, decisión institucional, entre otros.

Mediante IDECOR Ciudades, se logra hacer pública información muy solicitada, ya sea para la planificación urbana, de servicios, económica; para el desarrollo local; proyectos sociales, turísticos, culturales; lo que genera un impacto positivo en el ordenamiento territorial local.

Los beneficios se pueden enumerar diferenciándolos según el usuario que los utilice y la finalidad buscada:

4.1 Beneficios para el municipio o gestión pública

Las ventajas, en relación a la organización interna, son múltiples. Por un lado, los mapas mejoran la disponibilidad de información para las propias dependencias municipales, ya que con la publicación todas las áreas tienen acceso a los datos, evitando tener que solicitarlos a un sector específico; además se encuentra en un formato fácil de manejar para todos, principalmente para aquellos que no emplean software GIS. En segunda instancia, la vinculación de la información local con otros datos provinciales permite mejorar o ampliar la información a la hora de gestionar y tomar decisiones.

José Luis Jara, del área SIG de la Municipalidad de Jesús María, destaca los avances logrados en este sentido: “A mediados del año pasado nos pusimos como meta incorporar a nuestra base de inmuebles, la nomenclatura Catastral Provincial, lo que nos permitiría vincular los datos

municipales con la base de datos provincial. El proceso implicó la articulación de las áreas municipales de Catastro y SIG (Sistema de Información Geográfica) para corroborar las diferencias surgidas de los análisis entre ambos catastros. Esto lleva a tener información muy solicitada para la planificación urbana, servicios, planificación económica y desarrollo local". La localidad de Jesús María logró actualizar en el Sistema de Gestión Municipal, el 10 % de las parcelas de la ciudad, completando nueva información referida a construcciones y/o cambiando el estado de ocupación de parcelas baldías a edificadas.

4.2 Beneficios para el sector profesional

A los profesionales se le facilita la gestión ante el municipio ya que algunos trámites se simplifican (por ejemplo, ya no necesitan ir al municipio para realizar consultas que se resuelven al interactuar con el mapa), hay una importante mejora en la calidad de los datos, homogeneización entre municipios de estructuras de datos, lenguajes y forma de consultarlos, entre otros.

Sergio Gómez, jefe de Obras Privadas de la Municipalidad de Cosquín comenta: "estamos rondando las 3.000 consultas a los mapas de Cosquín publicados en Mapas Córdoba y nos permitimos pensar que detrás de cada consulta hay una persona que encontró un dato necesario o le facilitamos la tarea en alguna medida; está claro que estas tecnologías llegaron para quedarse. Esto no sólo nos alimenta a seguir trabajando, sino que también nos demuestra que el camino es el correcto. La participación en una IDE compartiendo datos de un catastro multifinalitario era una utopía para nosotros hace algunos años; sin embargo, hoy, gracias a mucho esfuerzo de nuestro equipo de trabajo y a través del asesoramiento técnico de IDECOR, ese sueño se hizo realidad".

Hasta la fecha, la Dirección de Planeamiento Urbano de la Municipalidad de Córdoba publicó 4 mapas de las principales normativas urbanas. Al respecto, Gustavo Rebord, Subsecretario de Planeamiento del municipio señala: "Los mapas se ponen a disposición para informar, enmendar y valorar la riqueza de las ordenanzas, incorporando información detallada en función de la ocupación, el uso y el fraccionamiento de la tierra, comprendiendo fácilmente como las distintas variables se interrelacionan en el territorio utilizando geo tecnologías, que nos permiten procesar rápidamente la información, plantear diversos escenarios y tomar decisiones de manera más rápida y eficaz, analizando el impacto en el territorio."

4.3 Beneficios para la ciudadanía en general

El principal provecho, es a la hora de la gestión de consultas, la persona interesada ya no tiene que acercarse a la institución para acceder a información, consiguiendo ahorros significativos de tiempo, con la sola interacción con el mapa web obtiene una respuesta inmediata, consiguiendo información significativa y precisa sobre la localidad, accediendo a datos temáticos integrados.

Desde Villa Giardino, Héctor Medina, asesor del municipio, explica la experiencia local con el programa: "La tecnología se cuela en nuestros hábitos y los mapas publicados sirven para promocionar aquella entre los funcionarios. A medida que van conociendo su alcance y utilidades, surgen inquietudes y proyectos para aprovechar más y mejor la IDE provincial, no sólo desde el municipio. Por ejemplo, en nuestra localidad, los mapas son usados por la escuela técnica que forma maestros mayores de obra y el instituto privado que orienta a sus egresados hacia las ciencias naturales y el turismo."

5. CONCLUSIONES

Las estadísticas expresadas y los testimonios citados sobre el alcance y progreso de la iniciativa IDECOR Ciudades demuestran que las alianzas son esenciales para lograr fortalecer las capacidades de gestión territorial, compartir las responsabilidades de implementación y los eventuales beneficios, para de este modo alcanzar los objetivos propios de los gobiernos locales, con estándares de calidad y procesos de mejora continua.

El trabajo permanentemente, para promover la apertura y estandarización de los datos geográficos, producirá que cada vez más información, oficial y de calidad, pueda integrarse y aprovecharse en diferentes temáticas, y por parte de distintos actores: públicos, privados, académicos y la ciudadanía en general.

Particularmente en el programa IDECOR Ciudades se busca fortalecer las capacidades que les permitan, a los municipios y comunas, mejorar la gestión local de información territorial e integrarse a la IDE provincial, mediante la articulación y apoyo mutuo; a su vez se brinda asistencia a usuarios de la información geográfica y la garantía de una infraestructura tecnológica segura y eficiente.

Los resultados obtenidos han sido muy significativos, aunque se destaca que forman parte de un proceso incipiente y que se encuentra en pleno crecimiento; de modo que se considera que, a futuro, será necesario profundizar en alcanzar un desarrollo sostenible, teniendo presente que existen desafíos que superar, tales como:

- La falta de coordinación de las instituciones locales para facilitar el intercambio de información, lo que lleva a la duplicación de esfuerzos y de datos.
- Escasez de especialistas en gestión de Sistemas de Información Geográfica (SIG).
- La falta de estandarización, lo cual obstaculiza la comparación y la integración de los datos.
- El retraso en términos de tecnologías modernas, actualizadas, oportunas para abrir y lograr la interoperabilidad de los datos.
- Falta de metadatos o información de las bases de datos, dificultando el intercambio entre las organizaciones.

Además de los esfuerzos de la IDE provincial, es necesario la colaboración de las instituciones locales para la integración e interoperabilidad de los datos que existen, ya que las políticas de gestión de datos muchas veces son limitadas a nivel local, lo que se vuelve un desafío importante. En este sentido, el trabajo conjunto con cada municipio participante debe tener un fuerte énfasis en mejorar las capacidades locales en cuanto a manejo de información territorial local, abriendo y haciendo interoperables sus datos, incluyendo un arduo esfuerzo en minimizar las diferencias existentes en los datos administrados en los niveles locales y provinciales, con el fin de homogeneizar toda la información (incluso sería factible pensar en una integración de estos datos, con procesos que permitan una administración conjunta).

En relación con este último punto, una de las problemáticas comunes que puede ocuparse con eficacia es la gestión ante la ocurrencia de desastres naturales, que habitualmente abarcan regiones; lo que ha proporcionado la justificación para abordar los Mapas de Riesgo Local, sobre los cuales IDECOR se encuentra trabajando en conjunto a la Secretaría de Gestión de Riesgo Climático y Catástrofes de la Provincia y los gobiernos locales, abordando la temática de Incendios Forestales[3].

El logro progresivo de estos objetivos hará que los municipios avancen hacia un estado futuro en el que tengan la capacidad y las habilidades para organizar, administrar, mantener y obtener el mejor provecho de la información geoespacial, para promover las políticas gubernamentales y las capacidades de toma de decisiones, superar la brecha digital geoespacial, involucrarse en el cambio inclusivo y transformador propuesto por la IDE provincial.

Finalmente, la disponibilidad de información sobre infraestructuras y servicios en la plataforma repercute fuertemente en la valoración de las condiciones propias, haciendo más fácil la identificación de problemas, no sólo en relación a cuáles son, sino que también conocer su ubicación. Además, promueve la transparencia en la gestión pública, mejora la imagen institucional en el marco de la iniciativa de datos abiertos, permite mostrar la ciudad e interactuar con los datos de sus vecinos, adicionalmente de la mejora en los servicios al ciudadano.

En síntesis, la vigencia, disponibilidad y acceso a información de las localidades son necesarias para la efectividad en la gestión/planificación, ya sea en términos económicos, sociales e incluso ambientales.

NOTAS

[1] El acceso a Mapas Córdoba se realiza mediante el enlace https://www.mapascordoba.gob.ar/

[2] Los datos de Población utilizados corresponden al Censo Nacional del año 2010.

[3] Se recomienda consultar el Mapa de Riesgo Local para Incendios Forestales que abarca la zona denominada como "Sierras Chicas" en el departamento Colón de la Provincia de Córdoba, disponible en el enlace: https://mapascordoba.gob.ar/viewer/#/mapa/353.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los referentes municipales por sus aportes y contribuciones. Al Arq. Gustavo Rebord, Subsecretario de Planeamiento de la Municipalidad de Córdoba, Andrea Tumosa, Paulina Ochoa y Melina Altamirano de la misma dependencia; Prof. Sergio Gómez, Jefe de Obras Privadas de la Municipalidad de Cosquín; Analista Héctor Medina, Asesor de la Municipalidad de Villa Giardino; Téc. José Jara, del Área de SIG de la Municipalidad de Jesús María.

Igualmente, a todo el equipo de Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba por involucrarse en esta iniciativa y principalmente a quienes están a cargo de todo el soporte técnico.

REFERENCIAS

Coll-Aliaga, E., Martinez Llario, J. C., Ibars Roger, M. y Otsoa de Txintxetru, A. E. (17-19 de octubre de 2007). *IDE Local: Estudio de las necesidades de los ayuntamientos* [Ponencia]. IV Jornadas Técnicas de Infraestructura de Datos Espaciales, Santiago de Compostela, La Coruña, España. https://www.idee.es/resources/presentaciones/JIDEE07/ARTICULOS_JIDEE2007/articulo32.pdf

Feeney, M., Rajabifard, A. y Williamson, I. P. (21-24 de mayo de 2001). *Spatial Data Infrastructure Frameworks to Support Decision Making for Sustainable Development* [Ponencia]. 5th Global Spatial Data Infrastructures, Cartagena, Colombia. https://typeset.io/pdf/spatial-data-infrastructure-frameworks-to-support-decision-2mp765tu2d.pdf

Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (2014). Hacia la IDE que Argentina necesita. Boletín N° 13, abril de 2014. Recuperado el 12 de abril de 2022 de https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/boletin_idera_13.pdf

McDougall, K., Rajabifard, A. y Williamson, I. (2009). Local government and SDI: understanding their Capacity to share data. In van Loenen, B., Besemer, J.W.J., y Zevenbergen, J.A. (Eds.). SDI Convergence. Research, Emerging Trends, and Critical Assessment. Delft: Netherlands Geodetic Commission, pp. 205-218

Rajabifard, A. y Williamson, I, P (2003). Spatial data infrastructures: concept, SDI hierarchy and future directions. Recuperado el 12 de abril de 2022 de https://www.researchgate.net/publication/228581533_Spatial_data_infrastructures_concept_SDI_hierarchy_and_future_directions

Rajabifard, A., Williamson, I. P., Holland, P., y Johnstone, G. (13-15 de marzo de 2000). *From Local to Global SDI Initiatives: A Pyramid of Building Blocks* [Ponencia]. 4th Global Spatial Data Infrastructure Conference, Cape Town, South Africa.

https://www.researchgate.net/publication/2633135_From_Local_to_Global_SDI_Initiatives_A_Pyramid_of_Building_Blocks

Wall, H. (10-14 de agosto de 2009). *Developemnt of a Geospatial Framework to Implement a Regional Spatial Data Infraestructura (RSDI) in CARICOM* [Presentación]. Ninth United Nations Regional Cartographic Conference for the Americas, New York, Estados Unidos. https://unstats.un.org/unsd/geoinfo/rcc/docs/rcca9/ip/9th_UNRCCA_econf.99_IP25.pdf

La IDE Villa María: antecedentes y situación actual

Pedro Wester[1], Walter Frenguelli[1], Ricardo Castro[1] y Otto Wester[1]

[1]Secretaría de Planeamiento, Municipalidad de Villa María (MVM). Mendoza y esquina Sobral, Villa María (X5900), Córdoba. Tel.: 0353-4618100.
{pwester4, frenguelli, rcastro.vm, ottowester59}@gmail.com

Resumen: El desarrollo de la IDE Villa María data de hace más de 10 años, cuando la Municipalidad en conjunto con instituciones públicas y privadas comenzaron a relevar datos espaciales. Desde entonces, en un proceso paulatino, la iniciativa ha ido creciendo institucionalmente hasta llegar a formar parte de la Secretaría de Planeamiento y tener vínculo formal con organismos de dependencia estatal a escala provincial y nacional, es decir, IDECOR e IDERA respectivamente. Actualmente Villa María junto con otros 9 municipios forman parte del programa ImpaCT.AR, desde el cual se han gestionado avances concretos para el desarrollo del equipo y la implementación efectiva de la IDE local.

Palabras Clave: IDE, municipio, Antecedentes

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo fue elaborado en el marco de las XVI Jornadas de IDERA, que se llevarán a cabo los días 29 y 30 de junio y 1 de julio de 2022 en la ciudad de Córdoba, provincia de Córdoba, República Argentina. La intención del mismo es compartir la historia de la conformación de la IDE municipal Villa María y la situación actual de la propuesta.

La estructura del documento es un subtítulo por cada hito, en orden cronológico, desde el origen del proceso hasta la actualidad. Consideramos cada hito como un antecedente directo o indirecto con influencia en el proceso: las voluntades colectivas e individuales, los acuerdos nacidos de confluencia de intenciones y los productos -finalizados y en proceso- que posee la IDE hasta el día de hoy.

2. ANTECEDENTES

La elaboración y manipulación de datos espaciales se remonta, institucionalmente, aproximadamente al año 2008 cuando desde distintas áreas del municipio se empieza con el uso y aplicación de Sistemas de Información Georeferenciada (SIG), de forma aislada y eventualmente en vínculo con la Universidad Nacional de Villa María y la Universidad Tecnológica Nacional, donde también se llevaron a cabo proyectos de mapeo en cátedras y equipos de investigación. El desarrollo de este campo existía gracias a un conjunto de voluntades individuales, pero no estaba institucionalizado en el municipio.

Uno de los profesionales que participó activamente de aquellos procesos fue el Ing. Ricardo Castro, quien actualmente ha sido nuevamente invitado a participar de la iniciativa

desempeñándose como Coordinador Técnico del equipo de base de la IDE municipal.
Por razones de distinta naturaleza aquella iniciativa se descontinuó en 2011 y los datos trabajados quedaron archivados sin actualización; muchos se perdieron, incluso imágenes satelitales que en su momento se compraron con fines de gestión. La institucionalización del uso de SIG se vio interrumpida en este período hasta 2016, con la ordenanza de Gobierno Abierto.

2.1 El catálogo de Datos Abiertos de la Municipalidad de Villa María

A fines de 2015, a partir de un cambio de gestión, se sanciona la ordenanza municipal N° 6.973 de Gobierno Abierto que presenta dos principios a partir de los cuales nace la primera IDE y otras políticas públicas. Estos principios son:
a) La transparencia en la actividad de la gestión pública municipal, de todos los organismos y entidades municipales.
b) El derecho de los ciudadanos a participar y colaborar en la definición de objetivos, en la toma de decisiones, en la gestión y en la evaluación sobre asuntos que inciden directa o indirectamente en el interés público, manteniéndose, a tal efecto, un diálogo abierto, transparente y constante.
Como parte de estos objetivos, se lanzó el portal Datos Villa María: un sistema público de información que permite recopilar y organizar datos y metadatos en formatos abiertos de distintas áreas, dependencias, entes y organizaciones relacionadas con la administración pública municipal.
Como complemento del portal Datos Villa María se dispuso un visor en ArcGIS en formato *open data*, es decir, de público acceso. Allí se publicaron algunos datos espaciales relevados por el Centro Estadístico (creado en 2017), elaborados especialmente con ese fin; la herramienta SIG planteada como herramienta de gestión territorial vendría más adelante.

2.2 La Secretaría de Planeamiento

Al asumir un nuevo período como intendente municipal, a fines del año 2019, el Ab. Martín Gill propone la creación de una Secretaría de Planeamiento, Relaciones Institucionales y Vínculos Comunitarios, espacio desde donde la IDE fue asumida como una necesidad para el diseño de las políticas públicas locales.
De acuerdo a la ordenanza municipal n° 7.476 “estructura orgánica del poder ejecutivo”, capítulo 2 “Secretaría de planeamiento, relaciones institucionales y vinculación comunitaria”, artículo 15 “Competencias”, esta área era el ambiente óptimo para el desarrollo de la IDE, de acuerdo a que se asignaron las siguientes líneas estratégicas de acción:
1. Promover el desarrollo integral de cada territorio descentralizado y la participación comunitaria, mediante la coordinación y ejecución de acciones y políticas municipales.
2. Planificar el desarrollo de estrategias participativas y de gestión asociada que promuevan un involucramiento progresivo y constante de los vecinos desde una perspectiva de corresponsabilidad de los temas inherentes a la ciudad y su gestión.
3. Diseñar e implementar diagnósticos barriales y territoriales, técnicos y/o participativos, que permitan conocer y analizar las características y las potencialidades de cada sector barrial descentralizado.
4. Entender en la descentralización administrativa e informática de los servicios públicos de competencia municipal, intermunicipal u otros organismos públicos y/o privados.

2.3 Vínculo con la Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba

En noviembre de 2020, Villa María a través de la Secretaría de Planeamiento, solicitó participación en el programa IDECOR Ciudades, una iniciativa del área de Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba de publicación de mapas locales en la web provincial.
Bajo la tutela de este equipo, se publicaron en el Geoportal Mapas Córdoba (mediante el cual se puede acceder libremente a la información *online*, geoservicios OGC y descargar en diversos formatos) las primeras capas en SIG, formato IDE, agrupadas en 3 categorías: Infraestructura y

Servicios, Planeamiento Urbano y Catastro municipal. Las mismas fueron elaboradas a partir de una actualización de los trabajos realizados en los inicios del uso de SIG en Villa María.
Para lograr esa publicación, IDECOR acompaña activamente el proceso relativo a la IDE de distintas áreas de la administración municipal. A contraparte, la iniciativa se desarrolla en colaboración entre la Secretaría de Planeamiento, Relaciones Institucionales y Vínculos Comunitarios, la Subsecretaría de TIC e Impulso Tecnológico y la Subsecretaría de Unidad Intendencia.
En la misma plataforma se publicaría más adelante un mapeo elaborado por un equipo de investigación de la Universidad Nacional de Villa María, coordinado por la Dra. Leticia Ana Guzmán, relacionado con el uso del suelo en el espacio periurbano delimitado por el ejido de la ciudad de Villa María.
La articulación con IDECOR derivó también en la participación del municipio en el relevamiento de la Oferta del Mercado Inmobiliario (OMI), proceso iniciado en 2021 como parte de una propuesta del Gobierno de la provincia de Córdoba en la que se ha conformado una Red, coordinada por la Dirección General de Catastro y el soporte tecnológico de IDECOR; es una plataforma web donde se sistematizan datos georreferenciados del mercado inmobiliario, con el fin de analizar la evolución y dinámica de los precios de inmuebles urbanos y rurales, y dar soporte a diversos estudios territoriales en la Provincia (OMI, s.f.).

2.4 Vínculo con el Instituto Geográfico Nacional

En marzo de 2021 se establece un vínculo formal con el Instituto Geográfico Nacional (IGN) a partir de una reunión donde se manifiestan intereses convergentes en el desarrollo de una IDE municipal.
En la misma se determinan las acciones que se llevarían a cabo en adelante persiguiendo ese objetivo: se plantea la posibilidad de hacer un vuelo fotogramétrico con un vehículo aéreo no tripulado (VANT) sobre Villa María, otorgar cupos para el equipo técnico en los cursos de SIG dictados por el Centro de Capacitación en Ciencias Geográficas del IGN, y la posibilidad de lanzar un visor online para la IDE de acceso público.
Estas acciones se enmarcaban en el dispositivo que el IGN, mediante el programa ImpaCT.AR, comenzaba a desarrollar en 10 municipios de la República Argentina. Sin embargo, en ese momento la ciudad de Villa María no pudo ingresar al Programa y estas posibilidades parecieron desvanecerse.

2.5 Adhesión a IDERA

En agosto de 2021, la Municipalidad de Villa María realiza una solicitud formal de adhesión a IDERA, la plataforma de trabajo encargada de la IDE a escala nacional, cuya coordinación ejecutiva está a cargo del IGN. En la misma, el municipio se compromete a cumplir como parte del acuerdo con los principios aprobados en la asamblea IDERA 2012 en San Salvador de Jujuy: Cooperación, Coordinación, Participación, Planificación, Eficacia y eficiencia, Competencia, Estandarización, Difusión, Equidad y Servicio a la comunidad.
Esta iniciativa se enmarca dentro del Plan Estratégico 2014 -2015 de IDERA, que establece líneas para los siguientes objetivos específicos:

- Difundir, sensibilizar y promover IDERA.
- Establecer el marco legal de IDERA y lograr la adhesión de los gobiernos provinciales y locales.
- Promover la capacitación y actualización permanente de los recursos humanos.
- Promover la publicación de datos, productos y servicios.
- Establecer estándares y promover la interoperabilidad.

En correspondencia con el objetivo: “Difundir, sensibilizar y promover IDERA” se diagramaron una serie de iniciativas para el municipio de Villa María, tendientes a:

- Difundir y sensibilizar sobre los principios IDE.
- Promover la incorporación y adhesión de los organismos nacionales a IDERA.
- Promover el desarrollo de las IDE en las provincias y gobiernos locales y su incorporación y adhesión a IDERA.
- Promover la incorporación y adhesión de las instituciones científicas y académicas públicas y privadas a IDERA.

De este modo, principalmente mediante acciones de articulación con otros municipios y organismos, se entabla un sólido nexo con IDERA, que daría sus frutos posteriormente.

2.6 Convocatoria programa ImpaCT.AR Ciencia y Tecnología

Como ya se señaló, a principios de 2021 desde la Secretaría de Planificación se solicita participar del proyecto “IDE para la gestión municipal”, surgido en el marco del programa "ImpaCT.AR" del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCyT) donde el IGN -organismo descentralizado del Ministerio de Defensa- propuso la creación de IDE municipales con el fin de mejorar la producción, administración y publicación de la información territorial de los municipios. Como mencionamos, originalmente Villa María no entró en el listado de municipios seleccionados, pero por la baja de uno de estos en septiembre de 2021 se informa al municipio que podría ser beneficiario del programa.

El mismo mes es retomado el contacto para coordinar acciones de fomento y desarrollo de la IDE municipal, del mismo modo que se venía haciendo con otros 9 municipios desde principio de año: asistencia económica y técnica en la configuración de un visor *online* para visualizar la IDE local, la realización de un vuelo fotogramétrico de la definición llevado a cabo por un VANT planificado y supervisado por miembros del IGN, y la capacitación de miembros del equipo técnico IDE Villa María en materia de SIG. Estas acciones se planificaron con un cronograma tentativo para fines de 2021 y principios de 2022.

2.7 La IDE municipal en la actualidad

A partir de la incorporación a la ciudad de Villa María, al programa ImpaCT.AR, se formaron dos grupos de trabajo diferenciados: un equipo técnico de base, que trabaja cotidianamente en el desarrollo de la IDE, y un equipo ampliado que eventualmente se convoca a fin de acordar criterios en común y trazar una estrategia destinada a generar algunos productos o resultados, mostrando el potencial de la IDE como herramienta de gestión (Tabla 1).

Tabla 1. Conformación del equipo de base y ampliado

Equipo de base	Equipo ampliado
-Un ingeniero electrónico especializado en SIG (Universidad Tecnológica Nacional). -Un licenciado en desarrollo local y regional (Universidad Nacional de Villa María). -Un licenciado en geografía (Universidad Nacional de Córdoba).	Representantes de áreas relacionadas a la temática: -Subsecretaría de Tecnologías de Información y Comunicaciones e Impulso Tecnológico. -Dirección de Sistemas. -Dirección de Modernización del Estado. -Centro Estadístico. -Subsecretaría de Seguridad Ciudadana. -Dirección de Control de Transporte. -Dirección de Catastro. -Dirección de Obras Privadas. -Dirección General de Redes. -Coordinación de Abordaje Territorial e Identidad. -Dirección de Articulación Institucional. -Dirección de Museos y Patrimonio Histórico.

	-Coordinación de Informática y Estadística. -Instituto Municipal de la Vivienda. -Sociedades de Economía Mixta de Villa María

Actualmente hay otras áreas del espectro municipal, entidades y organizaciones locales con las que se emprendió la tarea de entablar vínculos con el objeto de explorar el uso de la herramienta IDE, escuchar sus necesidades y sugerencias y generar información espacial asociada. A tal fin, se está poniendo a disposición tanto la herramienta IDE como el equipo técnico.
El 22 de diciembre de 2021 mediante el Decreto N° 1156 se ratificó la dependencia de la Coordinación de Infraestructura de Datos Espaciales de Villa María a la intendencia municipal, y se crearon los cargos correspondientes para su desempeño administrativo y funcional.

3. RESULTADOS ALCANZADOS

Mediante la participación en el proyecto “IDE para la gestión municipal”, en el marco del programa "ImpaCT.AR" del MinCyT fue institucionalizada la IDE municipal en Villa María con el fin de mejorar la producción, administración y publicación de la información territorial.
Como una de las primeras medidas, en la primera quincena de diciembre 2021, fue realizado un vuelo fotogramétrico llevado a cabo por un VANT planificado y supervisado por miembros del IGN, con el objetivo de poner a disposición imágenes aéreas de alta definición como insumo para la IDE local.
También, en el marco del programa ImpaCT.AR, durante el mes de noviembre del 2021 se formó al personal técnico de la IDE Villa María en SIG, precisamente para el uso de la herramienta QGIS. Un miembro del equipo de base y uno del equipo ampliado realizaron el curso de manejo del *software* nivel 1, dictado por el área de capacitaciones del IGN. Ya en 2022, durante abril dos técnicos del equipo de base realizaron el nivel 2 del mismo curso; se proyecta que se finalice la capacitación con el nivel 3 durante mayo.
Recientemente se ha publicado una incipiente versión del visor web de la IDE municipal de Villa María, y se está a la espera de la actualización del soporte de *hardware* necesario para poder dar al mismo la capacidad de incorporar las ortofotografías obtenidas en el vuelo fotogramétrico realizado, así como las casi 40 capas desarrolladas hasta el momento teniendo como referencia la existencia de las 3 capas originales (Infraestructura y Servicios, Planeamiento Urbano y Catastro municipal) el equipo de trabajo procedió a la actualización de la información catastral, completando la información de parcelas y manzanas relativas a nuevos loteos aprobados recientemente. Luego se incorporaron otras capas.
Hasta el momento existen unas 40 capas temáticas de Villa María, a entender: áreas verdes, propiedades horizontales (PH), barrios, desagües pluviales, manzanas asociadas a la red de gas natural, estado de calles, líneas de transporte urbano, usos de suelo en el periurbano, río Ctalamochita, parcelario municipal, circunscripciones, seccionales, manzanas, perfiles constructivos, radio urbano, arbolado público, semáforos, productores hortícolas del periurbano, registro de solicitantes de empleo, beneficiarios del Programa de Inserción Laboral, tableros de iluminación pública, luminarias, red de agua, centros de tratamiento de residuos, centros culturales, universidades, red de cloacas, centros de salud, instituciones de desarrollo social, establecimientos educativos, sitios de deporte y recreación, tendido ferroviario e inmuebles municipales.
Recientemente se presentaron algunos avances de la IDE Vila María junto a otros municipios que disertaron acerca de diferentes temáticas relacionadas, generando aportes en el plano de la planificación catastral, impositiva, medioambiental, vehicular y productiva, entre otros.

En un futuro cercano, la Municipalidad de Villa María será parte por invitación de IDECOR, de un Proyecto Sistema de Administración Territorial (SAT) de la provincia de Córdoba - 1ra Etapa que comenzará a mediados del presente año.

4. CONCLUSIONES

La puesta en marcha de un visor web con información proveniente de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de Villa María, constituye para esta ciudad del interior de la provincia de Córdoba, un punto de llegada y un nuevo punto de partida; es la culminación de un camino recorrido tendiente a la organización interna del organismo público, que incorpora una nueva tarea a las propias de la gestión cotidiana de un municipio. A partir de este punto la IDE será de acceso público, uno de los puntos principales planteados por IGN en el contexto del programa ImpaCT.AR.

Como elemento central del proceso estuvo la necesidad de comprender por parte de esta administración municipal que la IDE Villa María es una herramienta que colaborará firme y fuertemente en dar certeza en la toma de decisiones, claridad en la identificación de elementos que determinen elección de alternativas, resoluciones importantes en infraestructura, asistencia, reordenamiento, y tantas otras opciones que la herramienta brinda en términos del diseño de políticas públicas.

Encontramos fundamental seguir con la capacitación, fortaleciendo los equipos técnicos, procurando articulaciones con las universidades a fin de complementar miradas y confluir en acciones conjuntas, convocando a las otras organizaciones del entramado empresario y tecnológico local que puedan realizar aportes.

Hay que seguir apostando a la integración vertical entre los estamentos de los estados provincial y nacional en temas que colaboran identificar problemas, determinar soluciones y planificar a futuro.

Respecto a la proyección de la IDE Villa María, creemos que irá desplegándose conforme avancemos en este camino que ahora hemos abierto y en el que orgullosamente, creemos y advertimos que avanzamos.

REFERENCIAS

Decreto N° 1156 de 2021 [Departamento Ejecutivo municipal]. Mediante el cual se ratifican los órganos dependientes directamente de la Intendencia municipal. 22 de diciembre de 2021.

Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (s.f.). Observatorio de Mercado Inmobiliario. Recuperado de https://omi.mapascordoba.gob.ar/spa/#/acercade

Ordenanza N° 6.973 de 2015 [Concejo Deliberante de la ciudad de Villa María]. Mediante la cual se regula e implementa el paradigma de Gobierno Abierto. 15 de diciembre de 2015.

Ordenanza N° 7476 de 2019 [Concejo Deliberante de la ciudad de Villa María]. Mediante el cual se determina la estructura orgánica del Poder Ejecutivo. Capítulo 2: Secretaría de Planeamiento, Relaciones Institucionales y Vinculación Comunitaria, Artículo 15: Competencias. 12 de diciembre de 2019.

.

Localización de la demanda insatisfecha de instituciones educativas. Una propuesta metodológica basada en sala de cuatro (4) años de nivel inicial en Argentina

María Alejandra Sendón

Mapa Educativo Nacional (DIE). Ministerio de Educación de la Nación. Avenida Santa Fe 1548, Ciudad Autónoma de Buenos Aires (C1060ABO), Buenos Aires. Tel.: 011- 41296258
alejandra.sendon@educacion.gob.ar

Resumen: Este trabajo se propone presentar una metodología desarrollada con el objetivo de ubicar la potencial demanda insatisfecha de salas de 4 años y localizar áreas donde expandir los servicios educativos para ampliar la cobertura equitativamente. Se utilizan herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) vinculados con diversos indicadores clásicos en el estudio y gestión de los sistemas educativos. Esta propuesta se enmarca en un contexto de ampliación de la escolarización en sala de 4 años del nivel inicial y en la necesidad de universalización de los servicios por tratarse de un año de estudio obligatorio desde hace algunos años.

Palabras clave: Sistemas de información geográfica (SIG), nivel inicial, sala de 4 años, demanda insatisfecha, localización de servicios educativos.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se propone desarrollar una metodología fundamentada en herramientas de análisis de datos espaciales aplicada a una problemática de la gestión educativa como es la localización de la demanda insatisfecha de escolarización y la consiguiente delimitación de áreas donde ubicar la nueva oferta. Se trata de presentar un dispositivo de análisis que pueda constituirse en basamento para encontrar áreas donde son necesarias nuevas instituciones o secciones de un nivel de estudio.

Desarrollos desde diferentes campos de conocimiento han propuesto modelos de localización complejos orientados a distintos objetivos. Entre ellos, minimización de los desplazamientos poblacionales entre los puntos de oferta y demanda, eficiencia en los costos de los desplazamientos, eficiencia de distancias de traslado, tendencia a la maximización de los valores de demanda en áreas específicas, entre los principales. Reconociendo la dificultad de implementación y las especificidades en cada área de política pública, los modelos se proponen como apoyo técnico para generar escenarios territoriales que apoyen el avance de la distribución de los servicios públicos de modo equitativo para toda la sociedad (Ramírez, 2015). En relación a la gestión educativa, por ejemplo, se han propuesto modelos específicos para la localización de nuevas escuelas de EGB en la Ciudad de Luján (Buzai y Baxendale, 2008).

En este caso, tomaremos la sala de 4 años del nivel inicial del sistema educativo argentino ya que es el último año de estudio declarado obligatorio y es necesario expandir su oferta. Sin embargo, el dispositivo que proponemos podría utilizarse también con sala de 3 años o con otros años de estudio que requieran ampliar la cobertura partiendo de los datos respectivos y de la realidad de cada nivel educativo. Centrados aquí en sala de 4 años, se construyen indicadores y una metodología que permite un acercamiento preciso a localizaciones en las cuales se necesitan nuevos servicios educativos destinados a este año de estudio.

En este trabajo nos enfocamos en la eficiencia en el uso de la información disponible, la factibilidad de implementación basada en cierta posibilidad de tomar los edificios ya existentes como espacios posibles de ser ampliados para extender los servicios y, finalmente, la accesibilidad de estas localizaciones para las familias de los niños y niñas que quedarían cubiertos.
El objetivo de este informe es el desarrollo de una herramienta metodológica. Se utilizarán aquí algunos indicadores basados en datos reales que interesan para contextualizar la situación educativa del nivel inicial y, particularmente, de la sala de 4 años. Asimismo, y como propuesta central, se propondrá un dispositivo apoyado en herramientas de SIG y se mostrarán mapas ilustrativos. Por cuestiones normativas vinculadas con el secreto estadístico no se mostrarán datos reales de instituciones educativas identificables.

¿Cómo se enmarca la temática de la sala de 4 años en la actualidad?

Este trabajo trata específicamente la oferta de sala de 4 años de jardín de infantes. Se ha señalado que la expansión más importante en las últimas dos décadas se ha dado en la sala de 4 años. En efecto, en los últimos años esta tendencia continúa como puede verse en el Figura 1.

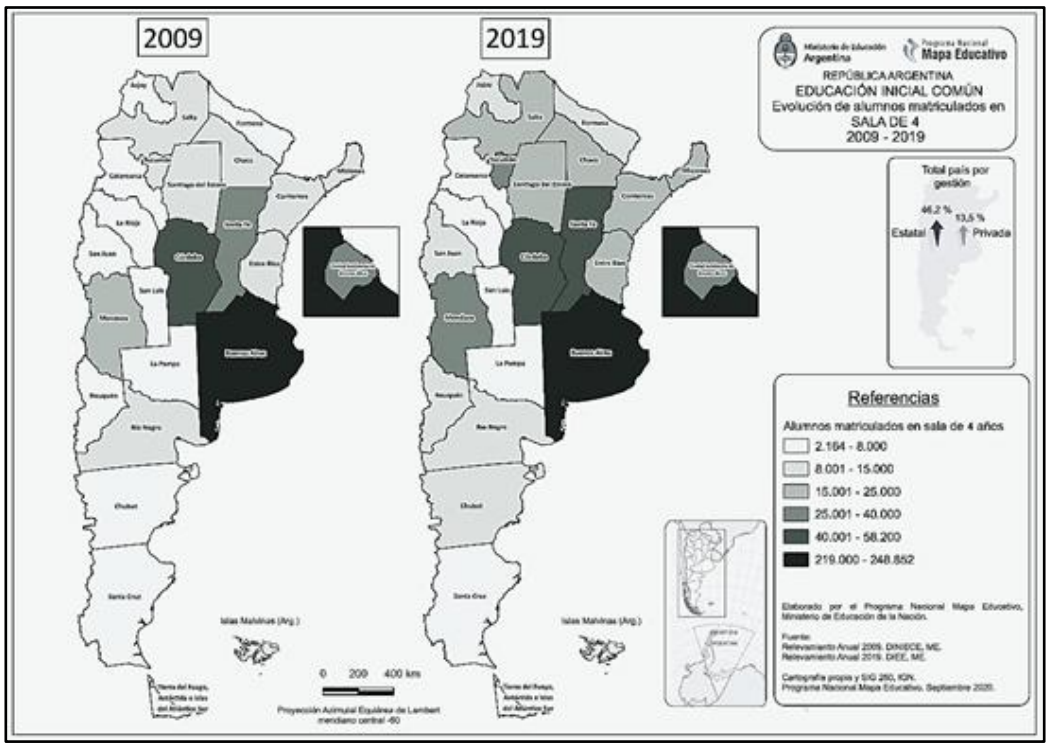


Figura 1. Evolución de la matrícula de sala de 4 años entre 2009 y 2019. Fuente: Mapa Educativo Nacional. Recuperado el 10 de marzo de 2022 de http://mapa.educacion.gob.ar/img/variac_porc_sala4_2009_2019.jpg

Informes estadísticos recientes muestran que “la expansión de la matrícula en los últimos veinte años, se concentró en la sala de 4, en particular, en el sector estatal” (Bottinelli, 2016). En efecto, entre los Censos del 2001 y 2010, la tasa de asistencia al nivel inicial de los niños de 4 años se incrementa casi en 22 puntos porcentuales, pasando de 48,2 % en 2001 a 69,8 % (INDEC, 2012).
La Ley de Educación Nacional 26206/06 estableció que se universalizarían progresivamente los servicios educativos para los niños de 4 años de edad en el país.

Posteriormente, la ley 27045/14 declara obligatoria la sala de 4, aunque aún no se encuentra universalizado.
La disponibilidad de oferta de esta sección de sala de 4 se hace central actualmente. Especialmente, por la importancia de la participación del sector estatal tanto en la expansión del nivel inicial como en la sala de 4 años en particular. También debido a una fuerte tendencia al pasaje desde el sector privado al estatal registrada en sala de 4 como comprobamos en estudios recientes (Sendón, 2020).
Asimismo, la universalización de los servicios educativos de nivel inicial garantizará la inclusión temprana como política de igualdad reconocida por la literatura especializada. Los estudios al respecto muestran los resultados positivos de la escolarización en jardín de infantes en la trayectoria escolar a largo plazo de las niñas y los niños (Batiuk y Coria, 2015).
Además, la heterogeneidad en la cobertura de la sala de 4 es otro rasgo que fundamenta la necesidad de estudios que apoyen las políticas de ampliación de cobertura.
Finalmente, si bien la ampliación de la escolarización se ha dado con la expansión de los servicios de sala de 4 en los últimos años (Steinberg y Giacometti, 2019), también puede comprobarse que la oferta de sala de 4 no consigue aún alcanzar los niveles de la de la sala de 5.
En este marco, las herramientas de análisis que nos brindan los SIG resultan centrales para ubicar áreas específicas donde se necesite abrir nuevos servicios. Partiendo de la gran expansión de la sala de 5 años en nuestro país, consideramos la comparación entre las dos salas para elaborar un dispositivo que se utilice de insumo en la ampliación de la cobertura de sala de 4 años.

2. INDICADORES EDUCATIVOS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Hemos realizado un trabajo de construcción de indicadores educativos *ad hoc* a los fines de nuestros objetivos centrados en sala de 4 y análisis espacial apoyándonos en información de dos fuentes de información principales. Por un lado, el Relevamiento Anual (RA) y, por otro, la georreferenciación de instituciones educativas a cargo del Mapa Educativo Nacional. Ambas fuentes son relevadas por el Ministerio Nacional de Educación. Como resultado, se presentan mapas que ilustran la propuesta metodológica desarrollada.

2.1 La cobertura de sala de 4 años en el territorio

Los niveles de cobertura escolar son difíciles de precisar, especialmente en períodos inter-censales en nuestro país. Al alejarnos de períodos censales, la información disponible, de la EPH (Encuesta Permanente de Hogares) o EAHU (Encuesta Anual de Hogares Urbanos), ambas encuestas urbanas, muestrales y realizadas por INDEC, no permiten construir tasas de asistencia precisas para el total del país. Respecto de los datos censales, en los momentos en que se cuenta con información de un censo de población, se realiza también una corrección de edades a la fecha considerada por el sistema educativo para el ingreso al sistema y a cada año de estudio (30 de junio). De este modo se obtiene la tasa neta de escolarización.
Ante la falta de datos precisos en el período intercensal, se toma la decisión metodológica, a los fines de contextualizar este trabajo, de tomar a la población de 6 años de edad escolarizada en el nivel primario (con datos del Ministerio de Educación, RA) como predictora de la población total de 4 años de edad. Esta definición se fundamenta en que la población de esa edad tiene una escolarización plena porque el nivel primario está universalizado en Argentina hace muchas décadas por lo que nos permite suponer que los niños y las niñas escolarizados en primer grado a los 6 años son un grupo muy similar al total de población de esa edad. Asimismo, otro de los supuestos aplicados, es la similitud de las dos cohortes etarias, la población de 4 años y la de 6.
Vale destacar que estos fundamentos metodológicos nos abren la posibilidad de contar con fuentes de información actualizadas y que involucran zonas urbanas y rurales a la vez. Basándonos en datos del RA 2018, la tasa neta de escolarización de sala de 4 resultó del 91 %.

A partir de este cálculo, obtuvimos una aproximación a la situación de cobertura en nuestro territorio. Los mapas a continuación muestran la tasa de escolarización por departamento (Figuras 2 y 3). Allí cobran especial relevancia las zonas con cobertura más baja, con tonos más oscuros, ya que es un primer nivel diagnóstico a los fines de nuestros objetivos de reconocer zonas más afectadas. Esta capa del mapa, combinada con otras que propondremos luego, posibilitarán la realización de análisis de sobreposición multicriterio, enriqueciendo la información resultante.



Figura 2. Tasa neta de escolarización en sala de 4 años por departamento 2018. República Argentina. Fuente: Programa Nacional Mapa Educativo, RA 2018

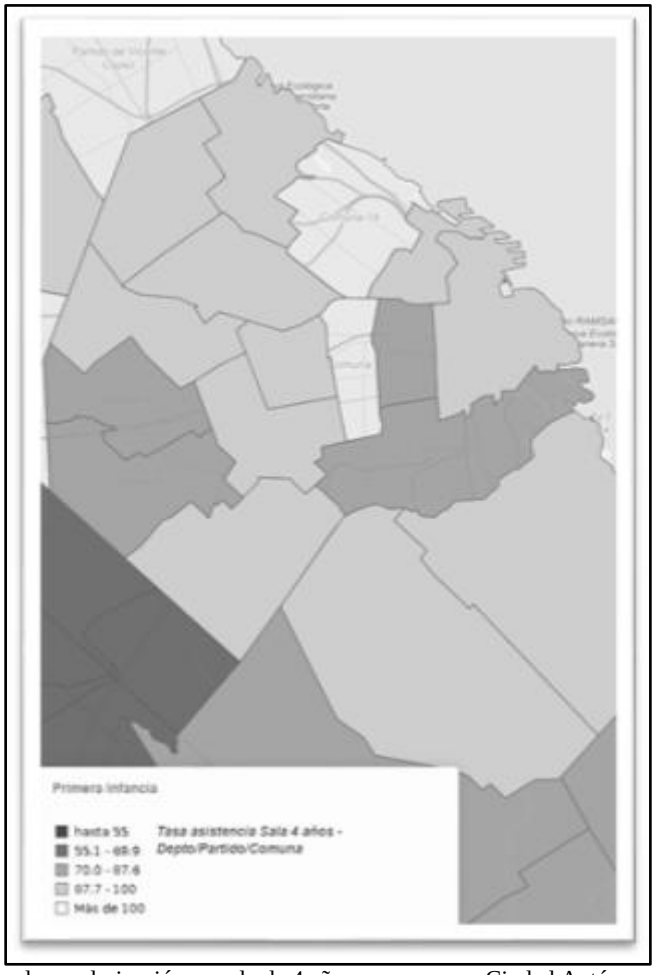


Figura 3. Tasa neta de escolarización en sala de 4 años por comuna. Ciudad Autónoma de Buenos Aires

2.2 La potencial demanda insatisfecha u oferta insuficiente de sala de 4 años

Denominamos "potencial demanda insatisfecha" a la diferencia entre las vacantes efectivamente disponibles y los estudiantes que estarían en condiciones de escolarizarse en sala de 4 pero no se encuentran incluidos en la misma.

Para un acercamiento a este indicador tuvimos en cuenta las siguientes categorías de análisis:

1. la cantidad de servicios de salas de 5 años de nivel inicial y su localización,
2. la cantidad de salas de 4 años y su localización
3. la matrícula de sala de 5 años que no asistió a sala de 4 el año anterior,
4. el tamaño de las salas de 4 años disponibles,

la oferta cercana disponible de salas de 4 años (según tamaño de las salas y localización).

Partiendo del supuesto de que la oferta de sala de 4 años debería, por lo menos, llegar a ser tan amplia como la de 5, esta sala nos sirvió de parámetro tanto en la cobertura cuantitativa como en la configuración geográfica de la oferta. La sala de 5 años se considera teóricamente universalizada, según la tasa que elaboramos la cobertura de la misma asciende a 98,5 % en 2018. A partir de la georreferenciación de las salas de 4 y 5 años donde efectivamente asisten los niños y niñas nos

aseguramos, además, que los recorridos entre escuela y hogar serían asequibles para esas familias. De este modo, atendemos a un rasgo importante de la creación y planificación territorial de servicios públicos, la igualdad en el acceso para la población que deseamos incluir.

2.3 Segunda capa de nuestro mapa: localización de la demanda insatisfecha de salas de 4 años

A los fines de indagar cuáles son las zonas con demanda insatisfecha de sala de 4 años se realizó la geolocalización de instituciones de nivel inicial del siguiente modo:

1. Considerando a los estudiantes de sala de 5 que no han asistido a sala de 4 (dato relevado por el RA), se seleccionaron escuelas que tuvieran más de 10 niños y niñas en estas condiciones.
2. También se tuvieron en cuenta jardines con sala de 5 años y que no poseen oferta de sala de 4 años, es decir que no cuentan con ninguna sección de esta edad y
3. Se incluyeron servicios con oferta de sala de 4 con porcentajes altos de alumnos por sección, "secciones superpobladas". Se definió de este modo a instituciones con más de 30 alumnos "teóricos" incluyendo tanto a los efectivamente escolarizados en las salas de 4 como a los estudiantes que, en esa escuela, no asistieron a la sala de 4.

En un segundo momento se categorizaron estas instituciones según la cantidad de niñas y niños con falta de vacantes en sala de 4, con los siguientes intervalos: a) entre 11 y 29, b) entre 30 y 49, c) entre 50 y 69 y d) 70 o más. La localización de estas escuelas según sus categorías en el mapa resulta importante para identificar áreas con mayor demanda insatisfecha.

2.4 Herramientas de análisis espacial para la toma de decisiones en política educativa

Los sistemas de información geográfica se constituyen en tecnologías centrales en el desarrollo de información insumo para la gestión territorial. En este caso, continuando el análisis que venimos presentando, proponemos construir áreas de influencia o buffers en torno a zonas donde se localizaron instituciones con falta de oferta para sala de 4 años. Recurrimos a diferentes fuentes de información y a distintas herramientas de análisis. Utilizaremos información vinculada a los RA en las escuelas y el geoservicio ofrecido por Mapa Educativo Nacional donde encontramos todas las escuelas de todo el país. También recurriremos a herramientas metodológicas de análisis educativo (en este caso la tasa neta de escolarización en sala de 4) y herramientas de análisis geográfico disponibles a partir de tecnologías SIG.

En primer lugar, se establecerán áreas de influencia de 3 km. en torno a las instituciones donde pudimos detectar falta de servicios de sala de 4 años. En esas áreas también se ubicaron jardines estatales con salas de 4 con oferta disponible. A los fines de este trabajo se definieron así a aquellas instituciones con 15 o menos alumnos por sección bajo el supuesto de que por la cercanía y por el tamaño estas salas podrían albergar a las niñas y los niños no escolarizados.

En síntesis, se obtiene así un mapa donde se ubican áreas con problemas de oferta de servicios de sala de 4 años y, en esas áreas pueden distinguirse dos situaciones. En efecto, por un lado, tendremos zonas donde existe alguna oferta cercana donde se podrían escolarizar los niños y niñas que no asisten a sala de 4 en esas áreas y, por otro, zonas sin ninguna oferta cercana disponible. Estas últimas conformarán los territorios más vulnerables en relación a la demanda insatisfecha de sala de 4 y podrán ser zonas prioritarias.

Más allá de la utilización de SIG para la elaboración de cartografía temática con información vinculada con educación, cómo se hace en todas las áreas de políticas públicas, resaltamos aquí el papel de los SIG como herramientas para la elaboración de información nueva y análisis de la misma en el campo de la educación y de las políticas educativas.

A los fines de ilustrar la metodología propuesta, a continuación, presentamos una imagen con una serie de mapas y la explicación correspondiente a cada uno de ellos (Figura 4).

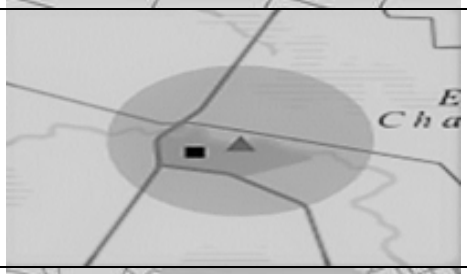
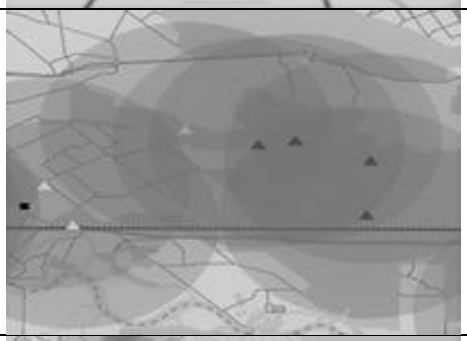
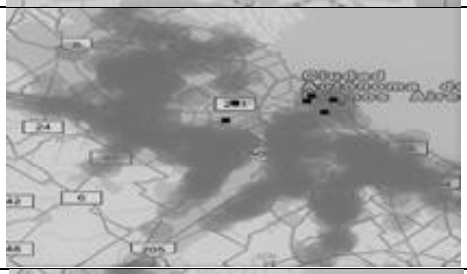
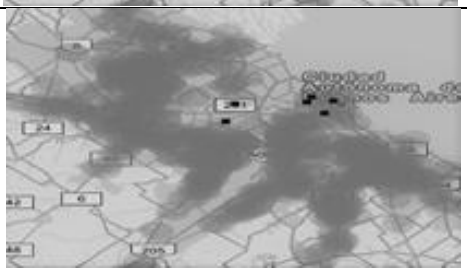
	En este mapa se localiza una institución educativa representada por un triángulo. El tono del mismo refiere a la cantidad de vacantes que faltarían en sala de 4 años para cubrir la demanda potencial identificada. El *buffer* en torno a la escuela, representado por un círculo translúcido, delimita un área de 6 km de diámetro. En este caso, en el área delimitada por el buffer no hay otra escuela con vacantes disponibles.
	En este mapa encontramos el mismo ejemplo que en el precedente con una única diferencia asociada a la cercanía de oferta disponible de vacantes. La misma se representa con el cuadradito.
	Este mapa abarca un área más amplia donde pueden verse varias instituciones educativas. Los triángulos más oscuros muestran mayor falta de vacantes en esas instituciones. Los *buffers* superpuestos, los círculos translúcidos, son áreas de influencia de las escuelas. La única institución con vacantes disponibles de sala de 4 es la representada por el cuadradito a la izquierda de la imagen.
	En este mapa, que muestra un área geográfica amplia, se observan las áreas donde se identificó falta de vacantes de sala de 4 años que están representadas por los *buffers* superpuestos. Los 6 cuadraditos refieren a las instituciones que disponen de vacantes en toda la zona.
	Este mapa es igual al precedente excepto porque presenta una capa de base donde se muestra, en escala de tonos, la tasa neta de escolarización de sala de 4 por departamento o comuna según corresponda. Este dato brinda información contextual adicional ya que los departamentos más oscuros presentan tasas de escolarización más bajas y, por lo tanto, zonas aún más vulnerables.

Figura 4. Mapas ilustrativos de demanda insatisfecha y localización de nuevos servicios de sala de 4.

3. CONSIDERACIONES FINALES

En este informe se ha presentado un dispositivo de análisis vinculando indicadores educativos y SIG. El objetivo ha consistido en la construcción de información y un modelo que sirvan de insumos para la política y gestión educativa, específicamente para la creación de jardines y/o salas de nivel inicial. A nivel nacional, además de la información general, éste puede ser un primer nivel de análisis que brinda un panorama a partir del cual se podrán hacer estudios de profundización en áreas puntuales, de índole cuantitativa o cualitativa, centradas en los territorios.

En este trabajo logramos la detección de áreas con falta de oferta, la propuesta de zonas tentativas donde implementar nuevos servicios y también la orientación a ampliar la cobertura de modo igualitario. En este sentido, lo tomamos como la ejemplificación de las posibilidades del uso de SIG como un instrumento central en las propuestas de localizaciones orientadas a la eficiencia y equidad espacial de los servicios educativos públicos. Diversos estudios al respecto vienen resaltados hace décadas este papel de la tecnología SIG en la toma de decisiones de planificación y ordenamiento territorial (Ramírez, 2015). Adherimos a esta postura y, desde el área de la educación, resaltamos la necesidad de miradas y elaboraciones interdisciplinarias que rescaten la especificidad de cada campo.

Además de esta función orientada a la gestión, aunque en estrecha vinculación con ella, rescatamos también un papel orientado al conocimiento de la situación educativa desde el punto de vista territorial. En este sentido, la delimitación de zonas geográficas determinadas, nos brinda una perspectiva nueva y diferente para la comprensión del sistema educativo. Si bien va más allá de los fines específicos de este estudio, nos parece importante subrayar esta nueva dimensión que se pone a disposición a partir del gran desarrollo de los SIG en las últimas décadas con gran potencial en relación a la comprensión de la problemática educativa.

En esta clave se abren nuevas miradas en el conocimiento, tanto en lo metodológico como en los saberes específicos vinculados con la configuración territorial de los fenómenos educativos. La idea que proponemos es generar una cartografía de la educación que dialogue con las áreas de conocimiento tradicional acerca de los fenómenos socio-educativos.

REFERENCIAS

Batiuk, V. y Coria, J. (2015). *Las oportunidades educativas en el nivel inicial en Argentina. Aportes para mejorar la enseñanza.* Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura y Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia: Buenos Aires. EDUCACION_Las_oportunidades__educativas_nivelinicial_UNICEF_OEI.pdf

Bottinelli, L. (2016). *La cobertura del nivel inicial en Argentina. Situación y tendencias en contexto.* Dirección Nacional de Información y Estadística Educativa, Secretaría de Innovación y Calidad Educativa, Ministerio de Educación y Deportes, República Argentina. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/01-bottinelli-cobertura-nivel-inicial-issn.pdf

Buzai, G. y Baxendale, C. (2008). Modelos de localización-asignación aplicados a servicios públicos urbanos: Análisis espacial de escuelas EGB en la ciudad de Luján. *Revista Universitaria de Geografía,* 17(1), 233-254. Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1852-42652008000200010

Instituto Nacional de Estadística y Censos (2012). *Censo nacional de población, hogares y viviendas 2010: Censo del Bicentenario: resultados definitivos.* Serie B n° 2. - 1a ed. - Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos – INDEC. Recuperado de https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/censo2010_tomo1.pdf

Ramírez, L. (2015). Modelos de localización óptima para evaluar el grado de justicia territorial en equipamientos colectivos. En M. Miraglia, N. Caloni y G. D. Buzai (Coord.)*: Sistemas de información geográfica en la investigación científica actual* (pp. 77-95). Universidad Nacional de General Sarmiento. https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/2018/03/668_SIG-Actual_FINAL_web.pdf

Sendón, M. A. (2020). *Algunas tendencias en la evolución del nivel inicial en los últimos años.* Programa Nacional Mapa Educativo, Ministerio de Educación Nacional, República Argentina. Recuperado de: http://mapa.educacion.gob.ar/img/http://mapa.educacion.gob.ar/img/nivel_inicial_tendencias.pdf

Steinberg, C. y Giacometti C. (2019). La oferta del nivel inicial en Argentina. En C. Steinberg y A. Cardini (dirs.), Serie Mapa de la Educación Inicial en Argentina. Buenos Aires: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia y Centro de Implementación de Políticas Públicas para la Equidad y el Crecimiento. Recuperado de https://www.unicef.org/argentina/media/5636/file/La%20oferta%20del%20nivel%20inicial%20en%20Argentina.pdf

BLOQUE 4
IDE, SIG, Agro y Gestión de Incendios

Geotecnologías aplicadas a la gestión de incendios: Información y herramientas para Bomberos Voluntarios de Punilla, Córdoba

Guadalupe Sol Escalante[1] y Micaela Agustina Gómez[1]

[1]Facultad Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (UNC).
Avenida Vélez Sarsfield 1611. Córdoba (X5000), Córdoba. Tel.: 351 535-3800.
{guadalupe.escalante, mica.gomez}@mi.unc.edu.ar

Resumen: Los incendios forestales son uno de los desastres naturales más destructivos, representando un peligro para la conservación de la naturaleza, la preservación de vidas humanas y recursos económicos. En esta tesis de grado se aplicaron los estudios adquiridos durante la carrera de Ingeniería en Agrimensura para lograr un producto del cual puedan hacer uso los Bomberos Voluntarios de Córdoba y sirva de apoyo al momento de combatir el fuego. Se realiza la confección de mapeos temáticos y se logra disponer de los mismos en una plataforma que permite visualizarlos en conjunto con capas base en línea a través de los geoservicios que ofrece IDECOR.

Palabras Clave: Incendios, amenaza, interfaz, imágenes satelitales

1. INTRODUCCIÓN

El fuego presenta un carácter natural y cultural; cuenta con una dimensión espacial que trasciende los límites de la propiedad y las fronteras político-administrativas. Es una realidad dinámica, que transforma permanentemente nuestro entorno. Teniendo en cuenta esto, resulta indispensable contar con información y herramientas precisas para gestionar los incendios, pero la realidad es que actualmente en la provincia de Córdoba se cuenta con nula o escasa cartografía temática de este tipo.

Este fenómeno es generado en mayor medida por causas antrópicas, por lo que es deber ciudadano luchar contra su origen y propagación. Es por esto que, comprender en detalle el comportamiento del mismo en el territorio tiene gran importancia en el análisis de escenarios, para luego poder orientar de forma eficaz las estrategias de gestión del riesgo.

Bajo este contexto, se tiene en cuenta a los Bomberos Voluntarios de la zona como los principales destinatarios de los resultados, sin perjuicio de otros usos y usuarios, surgiendo de aquellos la necesidad de tener, de forma inmediata y unificada, diferentes variables y datos relacionados a la ocurrencia y propagación de los incendios, como apoyo a la toma de decisiones.

No menos importante es el aprovechamiento que, igualmente, podrá realizar la población en general de la información producida, reconociendo en particular la amenaza de incendios en el entorno donde desarrollan sus actividades.

Así, el **objetivo general** del presente Trabajo Final es desarrollar una base cartográfica con información específica sobre riesgo y gestión de incendios, que facilite la toma de decisiones por parte de los Bomberos Voluntarios del departamento de Punilla, de la provincia de Córdoba.

2. DATOS GEOGRÁFICOS PARA LA GESTIÓN DE INCENDIOS

En este trabajo se pretende entregar junto a los mapeos temáticos, diversas capas de información que en forma independiente o combinadas pueden resultar útiles para la toma de decisiones relacionadas al manejo del fuego.

Para lograr este objetivo se llevan adelante procesos para obtener nuevos datos o datos derivados de los datos fuente, con las características que se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Características de los datos fuente

CAPA	FUENTE	PROYECCIÓN	TIPO
Red vial	Vialidad Provincial - OpenStreetMap	WGS84 - EPSG 4326	Vectorial línea
Cobertura de suelo	IDECOR	WGS84 - EPSG 4326	Raster 10 m
MDE	IGN - IDECOR	POSGAR 98 / ARG 4 - EPSG 22174	Raster 30 m
Parcelas	Catastro de Córdoba - IDECOR	POSGAR 98 / ARG 4 - EPSG 22174	Vectorial polígono
Áreas Naturales Protegidas	Secretaría de Ambiente - IDECOR	POSGAR 98 / ARG 4 - EPSG 22174	Vectorial polígono
Cuerpos y cursos de agua	APRHI	POSGAR 98 / ARG 4 - EPSG 22174	Vectorial línea y polígono
Cuarteles de Bomberos Voluntarios	Secretaría de Riesgo - IDECOR	POSGAR 98 / ARG 4 - EPSG 22174	Vectorial punto
Jurisdicción por cuartel de Bomberos Voluntarios	Secretaría de Riesgo - IDECOR	POSGAR 98 / ARG 4 - EPSG 22174	Vectorial polígono
Localidades y límites administrativos	IDECOR	POSGAR 98 / ARG 4 - EPSG 22174	Vectorial polígono
Suministros de agua	BV de Punilla	WGS84 - EPSG 4326	Vectorial punto
Fragmentación urbana	IDECOR	POSGAR 98 / ARG 4 - EPSG 22174	Raster 10 m

3. MAPEOS TEMÁTICOS

3.1 Mapeo de interfaz urbano-forestal (IUF)

El concepto de interfaz urbano-forestal (IUF) proviene del inglés “wildland-urban interface (WUI)”. Es definida como **“... el área donde los asentamientos humanos colindan o se entremezclan con los ecosistemas”** (Avi Bar-Massada, Volker C. Radeloff, y Susan I. Stewart, 2014).

La interfaz urbano-forestal puede entenderse como la manifestación espacial del acoplamiento de las comunidades humanas y los ecosistemas vegetales, donde las interacciones pueden tomar diferentes formas dependiendo de la distribución espacial de las variables que la definen. Así, se la denomina **“mixta”** cuando las viviendas se entremezclan con la vegetación combustible (Figura 3) y **“de borde”** cuando se trata del límite donde las viviendas se encuentran con la vegetación (Figura 4).



Figura 2. Ejemplo de “interfaz de borde” en zona de Punilla, Córdoba. Fuente: elaboración propia con imagen de Google Earth



Figura 3. Ejemplo de “interfaz mixta” en Punilla, Córdoba. Fuente: elaboración propia con imagen de Google Earth

Para su determinación se deben tener en cuenta dos factores principales: la distribución espacial de las viviendas y de la vegetación combustible. Para llegar a contar con capas que representen estos factores, se realizan diferentes procesos partiendo de la capa de Parcelas (de Catastro de Córdoba) y de Cobertura del suelo respectivamente, provistas por mapas Córdoba.

Para realizar el mapeo de interfaz urbano-forestal se toma como base lo definido por Radeloff *et al.* (2005) para el Gobierno de Estados Unidos. En dicha metodología se especifica que para ambos tipos de interfaz, sea mixta o de borde, se debe cumplir la condición que haya al menos una

edificación cada 40 acres, es decir, una densidad de 6,17 casas por km². Se distinguen entre sí de la siguiente forma:

- si la vegetación es mayor al 50 %, se trata de interfaz mixta.
- si la vegetación es menor al 50 %, pero en un radio de 2,4 km se encuentra un parche de vegetación densa (mayor al 75 %) de al menos 5 km², se trata de interfaz de borde.

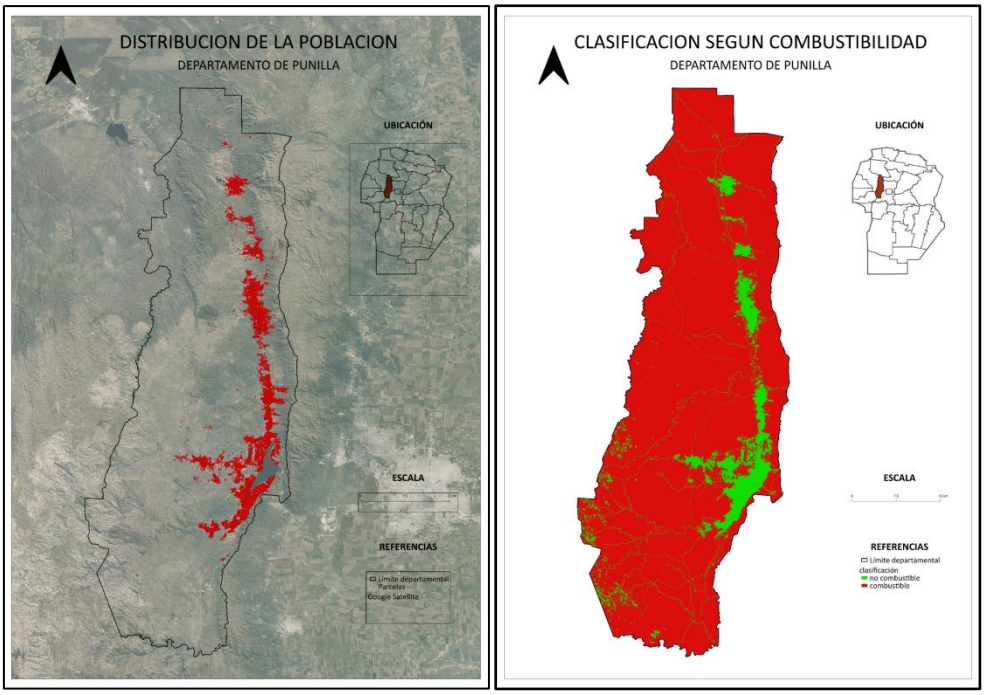


Figura 4. Representación de la distribución de las edificaciones. Fuente: elaboración propia en base a capa de Parcelas de Catastro publicadas en IDECOR

Respecto al último punto, comparando los resultados con imágenes satelitales y considerando análisis previos ya realizados en la provincia de Córdoba (Webinar: El fuego en la Interfaz Urbano-Rural por el Dr. Juan Argañaraz (Investigador de CONICET, 2020). Se establece un radio de 600 m (en vez de 2,4 km) para definir las zonas de interfaz de borde, lo que resulta lógico teniendo en cuenta que el área de estudio incluye localidades medianas y pequeñas, donde un radio mayor podría incluir a todas o la gran mayoría de las viviendas en esta categoría.

El **proceso de mapeo** de las zonas de interfaz urbano forestal se realiza en dos pasos, que a grandes rasgos consisten en la creación de grillas que permiten realizar procesos de conteo de puntos dentro de polígonos y cálculo de estadísticas zonales para luego comparar los resultados a través de unión de atributos por localización y utilización de buffers, logrando detectar aquellas parcelas que cumplen con las condiciones requeridas.



Figura 5 - Interfaz de borde (verde) en comparación a interfaz mixta (violeta). Fuente: elaboración propia, imagen satelital de Google de fondo

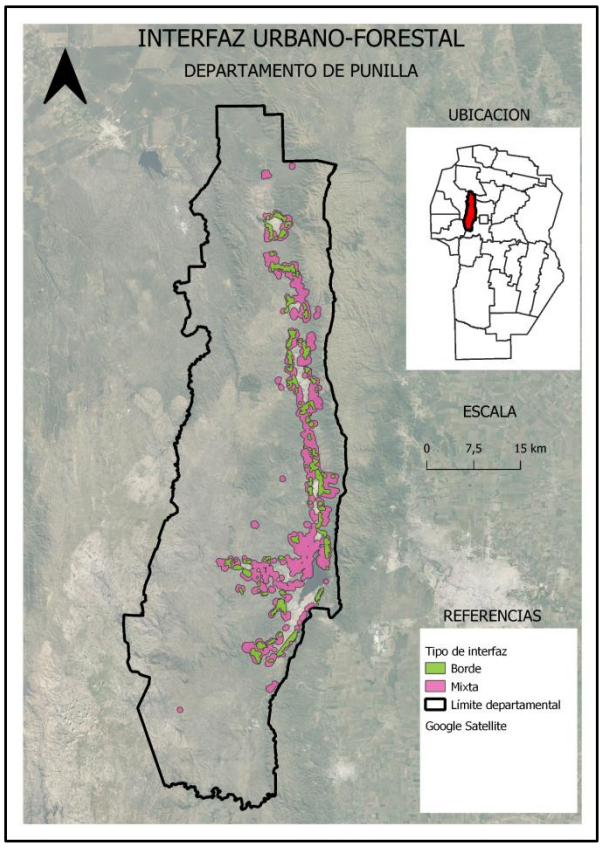


Figura 6. Mapeo interfaz urbano-forestal

3.2 Zonificación de amenaza de incendios

Aplicando el concepto de amenaza a la situación de los incendios forestales, podemos definir la amenaza de incendios como la probabilidad de que ocurra un incendio en determinado lugar.

A través de un mapa de amenaza de incendio se pretende establecer dónde y hasta qué punto el incendio representa una amenaza tanto para las personas como propiedades, infraestructuras y actividades económicas.

Para determinar los distintos niveles de amenaza en un sector, hay que tener en cuenta las variables que lo definen:

En primer lugar, se necesita **combustible** para que esto ocurra, por lo que se establece como factor principal la presencia del mismo (en este caso, en forma de vegetación)

En segundo lugar y habiendo entendido que el principal detonador de estos sucesos es el humano, se evalúan factores como la **distribución de centros poblados** y **distancias a rutas y caminos** que dan acceso a diferentes lugares.

Por último se agregan situaciones que favorecen a que la presencia de fuego se propague generando un incendio, como la **falta de humedad del suelo** debido a la lejanía a cursos y cuerpos de agua y factores topográficos como la **pendiente y orientación del terreno**.

En la siguiente imagen se representa el proceso mediante el cual, partiendo de datos existentes, se llega a la representación de cada una de estas variables.

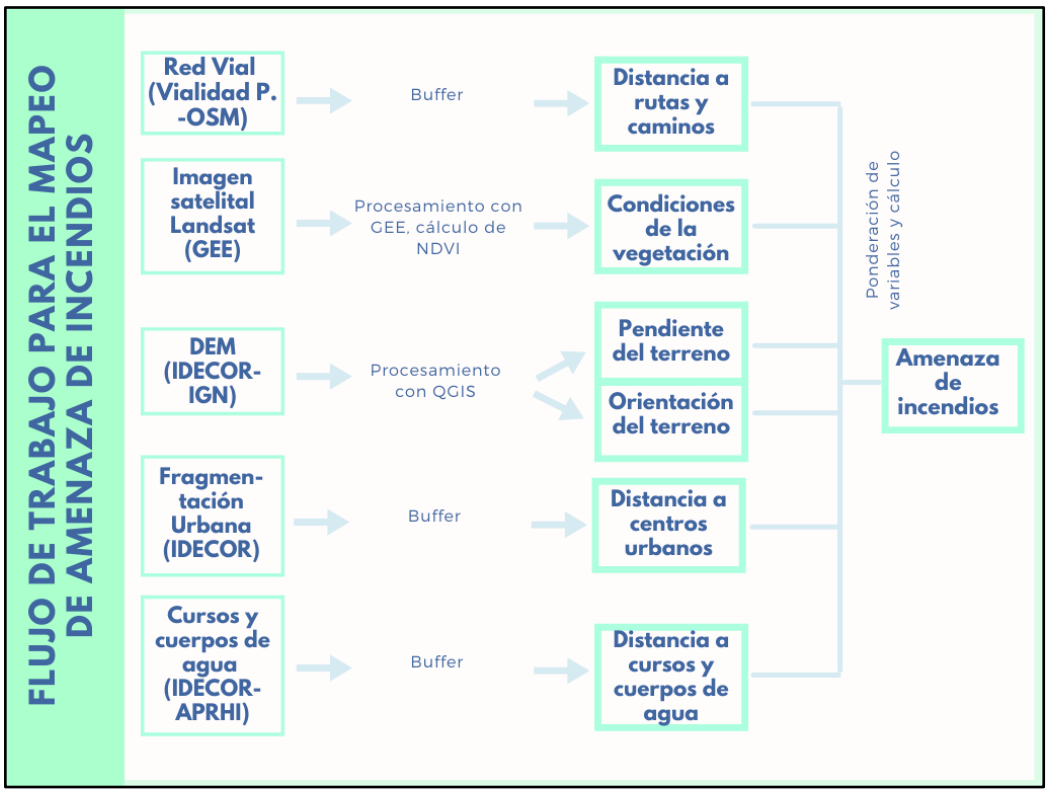


Figura 7. Flujo de trabajo

Las capas generadas se ingresan en la herramienta “Calculadora Ráster” y mediante un algoritmo predeterminado se obtiene como resultante una capa con la misma extensión donde cada pixel tiene el valor correspondiente al resultado de la fórmula ingresada.
Previamente, cada una de las variables fue ponderada con el objetivo que posteriormente se realice la suma entre todas, es decir, se suman los píxeles celda por celda.
Al determinar la fórmula con la que se calcula el mapeo de amenazas de incendio, se le asignan diferentes pesos a las variables, estableciendo la importancia de cada una en el mapeo buscado.
Se obtiene como resultado y luego de un proceso de filtrado, reclasificación, vectorización y suavizados, una capa vectorial que contiene polígonos con una clasificación entre niveles de amenaza de incendio que van del 1 al 4 correspondientes a un nivel bajo, medio, alto y muy alto respectivamente.
Para comprobar la calidad del mapeo de amenaza de incendios, se realiza un proceso de **validación de los resultados** comparando el mismo con un archivo histórico de los incendios producidos en la región.
A estos fines, se utiliza la herramienta FIRMS (Fire Information for Resource Management System) de propiedad de la NASA, LANCE y EOSDIS, que utiliza el sensor MODIS para detectar anomalías térmicas y generar un raster con la ubicación de los focos de calor detectados.
La plataforma de Google Earth Engine permite importar y utilizar en línea este producto, generando códigos para su manipulación. Se utilizó esta herramienta para generar 4 mapeos de los focos de calor detectados en Punilla, con rangos de 5 años a partir del 2000, llegando así hasta 2020.
Estos mapeos fueron comparados con la zonificación generada, pudiendo encontrar concordancias entre la cantidad de focos detectados por km^2 y la zona de amenaza en la que se identificaron, lo cual comprueba la fidelidad del mapeo de amenazas de incendio generado.

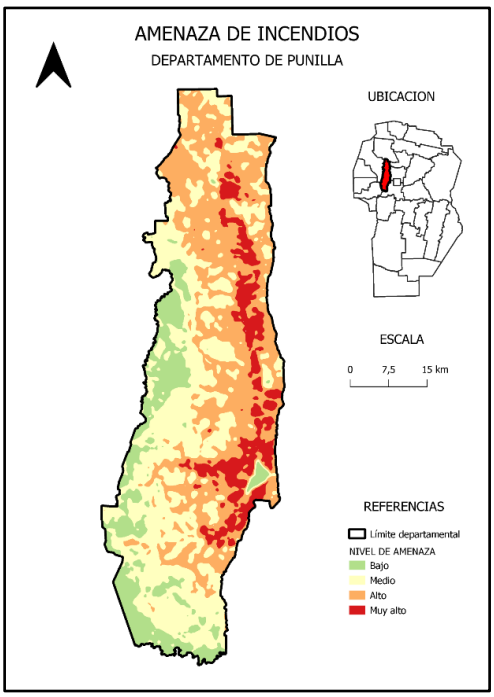


Figura 8. Mapeo de amenaza de incendios en el Departamento Punilla

4. RESULTADOS

Se obtuvo un mapeo de amenaza de incendios para el año 2021 y un mapeo de interfaz urbano-forestal para el mismo período. Para complementar la información resultante con datos que son de utilidad para las tareas de los Bomberos Voluntarios, se acopló información existente en diversas fuentes y en algunos casos modificada buscando practicidad para quienes la utilizan. Cada una de ellas tiene asignada simbología, atributos y etiquetado específico.

Los Bomberos Voluntarios podrán visualizar, consultar, analizar y actualizar la cartografía correspondiente a cada cuartel, teniendo la posibilidad de obtener toda la información unificada en proyecto de QGIS con los mapeos obtenidos y las capas vinculadas que se encuentran publicadas en IDECOR y puestas a disposición a traves de sus geoservicion WFS.

Además, se publicaron todas las capas en cuestión utilizando la herramienta que brinda ArcGIS online. De base se añadió un mapa de OSM y para agregar información oficial se conectó al servicio WMS de IDECOR, que permite sumar capas como los cuarteles de Bomberos Voluntarios, las jurisdicciones de los mismos y las zonas naturales protegidas, a nivel provincial y nacional.

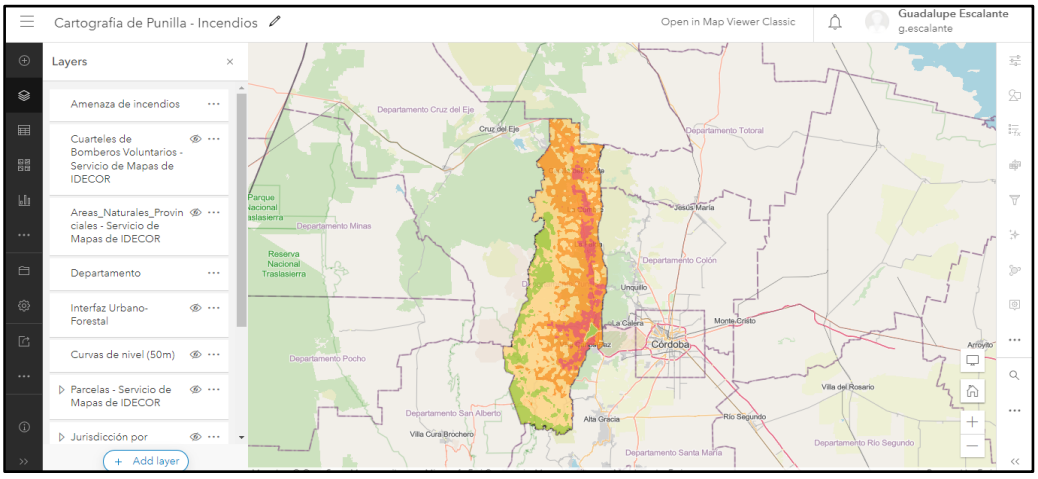


Figura 9. Interfaz de la aplicación

5. CONCLUSIONES

Para el desarrollo de este análisis se pretendió aportar información geográfica que ayude a la toma de decisiones relacionadas al manejo de incendios.

Para esto fue necesario en primer lugar **conectar con los diferentes actores y detectar sus necesidades**. Significó un cruce de datos y la utilización de datos colaborativos. La recolección y modificación de información existente útil para las tareas de los bomberos y el mapeo de nuevas herramientas fueron las principales actividades realizadas.

En el proceso de la realización del trabajo nos encontramos con una serie de limitaciones que tienen que ver con la **calidad y dispersión de la información**. Por un lado la cultura de datos abiertos que, si bien en Córdoba se encuentra ampliamente aceptada respecto a otras provincias del país, no se encuentra totalmente aceptada por los organismos poseedores de datos.

Por otro lado, respecto a los datos que sí se encuentran a disposición en diversas fuentes, esta diversidad trae consigo una amplitud en las características de los datos dispuestos: sistemas y

proyecciones diferentes, distintos niveles de detalle, falta de actualización en los datos, información dispersa en numerosos portales, entre otras.
Sumado a esto, los Bomberos Voluntarios de Córdoba no cuentan con una estructura común donde almacenar datos geográficos.
Durante el proceso de generación de mapeos se entendió que **el procesamiento de un problema geográfico no es algo lineal**, como parece serlo. Cada variable en sí misma conlleva un estudio en sí mismo relacionado a la diversidad mencionada en relación a la calidad y dispersión de los datos existentes.
El resultado final es muy sensible a las fuentes. Es decir, cada proceso de generación de una variable va a determinar el resultado de la misma, y esta a su vez afecta en el resultado final. Los diferentes actores influyen en las variables y definiciones utilizadas, por lo que cada una de ellas puede variar tanto de forma que hay infinitos resultados posibles, dependiendo de los criterios que tome el autor.
En el modelo del proceso del problema se debe lograr captar y enriquecerse con la información de las diferentes fuentes (como lo son IDECOR, los Bomberos Voluntarios, Catastro, el Instituto Gullich) y saber integrar las decisiones del modelo.
Como recomendaciones producto de nuestra experiencia, debemos destacar la **necesidad de que en los organismos públicos se trabaje con datos abiertos siempre dentro de una IDE,** tratando de unificar la información y buscando calidad en los datos. La tecnología trae muchas ventajas consigo y si se utiliza adecuadamente permite producir datos que ayudan a la prevención y acción frente a los fenómenos que atentan contra nuestra calidad de vida, como lo son los incendios forestales, entre otras virtudes.

REFERENCIAS

Argañaraz, J. P., Lighezzolo, A., Clemoveki, K., Bridera, D., Scavuzzo, J.M. y Bellis, L.M. (2018) Operational Meteo Fire Danger System Based On Space Information For Chaco Serrano. *IEEE Latin America Transactions*, 16(3), 975-980. https://doi.org/10.1109/TLA.2018.8358681

Argañaraz, J. [Gulich UNC – CONAE] (25 de noviembre de 2020). *El fuego en la interfaz Urbano-Rural. Un problema para la seguridad humana y la conservación.* [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=leItCywIpw4

Bar-Massada, A., Radeloff, V. C. y Stewart, S. I. (2014). Biotic and Abiotic Effects of Human Settlements in the Wildland–Urban Interface. *BioScience*, 64(5), 429-437. https://doi.org/10.1093/biosci/biu039

Burgan, R. E. y Rothermel, R. C. (1984). *Behave: Fire Behavior Prediction and Fuel Modeling System -- FUEL Subsystem* (General Technical Report INT-167). Ogden, Utah, United States, Department of Agriculture, Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station. https://doi.org/10.2737/INT-GTR-167

Butler, C.P., (1976). The urban/wildland fire interface. California Fire Prevention Notes 10:14.

Goodchild, M. F. (2007). Citizens as voluntary sensors: spatial data infrastructure in the World of Web 2.0. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2, 24-32. https://cir.nii.ac.jp/crid/1573668926013352960

Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba y Provincia de Córdoba. (2020). Mapas de riesgo local para incendios forestales. Estudio piloto. La Granja, provincia de Córdoba). Recuperado de https://www.idecor.gob.ar/wp-content/uploads/2020/12/Informe-Ejecutivo-Riesgo-de-Incendio-La-Granja.pdf

Mari, N. A. (2012). *Diseño de un Sistema de Alerta y Respuesta Temprana a Incendios de Vegetación – SARTiv* [Tesis de maestría, Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario

Gulich", Comisión Nacional de Actividades Espaciales y Universidad Nacional de Córdoba]. https://www.famaf.unc.edu.ar/documents/1320/13-Gulich-Mari.pdf

Pau Costa Foundation. (s.f.). *Manual Escala Primer Nivel.* Pau Costa Foundation. Centro de Capacitación y Programación Crio B. V. Juan Carlos Mulinetti. Federación de Bomberos Voluntarios, Provincia de Córdoba. Recuperado de https://es.scribd.com/document/483748268/Manual-Escala-1r-nivel

Sutherland, M., Tienaah, T., Seeram, A., Ramlal, B. y Nichols, S. (2013). Public participatory GIS, spatial data infrastructure, and citizen-inclusive collaborative governance. In *Spatial Enablement in Support of Economic Development and Poverty Reduction*; Harlan, O., Rajabifard, A., Eds.; GSDI Association Press: Needham, MA, USA, 123–140. Recuperado de: http://gsdiassociation.org/images/publications/Spatial_Enablement_GSDI14_2013.pdf

Radeloff, V. C., Helmers, D. P., Anu Kramer, A, Mockrin, M. H., Alexandre, P. M., Bar-Massada, A., Butsic, V., Hawbaker, T. J., Martinuzzi, S., Syphard, A. D. y Stewart, S. I. (2018). Rapid growth of the US wildland-urban interface raises wildfire risk. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(13), 3314-3319. http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1718850115

Renda, E., Rozas Garay, M., Moscardini, O. D. y Torchia, N. P. (2017). Manual para la elaboración de mapas de riesgo. Programa Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD; Argentina. Ministerio de Seguridad de la Nación. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/manual_para_la_elaboracion_de_mapas_de_riesgo.pdf

Inteligencia Artificial y la potencialidad de las IDE para la visualización de la propagación de incendios forestales activos en la provincia de Córdoba

Julia Mensa Galoppo[1]

[1]Universidad de Buenos Aires. Facultad de Derecho. IALAB. Posgrado Inteligencia Artificial y Derecho. Avenida Figueroa Alcorta 2263, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires.
Tel.: 011-52877100
juliamensa.g@gmail.com

Resumen: Los incendios forestales producen diversos daños al planeta, influyen en el cambio climático, liberan millones de toneladas de C02 anualmente, modifican la biodiversidad, destruyen bosques, producen pérdida de diversas especies, degradan y erosionan los suelos. El combate de los incendios es una tarea compleja ya que el avance del fuego se encuentra afectado por diversos factores: meteorológicos, topográficos, de combustible, entre otros. A partir de diversas consultas a especialistas, el problema identificado trabajar es el desconocimiento del comportamiento de fuegos activos en la Provincia de Córdoba. Dada la existencia de datos abiertos que influyen en la propagación del fuego, se propone construir un modelo de inteligencia artificial de redes neuronales artificiales para la predicción de la propagación de incendios forestales en las Sierras Chicas de la Provincia de Córdoba. A su vez, se sugiere integrar la solución con una IDE que visualice los datos y el comportamiento de incendios en tiempo real, a la que accedan diversos niveles de gobierno, organismos que combaten el fuego y ciudadanía en general.

Palabras Clave: incendios forestales, sistemas de inteligencia artificial, IDE.

1. INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales son una problemática global del presente y del mañana. De acuerdo con el reporte de Environmental Programe (United Nations, 2022) se proyecta que los incendios forestales serán en un futuro más frecuentes e intensos, incrementándose a nivel mundial a un 30 % para finales del año 2050 y a un 50 % para finales del año 2100. En Argentina, a través de Global Forest Watch (2022) es posible observar que tan solo en el lapso de dos años, se registraron 289.662 alertas de alta confianza de incendios a través de las imágenes satelitales provistas por VIIRS. En Córdoba, según la cartografía histórica de 1987 a 2018 realizado por el Instituto Gulich y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE, 2018) tan sólo en las sierras de Córdoba en los últimos 30 años se quemó el 57,9 % del terreno, más de 1.6 millones de hectáreas.
Dentro de los diversos daños que producen los incendios forestales se encuentra el impacto ambiental. Los incendios siguen aumentando los gases invernadero en la atmósfera, en el año 2021 los incendios forestales liberaron alrededor de 1.76 billones de toneladas de carbón (Kayte, 2021). Los incendios forestales causan el 32 % del monóxido de carbono global y el 10 % de las emisiones de metano, así como el 86 % de las emisiones de hollín (Hirschberger, 2016). Los incendios impactan en los bosques nativos, la degradación y erosión de suelos y la pérdida de biodiversidad. También afectan a la biomasa ya que, una vez generados, producen que el bosque se abra e ingrese más luz, lo que promueve el crecimiento de vegetación más arbustal e inflamable

ante futuros incendios. Además, los incendios afectan la capa fértil del suelo y la capacidad de retención de agua, esto a su vez, se conecta con otras problemáticas, como el balance hídrico.
Si bien los incendios son un proceso natural de renovación y generación de ecosistemas, según el estudio Hirschberger (2016), el 96 % de los incendios en el mundo son provocados por el ser humano (ya sea de forma deliberada o involuntaria). Solamente el 4 % de los incendios se producen de forma natural, por ejemplo, por la caída de rayos.
El combate de incendios es una tarea ardua dada la multiplicidad de factores que influyen en la ocurrencia y propagación del fuego. Los incendios se ven afectados por variables dinámicas como las meteorológicas, variables más estáticas como la topografía, cobertura del suelo, entre otras. Luego de diversas consultas realizadas a especialistas en la temática, se ha detectado el siguiente problema: el desconocimiento del comportamiento de incendios forestales activos en la provincia de Córdoba.
A partir de un análisis exploratorio del uso de sistemas de Inteligencia Artificial (IA) en incendios forestales, se propone la construcción de un modelo de redes neuronales artificiales para la predicción de propagación de incendios forestales en la Provincia de Córdoba, particularmente para una zona de las Sierras Chicas de Córdoba, ya que los datos para la construcción del modelo están disponibles.
Paralelamente, se propone la integración de esta solución con una IDE en la que se pueda visualizar el avance de los incendios activos. Esta IDE podría ser utilizada por diversas áreas de gobierno, organismos que combaten el fuego y la ciudadanía en general. La información sobre el movimiento y dirección del fuego es valiosa para los diversos organismos que mitigan incendios ya que ayudaría a gestionar recursos de manera eficiente y elaborar estrategias de combate eficaces.
El presente trabajo se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, aproximaciones teóricas y exploración de casos para estudiar avances y casos de éxito de la aplicación de la IA en la temática; en segundo lugar, un estado de la situación en la Provincia de Córdoba considerando los diversos actores involucrados y fuentes de información disponibles; y finalmente, la presentación de una propuesta para el problema identificado y conclusiones.

2. APROXIMACIONES TEÓRICAS

La inteligencia artificial (IA) puede entenderse como el "aumento de la independencia, la velocidad y la magnitud relacionado con la adopción informática y automatizada de decisiones (...) una 'constelación' de procesos y tecnologías que permiten que las computadoras complementen o reemplacen tareas específicas que de otro modo serían ejecutadas por seres humanos (...)" (Naciones Unidas Asamblea General, 2018). La IA tiene diferentes áreas de desarrollo tales como: representación del conocimiento, razonamiento automatizado, visión por computadora y aprendizaje automático. *Machine Learning* o Aprendizaje Automatizado es aquel que permite que los algoritmos identifiquen dentro un volumen grande de datos, ciertos patrones y hacer predicciones. Los modelos de aprendizaje automatizado se pueden construir desde distintos enfoques de aprendizaje: aprendizaje supervisado, no supervisado, por refuerzo y aprendizaje profundo o *deep learning*[1].
El aprendizaje profundo o *deep learning* aprende de la propia experiencia a través de iteraciones, con reducida intervención humana. Las redes neuronales funcionan como cajas negras, porque los humanos no pueden comprender cabalmente cómo se llega al resultado de una decisión. Las redes neuronales artificiales (ANN) pueden reconocer patrones trabajando con grandes cantidades de datos (*big data*) y pueden procesar datos 'no estructurados' a través de los algoritmos que implementan redes neuronales para reconocer la regularidad de patrones (CORVALÁN, 2021).

Las infraestructura de datos espaciales (IDE) pueden entenderse como el conjunto básico de tecnologías, políticas y acuerdos institucionales destinados a facilitar la disponibilidad y el acceso a la información espacial. Las IDE son una red descentralizada de servidores, de datos y atributos geográficos, metadatos, de visualización de datos espaciales. Tienen por objetivo brindar acceso a la información espacial, a instituciones, sectores empresariales y a la ciudadanía (Capdevila y Subirana, 2004). Las IDE asocian modelos integrados y colaborativos que optimizan la generación, accesibilidad e intercambio de información geoespacial (CEPAL, 2021).

Una IDE está compuesta por los siguientes componentes: político, tecnológico, geográfico y social. El componente político incluye la generación de consensos entre distintos actores y organismos sobre la importancia de trabajar con información georreferenciada y el marco legal. El componente tecnológico se vincula con el lenguaje unificado y la interoperabilidad, la disponibilidad de recursos adecuados de software y hardware y el cumplimiento de estándares internacionales. El componente geográfico, porque ofrecen servicios con determinada funcionalidad basada en información georreferenciada subyacente, metadatos que brindan fiabilidad de los recursos y objetos geográficos básicos considerados como fundamentales en la integración de la información. Y el componente social, considerando todos los actores en juego, tales como productores de datos, proveedores de servicios, desarrolladores, distintos usuarios, entre otros (IDERA, 2022).

Además, las IDE se relacionan con la noción de transparencia y gobierno abierto. En cuanto a la transparencia, siguiendo a Reynoso (2018) las IDE se configuran como un catastro de los objetos de gestión gubernamental, permitiendo que estos sean visibles y sujetos a críticas, evaluaciones de inversiones y ejecución de obras por parte de la sociedad civil, ONG y empresas privadas. De acuerdo a Oszlak (2012), los supuestos de gobierno abierto incluyen: 1) tecnología a disposición que habilite a la comunicación e interacción entre gobierno y ciudadanía de doble vía; 2) la apertura de canales de diálogo e interacción con la ciudadanía, en su aporte al proceso decisorio sobre políticas, en la coproducción de bienes y servicios públicos y en el seguimiento y evaluación de gestión; y 3) el uso de estos canales participativos y el involucramiento de diferentes roles (decisores políticos, productores y contralores).

3. ESTUDIOS DE CASO

El reciente estudio de Wu *et al.* (2022) desarrolla un modelo de propagación de incendios forestales basado en redes neuronales artificiales en la Provincia de Heilongjiang de China. Los autores explican que, al existir una pluralidad de factores e incertidumbres vinculados a la ocurrencia de incendios forestales, utilizar un modelo de regresión linear sería difícil y poco preciso. Esta investigación recopiló datos de incendios forestales históricos en dicho territorio y lo combinaron con otras variables. Para la colección de dichos datos se descargaron imágenes de MODIS (NASA) de las que pudieron recopilar información específica como el modelo de propagación forestal, el área quemada y el proceso de combustión. MODIS permite acceder como mínimo a cuatro escenas por día, con una resolución de 500 m x 500 m, y recolecta datos desde el año 2000. Las reglas de input para las ANN de ocurrencia o no de incendio forestal, fueron: incendio forestal en la cuadrícula como ‘1’ y no se produce ningún incendio forestal en la cuadrícula como ‘0’. Con los datos históricos, utilizaron el índice quemado normalizado (NBR) para identificar áreas quemadas y establecieron un rango de umbrales para el estado de incendios (no quemado, bajo, moderado, alto). Las variables explicativas las agruparon en cuatro grupos: climáticas, terreno, factor de combustible y cobertura del suelo. Dada la compatibilidad del espacio de la celda con los datos del ráster del sistema SIG, a cada celda se le asignó el conjunto de atributos. Previa a la construcción del modelo de propagación de incendios forestales, realizaron el preprocesamiento y tratamiento de datos para normalizar el formato de datos y

eliminar los valores anómalos. Dividieron el conjunto de datos en dos conjuntos, 70 % para entrenamiento y 30 % para la verificación. Finalmente construyeron un modelo basado en una red neuronal de doble capa, multilayer ANN, demostrando que la precisión era aún mayor que otros modelos.

La investigación de Hooda *et al.* (2021) analizó una serie de *papers* que abordan el uso de inteligencia artificial en incendios forestales. Este estudio clasificó los algoritmos utilizados en las investigaciones según el tipo de aprendizaje, se presentan fuentes de información, y características del *dataset*, particularidades del tipo de IA y herramientas y *software* utilizadas. El estudio de Zhuo y Qiu (2009), utilizó reglas de asociación o *association rule mining* utilizando el algoritmo a priori de aprendizaje no supervisado, utilizando herramientas basadas en SQL. Concluyeron que los principales factores que afectan a los incendios son: temperatura, humedad, velocidad del viento y precipitaciones. Jafarzadeh *et al.* (2017) analizaron el riesgo de incendio en la provincia de Ilám, Irán. Trabajaron con datos espaciales. Realizaron un análisis de interpolación para hacer gráficos computacionales (*Digital Elevation Models*). Utilizaron el software ArcGIS para obtener diferentes capas de datos y ENVI para procesar las imágenes geoespaciales.

En cuanto analizar la frecuencia de focos de fuego, Sitanggang y Baehaki (2015) utilizaron el algoritmo de aprendizaje no supervisado *K-means*, buscaron predecir los focos de fuego en días y meses. Lin *et al.* (2018), realizaron un estudio con sensores y monitoreo, aplicaron la técnica de inferencia Fuzzy tomando de parámetros temperatura y humedad.

Abid y Izeboudjen (2019) realizaron un estudio de caso para predecir los incendios forestales en Algeria. El *dataset* estaba conformado por aspectos meteorológicos: humedad relativa, temperatura y velocidad del viento. El modelo predictivo utilizado fueron árboles de decisión, con una etiqueta binaria (fuego o no fuego), la herramienta que usaron fue WEKA. Lo novedoso de este trabajo, es que tienen un *recall* de 0.92 y *accuracy* de 82.92 % muy similar o incluso mejor que otros trabajos que presentaron modelos predictivos más complejos como redes neuronales.

Karouni *et al.* (2014) compararon el desempeño de los árboles de decisión y las redes neuronales artificiales para la detección de incendios forestales en el Líbano con datos meteorológicos del año 2012. A través de los árboles de decisión pudieron detectar atributos más relevantes (temperatura y humedad relativa). Con las redes neuronales artificiales aplicaron dos arquitecturas: red de avance y red en cascada, ambas demostraron buen rendimiento; sin embargo, los autores proponen que para mejorar el modelo se debería ampliar el *dataset*, así como el entrenamiento y testeo.

Por otro lado, la empresa argentina Dymaxion Labs con inteligencia artificial y *computer* visión creó dos herramientas de código abierto, Satproc y Unetseg, a los fines de analizar y detectar áreas quemadas luego de un incendio a través de imágenes satelitales del Sentinel-2. La *start up* brasilera Sintecsys en colaboración con Omdena analizaron imágenes del Amazonas extraídas a partir de sensores de diversas torres, trabajaron con imágenes de día (identificando humo) e imágenes de noche (identificando fuego). Utilizaron dos *dataset*, imágenes con existencia de fuego e imágenes sin existencia de fuego que comenzaron a etiquetar. Utilizaron la herramienta LABELBOX. Una vez etiquetados los datos, realizaron el entrenamiento, la validación y prueba. Finalmente construyeron modelos basándose en diferentes técnicas (*mobilenet, semantic segmentation, convolutional Neural Networks*, entre otras). Sus soluciones lograron detectar entre el 95 % y el 97 % de los focos de incendios reales. IA en foco es una organización cordobesa de conservación ambiental conformada por un grupo de profesionales vinculados a la tecnología que han elaborado un proyecto cuyo objetivo es predecir el comportamiento del fuego, velocidad y avance del incendio una vez generado. Su modelo entrena con datos históricos sobre niveles de viento, humedad, presión atmosférica, información topográfica y previsiones meteorológicas a los fines de considerar factores de crecimiento del fuego y predecir su comportamiento. Tienen por objetivo crear una aplicación que muestre el estado actual de las condiciones del incendio,

generando un mapa dinámico del incendio y su comportamiento a futuro. Como input del modelo tomaron datos previamente recopilados de variables como condiciones climáticas (temperatura, presión atmosférica y humedad), topología del suelo (pendiente, relieve, temperatura y humedad del suelo), vegetación, meteorológicas (fuerza y dirección del viento) y coordenadas geográficas (la zona quemada y foco activo). Sus principales fuentes de información para elaborar el *dataset* fueron: imágenes de la NASA (FIRMS) e información pública (API de *Open Weather, Windfinder, Google Earth*, entre otras). Este proyecto fue seleccionado para la competencia Global Space Nasa 2020 y aún se encuentra en desarrollo.

A partir de este análisis exploratorio, fue posible identificar investigaciones y proyectos en desarrollo que utilizan IA para la detección e identificación de factores que influyen en la emergencia y propagación de incendios forestales.

4. ESTADO DE LA SITUACIÓN

Para analizar el estado de situación, resultó relevante identificar aquellos actores y organizaciones vinculados a la información disponible y la mitigación de los incendios. En el plano internacional encontramos: Naciones Unidas, AI4good, Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA), European Forest Fire Information (EFFIS), Global Wildfire Information System (GEIS). En Argentina y particularmente en Córdoba, la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), el Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich, Universidad Nacional de Córdoba, la Secretaría de Gestión de Riesgo y Catástrofes de la Provincia, Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR), la Federación de bomberos voluntarios de la provincia de Córdoba, Equipo Técnico de Acción ante catástrofes (ETAC), centros de meteorología, entre otros.

European Forest Fire Information (EFFIS) en conjunto con Global Wildfire Information System (GWIS) elaboraron un proyecto que busca brindar diversas fuentes de información existentes para aportar a una visión comprensiva y evaluación de regímenes de fuego y sus efectos. La información satelital disponible tiene distintos usos: para la prevención, detección de fuego y/o focos de calor, evaluación de zonas quemadas para regeneración ambiental, etc. Las fuentes de información disponibles para la detección activa de fuego son: MODIS *Active fires* de la NASA que identifica las zonas del terreno que están más calientes que sus alrededores y las señala como incendios activos, la diferencia de temperatura entre las zonas que están ardiendo activamente con respecto a las zonas vecinas permite identificar y cartografiar los incendios activos, la resolución espacial del píxel de detección de incendios activos de MODIS es de 1 km. Por otro lado, está VIIRS donde la resolución espacial del píxel de detección de incendios activos para VIIRS es de 375 m, VIIRS es capaz de detectar incendios más pequeños y puede ayudar a delinear los perímetros de los grandes incendios en curso.

En Argentina, en 2015 se puso en marcha la aplicación del *Forest Fire Danger Index* (FFDI), un índice meteorológico de riesgo de incendio basado en el modelo empírico australiano desarrollado por McArthur, éste puede servir como herramienta de alerta temprana para la prevención y gestión de incendios forestales para quienes toman decisiones. Por otro lado, CONAE puso a disposición una aplicación - Meteogramas de las variables pronosticadas por el modelo Weather Research and Forecasting - que permite ver la evolución temporal de las variables meteorológicas de ciudades y localidades del país, la CONAE también pone a disposición el catálogo de los focos de calor.

En Córdoba, existe IDECOR (Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba) en conjunto con CONAE y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Observatorio Hidro-Meteorológico de Córdoba (OHMC) y el Instituto Gulich (CONAE-UNC,) ha desarrollado la plataforma GOES 16 cuyo objetivo es monitorear en tiempo casi real (cada 10 minutos, con un retraso de 30 minutos) la evolución de probables incendios intensos y de grandes dimensiones.

IDECOR en conjunto con la Secretaría de Gestión de Riesgo Climático, Catástrofes y Protección Civil y el Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich han elaborado el Mapa de riesgo local para Incendios Forestales Corredor Sierras Chicas y Jesús María (2022) que identifican mapas de amenaza (alta, media y baja; siendo la alta aquella que muestra áreas serranas donde la vegetación es arbustiva, más inflamable ante posibles incendios). IDECOR, a su vez, también realizó el Mapa Relieve Córdoba (2020) desde donde se pueden obtener datos topográficos, el Mapa Vial (2017) y Mapa Cobertura de Suelo (2018)

Además, el Gobierno de la provincia de Córdoba, ha publicado un documento en el que es posible visualizar de acuerdo con la categoría vegetal la cantidad de hectáreas quemadas y el porcentaje afectado por incendios en todo el territorio de la Provincia en el año 2020. Se observa que la cobertura vegetal de matorrales y pastizales son los más afectados.

A partir del análisis del contexto y luego de relevar distintos mapas y fuentes de información, se destaca la accesibilidad y disponibilidad de los datos abiertos en el geoportal de IDECOR para la elaboración de la propuesta.

5. PROPUESTA

Elaborar y evaluar un sistema de inteligencia artificial que permita predecir la propagación de incendios activos en la provincia de Córdoba integrado a una IDE para que diversos organismos y actores que combaten los incendios puedan contar con esta información como fuente para la toma de decisiones estratégicas y gestión de recursos eficiente.

Particularmente, se propone construir un modelo de predicción de propagación de incendios en Córdoba, basado en redes neuronales artificiales. A partir del estudio exploratorio realizado, se considera apropiado implementar la metodología presentada por el reciente estudio de Wu *et al.* (2022), sobre la provincia Heilongjiang de China. Esta investigación analiza diversos modelos y concluye que el modelo de redes neuronales artificiales es el de mayor precisión para predecir series espacio -temporales de propagación del fuego, considerando variables físicas y ambientales. En las siguientes imágenes se puede observar la funcionalidad del modelo ANN en comparación con un incendio real. En la Figura 1 se presentan tres momentos: 1 (a) y (b), 2 (c) y (d); y 3 (e) y (f). Las 3 imágenes de la izquierda pertenecen a un incendio real y las de la derecha lo que predijo el modelo.

La tecnología de simulación basada en ráster permite visualizar espacial y temporalmente la propagación del fuego. Esta solución, provee información valiosa porque permite entender la expansión de los incendios, lo que puede ayudar a los diversos organismos que combaten el fuego a planificar sus operaciones y estrategias con dicha información. La propagación de incendios se encuentra influenciada por factores dinámicos (meteorológicos) y estables (como aspectos de la topografía y cobertura vegetal). Wu *et al.* (2022), proponen trabajar con imágenes satelitales históricas de incendios (para reconocer la ocurrencia o no ocurrencia de un incendio en una determinado ráster) y analizar cuatro grupos de variables: factores meteorológicos, factores topográficos, factores de combustible, factores del terreno.

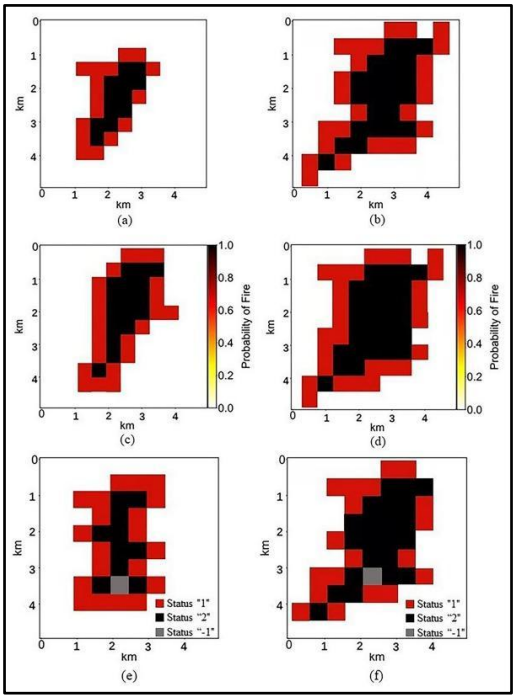


Figura 1. *F*uncionalidad del modelo ANN. Fuente: Wu *et al.* (2022)
Simulation of forest fire spread based on artificial intelligence.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X22001248?via%3Dihub

A los fines de presentar de manera ordenada la propuesta, se proponen los siguientes pasos: 1) generación del *dataset*, 2) preprocesamiento, 3) división del *dataset*, 4) entrenamiento y 5) evaluación de rendimiento del modelo.

1) Generación del dataset

En primer lugar, generar el *dataset*, identificando las distintas variables que afectan los incendios y las fuentes de información para obtener datos. A modo resumen se propone trabajar con las variables que se definen en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables

Tipo de variables	Variable	Fuente
Factores climáticos-meteorológicos	Humedad relativa	WorldClim y Terra Climate utilizando Google Earth Engine https://earthengine.google.com/
	Temperatura	
	Precipitación	
	Velocidad de viento	
	Dirección del viento	
Factores topográficos	Inclinación	Mapa de Relieve Córdoba, IDECOR (2018) https://idecor.cba.gov.ar/usaste-el-mapa-de-relieve-en-mapascordoba/
	Elevación	
Factor combustible	Cobertura de vegetación	Mapa Covertura de suelo, IDECOR (2018) por 1 ha. https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/302/view
	Contenido de agua superficial	
Factores del terreno	Autopistas	Mapa Vial, IDECOR (2021) https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/302/view
	Rutas	
	Asentamientos urbanos	Open Street Map https://www.openstreetmap.org/#map=12/-30.8629/-64.4049
	Lagos	
	Ríos	

Para comenzar, se sugiere seleccionar una zona dentro de la provincia de Córdoba de la que se pueda recopilar datos de incendios históricos, datos meteorológicos y datos de factor combustible y datos del terreno.

Datos de incendios históricos para identificación de las zonas en las que se produjeron la mayor cantidad de incendios forestales. Esta información permite entrenar al modelo en la detección de ocurrencia o no ocurrencia de incendio en una determinada área. Se sugiere utilizar las imágenes satelitales de MODIS ya que esta información es de libre acceso y permite análisis en tiempo real y series históricas. Se sugiere también considerar para la detección de ocurrencia de incendios las herramientas Satproc y Unetseg de código abierto que puso a disposición la empresa argentina Dymaxion Labs. Los datos meteorológicos por considerar son: humedad relativa, temperatura, precipitaciones, velocidad del viento y dirección del viento. La fuente de dichos datos son World Clim y Terra Climate. Se considera que podrían incorporarse nuevas fuentes de información meteorológica que tengan medición de dirección y velocidad del viento históricas. Para la construcción del modelo se necesitan datos históricos que permitan con una frecuencia temporal de actualización de información cada una hora. El factor climático es dinámico, por lo que es fundamental para la construcción del modelo, obtener el registro histórico de las variaciones meteorológicas a través del tiempo. Los datos topográficos: inclinación y elevación. La inclinación influye en la transferencia de calor y radiación, en cuanto a la elevación a medida que aumenta la altitud la temperatura disminuye gradualmente. La fuente de información para dichos datos es el Mapa de Relieve Córdoba (2020) de IDECOR. Para los datos del factor combustible: tipo de cobertura de vegetación y contención de agua. A través del mapa Cobertura de Suelo de IDECOR (2018). Los datos del terreno, tales como existencia de carreteras, autopistas, zonas residenciales, lagos, a través del Mapa Vial de IDECOR y de Open Street Map.

Dentro de la provincia de Córdoba, se propone seleccionar una parte del territorio para la construcción del modelo. En principio, se ha detectado que las Sierras Chicas de Córdoba, son el territorio que tiene mayor cantidad de datos recopilados históricos: El Instituto Gulich, dependiente de la UNC y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), realizaron una cartografía de los incendios que afectaron las sierras chicas de Córdoba entre 1987 y 2018 (Figura 2). Las imágenes fueron trabajadas y procesadas en la Terrena Córdoba del Centro Espacial “Teófilo Tabanera” de CONAE en la localidad Falda del Cañete. La cartografía la realizaron comparando pixel por pixel utilizando *Burned Area Mapping Tool* (BAMT) en la

plataforma Google Earth Engine. En la Figura 2 se puede observar la cantidad de incendios y el acumulado anual de superficie afectada por el fuego desde el año 1988 al año 2018.
A su vez, existe el Mapa de riesgo local para incendios forestales del corredor Sierras Chicas y Jesús María (2022) surge de la combinación de mapas de caracterización de amenaza y mapas de análisis de vulnerabilidad. Particularmente, el mapa de amenaza puede proveer datos de suma utilidad para la construcción del modelo propuesto. Este mapa incluye factores antrópicos (distancia a centros poblados, densidad de población, accesibilidad, distancia a basurales y tendido eléctrico) y factores ambientales (distancia a cursos y cuerpos de agua, relieve, tipo de cobertura de suelo, tiempo desde el último fuego).

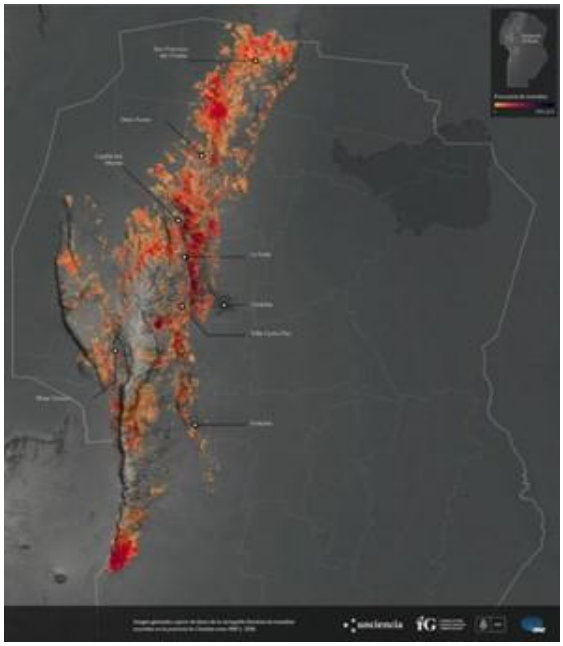


Figura 2. Incendios en las Sierras Chicas de Córdoba entre 1987 y 2018.
Fuente: Instituto Gulich, UNC (2018) https://unciencia.unc.edu.ar/medioambiente/el-instituto-gulich-cartografio-los-incendios-que-afectaron-las-sierras-de-cordoba-entre-1987-y-2018/

2) Preprocesamiento
En esta etapa se propone garantizar la armonización de los datos para construcción del modelo multidimensional de redes neuronales artificiales.
El sistema toma como input diversas variables y fuentes de información, por lo que se deben curar los valores de cada dato. Además, al trabajar con datos geoespaciales, es importante normalizar la resolución del ráster para todas las variables. Los datos podrían trabajarse en R y Google Engine.
3) División del dataset
Aquí se propone dividir el *dataset* en dos partes, el 70 % de los datos para el entrenamiento del modelo y el 30 % para verificar la precisión de los modelos.
4) Entrenamiento de modelo y selección
Se propone utilizar un modelo de redes neuronales artificiales que permita estimar la evolución espaciotemporal de la propagación del fuego. La Figura 3 ilustra el modelo propuesto, los cuatro grupos de variables explicativas anteriormente mencionadas corresponden a los *inputs layers*.

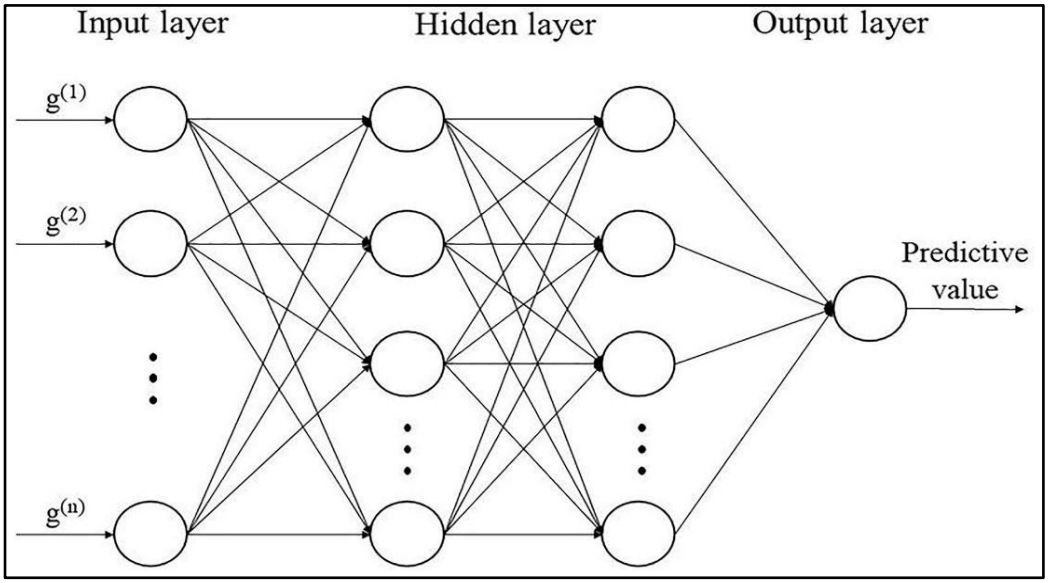


Figura 3. Modelo de redes neuronales artificiales. Fuente: Wu *et al.* (2022) Simulation of forest fire spread based on artificial intelligence.
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X22001248?via%3Dihub

Wu *et al.* (2022) comparan el modelo ARN con otros, como el modelo CA multidimensional, donde cada celda tiene su propio conjunto de datos discretos en diferentes momentos. De acuerdo a los diferentes patrones de comportamiento del fuego y las reglas de transferencia que se identifiquen en cada celda, se puede determinar el proceso de propagación de un incendio. Luego de comparar la *average accuracy*, *sensitivity* y *F-measure*, los investigadores concluyeron que el modelo de redes neuronales artificiales fue el que mayor tuvo mejor desempeño para la predicción. Para el caso de las Sierras Chicas de Córdoba, se sugiere también comparar diversos modelos para evaluar cuál es el de mayor precisión para Córdoba.

5) Evaluación de rendimiento del modelo

Como último paso, se propone la evaluación de rendimiento del modelo con un caso de incendio real en Córdoba. En esta etapa se utilizan el 30 % de los datos guardados para testear el modelo de predicción de propagación del incendio.

6. POTENCIALIDAD DE INTEGRACIÓN CON UNA IDE

La viabilidad de la construcción de la propuesta anteriormente presentaba se debe a la existencia de los datos abiertos de las diversas variables que afectan el comportamiento de los incendios forestales. En este trabajo se propone tomar diversos datos de Mapas Córdoba en el geoportal de IDECOR, entre ellos: el mapa de Relieve (2018), Mapa Cobertura de suelo (2018), Mapa Vial (I2021), Mapa de riesgo local para Incendios Forestales Corredor Sierras Chicas y Jesús María (2022). Actualmente, todos estos mapas están disponibles y son de libre acceso dentro de la misma plataforma de IDECOR. Esta situación, permitió visualizar la potencialidad que existe en la integración del modelo (de predicción de propagación de incendios) con la construcción de una IDE que permita visualizar el comportamiento de incendios activos en tiempo real y los datos vinculados a ello.

La disponibilidad de datos centralizados en una IDE sobre el comportamiento de incendios activos en la Provincia de Córdoba permitiría que diversas áreas de gobierno, organismos que combaten el

fuego, cuarteles de bomberos puedan utilizar la información para el diseño de estrategias y gestión de recursos. La información podría utilizarse en cualquier época del año y por cualquier actor interesado en conocer sobre incendios forestales, podría aportar en el diseño de políticas públicas y en las diversas funcionalidades que le puede dar la ciudadanía en general.
Además, una IDE sobre incendios forestales en la Provincia de Córdoba, promovería la trasparencia y el gobierno abierto. Abriría la comunicación de doble vía entre ciudadanía y gobierno sobre la temática, donde existirían canales de interacción, control y monitoreo sobre la gestión y combate del fuego; desempeñándose la ciudadanía en roles de decisión política, producción y control.

7. CONCLUSIONES

Los incendios forestales producen diversos daños al planeta, afectan al medio ambiente y al cambio climático liberando CO2 a la atmósfera, producen la pérdida de bosques, reducen la biodiversidad, degradan y erosionan los suelos. El combate de los incendios es una tarea compleja ya que el avance del fuego se encuentra afectado por diversos factores: meteorológicos, topográficos, de combustible, entre otros. Luego de diversas consultas realizadas, la problemática identificada es el desconocimiento del comportamiento de incendios forestales activos en la provincia de Córdoba.
Luego de un análisis de los avances de IA en incendios forestales y un estudio exploratorio de los datos disponibles de Córdoba, se concluyó que sería posible construir un modelo de redes neuronales artificiales para predecir la propagación de los incendios forestales en la zona de Sierras Chicas de la Provincia de Córdoba, Argentina. Se consideraron cuatro grupos de variables para explicar la ocurrencia o no del fuego: factores meteorológicos (humedad relativa, temperatura, dirección y velocidad del viento), topográficos (relieve, inclinación), de combustible (cobertura de vegetación y contenido de agua superficial) y del terreno (autopistas, rutas, asentamientos urbanos, lagos, ríos). Se propuso implementar el modelo realizado por Wu. *et al.* (2022) de la provincia de Heilongjiang de China, un modelo de redes neuronales artificiales de variables multidimensionales para predecir y visualizar espacial y temporalmente la ocurrencia de la línea de fuego en un determinado ráster. Además de las fuentes propuestas, se sugiere analizar otras fuentes de datos meteorológicos que permitan obtener datos históricos sobre velocidad y dirección del viento. Uno de los desafíos observados para la construcción del modelo para las Sierras Chicas de Córdoba es la centralización y armonización de los datos.
En la construcción del modelo se tomaron datos abiertos principalmente de Mapas Córdoba, en el geoportal de IDECOR. Esto permitió visualizar el potencial que existe en la integración del modelo propuesto con la construcción de una IDE sobre incendios forestales activos en la Provincia de Córdoba. Los datos y la información centralizada en una IDE, aportaría a los diversos organismos que combaten incendios en la gestión eficiente de recursos y elaboración de estrategias eficaces. Además, potencialmente abriría un canal en el que la ciudadanía podría interactuar con el gobierno y monitorear la gestión y combate del juego.

NOTAS

(1) Respecto a la noción de *deep learning*: “El avance actual en IA se remonta a 2012, cuando Geoffrey Hinton y sus colaboradores sorprendieron al mundo académico demostrando el poder de las redes neuronales convolucionales profundas (*deep convolutional neural networks*) usadas para la clasificación de imágenes (Allen, 2015). Estas no se basan en sistemas expertos alimentados con patrones identificados (conocimiento, gramática, reglas de decisión, entre otros), sino en algoritmos de aprendizaje de máquina (*machine learning*) que descubren patrones.” Véase en: Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, “Datos, algoritmos y políticas: la

redefinición del mundo digital (LC/CMSI.6/4)", Santiago de Chile, 2018, p. 171. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43477/7/S1800053_es.pdf.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece profundamente la disposición de miembros de diversos organismos e instituciones que colaboraron en brindar información sobre los datos disponibles y diversas aristas de los incendios forestales. Particularmente, a miembros de la Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (IDECOR), la Secretaría de Riesgo Climático y Catástrofes de la Provincia de Córdoba, empresas y organizaciones especialistas en la temática.

REFERENCIAS

Abid, F., y Izeboudjen, N. (2019). *Predicting Forest Fire in Algeria Using Data Mining Techniques: Case Study of the Decision Tree Algorithm*. In International Conference on Advanced Intelligent Systems for Sustainable Development, pp. 363-370

Abnet K. (2021). This is how much carbon wildfires have emitted this year'', World Economic Forum. Disponible en: https://www.weforum.org/agenda/2021/12/siberia-america-wildfires-emissions-records-2021/

Anshul Hooda *et al.* (2021) A comprehensive review on prediction and detection of forest fires using Machine Learning Algorithms", EasyChair Preprint, N 6334, Deemed University. Disponible en: https://easychair.org/publications/preprint_open/v7RB [accedido 10 de marzo 2022].

BID, INTAL. (2018). *Algoritmolandia. Inteligencia Artificial para una integración predictiva e inclusiva de América Latina*, Editorial Planeta, año 2018, p.41 Disponible en: https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Revista-Integraci%C3%B3n-Comercio-A%C3%B1o-22-No-44-Julio-2018-Algoritmolandia-inteligencia-artificial-para-una-integraci%C3%B3n-predictiva-e-inclusiva-de-Am%C3%A9rica-Latina.pdf [accedido 11 de marzo 2022].

Capdevila i Subirana, J. (2004) *Infraestructura de datos espaciales (IDE). Definición y desarrollo actual en España*, Scripta Nova, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales Universidad de Barcelona. Disponible en: https://raco.cat/index.php/ScriptaNova/article/view/373348 [accedido 10 abril 2022].

CEPAL (2018) Datos, algoritmos y políticas: la redefinición del mundo digital (LC/CMSI.6/4), Santiago de Chile, p. 171, disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43477/7/S1800053_es.pdf

Chris Huntingford *et al.* (2019). Machine learning and artificial intelligence to aid climate change research and preparedness", Environ, IOP Publishing Ltd, es. Lett. 14 124007. Disponible en: https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab4e55/meta [accedido 3 de marzo 2022].

Corvalán Juan G. *et al.* (2021). Informe. Seis Niveles de Automatización. p.11 y p.12. Disponible en: https://ialab.com.ar/wp-content/uploads/2021/04/Informe.-Seis-niveles-d+e-automatizacion.pdf [accedido 20 febrero 2022].

Corvalán Juan Gustavo (2019). Prometea, Inteligencia Artificial para transformar organizaciones públicas", Editorial Astrea, DPI e IMODEV, Buenos Aires, Disponible en: https://ialab.com.ar/wp-content/uploads/2019/05/prometea_oea.pdf [accedido 3 marzo 2022].

Estevez Elsa *et al.* (2020). PROMETEA: Transformando la administración de justicia con herramientas de inteligencia artificial. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, p.78 Disponible en: https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/PROMETEA-

Transformando-la-administracion-de-justicia-con-herramientas-de-inteligencia-artificial.pdf [accedido 15 febrero 2022].

Ethan Weber *et al.* (2020). Detecting natural disasters, damage, and incidents in the wild" ECCV: European Conference on Computer Vision, Lecture Notes in Computer Science, 12364, Springer International Publishing, pp. 331-350. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-58529-7_20 [accedido 20 febrero 2022].

Gobierno de la Provincia de Córdoba (2020). Incendios 2020 Provincia de Córdoba. Informe Diagnóstico Análisis de Información Geográfica, Córdoba. Disponible en: https://secretariadeambiente.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2020/12/INFORME-INCENDIOS-2020-Provincia-de-C%C3%B3rdoba-1.pdf [accedido 2 marzo 2022].

IDERA (2022) Introducción a las IDE. Disponible en https://www.idera.gob.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=530&Itemid=703 [accedido 14 abril 2022].

Hu, L. *et al.* (2009) Application of apriori algorithm to the data mining of the wildfire. Sixth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. IEEE. Vol. 2, pp. 426-429.

IALAB (2019) Inteligencia Artificial y Robótica. Recomendaciones de Organismos Internacionales. IALAB, UBA, Buenos Aires.

Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (2017) Mapas Vial Córdoba, 2021. Disponible en: https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/336/view [accedido 5 de marzo 2022].

Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (2018) Mapa Cobertura y uso de Suelo, Córdoba, Disponible en: https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/22/view [accedido 3 de marzo 2022].

Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (2020) Mapas de Relieve Córdoba, Córdoba, Disponible en: https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/79/view [accedido 3 de marzo 2022].

Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (2022) Mapas de Riesgo Local para Incendios Forestales Corredor Sierras Chicas y Jesús María, Córdoba, 2022. Disponible en: https://idecor.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2022/03/Informe-Riesgo-marzo2022.pdf [accedido 1 de abril 2022].

Instituto Mario Gulich (2018) Elaboración de datos de Incendios 1987/2018 para las Sierras Chicas de Córdoba mediante imágenes Landsat. Disponible en https://ig.conae.unc.edu.ar/elaboracion-de-la-base-de-datos-de-incendios/ [accedido 3 de marzo 2022].

Jafarzadeh, A. *et al* (2017). *Evaluation of forest fire risk using the Apriori algorithm and fuzzy c-means clustering*. Journal of forest Science, 63(8), 2017, p. 370-380.

Karouni, A. *et al.* (2014). *Applying decision tree algorithm and neural networks to predict forest fires in Lebanon*, Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 63, 2014, pp. 282-291. [accedido 15 de marzo 2022].

La Voz del Interior. Colautti, Fernando. 19/8/2021. Incendios: 10 claves de por qué se nos quema Córdoba", La Voz del Interior, Disponible en: https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/incendios-sin-control-10-claves-sobre-por-que-se-nos-quema-cordoba/ [accedido diciembre 2021].

Learned-Miller, E. (2014). Introduction to Supervised Learning, Department of Computer Science University of Massachusetts, Amherst, p. 2. Disponible en: https://people.cs.umass.edu/~elm/Teaching/Docs/supervised2014a.pdf. [accedido 20 de

marzo 2022].
LeCun, Y. (2018). Deep Learning and the Future of Artificial Intelligence". Conferencia Green Family Lecture Series del Institute for Pure and Applied Mathematics, UCLA. Los Angeles, California. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=RM-Jtc2ryfM [accedido febrero 2022].
Mari Nicolas y Pons Diego. 2020. Incendios Córdoba 2020. Centro Regional Córdoba. Evaluación de emergencia agropecuaria. INTA. Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, Argentina, Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_informe_de_emergencias_por_incendios_cordoba_2020.pdf [accedido 20 de marzo 2022].
OGC (2018). The OGC's Role in Government & Spatial Data Infrastructure.
Patricia Andrews *et al.* (2007) Predicting Wildfires'', Scientific American, Estados Unidos, Disponible en: https://www.fs.fed.us/rm/pubs_other/rmrs_2007_andrews_p001.pdf [accedido 20 febrero 2022].
Open Geospatial Consortium (2022) http://www.opengeospatial.org/domain/gov_and_sdi#responsibility [accedido 10 abril 2022].
Oszlak, O. (2012). Por una gestión pública más transparente, participativa y colaborativa, VIII Conferencia Anual INPAE, Puerto Rico. Disponible en: http://www.oscaroszlak.org.ar/gallery/gobierno%20abierto%20promesas,%20supuestos,%20desaf%C3%ADos.pdf [accedido 13 abril 2022].
Resolución Nº 73/348 de la Asamblea General (2018). *Promoción y protección del derecho a la libertad de opinión y expresión* A/73/348 (29 de agosto de 2018), considerando 3, disponible en: http://undocs.org/es/A/73/348 [accedido 10 de abril 2022].
Reynoso, L. (2018). Hacia Nuevas Prácticas en Gobierno Abierto y Electrónico: IDE, Transparencia y Participación Ciudadana. Libro XII Jornadas IDERA. Disponible en: https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/jornadas/XIII_SanJuan/Libro_Ponencias_XIII_IDERA_SanJuan_OK.pdf [accedido 10 de abril 2022].
Sitanggang, I. S. y Baehaki, D. (2015). *Global and collective outliers detection on hotspot data as forest fires indicator in Riau Province, Indonesia.* In 2015 2nd IEEE International Conference on Spatial Data Mining and Geographical Knowledge Services (ICSDM), IEEE, pp. 66-70.
United Nations Environment Programme (2022). *Spreading like Wildfire – The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires. A UNEP Rapid Response Assessment*, Nairobi, Disponible en: https://www.unep.org/resources/report/spreading-wildfire-rising-threat-extraordinary-landscape-fires [accedido 10 de febrero 2022].
UNCiencia (2021) El Instituto Gulich cartografió los incendios que afectaron las sierras de Córdoba entre 1987 y 2018. Disponible en: https://unciencia.unc.edu.ar/medioambiente/el-instituto-gulich-cartografio-los-incendios-que-afectaron-las-sierras-de-cordoba-entre-1987-y-2018/#una-comparacion-pixel-por-pixel-en-la-nube [accedido 10 de febrero 2022].
Zechuan Wu *et al.* (2022) Simulation of forest fire spread based on artificial intelligence, Ecological Indicators, Volume 136, 108653, ISSN 1470-160X, China, Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108653. [accedido 20 de marzo 2022].

Herramientas IDE aplicadas a mapas de riesgo local ante incendios forestales en el Corredor Sierras Chicas, Córdoba

Daihana Soledad Argibay[1], Claudio Vignetta[2], Ariel Chaves[2], Mario Piumetto[3,4] y Luz Fuentes[4]

[1]Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBiV, CONICET-UNC). Av. Vélez Sarsfield 1611, Córdoba (5016), Córdoba. Tel.: 0351 5353800 Int. 30007.
[2]Secretaría de Gestión de Riesgos Climáticos, Catástrofes y Protección Civil (SGRCCyPC), Ministerio de Seguridad. Avenida Ricchieri esquina Gobernador Roca, 1° piso, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.: 0351 4438843.
[3]Centro de Vinculación de Estudios Territoriales, Facultad Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Vélez Sarsfield 1611, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.: 0351 5353800.
[4]Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR). Ministerio de Finanzas. Rivera Indarte 748, Córdoba (5000), Córdoba.
dargibay@imbiv.unc.edu.ar; {Claudio.Vignetta; ArielGustavo.Chaves; MarioAndres.Piumetto}@cba.gov.ar

Resumen: Ante los inminentes efectos del cambio climático en el ambiente, y con el fin de actuar para su mitigación y para la reducción de riesgos de desastres, resulta primordial el trabajo conjunto e integrado de los organismos de gobierno competentes. En esta ocasión, presentamos los mapas de riesgo local ante incendios forestales como resultado de la articulación entre la Secretaría de Gestión de Riesgos Climáticos, Catástrofes y Protección Civil (SGRCCyPC), el soporte técnico de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR), organismos nacionales y la participación de gobiernos municipales y fuerzas vivas locales. El proyecto consiste en elaborar mapas de riesgo utilizando datos y herramientas provistas por la IDE provincial, considerando estudios y análisis realizados por organismos con interés y competencia en las áreas específicas, que permiten la construcción de las variables de vulnerabilidad y amenaza frente a incendios forestales. De este modo, es posible reducir costos, tiempos y esfuerzos evitando duplicidad de datos, facilitando la producción y validación de un modelo propio de la provincia de Córdoba, a partir del cual, los mapas resultantes permiten identificar y jerarquizar zonas de riesgo frente a incendios potenciales, fundamentales para adecuar la gestión en prevención y acción.

Palabras Clave: IDE, amenaza, vulnerabilidad, riesgo, incendios forestales

1. INTRODUCCIÓN

Con el advenimiento del cambio climático se pronostican escenarios de aumentos en la frecuencia y severidad de eventos extremos, como lo son los incendios forestales (Barros *et al.*, 2015). Para encarar esta realidad, es necesario hacer hincapié en actividades de mitigación y reducción del riesgo trabajando en la prevención de efectos adversos ante desastres. Una de las estrategias para enfrentar esta situación es la construcción de los mapas de riesgo para zonificar y jerarquizar áreas de actuación (Narváez *et al.*, 2009).

Los mapas de riesgo son representaciones cartográficas que permiten visualizar la distribución de determinados riesgos de desastre en un territorio específico (Renda *et al.*, 2017). Los mapas de riesgo surgen de la combinación de mapas de caracterización de amenaza y mapas de análisis de vulnerabilidad, cada uno de los cuales se forma a partir de la integración de indicadores predefinidos para ciertas localidades y su población en particular. Para la elaboración de estos indicadores es de fundamental importancia la utilización de datos oficiales, con ciertos controles de calidad que permitan asegurar la obtención de resultados veraces.

Particularmente, se caracteriza a la amenaza como el factor externo representado por la probabilidad que ocurra un fenómeno o un evento adverso, en un momento y lugar específico, con una magnitud determinada y que podría ocasionar daños a las personas, a la propiedad, la pérdida de medios de vida, trastornos sociales, económicos y/o ambientales. Además, el análisis de la vulnerabilidad es definido como el factor interno de un individuo, comunidad o sistema. Comprende las características de la sociedad acorde a su contexto que la hacen susceptible de sufrir un daño o pérdida grave en caso de que se concrete una amenaza (Renda et al., 2017).

Es importante resaltar que, a nivel nacional, en 2017 se crea el Sistema Nacional para la Gestión Integral del Riesgo y la Protección Civil (Ley N° 27.287), al cual la Provincia de Córdoba adhirió mediante la Ley 10.463. El objetivo de este Sistema es "integrar las acciones y articular el funcionamiento de los organismos del Gobierno nacional, los Gobiernos provinciales, de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y municipales, las organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil, para fortalecer y optimizar las acciones destinadas a la reducción de riesgos, el manejo de la crisis y la recuperación (art. N° 1)". Además, entre los alcances principales, se establece la necesidad de "desarrollar y mantener actualizado un mapa federal de Gestión Integral del Riesgo".

En este marco, desde 2020 la SGRCCyPC, con el soporte técnico de IDECOR, lleva adelante la ejecución del programa provincial de mapas de riesgo local, en colaboración con comunas, municipios, organismos provinciales y nacionales. A los fines, se generaron convenios y articulaciones para la obtención de información oficial, relevamiento de datos e incorporación y formación de recursos humanos.

El presente trabajo busca destacar los aspectos positivos y buenas prácticas de la articulación y vinculación entre distintas reparticiones y organismos de gobierno (nacional, provincial y local) y la IDE provincial. Así mismo, se pretende también visibilizar la potencialidad de una IDE, no sólo como herramienta facilitadora en un proceso de elaboración de mapas temáticos de este alcance, sino también como espacio de vinculación entre distintas esferas del conocimiento.

Desde una perspectiva metodológica, estos mapas se transforman en una herramienta de análisis esencial para la identificación y jerarquización de zonas de riesgo frente a diferentes peligros potenciales. Son recursos fundamentales para la prevención, adecuando la gestión del territorio a las condiciones restrictivas para su ocupación y como factor clave a la hora de determinar las áreas a intervenir.

Es de destacar también que a partir de la adhesión de los países al Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres y la propuesta de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), ambos a partir del 2015 donde se propone el empoderamiento de las autoridades y recursos locales junto al desarrollo de salud y bienestar, ciudades y comunidades sostenibles y alianzas para lograr los objetivos como iniciativas que sirvan de guía para el desarrollo humano de manera inteligente, sustentable y con equidad en los derechos humanos y ambientales también se ven promovidos por la innovación, progreso y resiliencia de estas herramientas en el desarrollo en estas mismas localidades.

2. METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio

El trabajo fue realizado en las localidades de Saldán, Villa Allende, Mendiolaza, Unquillo, Río Ceballos, Salsipuedes, El Manzano, Villa Cerro Azul, Agua de Oro y La Granja (departamento Colón, Provincia de Córdoba). Además, se completó la región con las reservas naturales asociadas a estas ciudades (Figura 1).

Las localidades se encuentran en el faldeo oriental del cordón montañoso llamado Sierras Chicas, que se dispone de norte a sur, con marcada presencia de actividades turísticas. Se trata de ciudades satélites o dormitorios de la urbe cordobesa que se caracterizan por tener grandes áreas de interfase urbano-rural. Esto se define como una zona de transición entre la naturaleza y la tierra desarrollada por la actividad humana, un área donde un entorno construido se encuentra o se mezcla con un entorno natural, por lo cual corren un mayor riesgo ante incendios forestales (Argañaraz *et al.*, 2017).

En comparación con los demás sistemas montañosos que componen las sierras de Córdoba, el de Sierras Chicas es el que mayor afectación por incendios presenta. Entre los años 1999 y 2017 se quemaron más de 300 mil hectáreas, abarcando aproximadamente 38 % del territorio (Marinelli *et al.*, 2019). La mayor proporción de los incendios es de origen antrópico, es decir, son originados accidental o intencionalmente por acción humana. Es muy baja la probabilidad de ocurrencia y propagación de incendios naturales, producto de la ignición por rayos (Jaacks, 2014).

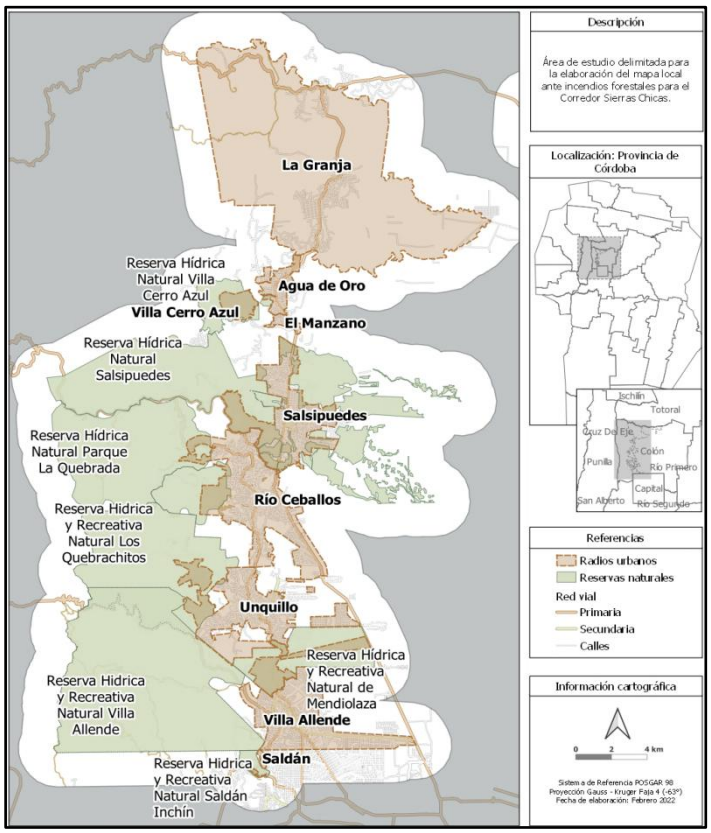


Figura 1. Área de estudio. En naranja se pueden observar los radios urbanos de los municipios y en verde los límites de las reservas naturales

2.2 Construcción de indicadores

La obtención del mapa de riesgo local ante incendios forestales se basa en el cálculo de sus dos componentes principales, la amenaza y la vulnerabilidad. A los fines de facilitar y simplificar el cálculo, se omiten valores representativos de tiempo de exposición y capacidad de respuesta. Cada uno de estos componentes se forma a partir de la combinación de diferentes indicadores escogidos particularmente para cada sitio objetivo. Es decir, se debe conocer cuáles son los factores que influyen tanto en la amenaza de incendios como en la vulnerabilidad social que es afectada por esa amenaza. En la Figura 2 se puede observar la estructuración de cada uno de los indicadores que componen los factores para la construcción de estos componentes.

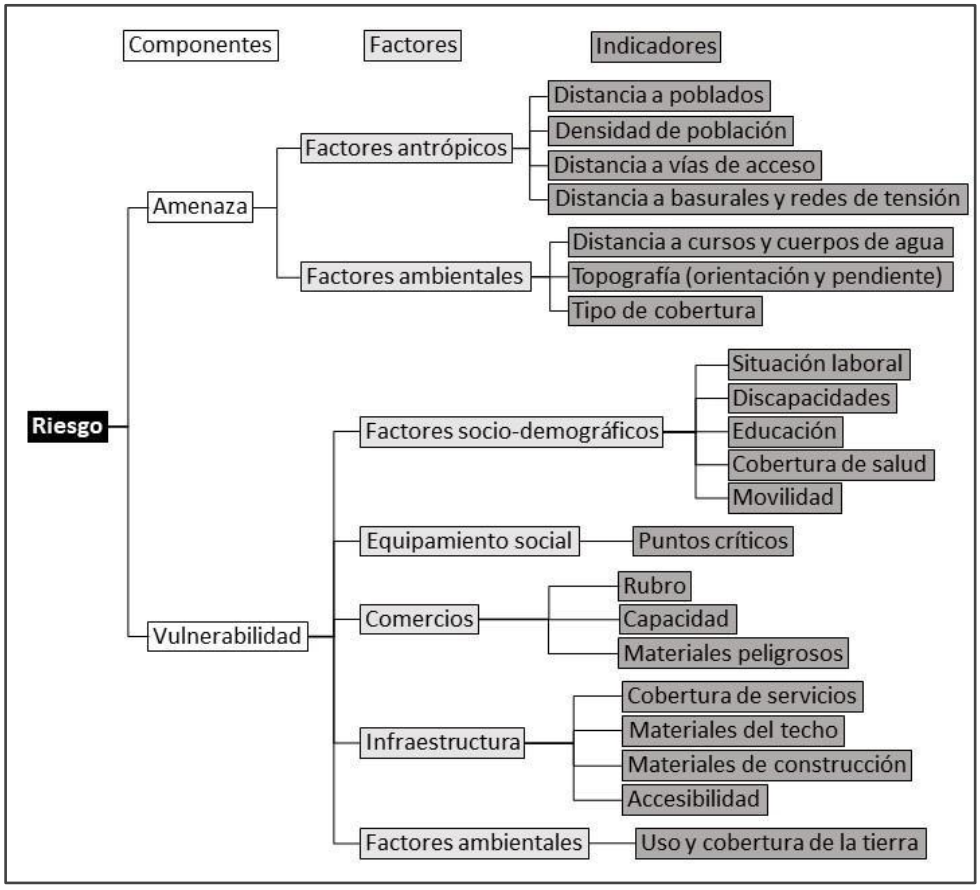


Figura 2. Esquema de representación de indicadores (en gris oscuro) que conforman los factores (en gris claro) que construyen los componentes (en blanco) principales del riesgo

El aporte de cada indicador para la construcción de los factores y componentes no es el mismo, sino proporcional a su importancia en la probabilidad de ignición o dispersión del incendio, o en función a la afectación o capacidad de recuperación o resiliencia de la sociedad. Se calcularon coeficientes de ponderación de cada indicador por medio del método Proceso de Análisis

Jerárquico (Saaty, 1987), el cual consiste en la toma decisiones sobre la importancia de cada indicador para el cálculo de la vulnerabilidad y para la representación de la amenaza ante incendios en relación con los demás indicadores.

Amenaza: Factores antrópicos

Distancia a centros poblados: Definida por los polígonos de mancha urbana que delimitan los aglomerados urbanos. Las categorías se establecen a partir de zonas de amortiguamiento de ancho variable para cada categoría. La zona interna de las manchas urbanas representa una amenaza baja, pero el borde de la misma representa una amenaza alta que va disminuyendo a medida que aumenta la distancia al mismo.

Densidad de población: Debido a que los últimos datos oficiales de población son del Censo de 2010, se realizó una estimación a partir de la construcción de la variable "edificaciones", utilizando la base parcelaria con declaración de mejora e información de superficie construida detectada a partir de imágenes satelitales. A partir de ellos, se estimó la cantidad de habitantes considerando la relación obtenida del Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda 2010[1] y del Precenso de Viviendas 2020[2]. Posteriormente, se construyó una grilla en la extensión del área y a cada celda se le asignó la cantidad de edificaciones correspondiente y calculó la cantidad de habitantes según el parámetro de relación definido por los radios censales. Finalmente, se estimó la densidad de población (hab/km²).

Distancia a vías de acceso: Se complementó la red vial oficial (red nacional, vías provinciales y vías primarias, secundarias y terciarias) con calles, caminos internos y senderos de OpenStreetMap, y luego se aplicaron buffers para asignar las categorías de amenaza.

Distancia a basurales, industrias y tendido eléctrico: Se utilizaron datos construidos Ad-hoc por IDECOR con la identificación de industrias y basurales, además de las estaciones de Empresa Provincial de Energía de Córdoba (EPEC) y redes de media y alta tensión de EPEC y cooperativas. Se realizaron buffers de distancia variable diferenciados para cada uno de los elementos, siendo mayor el área de influencia para las redes de alta tensión.

Amenaza: Factores ambientales

Distancia a cursos y cuerpos de agua: Se aplicaron buffers de distancia variable a cursos y de cuerpos de agua para diferenciar las categorías de amenaza.

Relieve: A partir del modelo digital de elevación se calculó la orientación en grados y la pendiente en porcentaje. Estos datos se reclasificaron según las categorías establecidas de amenaza.

Tipo de cobertura de suelo: A partir del mapa de uso y cobertura se realizó una reclasificación identificando coberturas más y menos inflamables.

Todos los archivos fueron transformados a formato ráster con resolución de 10 metros de píxel, abarcando una extensión de 2000 metros de radio alrededor de los municipios y reservas naturales que componen el área de estudio (Figura 1). Cada una de las alternativas de los indicadores fue categorizada según su nivel de amenaza alta, media o baja, asignando los valores 10, 5 y 1, respectivamente. La decisión de las categorías para cada indicador se determinó por medio de análisis bibliográfico, consulta a especialistas, talleres interinstitucionales, mesas técnicas y participación de actores sociales locales. Se puede acceder a los detalles específicos de la categorización en alta, media o baja amenaza o vulnerabilidad en el Informe publicado (IDECOR, 2022). Posteriormente, para la construcción del mapa de amenaza, se realizó una suma ponderada de los rásteres correspondientes a cada uno de los indicadores, utilizando los coeficientes calculados.

Vulnerabilidad

Gran parte de la información socio-económica proviene de relevamientos de campo respondidos por habitantes y comerciantes de la zona. En total se relevaron 3532 viviendas y 446 comercios, que representan capas de puntos con diferentes atributos. Los indicadores obtenidos por medio de

esta metodología fueron: *situación económica* y *educacional*, *movilidad*, *presencia de servicios* y *construcción de las viviendas*; y para comercios: *rubro*, *capacidad* y presencia de *materiales peligrosos*. Los datos fueron depurados en tablas, incluyendo la extracción de información de las observaciones registradas durante el relevamiento. Por ejemplo, la variable movilidad se construyó identificando rangos etarios, presencia de personas jubiladas o con discapacidades. Luego, según los criterios de categorización, se asignó a cada alternativa de los indicadores, los valores 10, 5 o 1, según correspondiera a vulnerabilidad alta, media o baja.

Para generar el indicador *accesibilidad* se calculó la densidad de vías ponderada por tipo, asignando mayor peso a rutas nacionales y red primaria, y menores pesos a los caminos y senderos. Para generar el indicador *equipamiento social*, que contiene información georreferenciada de centros de salud y educativos, fuerza viva, oficinas de gobierno, etc., se recopilaron datos validados por los municipios y se generó un mapa de calor ponderado. Tanto accesibilidad como equipamiento social, se categorizan según mayor densidad de vías (menor vulnerabilidad) y mayor densidad de puntos críticos (mayor vulnerabilidad), respectivamente. Para generar el indicador de *discapacidad* dentro de la vulnerabilidad social-demográfica se generó un mapa de calor para identificar los sitios con mayor de densidad de personas con discapacidad.

Para las capas de accesibilidad, equipamiento social y discapacidad, junto con la de *uso y cobertura de suelo* se realizó una extracción de los valores de los píxeles utilizando la capa de puntos de las viviendas relevadas. Las extracciones generaron nuevas columnas de atributos en la capa de viviendas basadas en su ubicación en el espacio. Se realizó una aproximación similar usando los datos de comercios, asignando los valores de indicadores de rubro, capacidad y materiales peligrosos.

Como resultado, la capa de viviendas presentó 14 columnas de atributos que representan cada indicador, con los cuales se realizó la suma ponderada según los coeficientes estimados (IDECOR, 2022). A partir de ello se realizó una interpolación y se agrupó en zonas de 4 categorías: muy alta, alta, media y baja vulnerabilidad. El procesamiento de los datos y elaboración de la cartografía correspondiente fue segmentado en cuatro grupos de localidades, considerando las distintas etapas de relevamiento; de este modo La Granja se calculó individualmente; a posterior se trabajó con las localidades de Villa Allende, Saldán, Unquillo y Mendiolaza, por un lado, y Salsipuedes, El Manzano, Villa Cerro Azul y Agua de Oro, por otro lado.

En cuanto a las fuentes de información utilizadas, se priorizó el uso de datos oficiales, ya sea de organismos de gobierno a nivel nacional, provincial y/o municipal. En su gran mayoría, los mismos se encuentra publicados y de acceso libre en la plataforma MapasCordoba de IDECOR, como ser aquellos relacionados a información catastral de límites de Radios urbanos y base parcelaria con declaración de mejoras de la Dirección General de Catastro[3]; los límites de Áreas Naturales Protegidas y Regiones Naturales provinciales de Secretaría de Ambiente[4]; la red vial nacional y provincial (primaria, secundaria y terciaria) de la Dirección Provincial de Vialidad[5]; los cursos y cuerpos de agua de la Administración Provincial de Recursos Hídricos, Ministerio de Servicios Públicos de la Provincia de Córdoba[6]; la orientación y pendiente del modelo digital de elevación MDE-Ar v2.0, del Instituto Geográfico Nacional (IGN)[7]; los centros de salud del Ministerio de Salud de la Provincia de Córdoba[8] e instituciones educativas de la Dirección General de Planeamiento, Información y Evaluación Educativa, provistas por el Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba[9].

Es importante destacar que también fueron utilizados productos elaborados propiamente por la IDE, como los son: la detección de superficie construida basado en imágenes satelitales Sentinel-2A (2018-2020)[10]; el tipo de cobertura de suelo del mapa LandCover 2017/2018[11] ha manchas urbanas delineadas a partir del uso y análisis de imágenes satelitales Sentinel-2A (análisis *Ad-Hoc*,

abril 2020); capas de información que contienen la ubicación de basurales e industrias (análisis *Ad-Hoc*, junio 2020).
Así mismo, también fueron utilizados otra serie de datos provenientes de fuentes oficiales que no forman parte de la IDE, a las cuales fue posible acceder mendiante convenios específicos o acuerdos de vinculación con las respectivas dependencias. Tal es el caso de los datos de localización de personas con discapacidades de la Subsecretaría de Discapacidad, Rehabilitación e Inclusión, Ministerio de Salud de la Provincia de Córdoba (base de dato provista en septiembre 2021); geriátricos y establecimientos habilitados para traslados y emergencias del Registro de Unidades de Gestión de Prestaciones de Salud (RU.Ge.Pre.Sa), Ministerio de Salud de la Provincia Córdoba (datos de junio 2021); las redes de líneas de Media Tensión y Red Alta Tensión provistas por E.P.E.C (datos de agosto 2017 y julio 2021); límites de reservas municipales aportadas por Municipios y cartografía elaborada por Schneider (2020); los ya mencionados datos de viviendas y personas del Censo Nacional de Población Hogares y Vivienda 2010 y del Precenso de Viviendas 2020; información complementaria de la red vial de OpenStreetMap (OSM, julio 2021); e información de áreas quemadas provista por equipo de investigación del Instituto Gulich, CONAE-UNC.
Por último, los relevamientos de campo se llevaron a cabo por agentes locales como Defensa Civil, Bomberos Voluntarios, cuerpos del Equipo Técnico de Acción ante Catástrofes (E.T.A.C) y organizaciones de la sociedad civil (OSC), entre otras. En estas instancias, la información relevada se relacionada a accesibilidad, situación económica, cobertura de obra social, situación laboral, movilidad, nivel educacional, materiales de construcción de la vivienda y del techo, acceso a servicios públicos, presencia de materiales peligrosos en comercios, rubro y capacidad. Además, se consultó y corroboró con los municipios la ubicación de oficinas y dependencias de gobierno y otros puntos críticos.

2.3 Riesgo

Finalmente, para la construcción del mapa de riesgo, se tuvieron en cuenta criterios de decisión con las diferentes combinaciones de las categorías entre amenaza y vulnerabilidad (Tabla 1). Estos criterios consideran que ambos componentes aportan en igual medida a la construcción del riesgo. En resumen, el riesgo es bajo cuando ambos componentes son bajos, es medio cuando uno de los componentes es bajo o cuando ambos son medio, y el riesgo es alto cuando ambos componentes son altos o uno es medio y el otro alto o muy alto.

Tabla 1: Criterios de decisión para la obtención del riesgo. B: bajo, M: medio, A: alto, MA: muy alto.

Riesgo	**B**	**M**	**M**	**M**	**M**	**A**	**M**	**A**	**A**	**M**	**A**	**A**
Vulnerabilidad	B	B	B	M	M	M	A	A	A	MA	MA	MA
Amenaza	B	M	A	B	M	A	B	M	A	B	M	A

3. RESULTADOS

Los mapas resultantes de vulnerabilidad, amenaza y riesgo para el corredor Sierras Chicas de la Provincia de Córdoba se presentan en las figuras 3, 4 y 5, respectivamente. Cabe destacar que los mismos se encuentran disponibles en MapasCordoba para su consulta como mapa temático, como geoservicio y/o descarga de archivos matriciales (geotiff).

El mapa de amenaza resultante muestra zonas continuas con valores altos asociados a las zonas serranas donde la vegetación dominante es arbustiva y herbácea (pastizales). Los niveles medios de amenaza se relacionan con zonas donde predomina la vegetación boscosa y aglomerados urbanos de baja o muy baja compacidad, generalmente coincidente con áreas de interfase. Los niveles de baja amenaza se encuentran predominantemente en las regiones urbanas y en áreas de cultivo.

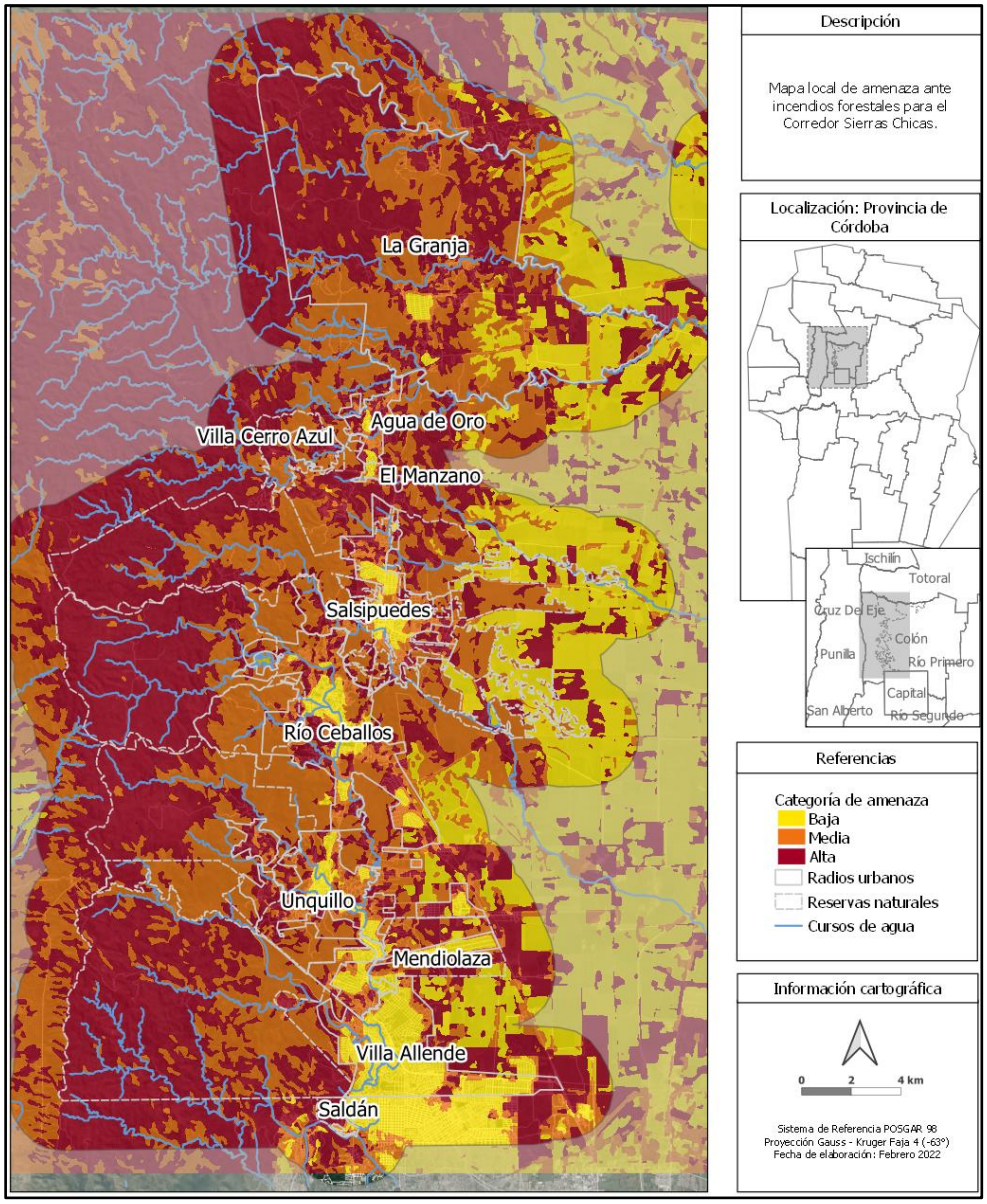


Figura 3. Mapa resultante de amenaza ante incendios para el corredor Sierras Chicas y Jesús María, provincia de Córdoba

El mapa de vulnerabilidad resultante muestra altos niveles en las regiones de interfase, como es al oeste de las Sierras Chicas o en los sectores urbanizados más alejados de los centros poblados. Los niveles de baja vulnerabilidad se encuentran en zonas centrales de las localidades estudiadas, a excepción de La Granja, que expresa niveles bajos en áreas de interfase. Los niveles medios tienen una distribución heterogénea.

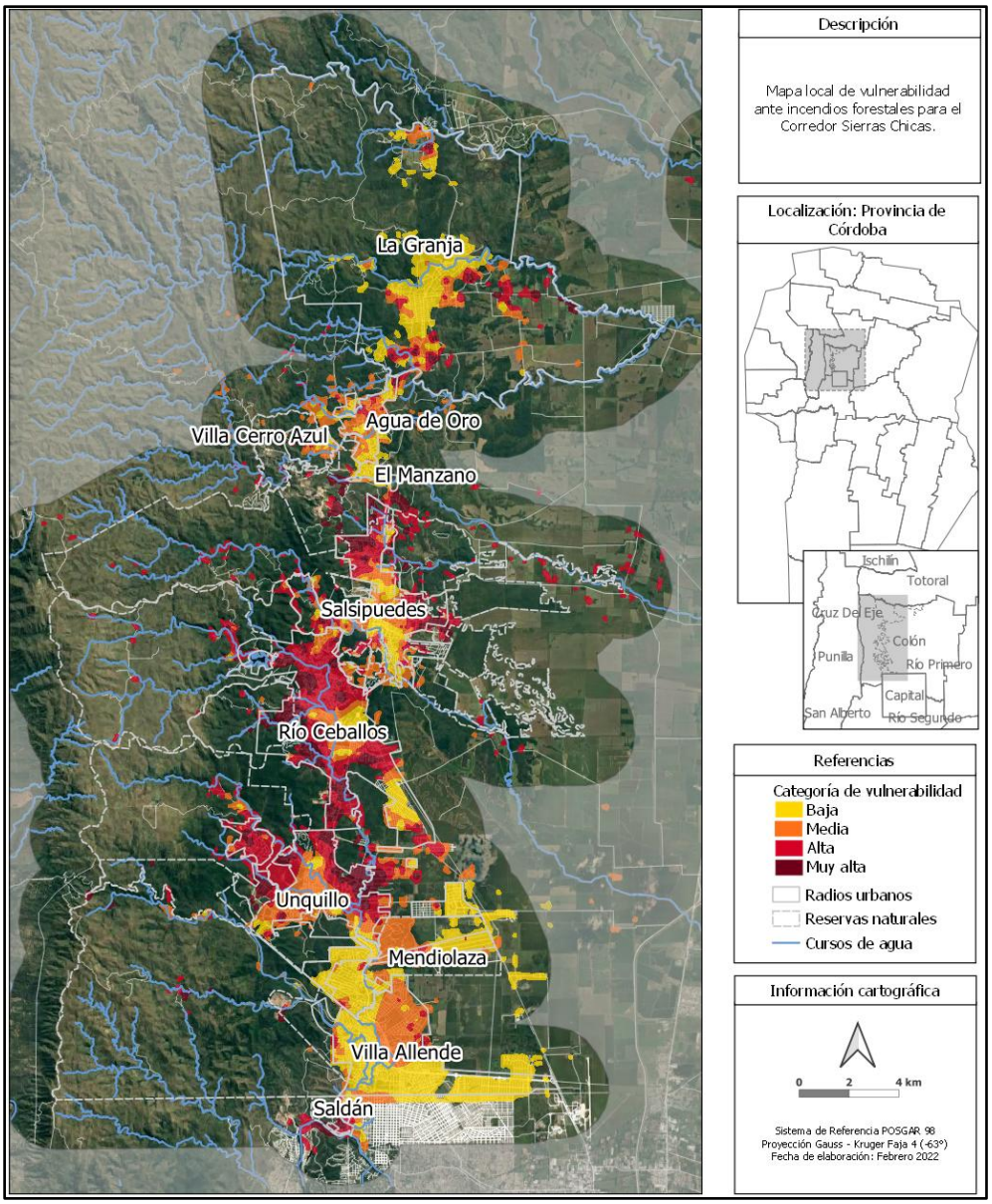


Figura 4. Mapa resultante de vulnerabilidad ante incendios para el corredor Sierras Chicas y Jesús María, provincia de Córdoba

Finalmente, el mapa de riesgo indica niveles bajos para los centros y aglomerados urbanos. Los mayores niveles de riesgo se encuentran en zonas de interfase, sobre todo donde existen viviendas aisladas, inmersas en una matriz de vegetación. La región del pie de las sierras, al oeste de las localidades de Saldán, Villa Allende, Mendiolaza y La Granja, es donde se indican niveles intermedios de riesgo ante incendios.

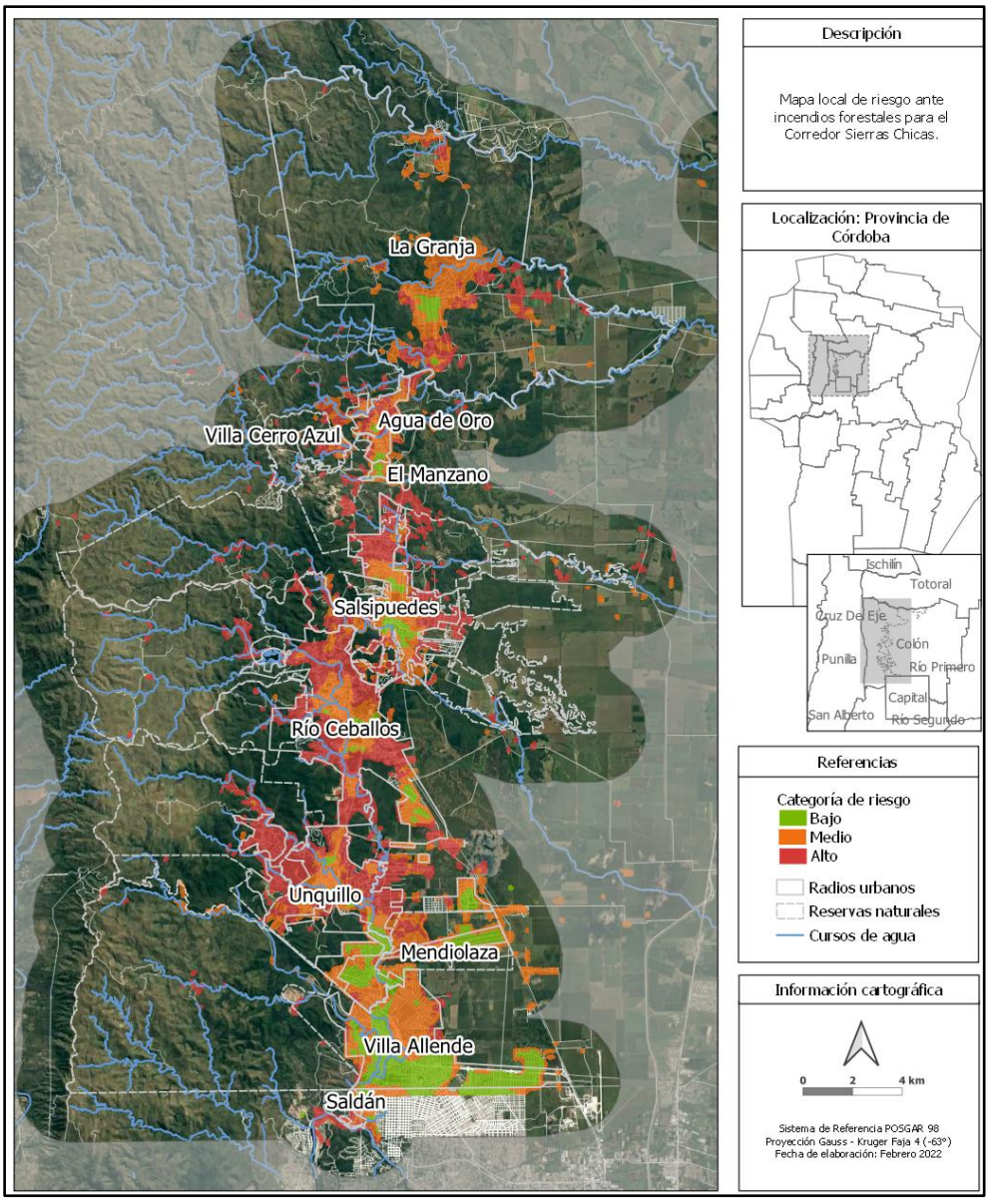


Figura 5. Mapa resultante de vulnerabilidad ante incendios para el corredor Sierras Chicas y Jesús María, provincia de Córdoba

4. CONCLUSIONES

Por medio del desarrollo de estos mapas de riesgo local ante incendios se demuestra la importancia de la articulación entre las diferentes dependencias de gobierno para un fin en común. En esta línea, desde IDE se promueve la optimización de los recursos del Estado Provincial evitando la duplicidad de esfuerzos y costos, para la obtención, procesamiento, almacenamiento, actualización y publicación de datos espaciales.

El éxito de este proceso tiene como base fundamental el trabajo coordinado entre diversas instituciones, ya que permite capitalizar el esfuerzo individual o aislado de cada una, enriquecer el análisis a partir de un abordaje multidisciplinario e interinstitucional, evitar duplicar acciones, reducir costos, optimizar recursos y disminuir los tiempos de ejecución, aplicando un enfoque basado en procesos y no sólo la aplicación de una estructura estanco, que en oportunidades puede provocar un sesgo involuntario entre los diversos actores involucrados. Este trabajo destaca la enorme importancia de aunar planificaciones, esfuerzos y tareas mancomunadas, desde el amparo de las leyes nacionales, provinciales y decretos municipales.

Tanto el mapa de riesgo local generado, como los mapas intermedios de amenaza y vulnerabilidad, permitirán ampliar el desarrollo de estrategias, decisiones y acciones de gestión, tales como políticas públicas, medidas de prevención, elaboración de protocolos, planes de contingencia, planes de manejo y planes locales de gestión de riesgo que son ejecutadas por las autoridades locales. A su vez, estos resultados son importantes para el trabajo en conjunto desde el Estado local y provincial, coordinando junto a fuerzas vivas, organizaciones no gubernamentales, agrupaciones vecinales y regionales, entre otros con un enfoque sustentable.

Es intención de la SGRCCyPC continuar y fortalecer el trabajo conjunto del programa, ampliando la cobertura de mapas de riesgo local ante incendios hacia todas las regiones representadas en la zonificación de riesgo de incendios para la Provincia de Córdoba. Sobre todo, se procura continuar con los relevamientos pertenecientes a la región de Punilla, previendo en próximas instancias, continuar los trabajos de relevamiento en localidades del sector Norte, Valle de Calamuchita y Traslasierra, regiones consideradas de mayor preocupación ante incendios. Así mismo, se apuesta a la actualización y mejora continua de los mapas, considerando la incorporación de nuevos indicadores, que incorporen variables climáticas de precipitaciones, humedad y temperatura, con la finalidad de enriquecer y acercar los mapas a la realidad.

De este modo, también permite proyectar la factibilidad de que la definición de estos modelos y metodologías permitirán el desarrollo e implementación de mapas de riesgos provincial, con un modelo representativo de la realidad en Córdoba, contribuyendo en el diseño e implementación de políticas públicas vinculadas al territorio y a la gestión y reducción de desastres.

NOTAS

[1] Información extraída de sitio oficial de INDEC, Censo 2010. Fecha de consulta: junio 2021.

[2] Información extraída de sitio oficial de Precenso de Viviendas. Fecha de consulta: junio 2021.

[3] Datos disponibles en MapasCordoba, en Catastro Online. Fecha de consulta y extracción de datos: junio 2021.

[4] Datos disponibles en MapasCordoba, en Áreas Naturales Protegidas y Regiones Naturales. Fecha de consulta: junio 2021.

[5] Datos disponibles en MapasCordoba, en Mapa Vial. Fecha de consulta: junio 2021.

[6] Datos disponibles en MapasCordoba, en Recursos Hídricos. Fecha de consulta: junio 2021.

[7] Modelo Digital de Elevación de resolución 30 m, precisión vertical 2 m, a partir de misiones SRTM y ALOS. Disponible en MapaCordoba, en Relieve Provincial.
[8] Datos ddisponibles en MapasCordoba, en Centros de Salud Públicos. Fecha de consulta: junio 2021.
[9] Datos disponibles en MapasCordoba, en Mapa de Escuelas. Fecha de consulta: junio 2021.
[10] Información disponible en MapasCordoba, que forma parte del Mapa de Fragmentación Urbana – Nivel General.
[11] Mapa disponible en MapasCordoba, en Cobertura y Uso de Suelo 2017/2018 - 1 ha.

AGRADECIMIENTOS
Se agradece la contribución de diferentes organismos a nivel Nacional, Provincial y Municipal, como también de personas en particular. Agradecemos el aporte de datos por parte de Subsecretaria de Discapacidad, Rehabilitación e Inclusión, R.U.Ge.Pre.Sa, Ministerio de Salud de la Provincia de Córdoba; EPEC; Dr. Juan Argañaraz y equipo de investigación del Instituto Gulich, CONAE-UNC; Biól. Cristian Schneider (ACEN). Especial reconocimiento al trabajo conjunto y colaborativo por parte de las intendencias de los municipios de La Granja, Agua de Oro, Villa Cerro Azul, El Manzano, Salsipuedes, Río Ceballos, Unquillo, Mendiolaza, Villa Allende y Saldán; a los grupos de E.T.A.C, Defensa Civil, Bomberos Voluntarios, voluntarios y todas aquellas las personas que, directa o indirectamente, colaboraron en las tareas de gestión y trabajos a campo llevados adelante durante la ejecución del proyecto.

REFERENCIAS
Argañaraz, J.P., Gavier Pizarro, G., Zak, M. et al. (2015) Fire Regime, Climate, and Vegetation in the Sierras de Córdoba, Argentina. Fire Ecology: 11, 55–73.
Argañaraz, J. P., Radeloff, V. C., Bar-Massada, A., Gavier-Pizarro, G. I., Scavuzzo, C. M., & Bellis, L. M. (2017). Assessing wildfire exposure in the Wildland-Urban Interface area of the mountains of central Argentina. Journal of Environmental Management, 196: 499-510.
Barros, V. R., Boninsegna, J. A., Camilloni, I. A., Chidiak, M., Magrín, G. O., & Rusticucci, M. (2015). Climate change in Argentina: trends, projections, impacts and adaptation. Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change, 6(2): 151-169.
IDECOR (2022). Mapas de Riesgo Local para Incendios Forestales Corredor Sierras Chicas y Jesús María 2022. En Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR).
Jaacks, G. (2014). Quemas prescriptas de primavera 2013 en el P. N. Quebrada del Condorito: informe final. Informe Técnico de la Administración de Parques. Programa Conservación Manejo Recursos Naturales Parque Nacional Quebrada Condorito.
Marinelli, M. V., & Viotto, S. Elaboración de la base de datos de incendios 1987-2018 para las Sierras de Córdoba mediante imágenes Landsat. AA2019 IV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Ambiental. Florencio Varela, Argentina. 2 al 5 de diciembre de 2019.
Narváez Lizardo, Lavell Allan, Perez Ortega Gustavo (2009). Gestión de riesgos. Un enfoque basado en procesos. Secretaria General de la Comunidad Andina. Perú.
Renda, Emilio; Rozas Garay, Marcelo; Moscardini, Oscar y Torchia, Patricia N. (2017). Manual para la elaboración de mapas de riesgo. Buenos Aires: Programa Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD; Argentina: Ministerio de Seguridad de la Nación.
Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. Mathematical Modelling, 9(3-5), 161-176.
Schneider, C. (2020). Situación de las Áreas Protegidas de la Provincia de Córdoba. Asociación

para la Conservación y el Estudio de la Naturaleza (ACEN). Áreas Protegidas de la Provincia de Córdoba: 2. 57 Pp.

Desarrollo de un sistema de Monitoreo Espacial de la Producción Hortícola en Periurbanos de la República Argentina

Diego H. Pons[1-2], Victoria Marinelli[2], Jorge Sanchez[3], Franco Garcia[3], Jose Jachuf[4], Hernan Morales[4], Paula Barral[5], Ximena Ximarco[5], Sebastian Villarino[5], Beatriz Giobellina[1], Pablo Zader[6] , Juana Lopez[7], Gabriela Barraza[7], Manuela Fernandez, Georgina Conti y Paula Foradori[2]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA Manfredi, Ruta Nac.9, Km 636, Manfredi (X5988), Córdoba. Tel: (03572) 493053
pons.diego@inta.gob.ar
[2]Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich", Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). Tel.: 39 379 156 8417
mariavictoriamarinelli@gmail.com
[3]Facultad de Astronomía, Matemáticas, Física y Computación (FAMAF), Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Avenida Medina Allende, Córdoba. Tel.: 54 9 3513 726040.
jrg.sanchez@gmail.com
[4]Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR). Tel.: 54 9 351 2095229.
jjachuf@gmail.com
[5]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA Balcarce, Ruta 226, km 73.5, Balcarce (7620), Buenos Aires
barral.mariapaula@inta.gob.ar
[6]Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Avenida Ing. Agr. Félix A. Marrone 746, Córdoba. Tel.: 54 9 3513 992238.
pzader@gmail.com
[7]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), EEA Santiago del Estero. Jujuy 850,(4200) Santiago del Estero. Tel.: 54 9 3854 09-9088.
lopez.juana@inta.gob.ar

Resumen: La producción de alimentos de proximidad en periurbanos es una de las herramientas que aseguran la seguridad alimentaria de las ciudades ante el cambio climático. A pesar de ello, la información local sobre su disminución debido al crecimiento inmobiliario y de cultivos extensivos es limitada. Es necesario contar con información periódica sobre su distribución y prestación de servicios para abordar políticas de ordenamiento territorial para su planificación. El presente trabajo detalla el desarrollo del primer sistema operacional destinado al monitoreo espacial periódico de la producción hortícola en periurbanos de la República Argentina, incluyendo la cuantificación de servicios ecosistémicos (Sistema de Monitoreo Espacial de la Producción Hortícola en Periurbanos de la República Argentina). Se compone de 3 módulos automatizados e interconectados: Cartografía de coberturas (clasificación de coberturas de suelo usando algoritmos de inteligencia artificial, sensores satelitales radar y ópticos e información de terreno), Relevamiento de información de terreno (aplicación móvil para relevamiento de coberturas y prácticas agrícolas) y Modelado de Servicios Ecosistémicos (modelos espacialmente explícitos de captura de carbono, productividad, retención de sedimentos y regulación hídrica).Los productos generados serán procesados y visualizados con una interfase para usuarios finales (organismos estatales vinculados a la toma de decisiones, gestión

y diseño de políticas públicas relacionadas con la producción hortícola), integrando servidor de mapas y estadísticos resumen para 24 áreas en todo el país. La información generada será útil para la diagramación de políticas públicas de ordenamiento territorial, desarrollo productivo, gestión del riesgo y adaptación al cambio climático.

Palabras Clave: seguridad alimentaria, periurbanos, cambio climático, cartografía, inteligencia artificial, servicios ecosistémicos, aplicación móvil, ordenamiento territorial, servidor de mapas, sensores remotos, SAR, SAOCOM, Sentinel 1 y 2.

1. INTRODUCCIÓN

Las regiones hortícolas de proximidad son el territorio ocupado por huertos familiares y comerciales que rodean a las ciudades, y donde se producen hortalizas para abastecer a la población urbana (Dipace, 2004; Barsky, 2005; Fernandez, 2012); que pertenecen al mismo sistema de riego común y cuya distancia al centro urbano no supera los 30 km. Actualmente los cinturones verdes (CV), son identificados como una herramienta moderna del planeamiento urbano que aporta a la seguridad alimentaria local, protege la integridad ecológica, conserva la biodiversidad, cuida la cantidad y calidad local de las aguas, y provee zonas de recreación y amortiguamiento a la expansión urbana (Altieri y Nichols, 2000; Alfie Cohen, 2011), cobrando mayor importancia ante el cambio climático.

En Argentina, el avance de la frontera urbana presiona sobre sistemas naturales y agrícolas estratégicos para la sustentabilidad de las ciudades (Ej. región centro de Córdoba, Barchuk, *et al.*, 2017), atentando sobre la seguridad alimentaria local. Los ecosistemas productivos (i.e. agrosistemas) se encuentran sometidos a un severo proceso de degradación de sus recursos naturales y de su biodiversidad, principalmente debido al alto grado de fragilidad y difícil reversibilidad de algunos procesos biológicos y socioeconómicos afectados (Miller, *et al.*, 2010), poniendo en riesgo el abastecimiento de alimentos y la seguridad alimentaria. El aumento de la población, la gestión inadecuada de la tierra y los cambios en el uso del suelo, el cambio climático y los eventos meteorológicos extremos asociados al aumento de la variabilidad climática (IPCC, 2021, 2022) aumentan las tasas de erosión y degradación de los suelos y disminuyen la cantidad y calidad del agua disponible (Easterling *et al.*, 2000; Brown *et al.*, 2005). Tales cambios generan impactos negativos en la salud humana y en los ecosistemas naturales, disminuyendo la producción agrícola e industrial y aumentan la ocurrencia de conflictos sociales (Arnell 2004; IPCC, 2022).

Además del abastecimiento de alimentos, los agroecosistemas, mediante sus funciones ecosistémicas, prestan servicios para la sociedad, como la regulación de flujos de agua y moderación de eventos meteorológicos extremos. La gestión de los agrosistemas puede tanto contribuir a las inundaciones como considerarse un mecanismo de alcance regional para controlar los flujos de agua (Revelle & Lakshminarayana, 1975; Miralles-Wilhelm, 2021; Iseman, & Miralles-Wilhelm,2021). En los últimos años, la creciente variabilidad del clima ha ocasionado episodios de sequía más graves y frecuentes, lo cual influye en los sistemas agrícolas en todas las fases de crecimiento y, en consecuencia, en el rendimiento de los cultivos (Ponvert-Delisles Batista, 2016).

Los procesos de degradación de la capacidad productiva de los agrosistemas son un conjunto de relaciones causa-efecto e interacción de sus componentes y en consecuencia no se pueden evaluar unidimensionalmente, sino a través de una serie de indicadores que proveen evidencia del estado actual y proyección a futuro de su capacidad productiva y resiliencia (Sarandón, & Flores, 2009;

Holt-Giménez 2002; López-Ridaura, Masera, y Astier, 2002; Fernandes y Woodhouse 2008; Altieri, 2010). El enfoque de servicios ecosistémicos (SE), permite generar indicadores que permitan la evaluación ambiental como base para un plan de ordenamiento territorial (OT), a través del análisis de aquellos servicios que se pierden o son afectados por la intervención humana (Barral, 2014). La cuantificación explícita y el mapeo de SE han sido identificados como instrumentos claves para mejorar la implementación del enfoque de SE en los procesos de toma de decisión (Ayanu, *et al.*, 2012; Barral, 2014; Paruelo, *et al.*, 2016).

Los escenarios de suministro de ES pueden variar según los patrones de cobertura terrestre o la influencia de factores como el clima o la estructura del paisaje (Paruelo, *et al.*, 2016) (Swetnam, *et al.*, 2011). La teledetección permite mediante diferentes plataformas (satelitales, UAV) la descripción de los patrones

espaciales de la cubierta terrestre, así como la estimación directa de los atributos funcionales de los ecosistemas (Pettorelli, *et al.*, 2005; Araujo Barbosa, *et al.*, 2015; Petorelli *et al.*, 2018). Los datos satelitales pueden integrarse en modelos biofísicos, capaces de proporcionar estimaciones confiables de procesos de ecosistemas críticos o servicios intermedios (Paruelo, *et al.*, 2016). Algunos de los protocolos más comunes (por ejemplo, InVEST, ARIES, ECOSER) (Berna *et al.*, 2021) utilizan los tipos de cobertura terrestre para estimar el suministro de ES, asociados a modelos matemáticos que explican las funciones ecosistémicas (Nelson y Daily, 2010; Nelson, *et al.*, 2009; Laterra, *et al.*, 2011, 2012; Villa *et al.*, 2014). Representar mediante cartografía la complejidad de los elementos intervinientes en los procesos de degradación de los SE con distintas capas de información superpuestas permitirá indicar los cambios producidos en el ecosistema de un lugar determinado, la prestación de servicios ecosistémicos y su impacto sobre la producción de alimentos, orientando la toma de decisiones en políticas de seguridad alimentaria de las ciudades y ordenamiento territorial.

Objetivo general del proyecto

El presente proyecto se propone cartografiar las unidades productivas, estimar y mapear SE de regulación hídrica, almacenamiento de carbono, control de la erosión y retención de nutrientes, así como la producción de alimentos, de la zona de producción hortícola periurbana, basados en el uso de herramientas geoespaciales, estudios de predio y herramientas de modelado ecosistémico. Se plantea también facilitar el acceso de indicadores, cartografía y estadísticas mediante un portal para el usuario final, orientado a la toma de decisiones. El desarrollo de herramientas simples, sintéticas y accesibles brindará parámetros objetivos para que las unidades de gestión territorial puedan aplicar para analizar sus sistemas agrarios periurbanos.

2. ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO

El Monitoreo Espacial de la Producción Hortícola en Periurbanos de la República Argentina (MEMPHRA) se desarrolla en el marco del Programa PROSAT II para el Desarrollo de Tecnologías Satelitales de CONAE, el cual acompaña la importancia de desarrollar herramientas informáticas actuales para la producción, administración y gestión de información geográfica de utilidad en la problemática de la producción de alimentos de cercanía en áreas periurbanas y sus servicios ecosistémicos asociados, como aporte a la gestión territorial y el diseño de políticas públicas relacionadas con de la seguridad alimentaria, la gestión de riesgo y la acción climática.

El presente sistema se estructura en forma modular (ver figura 1), identificándose los siguientes componentes que se relacionan entre sí:

- Módulo 1: Cartografía de Coberturas de áreas periurbanas
- Módulo 2: Cartografía de Servicios Ecosistémicos
- Módulo 3: Aplicación móvil para el relevamiento de datos de terreno
- Módulo 4: Plataforma Interactiva para usuarios finales (Backend/ Frontend)

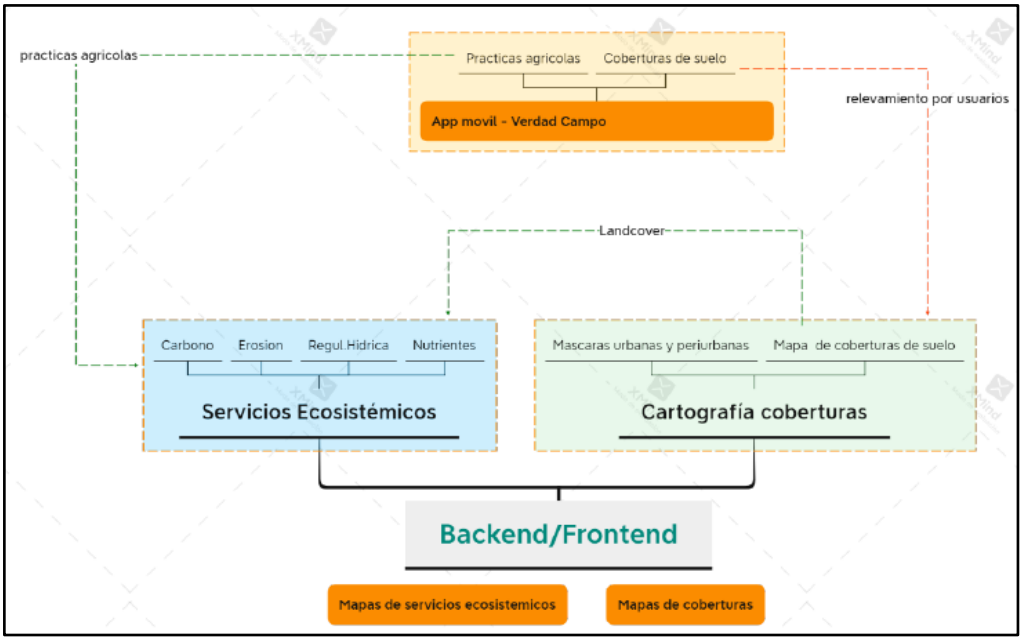


Figura 1. Esquema relacional de los módulos de trabajo del MEPHPRA

2.1 Description de componentes

En el MÓDULO 1 (Figura 2), el aporte de información espacial provista por diversas misiones satelitales ópticos (Sentinel 2, Landsat y Perusat) junto con los datos producidos por los satélites SAR (Sentinel 1, SAOCOM1B, COSMOSKYMED) aportarán información a ser procesada mediante algoritmos de Inteligencia Artificial, apoyados en información de terreno, para la identificación de áreas de producción hortícola, identificando tipo de cultivos y áreas urbanas y periurbanas.

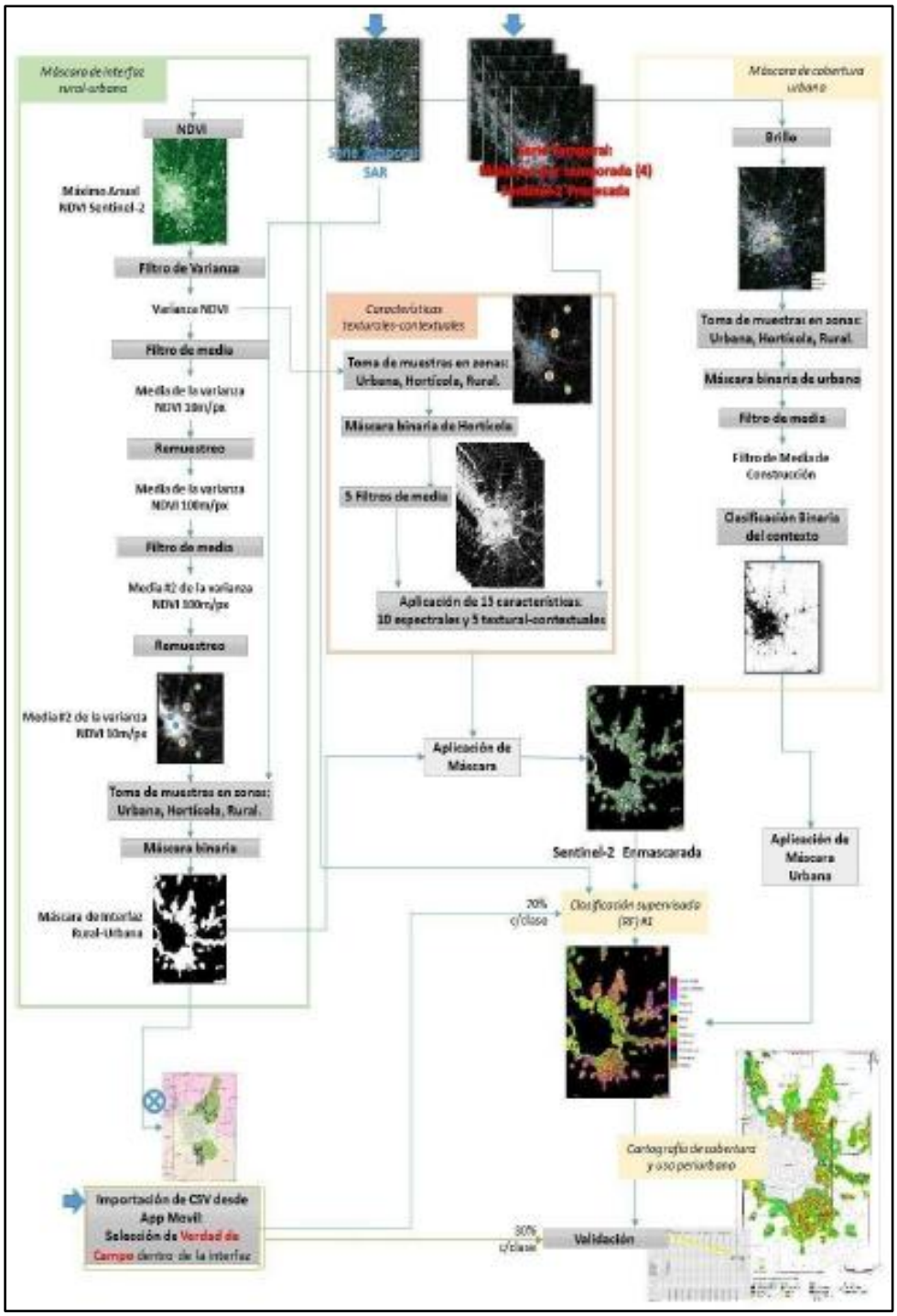


Figura 2. Flujo de trabajo, entradas y salidas del proceso de generación de cartografía de cobertura y uso de periurbanos/interfaz rural-urbano (adaptación en base a Marinelli, 2020)

En el MÓDULO 2, la cobertura de suelos obtenida alimentará modelos de estimación de funciones ecosistémicas que aportan servicios de importancia para la comunidad. Dichos modelos sintetizan las relaciones claves entre las variables ambientales para explicar algunas funciones ecosistémicas que, al prestar beneficios al hombre, pueden considerarse servicios ecosistémicos (captura de carbono en biomasa y suelos, regulación hídrica, de la erosión, retención de nutrientes y productividad). Cada uno de estos SE se representarán espacialmente (Figura 3 y 4).

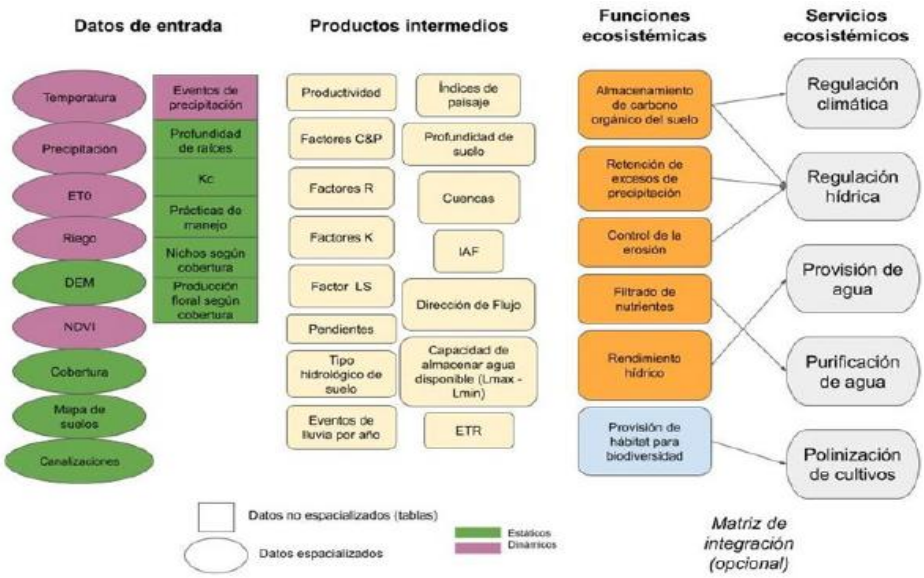


Figura 3. Funciones ecosistémicas a cuantificar y cartografiar. ET0: evapotranspiración de referencia, ETR: evapotranspiración real, Kc: coeficiente de cultivo, DEM: Mapa de elevación de terreno, NDVI: Índice de vegetación normalizado, IAF: índice de área foliar, Factores C&P, R, K y LS son los factores de la ecuación universal de pérdida de suelo.

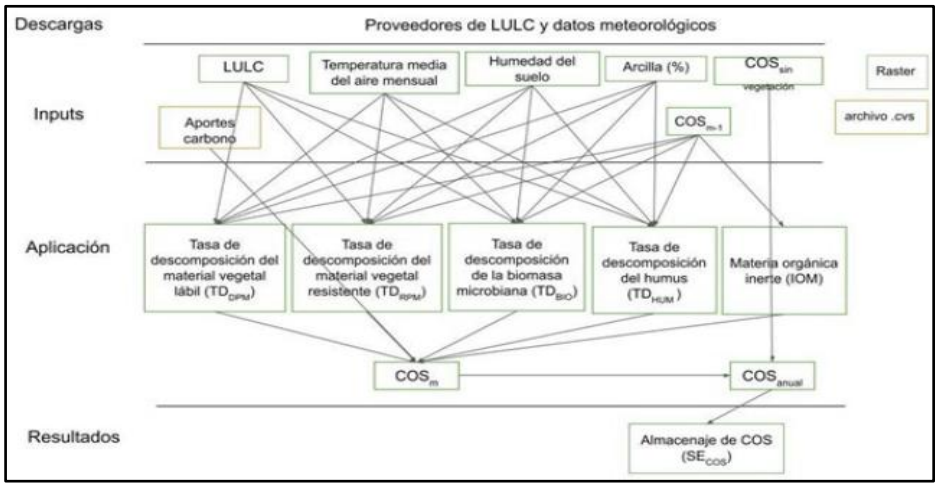


Figura 4. Modelo lógico del sistema de modelado de almacenaje de carbono orgánico

El MÓDULO 3, describe el desarrollo e implementación de una aplicación móvil para el relevamiento de información necesaria para el entrenamiento de los algoritmos de clasificación, que permitirá el registro en terreno de información georeferenciada sobre los tipos de cobertura/usos presentes en las áreas piloto. Se relevarán a campo lotes hortícolas identificando especies de cultivos y encuestas de productividad por hectárea para los cultivos más importantes, así como aspectos de las prácticas productivas implementadas. La aplicación móvil, también podrá usarse en una computadora de escritorio, permitiendo la carga de relevamientos de campo y registro de datos georreferenciados. del sistema para la recolección de datos en el territorio. El modelo está organizado en tres módulos (Figura 5): 1) Módulo de Recolección: permite elaborar el mapa base (mediante servicios web disponibles en la web), el formulario de ubicación de los puntos y el formulario de registro de datos. 2) Módulo de servicios: permite administrar los usuarios, tanto en el alta o modificación de los usuarios como en la autenticación de éstos. Adicionalmente permite administrar las campañas o períodos de carga de datos. 3) Módulo de herramientas: tiene como objetivo obtener informes de las tareas de campo, así como también realizar descarga de los datos para el uso en otras herramientas.

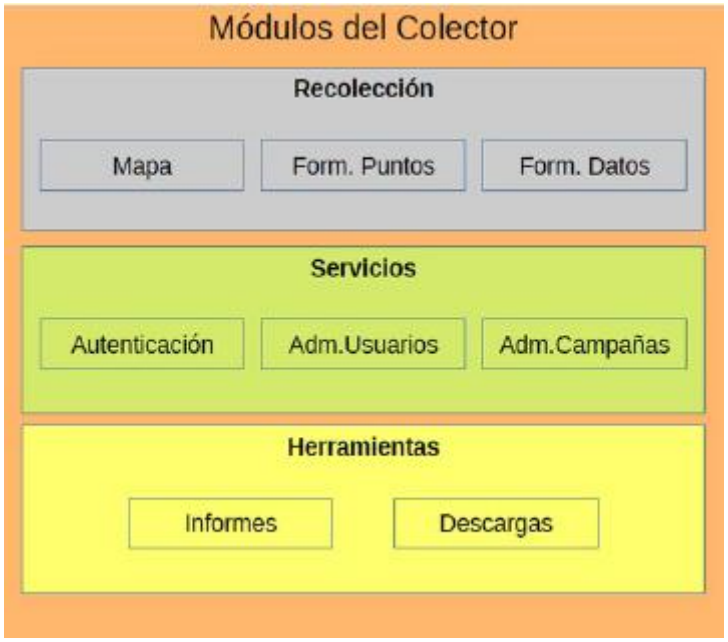


Figura 5. Módulos del colector

En el MÓDULO 4, la información generada estará disponible para el usuario final mediante una plataforma de servidor de mapas, que permitirá consultar y descargar, así como compartir mediante geoservicios, tanto las cartografías de coberturas de suelos como de servicios ecosistémicos. Asimismo, presentará herramientas de análisis estadístico básico para el monitoreo de las zonas de interés identificadas mediante solapa (Figura 6). El sistema web para el monitoreo hortícola en periurbanos a distintos niveles administrativos, permitirá disponer al usuario de la siguiente información:

- Superficie por tipo de cobertura y cultivo dentro del sitio y cuenca
- Estimaciones de CARBONO, EROSIÓN, RETENCIÓN, NUTRIENTES Y

PRODUCTIVIDAD por cuenca.

- Relación con otras capas de información espacial local externas provista por servicios de terceros mediante protocolos WMS.
- Dinámica de coberturas y SE por sitios.

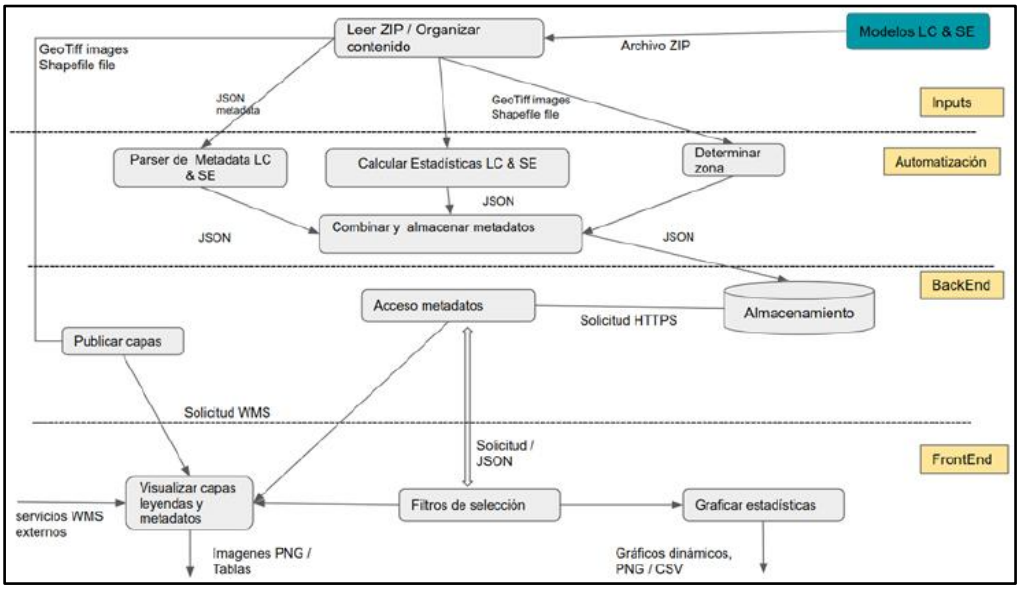


Figura 6. Modelo lógico del sistema

3. CONCLUSIONES

El presente trabajo detalla el diseño y desarrollo metodológico para la generación de un sistema de monitoreo de coberturas y servicios ecosistémicos en áreas periurbanas. Dicho sistema se presenta como el primer sistema automatizado que proveerá de información abierta y libre a nivel nacional, relevante para la gestión territorial, evaluación de vulnerabilidades y monitoreo de la producción de alimentos de proximidad en forma periódica.

El módulo de cartografía de coberturas presenta desarrollos particulares, innovadores para el área de teledetección, como la integración de imágenes de radar de apertura sintética, series temporales de índices de vegetación ópticos, y algoritmos de clasificación de aprendizaje automático y contextual, articulados con datos obtenidos mediante herramientas móviles. La aplicación para relevamiento de campo con entorno web y teléfonos celulares es el primer dispositivo desarrolladas a doc para esta actividad y permitirá el monitoreo colectivo por parte
de productores, técnicos y público general. Por otra parte, la automatización de las estimaciones de servicios ecosistémicos en áreas periurbanas proveerá por primera vez una perspectiva ecosistémica del efecto de las actuales políticas de ordenamiento territorial y su monitoreo temporal.

Los usuarios finales del sistema serán los organismos estatales vinculados a la toma de decisiones, gestión y diseño de políticas públicas relacionadas con la producción hortícola, tales como Ministerios de Agricultura y Ganadería y, Ambiente de la Nación y provinciales, así como municipios con áreas de producción hortícola periurbanas, Secretarias de Agricultura Familiar, Organizaciones de productores y consumidores, organismos internacionales vinculados a la temática del cambio climático y seguridad alimentaria y público general. También incluye a

aquellas instituciones públicas y privadas que se interesen en la temática de la seguridad alimentaria y provisión de alimentos de proximidad, para el desarrollo de aplicaciones y usos para los datos producidos por este proyecto. En este sentido, debido a que la información generada será de vital importancia para la diagramación de políticas públicas de ordenamiento territorial, desarrollo productivo, gestión del riesgo y adaptación al cambio climático, es que se dedicara recursos y esfuerzo en el diseño, implementación y evaluación de la interfase para usuarios finales, permitiendo la disponibilidad de los productos finales (para usuarios avanzados) así como resúmenes automatizados de estadísticas e indicadores útiles para la toma de decisiones.

Se presenta como desafíos a futuro, luego de la implementación operativa de algoritmos de cartografía y modelos automatizados de Servicios ecosistémicos, la participación activa de investigadores y productores en el uso de la herramienta de relevamiento, para la generación de información de entrenamiento necesaria para la clasificación de coberturas. También esperamos contar con la adopción de los indicadores espaciales generados por parte de municipios y gobiernos locales. Para ello se espera el involucramiento de Organizaciones de productores, organismos de C y T (INTA, CONICET) y agentes regionales de ministerios de agricultura (provinciales y nacional) y secretarías de agricultura familiar.

AGRADECIMIENTOS

El presente sistema se enmarca en el proyecto PRÉSTAMO BID N° 4840/OC-AR PROSAT II "MONITOREO ESPACIAL DE LA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA EN PERIURBANOS DE LA REPÚBLICA ARGENTINA", financiado por CONAE.

Se agradece el aporte de los integrantes del equipo de desarrollo pertenecientes a las siguientes instituciones: INTA (EEA Manfredi, Balcarce y Santiago del Estero; AER Córdoba), CONICET y FAMAF y Faculta de Ciencias Agropecuarias (UNC), Instituto Gulich (CONAE-UNC) y Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE).

REFERENCIAS

Alfie Cohen, M. (2011) Planeación urbana y ambiente: los cinturones verdes Espacialidades. Revista de temas contemporáneos sobre lugares, política y cultura 1 (1): 73-100.

Altieri M.A. (2010) Determinando la Capacidad de Adaptación y Resiliencia de los Sistemas Agroforestales (SAF) con Cacao Frente al Cambio Climático. Berkeley: Banco Interamericano de Desarrollo (BID-FMAM).

Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2000) Teoría y práctica para una agricultura sustentable. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. PNUMA. México, 235.

Araujo Barbosa, C.C, P. M. Atkinson, J. A. Dearing. (2015). Remote sensing of ecosystem services: A systematic review, Ecological Indicators, Volume 52,2015, Pages 430-443, ISSN 1470-160X, https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.01.007.

Arnell, N.W. (2004) Climate change and global water resources: SRES emissions and socio-economic scenarios. Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions 14(1):31–52.

Ayanu, Y. Z., Conrad, C., Nauss, T., Wegmann, M., & Koellner, T. (2012). Quantifying and mapping ecosystem services supplies and demands: a review of remote sensing applications. Environmental science & technology, 46(16), 8529-8541.

Barbosa, Caio & Atkinson, Peter & Dearing, John. (2015). Remote sensing of ecosystem services: A systematic review. Ecological Indicators. 52. 430-443. 10.1016/j.ecolind.2015.01.007.

Barsky, A. (2005). El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. Scripta Nova , 9 (194), 36.

Barchuk, A. H., Suez, L. S., & Locati, L. (2017). Revista de La Asociación Argentina de Ecología

de Paisajes, 7, 15–36. Noviembre 2017.
Barral, P. (2014) Provisión de servicios ecosistémicos en paisajes rurales: Desarrollo de criterios y herramientas para el ordenamiento territorial rural. Tesis doctoral, UNMdP-FCA. Balcarce, Argentina.
Benra F., A. De Frutos, M. Gaglio, C. Álvarez-Garretón, M. Felipe-Lucia, A. Bonn, (2021). Mapping water ecosystem services: Evaluating InVEST model predictions in data scarce regions,Environmental Modelling & Software, Volume 138,2021,104982, ISSN 1364-8152, https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2021.104982.
Brown, *et al.* (2005) A review of paired catchment studies for determining changes in water yield resulting from alterations in vegetation. Journal of Hydrology 310: 28–61.
Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., Müller, F., (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. Ecol. Indic. 21, 17–29.
Di Pace, M., & Bartrons, H. C. (2004). Ecología de la ciudad . Universidad Nacional de General Sarmiento.
Easterling, D., *et al.* (2000) Climate extremes: observations, modeling, and impacts. Science 289:2068-2074.
Fernandes, L. A. D. O., & Woodhouse, P. J. (2008). Family farm sustainability in southern Brazil: An application of agri-environmental indicators. Ecological Economics, 66(2-3), 243-257.
Fernández Lozano, J. (2012). La producción de hortalizas en Argentina. Gerencia de Calidad y Tecnología. Mercado Central de Bs. As .
Holt-Giménez, E. (2002). Measuring farmers' agroecological resistance after Hurricane Mitch in Nicaragua: a case study in participatory, sustainable land management impact monitoring. Agriculture, Ecosystems & Environment, 93(1-3), 87-105.
IPCC (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. In Press.
IPCC (2022). Climate change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report. https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC_AR6_WGII_FinalDraft_FullReport.pdf.
Iseman, T. and Miralles-Wilhelm, F. (2021). Nature-based solutions in agriculture – The case and pathway for adoption. Virginia. FAO and The Nature Conservancy. https://doi.org/10.4060/cb3141en
Laterra, P., Castellarini, F., Orúe, M.E., (2011). ECOSER: Un protocolo para la evaluación biofísica de servicios ecosistémicos y la integración con su valor social. In: Laterra, P., Jobbágy y, E., Paruelo, J. (Eds.), Valoración De Servicios Ecosistémicos Conceptos, Herramientas Y Aplicaciones Para El Ordenamiento Territorial. Ediciones INTA, pp. 359–390.
Laterra, P., Orúe, M.E., Booman, G.C., (2012). Spatial complexity and ecosystem services in rural landscapes. Agric. Ecosyst. Environ. 154, 56–67.
López-Ridaura, S., Masera, O., & Astier, M. (2002). Evaluating the sustainability of complex socio-environmental systems. The MESMIS framework. Ecological indicators, 2(1-2), 135-148.
Miller, M., Scavuzzo, M., Porcasi, X., Sione, W., (2010) Utilización de datos satelitales para la generación de información vinculada a la infestación por Triatoma infestans . Geografía y

Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG) 2 (I): 54-78.
Nelson, E., Mendoza, G., Regetz, J., Polasky, S., Tallis, H., Cameron, D., Lonsdorf, E., (2009). Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. Front. Ecol. Environ. 7 (1), 4–11.
Miralles-Wilhelm, F. (2021). Nature-based solutions in agriculture – Sustainable management and conservation of land, water, and biodiversity. Virginia. FAO and The Nature Conservancy. https://doi.org/10.4060/cb3140en
Paruelo, J. M., Texeira, M., Staiano, L., & Mastrángelo, M. (2016). An integrative index of Ecosystem Services provision based on remotely sensed data. Ecological Indicators, 71(December 2016), 145–154.
Pettorelli, N., Vik, J.O., Mysterud, A., Gaillard, J.M., Tucker, C.J., Stenseth, N.C., (2005). Using the satellite-derived NDVI to assess ecological responses to environmental change. Trends Ecol. Evol. 20 (9), 503–510.
Pettorelli, N., Schulte to Bühne, H., Tulloch, A., Dubois, G., Macinnis-Ng, C., Queirós, A.M., Keith, D.A., Wegmann, M., Schrodt, F., Stellmes, M., Sonnenschein, R., Geller, G.N., Roy, S., Somers, B., Murray, N., Bland, L., Geijzendorffer, I., Kerr, J.T., Broszeit, S., Leitão, P.J., Duncan, C., El Serafy, G., He, K.S., Blanchard, J.L., Lucas, R., Mairota, P., Webb, T.J. and Nicholson, E. (2018), Satellite remote sensing of ecosystem functions: opportunities, challenges and way forward. Remote Sens Ecol Conserv, 4: 71-93.https://doi.org/10.1002/rse2.59
Ponvert-Delisles Batista, D. R. (2016). Algunas consideraciones sobre el comportamiento de la sequía agrícola en la agricultura de Cuba y el uso de imágenes por satélites en su evaluación. Cultivos Tropicales, 37(3), 22-41.
Revelle, R., & Lakshminarayana, V. (1975). The Ganges water machine. Science, 188(4188), 611-616.
Rosenzweig C. & Hillel, D. (2008) Climate change and the global harvest: impacts of El Niño and other oscillations on agroecosystems. New York: Oxford University Press.
Sarandón SJ, Flores CC, Gargoloff A y Blandi ML. (2014). Análisis y evaluación de agroecosistemas: construcción y aplicación de indicadores. En Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables (Sarandón SJ, Flores CC, eds.). Argentina: Universidad de La Plata, pp. 375-410.
Serageldin, I. (2003) Nurturing and nourishing the world's poor: Important roles of horticulture in sustainable development. Chronica Horticulturae 43:4-10.
Swetnam, R.D., Fisher, B., Mbilinyi, B.P., Munishi, P.K.T., Willcock, S., Ricketts, T., Lewis, S.L., (2011). Mapping socio-economic scenarios of land cover change: a GIS method to enable ecosystem service modelling. J. Environ. Manag. 92 (3), 563–574.
Villa F, Bagstad KJ, Voigt B, Johnson GW, Portela R, Honzák M, *et al.* (2014) A Methodology for Adaptable and Robust Ecosystem Services Assessment. PLoS ONE 9(3): e91001. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091001

La IDE como oportunidad para el replanteo metodológico en el abordaje de la problemática de la horticultura local

Ricardo Castro[1], Marcos Formía[1], Walter Frenguelli[1], Pedro Wester[1] y Otto Wester[1]

[1]Secretaría de Planeamiento, Municipalidad de Villa María (MVM). Mendoza y esquina Sobral, Villa María (X5900), Córdoba. Tel.: 0353-4618100.
{rcastro.vm, marcos.formia, frenguelli, pwester, ottowester59}@gmail.com

Resumen: La producción hortícola es un sector importante de la economía local de Villa María y Villa Nueva, presente desde hace más de 100 años, abastece de una gran cantidad de alimentos frescos a la región y genera numerosos puestos de empleo. Desde hace años, atraviesa profundas dificultades que impidieron su pleno desarrollo y si bien se desplegaron numerosas acciones tendientes a revertir la problemática, los problemas de fondo persisten. En ese contexto, la formación de la IDE municipal, emerge como una herramienta capaz de visualizar el desarrollo de la problemática multicausal, a la vez de ofrecer nuevas perspectivas y estimular el replanteo metodológico en la recolección y sistematización de la información que enriquecieron el análisis espacial y la toma de decisiones.

Palabras Clave: IDE, horticultura, periurbano.

1. INTRODUCCIÓN

La producción hortícola es un sector importante de la economía local de Villa María (VM) y Villa Nueva, presente desde hace más de 100 años, abastece de una gran cantidad de alimentos frescos a la región, regulando el precio de los mismos, a la vez que genera numerosos puestos de empleo.

El área hortícola se configura como cinturón periurbano de Villa María y Villa Nueva y la comercialización se concentra en el Mercado de Abasto Villa María Sociedad de Economía Mixta (SEM), desde el cual la producción se distribuye hacia la zona de influencia, en un radio de 150 km en la región (Díaz y Wester, 2013).

Desde hace más de una década, algunas instituciones sectoriales como: la Municipalidad de Villa María (MVM), el Mercado de Abasto Villa María SEM, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), la Universidad Nacional de Villa María (UNVM), entre otras, revelaron en una serie de informes, la problemática que atraviesa la horticultura local, en torno de: la desigualdad en el acceso de la tierra, el atraso tecnológico, el bajo agregado de valor en origen, escasa diversificación productiva, informalidad en la cadena de comercialización, baja cualificación de la mano de obra, entre otras cuestiones. La persistencia de dichas problemáticas ha obstruido el despliegue del potencial productivo y la reivindicación de sus trabajadores, en comparación a otras actividades productivas de la región.

A raíz de estos diagnósticos, las mismas instituciones articularon numerosas acciones tendientes a revertir dicha dinámica, garantizar la permanencia y expansión de las unidades productivas, en favor del agregado de valor, la modernización de los procesos y la generación de empleo local. No obstante, se han encontrado dificultades para intervenir en la problemática de fondo, en torno de la precariedad de la tenencia de la tierra por parte de los horticultores.

En este marco, la formación de la IDE de Villa María a fines de 2021, por iniciativa del Municipio, se constituyó en una herramienta capaz de ofrecer otras perspectivas de análisis en el abordaje

multicausal de la problemática que atraviesa el sector y el periurbano en general.
Por lo tanto, el presente trabajo apunta a reseñar las principales intervenciones, por parte del municipio de Villa María como de otras instituciones sectoriales, desplegadas en el pasado reciente y actualmente en desarrollo orientadas para atender la problemática de la horticultura local. En ese contexto, también se mencionará la formación de la IDE municipal, emergiendo como una herramienta capaz de ofrecer nuevas perspectivas y a la vez estimular el replanteo metodológico en la recolección y sistematización de la información a fin de enriquecer el análisis espacial y la toma de decisiones.
La formación de la IDE incentivó en gran medida a replantear las técnicas de recolección de datos durante las visitas a campo, facilitando el posterior procesamiento y sistematización de la información para visualizarla en forma de mapa. Además, de calcular la superficie de las huertas en base a imágenes satelitales, mediante el uso del Qgis, cotejar los valores del alquiler rural, entre otros.
El trabajo se estructura de la siguiente manera: en la sección 2, se describen los antecedentes de la problemática hortícola en Villa María y Villa Nueva, resumiendo las intervenciones en el sector. En la sección 3, se mencionan aspectos metodológicos, tales como: instrumentos, herramientas y servicios utilizados durante el proceso de trabajo. En la sección 4, se indican los resultados alcanzados hasta el momento, considerando que se trata de un trabajo en desarrollo. En la sección 5, se presentan las conclusiones del trabajo y una mención sobre las perspectivas a futuro. La sección 6, indica las referencias bibliográficas utilizadas en el presente trabajo.

2. ANTECEDENTES DE LA PROBLEMÁTICA HORTÍCOLA Y RESEÑA DE LAS INTERVENCIONES EN EL SECTOR

En nuestro país, la horticultura se desarrolla en una superficie aproximada de 600.000 ha, la mayor parte concentrada en cercanía de los grandes centros urbanos, como: Buenos Aires, Mendoza y Córdoba; conformando "cinturones verdes" que en mayor medida elaboran alimentos frescos para abastecer el mercado interno, alrededor de un 90 %, mientras que el resto se industrializa o exporta.
La producción hortícola se caracteriza por la intensiva utilización de factores productivos (tierra, agua, tecnología y trabajo) comparado a otras actividades agropecuarias, motivo por el cual requiere de mayor dotación de mano de obra por ha (aproximadamente 30 veces), mayor empleo de insumos (unas 20 veces) y mayor inversión en maquinaria.
Por tal motivo, se considera a la actividad como una importante fuente de empleo y dinamizadora de las economías regionales, organizada en quintas de tipo familiar y de procedencia inmigrante, abastecen de alimentos frescos y en cercanía a las poblaciones que habitan la zona de influencia (Castagnino *et al.*, 2020).
Particularmente, Villa María y Villa Nueva disponen de un cinturón hortícola presente desde hace más de 100 años, abastecen de una gran cantidad de alimentos frescos a la región, regulando el precio de los mismos, a la vez que genera numerosos puestos de empleo. La comercialización se concentra en el Mercado de Abasto Villa María SEM, desde el cual la producción se distribuye hacia la zona de influencia, en un radio de 150 km en la región (Díaz y Wester, 2013).
Según registros históricos del Mercado de Abasto Villa María SEM (s.f.), la cantidad de productores hortícolas y empleados que habitaban el área periurbana se redujo de 76 a 39 en el período de los '60 hasta la actualidad, distribuidos en 48 parcelas, abarcando una superficie aproximada de 400 ha. Todos son emprendimientos familiares con mano de obra propia, familiar o bien trabajadores con contratos temporales, que producen a cielo abierto y en menor medida se utilizan umbráculos (sombráculos), como la media sombra, invernaderos y otras protecciones, lo cual, expone a los cultivos a un riesgo muy elevado.

Si bien, el área periurbana de Villa María cuenta con las condiciones agronómicas y climáticas para producir alrededor de 30 variedades de cultivos, los productores relegan aquellas especies cuya cosecha supera los 4 meses, como el caso de frutales (pecan, higo, cítricos, entre otras) y otras hortalizas (papas, zanahorias, cebollas, entre otras) en favor de las verduras de hoja, luego de raíz y de fruto, en menor proporción, producto de: la dinámica de concentración y especialización productiva; la presión de los cultivos extensivos (soja), el precio de los alquileres, y la precarización tecnológica, entre otras; esto derivó en el predominio de los cultivos de hoja (Formía, 2019).

Atento a tales problemáticas, las instituciones involucradas en la producción hortícola, como el Mercado de Abasto Villa María SEM, la Municipalidad y el INTA; han trabajado articuladamente para garantizar la permanencia y expansión de las unidades productivas, estimulando el agregado de valor, la modernización de los procesos y la generación de empleo local.

En el año 2015, ante la situación de emergencia agropecuaria provocada por el desborde del río Ctalamochita que anegó a gran parte de las quintas, el Municipio gestionó, ante el Ministerio de Agricultura de la Nación, un financiamiento de $500.000 en calidad de Aporte No Reintegrable (ANR) para constituir un fondo rotatorio que permitiera financiar parte del capital de trabajo perdido y retomar las actividades en el plazo más corto posible.

Luego, en el año 2016, se contrató un asesor técnico, Ing. Agr. Marcos Formía, para acompañar el trabajo de los productores procurando la modernización de sus prácticas como la adopción de nuevas tecnologías de cultivo y gestión.

En el año 2017-8, producto de una gestión conjunta de la Municipalidad y el Mercado de Abasto Villa María SEM con el Ministerio de Agricultura de la provincia de Córdoba, se consiguió la instalación de malla antigranizo en media hectárea de cada quinta de los productores que integran el cinturón hortícola local. En consecuencia, la iniciativa contribuyó a reducir la pérdida patrimonial de los productores como el desperdicio de alimentos.

A partir del año 2018, el municipio de Villa María organiza periódicamente la feria franca, permitiendo acercar a los productores y consumidores una vez a la semana en la Plaza Independencia, con una variada oferta de: frutas, verduras, carne vacuna, pescados, cereales, productos agroecológicos, panificados, entre otros. Todos productos a precios accesibles y de calidad.

También desde 2018, el Municipio mediante su asesor técnico, incentivaron a los productores hortícolas a la certificación de “buenas prácticas agrícolas” (BPA) para aquellos comprometidos con un modelo de producción más sustentable (Municipalidad de Villa María, 2019).

Además, en 2018 y 2019 se formó un grupo de cambio rural con productores hortícolas para abordar distintas problemáticas, como: mejorar las técnicas de producción, incorporación de tecnologías y manejo de cultivos que aumentan la cantidad y calidad de la producción.

En la misma sintonía, también en 2019, el INTA y la Municipalidad formularon un proyecto financiado por el programa Interris de la Fundación ArgenInta, para el armado de 2 invernaderos y recubrir otras 4 ha con malla antigranizo.

Como resultado del trabajo con la Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Cördoba (IDECOR), la ciudad de Villa María formó parte del relevamiento de la Oferta del Mercado Inmobiliario (OIM), llevado a cabo durante el 2021, incorporando información relevante sobre este tema a un catálogo que actualmente se encuentra alojado en la página de IDECOR, trabajo que se repetirá durante 2022 para mantener actualizada la base de datos.

En el año 2021, se aprobó un proyecto presentado a la convocatoria PROCODAS por el Mercado de Abasto Villa María SEM, la Municipalidad de VM y la UNVM, ante el Ministerio de Ciencia y Tecnología, para montar una plantinera local con tecnologías de cubierta, sembradora y riego automatizado, destinada abastecer de insumos (15 variedades de cultivos de hoja y fruto) a los

productores hortícolas, a un precio diferenciado.
Si bien todas estas actividades han favorecido la permanencia de los productores en la actividad y considerando que la pandemia incrementó el consumo de hortalizas, ello no revirtió la persistente dinámica de concentración y exclusión productiva, a la cual están sometidos los productores hortícolas, especialmente los más precarizados tanto en la dotación de tecnología como en la tenencia de la tierra, fundamentalmente, por la imposibilidad de competir con el precio de los alquileres de los cultivos extensivos e incluso por la presión que ejerce el sector inmobiliario, particularmente, en las zonas colindantes al río Ctalamochita.
En este sentido, sólo 5 productores son propietarios, lo cual representa el 11 % de la superficie total, mientras los demás son comodatarios o arrendatarios, lo cual, dificulta la inversión en infraestructura como en otros cultivos por el alto riesgo e incertidumbre que la situación representa. Lo cual, requiere de plantear políticas públicas tendientes a revertir la dinámica excluyente, de modo de facilitar, el acceso a la tierra y promover la concentración espacial para generar economías de escala.
Por tal motivo, en julio de 2021, la Municipalidad de Villa María, a través de la Secretaría de Planeamiento junto a otras entidades adherentes, postularon a una convocatoria para "el desarrollo armónico con equilibrio territorial", un proyecto para establecer un parque hortícola, con precios de alquiler accesibles y estables en un lapso prolongado de tiempo.
Cabe mencionar que la propuesta de parque hortícola implica, la subdivisión del predio en parcelas individuales para cada uno de los productores quienes, además, serán dotados de capacitaciones, algunas herramientas e infraestructuras necesarias para la formación de nuevos productores hortícolas y la puesta en funcionamiento de nuevas quintas orientadas a producir cultivos no tradicionales que diversifiquen la oferta local de hortalizas, donde predominan las verduras de hoja (Municipalidad de Villa María, 2021).
Si bien, la propuesta presentada no resultó seleccionada en la segunda instancia de la presentación, en noviembre de 2021, la intención del Municipio persiste en la dirección de buscar alternativas que reúnan los requisitos considerando: una óptima ubicación del predio, teniendo en cuenta las vías de acceso, el tipo de suelo adecuado, la disponibilidad de agua, la compatibilidad de usos en vista de otras actividades desarrolladas en el periurbano, la expansión inmobiliaria, entre otras.
En este contexto, entre finales de 2021 y principios de 2022, fue consolidándose el equipo de la IDE Villa María, mediante el cursado de las capacitaciones en Qgis y la creación de algunas capas básicas de la ciudad en base a la información compartida por algunas áreas del Municipio, entre ellas, la capa de productores hortícolas, elaborada a partir de los registros e informes brindados por el asesor técnico.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Desde el año 2016, en las visitas a campo, el asesor se desplaza en su automóvil particular hasta los establecimientos, se entrevista con los productores sin tomar notas para evitar intimidar al productor, si el productor accede se toma una fotografía del predio, y en ocasiones se le pide al productor responder una breve encuesta para un fin en particular.
Una vez finalizada la entrevista, el asesor en su automóvil tomaba notas en un cuaderno sobre los puntos principales de la entrevista y posteriormente elabora su informe mensual para la secretaría, utilizados como insumos para elaborar proyectos y propuestas de fomento del sector. Periódicamente, se realizaron encuestas puntuales sobre aspectos técnicos, productivos y sociales para profundizar sobre determinadas características de la actividad productiva.
En este contexto, la ubicación geográfica de las quintas, representadas en puntos y polígonos, se encuentran delimitadas desde el año 2016 en el servicio My Maps de Google, bajo una cuenta de la secretaría. Posteriormente con la formación de la IDE, a fines del año 2021, se exportaron los

datos de tipo KMZ a formato SHP, ni bien el personal técnico de la IDE se capacitó en el software Qgis.
No obstante, siguiendo el concepto de la IDE planteado por el Departamento de Información Geográfica de la provincia de Buenos Aires (2011), es considerada como: "una estrategia organizativa, generalmente asumida por los organismos públicos, que permiten poner a disposición del público catálogos de datos espaciales documentados, visibles y accesibles". Para este caso particular, la tarea principal consistió en replantear el instrumento de recolección de datos, durante las visitas a campo, y plantear una alternativa que facilite el procesamiento y sistematización de los datos que posteriormente se georreferenciarán.
Actualmente, el equipo de trabajo cuenta con 3 *laptops*, con procesador Core i3 e i5 con 4 GB de RAM y discos de 500 GB, computadoras de escritorio y 3 impresoras para trabajar diariamente.
Se utilizaron los geoservicios de IDECOR, para consultar el valor de la tierra urbana y rural, los tipos de suelos y el cauce del río Ctalamochita (IDECOR, 2021a y 2021b). El mapa base utilizado es el Google satélite, y se utilizaron otras capas elaboradas por la IDE Villa María, tales como: ejes viales, equipamientos, parque industrial, fábrica militar, entre otras.
También, se utilizó el mapa de usos del suelo del área periurbana, elaborado por el grupo periurbano, del Centro de Investigación y Transferencia - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CIT-CONICET), Universidad Nacional de Villa María (UNVM) y Facultad de Ciencias Exactas, Físico, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Río Cuarto (FCEFQyN – UNRC).

4. RESULTADOS ALCANZADOS

La iniciativa de formar la IDE local permitió ampliar la perspectiva del sector y reproducir visualmente, mediante una cartografía temática, las tensiones que enfrentan los productores hortícolas en la competencia por el uso de la tierra. Además, el Municipio cuenta con nuevas de herramientas para la planificación y toma de decisiones para el establecimiento de un parque hortícola teniendo en cuenta el cumplimiento de una serie de requisitos que garanticen la ubicación óptima del predio, tales como: las vías de acceso, el tipo de suelo adecuado, la disponibilidad de agua, la compatibilidad de usos en vista de otras actividades desarrolladas en el periurbano, la expansión inmobiliaria, entre otras.
La posibilidad de visualizar información de tipo cartográfica constituyó una oportunidad para repensar el registro de información utilizados en las visitas a los establecimientos hortícolas, procurando adoptar herramientas (una ficha técnica) que faciliten la posterior clasificación y sistematización de la información en tablas para luego transformarlas en bases de datos.
Considerando el nivel de marginalidad de la actividad y la desconfianza del productor, siempre ha resultado muy difícil reunir información fidedigna relativa al sector. El acceso a los mapas de IDECOR fue fundamental porque nos brindó información sobre el precio de los alquileres rurales y al menos contar con un parámetro aproximado de valores. También, fue posible calcular la superficie de las huertas en base a las imágenes satelitales y contrastarlo con el testimonio de los productores, pudiendo corroborar la veracidad de los datos, lo cual resulta complejo de hacer por otros medios.

5. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS A FUTURO

Actualmente, la delimitación de un parque hortícola en la zona de Villa María, se encuentra en evaluación, y se cuenta con la herramienta IDE para analizar la ubicación óptima, considerando: las características de los suelos, los valores de alquiler y la accesibilidad óptima para su emplazamiento, con miras a reunir gran parte de los establecimientos dispersos y así generar un horizonte de mayor estabilidad en los precios de los alquileres, que aseguren la permanencia en

actividad de los productores.
No obstante, la experiencia resulta interesante como primera experiencia orientada a elaborar metodologías y procedimientos que sirvan de insumos para otras áreas de la municipalidad a fin de generar bases de datos que alimenten la IDE.
En consecuencia, la disponibilidad de bases de datos e información geográfica constituyen insumos fundamentales para identificar problemáticas territoriales, pudiendo diagnosticar con mayor precisión la incidencia y alcance de las variables que intervienen en la dinámica de la ciudad o de un sector en particular y actuar en consecuencia, interviniendo con acciones o políticas de ordenamiento territorial que garanticen la armonía entre las actividades humanas y el medioambiente.

REFERENCIAS

Ávila G., Salusso F. y Wester O. (2020). Horticultura en la provincia de Córdoba. Análisis de algunos aspectos coyunturales. Horticultura Argentina 39 (98): 21 – 34.

Castagnino, A. M., Díaz, K., Fernández Lozano, J., Guisolis, A. P., Liverotti, O., Rosini, M. B. y Sasale, S. Ex Aequo (2020). Panorama del sector hortícola argentino: 1. Caracterización y prioridades de la horticultura nacional. *Horticultura Argentina* 39(99), 76-102. https://www.horticulturaar.com.ar/es/publicacion/99/.

Departamento de Información Geográfica (2011). Sistemas de Información Geográfica para el ordenamiento territorial. Ministerio de Infraestructura de la provincia de Buenos Aires.

Díaz, M. E. y Wester, O. (2013). Informe sobre la situación hortícola del cinturón verde de Villa María/Villa Nueva. Municipalidad de Villa María.

El Diario del Centro del País (2021). Una plantinera hortícola que brinda calidad. 29 de agosto en https://www.eldiariocba.com.ar/locales/2021/8/29/una-plantinera-horticola-que-brinda-calidad-54112.html , [accedido el día 11 de abril de 2022].

Formía, M. (2019). Informe del sector productivo hortícola de Villa María/Villa Nueva. Municipalidad de Villa María.

Guzmán L. A., Becker A. R., Castoldi L., Riviera E., Pierotti L., Caset L., Ré V., Mizdraje D., Furlan M.L., Morán I., Carriazo S. y Suarez V. (2018). *Bitácora: construcción del territorio periurbano Villa María y Villa Nueva*. Villa María: Universidad Nacional de Villa María. http://biblio.unvm.edu.ar/opac_css/index.php?lvl=cmspage&pageid=9&id_notice=36055.

Guzmán, L. A., Mizdraje, D., Castoldi, L. y Becker, A. (2020). Conceptualización del periurbano villamariense y las actividades agrícolas presentes. En *Proyección: estudios geográficos y de ordenamiento territorial*, 14(27), 80-100. ISSN 1852 -0006. Instituto CIFOT, Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza. https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/proyeccion/article/view/3191/2687.

Infraestructura de Datos espaciales de la provincia de Córdoba (2021a). *Mapa valor de arrendamientos rurales 2021*. Recuperado en abril de 2022 de https://mapascordoba.gob.ar/viewer/#/mapa/366.

Infraestructura de Datos espaciales de la provincia de Córdoba (2021b). *Mapa valor de la tierra urbana 2021*. Recuperado en abril de 2022 de https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/355/view.

La Nación (2020). Cuarentena. Qué hay detrás del boom de las verdulerías. 19 de junio de 2020 en https://www.lanacion.com.ar/economia/cuarentena-que-hay-detras-del-boom-verdulerias-nid2381098/ , [accedido el día 10 de abril de 2022]

Mercado de Abasto Villa María SEM (s.f.). Registro de productores hortícolas de Villa María y Villa Nueva. Planillas manuscritas.

Mercado de Abasto Villa María SEM (2021). Plantinera Local para el Desarrollo Hortícola. Proyecto presentado ante el PROCODAS. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación (MINCYT).

Municipalidad de Villa María (4 de junio de 2019). *Gill recibió al ministro Busso, quien entregó un aporte de 1,6 millones para la construcción de un alero perimetral en el Mercado de Abasto*. Recuperado el 10 de abril de 2022 de https://www.villamaria.gob.ar/noticias/1135.

Municipalidad de Villa María (2021). Promoción del arraigo familiar, mediante nuevos productores hortícolas agroecológicos de escala, en el aglomerado Villa María / Villa Nueva. Proyecto presentado en el marco del Programa de Apoyo a la Convocatoria de Proyectos para el Desarrollo Armónico con Equilibrio Territorial. Jefatura de Gabinete de Ministros.

Información pública como política de Estado: IDE Santa Rosa

Juan Pablo Bossa[1]

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

Resumen: En la actualidad, tanto global como localmente, las instituciones gubernamentales requieren de ciertas herramientas que permitan gestionar sus respectivos datos georreferenciados, dando paso a una articulación e integración entre sus dependencias, instituciones o actores sociales que lo soliciten. Es aquí donde por iniciativa de la Dirección de Innovación y Procesos Informáticos de la Municipalidad de Santa Rosa, surge como decisión política la creación de la Infraestructura de Datos Espacial (IDE) del municipio. La ejecución de la IDE permite el acceso a la información georreferenciada de acuerdo a la política de datos y aporta una herramienta invalorable para la identificación de políticas públicas y la toma de decisiones del Estado y demás actores en todos sus niveles. Dentro de sus objetivos, se propone incorporar tecnologías de información y comunicación y sistemas de información geográficos al diseño, ejecución y control de las políticas públicas en la Municipalidad de Santa Rosa; pero por, sobre todo, fomentar y promover la transparencia activa de la Municipalidad de Santa Rosa en materia de datos espaciales, facilitando el acceso de la información pública a la ciudadanía.

Palabras Clave: instituciones gubernamentales, infraestructura de datos espaciales, Municipalidad de Santa Rosa, políticas públicas, información pública.

1. INTRODUCCIÓN

Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), como recurso geotecnológico, se han convertido en una herramienta de suma importancia al momento de brindar al ciudadano, desde diversos organismos, dependencias e instituciones gubernamentales; el acceso a información geoespacial, bajo ciertos estándares y normas definidos según las normativas establecidas por la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA). Siguiendo esta línea de trabajo, es como desde la Dirección de Innovación y Procesos Informáticos de la Municipalidad de Santa Rosa, surge como decisión política la creación de la Infraestructura de Datos Espacial (IDE) del municipio, permitiendo el acceso a datos, productos y geoservicios espaciales, publicados en Internet, asegurando la interoperabilidad y uso para aquellos que necesitan tomar decisiones en los actos de gobierno.

2. LA IDE EN LA AGENDA POLÍTICA

Ofrecer a cada ciudadano el acceso a información geoespacial, forma parte de una decisión meramente política, la cual debe proponerse e incorporarse en la agenda de las instituciones gubernamentales. Brindarle no solo a la sociedad, sino que también a ciertas instituciones que lo requieran, diversos datos, productos y geoservicios, forma parte de la Santa Rosa que entre todas y todos queremos construir.

Es por ello que, la Municipalidad de Santa Rosa, propició a partir del 1 de noviembre del 2021, y

por ordenanza, la creación de su propia IDE para permitir el acceso a su información georreferenciada. Dicha IDE municipal, permite el acceso a la información de acuerdo con 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 (IDE Santa Rosa, 2021).
Siguiendo esta línea de trabajo, es donde autores como Iniesto y Núñez (2014), plantean 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.
Es por eso que cabe afirmar, acompañando las fundamentaciones de los autores Álvarez Herranz *et al.* (2013), que las IDE implican un trabajo cooperativo y de colaboración, pues no solo entre sistemas sino, especialmente, entre las diversas organizaciones-dependencias.
Por lo tanto, desde este proyecto (IDE Santa Rosa) se busca lograr la interoperabilidad entre las secretarías, subsecretarías, direcciones y subdirecciones que forman parte de la municipalidad de Santa Rosa.

3. IDE SANTA ROSA

Acompañando los lineamientos propuestos desde IDERA (2022), afirmamos que la Infraestructura de Datos Espaciales, hoy en día, constituyen 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.
De tal forma que, desde la Dirección de Innovación y Procesos Informáticos de la Municipalidad de Santa Rosa (, 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 Infraestructura de Datos Espaciales de la Municipalidad de Santa Rosa tiene como objetivos generales, incorporar tecnologías de información y comunicación y Sistemas de Información Geográficos al 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; incentivar a la participación en la producción de información geográfica a distintos sectores del municipio, organismos públicos, privados, no gubernamentales, académicos y de la sociedad civil; coordinar la interoperatividad y unificación de información geográfica de otros organismos participantes; por otro lado, promover, colaborar y capacitar activamente en la formación de recursos humanos competentes en la materia y en el desarrollo de tecnologías; concientizar al personal municipal, técnico y jerárquico, respecto a los beneficios de contar con la información geográfica actualizada y disponible para la toma de decisiones; fomentar y promover la transparencia activa de la municipalidad de Santa Rosa en materia de datos espaciales, facilitando el acceso de la ciudadanía a la información pública; promover y participar 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, incentivar y participar activamente en los proyectos referidos a la Infraestructura de Datos Espaciales.
Es así como de tal manera, a través de los objetivos propuestos, la IDE Santa Rosa, permitirá

acceder a datos, productos y servicios geoespaciales, a aquellos que pretendan tomar decisiones políticas en los actos de gobierno.

4. ESTRUCTURA DE LA IDE SANTA ROSA

Los autores Mejía Cardona, Jiménez Cleves y Garzón Barrero (2019), 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.

De tal manera, la IDE Santa Rosa en su Geoportal (Figura 1), brinda un sistema de gestión de contenido geoespacial de código abierto; por otro lado, un catálogo de metadatos; también las normativas de utilización de la información geoespacial brindada por el municipio; geoservicios *Web Feature Service* (WFS) y *Web Map Service* (WMS); un visualizador general, donde se identifican las bases de información georreferenciada perteneciente a cada dependencia municipal; como así también una diversidad de información al servicio de cada ciudadano.



Figura 1. Geoportal de la IDE Santa Rosa

La gestión de la información geoespacial se encuentra alojada en una plataforma denominada GeoNode (Figura 2), la cual es de código abierto. Además, y para lograr la interoperabilidad, el proyecto cuenta con un servidor GeoServer, para compartir datos geoespaciales, mediante sus respectivos geoservicios.

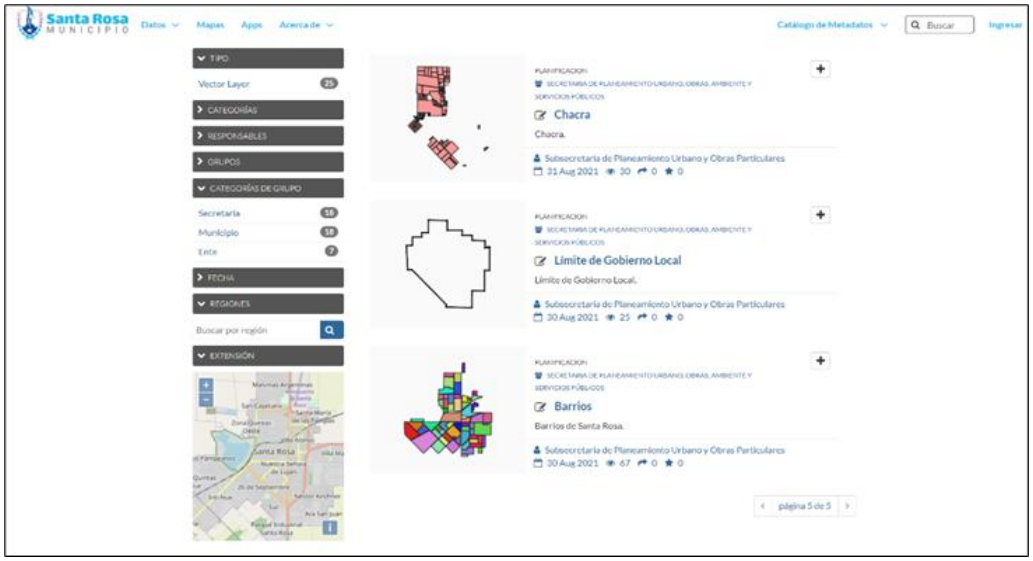


Figura 2. GeoNode. IDE Santa Rosa

Por otro lado, GeoNetwork (Figura 3), por medio del catálogo de metadatos, permite gestionar los recursos espacialmente referenciados. Esta aplicación permite describir las capas geoespaciales, servicios, mapas e incluso, conjuntos de datos no geográficos.



Figura 3. GeoNetwork. IDE Santa Rosa

Actualmente, la plataforma cuenta con un visualizador (Figura 4) de los datos geoespaciales, el cual dispone de un panel dividido de acuerdo con cada dependencia municipal; por otro lado, herramientas de búsqueda y medición, como así también información espacial perteneciente a cada una de las correspondientes capas, entre otras características.

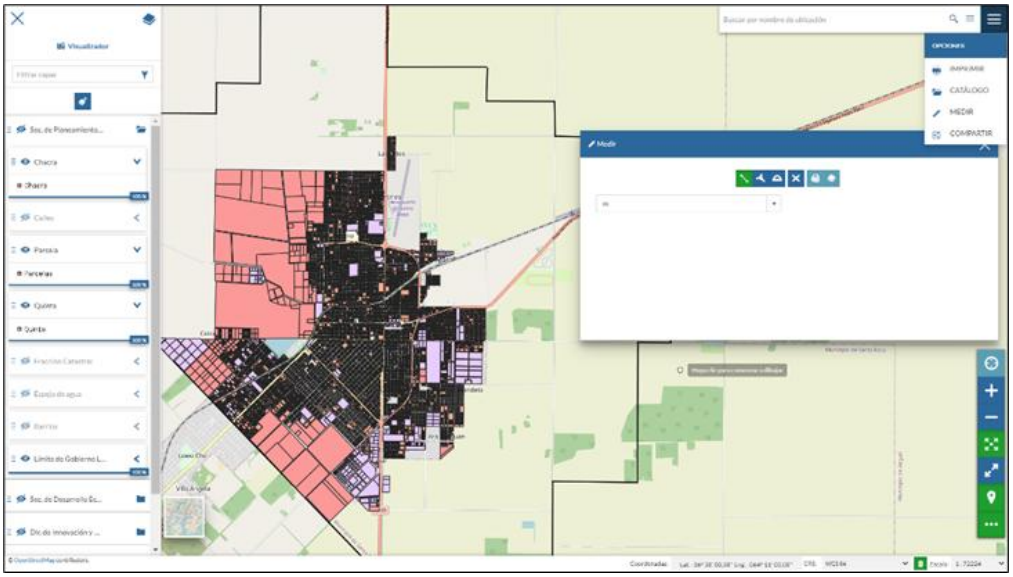


Figura 4. Visualizador. IDE Santa Rosa

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

Desde la Municipalidad de Santa Rosa, mediante la IDE Santa Rosa, como herramienta geotecnológica pública, propone ofrecer al ciudadano, como así también a ciertos organismos, dependencias e instituciones gubernamentales; el acceso a información geoespacial, asegurando la interoperabilidad y utilización para aquellos que necesitan tomar decisiones políticas, pensando en la ciudad que entre todas y todos queremos construir.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la labor realizada por medio del soporte técnico e informático al personal municipal de la Dirección de Innovación y Procesos Informáticos de la Municipalidad de Santa Rosa, bajo la Dirección del Director Manuel Beneitez; como así también a cada una de las secretarías, subsecretarías, direcciones y subdirecciones que forman parte del municipio.

REFERENCIAS

Álvarez Herranz, A. P., Zelasco, J. F., Martín, H. y Linares, S. (3-4 de octubre de 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, Argentina. https://www.researchgate.net/publication/277130392_Desarrollo_de_un_sistema_de_informacion_geografica_para_la_gestion_municipal_mediante_software_libre_Resultados_preliminares.

GeoNode, Open Source Geospatial Content Management System [*Software*]. Recuperado de https://geonode.org/.

GeoServer, Open Source Server for Sharing Geospatial Data [*Software*]. Recuperado de http://geoserver.org/.

Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (s.f.). *Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina*. Recuperado en 2022 de https://www.idera.gob.ar/.

Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Rosa (2021). *IDE Santa Rosa*. Recuperado de https://ide.santarosa.gob.ar/

Iniesto, M. y Núñez-Andrés, M.A. (2014). *Introducción a las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Centro Nacional de Información Geográfica y Dirección General del Instituto Geográfico Nacional.http://dx.doi.org/10.7419/162.12.2014, http://hdl.handle.net/2117/26164.

Mejía Cardona, V., Jiménez Cleves, G. y Garzón Barrero, J. (10-13 de septiembre de 2019). *¿Qué es un geoportal y cómo se crea?* [Trabajo completo]. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI. 2° Congreso Latinoamericano de Ingeniería. Universidad del Quindío, Armenia, Colombia. https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/101/96.

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

BLOQUE 5
SIG Vial, Movilidad y Simulaciones Dinámicas

Laboratorio de datos y análisis para el desarrollo sostenible de la movilidad

Andrés Michel[1], Micaela Favaro Leuci[1], María Sol Petrocelli[1], Néstor Grión[1] y Tomás Agustín Moyano Reartes[2]

[1]Dirección de Datos y Análisis Estadísticos, Secretaría de Economía y Finanzas, Municipalidad de Córdoba. Avenida Marcelo Torcuato de Alvear 120, Córdoba (X5000), Córdoba. Tel.: 0351-4285600.
michel_a@cordoba.gov.ar, {micaelafavaroleuci, solpetrocelli, ngrion}@gmail.com,
[2]Universidad Nacional de Córdoba. Avenida Haya de la Torre s/n, Córdoba (X5000), Córdoba. Tel.: 0351-5353778.
tomasmoyano96@gmail.com

Resumen: El presente trabajo resume la creación y puesta en valor del Laboratorio de datos y análisis eEstadísticos para el desarrollo de la movilidad sostenible, en el seno de la Dirección de Datos y Análisis Estadísticos de la Secretaría de Economía y Finanzas de la Municipalidad de Córdoba.
Es una herramienta donde convergen los datos vinculados a la movilidad. Es un instrumento que enfatiza la importancia de los datos espaciales y geográficos, es un espacio de análisis donde conversan distintas fuentes de información con el objetivo de aportar a la planificación e implementación de políticas públicas basadas en evidencia.

Palabras Clave: políticas públicas, datos, análisis estadístico, movilidad, ciudad de Córdoba

1. INTRODUCCIÓN

La Dirección de Datos y Análisis Estadísticos dependiente de la Secretaría de Economía y Finanzas de la Municipalidad de Córdoba, creó un laboratorio de datos y análisis para el desarrollo de la movilidad sostenible como herramienta para la toma de decisiones basada en datos, principalmente geoespaciales. Esta iniciativa surge a partir de la necesidad de dar respuesta integral a la movilidad en la ciudad de Córdoba motivada, en parte, por la crisis sanitaria del covid-19 que profundizó la necesidad de contar con información territorial interoperable para dar respuestas a un sistema ya deficitario y por ser un tema de relevancia en la vida cotidiana de los ciudadanos.
El presente trabajo sintetiza la estrategia seguida por el municipio para poner en valor los datos cómo elemento central para la toma de decisiones. Siguiendo a Noveck (2021) contar con datos válidos y modelos sólidos es indispensable para gestionar políticas públicas y lograr cambios rápidos y efectivos.
En la primera parte se analiza el punto de partida y la problemática a abordar. En la segunda parte se desarrolla la metodología desarrollada y los diferentes proyectos que tienen lugar en el marco del laboratorio. Luego, se analizan algunos resultados preliminares. Por último, las conclusiones y líneas futuras de acción.

2. PROBLEMÁTICA

La gobernanza y una visión parcial de los problemas públicos es uno de los principales desafíos

que atraviesan las gestiones locales. La mayoría de las conversaciones en los gobiernos se producen en silos estancos, con escasa vinculación horizontal entre las áreas. Esto se transforma en una pérdida de oportunidades, quita la posibilidad de contar con datos útiles y enriquecedores para más de un programa. La búsqueda de los datos necesarios para resolver un problema comienza con una conversación entre los programas y departamentos pertinentes, describe Beth Blauer, directora ejecutiva del Centro para la Excelencia Gubernamental de la Universidad Johns Hopkins.

La ciudad de Córdoba no es ajena a ello, la situación sanitaria generada por el covid-19 profundizó la necesidad de articular los diferentes planes y programas para abordar transversalmente las políticas públicas. La movilidad urbana se presentó y se consolidó como una gran demanda ciudadana que con el aporte de los datos existentes al momento abrió paso a un cambio de paradigma respecto a cómo gestionar, analizar y visibilizar la información.

Al abordar el problema de la movilidad en profundidad se encontraron dificultades propias de la ciudad. Córdoba es una de las ciudades más extensas del mundo, su ejido municipal abarca 576 km^2 con un índice de habitantes por hectárea bajo que complejiza la gestión urbana.

Lo antes mencionado se presentó como una oportunidad para dejar atrás la idea de movilidad que sólo se expresaba como la concreción de un desplazamiento, como un origen destino, para ir hacia el concepto de movilidad como acceso a oportunidades y amenidades que brinda la ciudad.

El desafío se hizo presente en la incorporación de nuevas fuentes de información vinculadas a los distintos modos de transporte, equipamientos urbanos, normativas vigentes, proyecto en desarrollo, entre otros, para lograr un análisis superador. Lo cual se tradujo automáticamente en un arduo trabajo de gobernanza, actualización, sistematización y en muchas ocasiones de georreferenciación de los datos.

3. INTERVENCIÓN

Una vez evaluado el problema público y con el objetivo de resolver con datos geoespaciales los desafíos complejos alrededor de la movilidad se creó el laboratorio. Este laboratorio (Figura 1) busca generar un cambio de paradigma en las políticas públicas vinculadas a movilidad para promover el entendimiento integral, inclusivo y sostenible, persiguiendo la movilidad como acceso a las múltiples oportunidades que brinda la ciudad.

El principal desafío del laboratorio es sistematizar, estandarizar y georreferenciar los datos de las diferentes fuentes para convertirlo en insumo para la toma de decisiones. Como consecuencia resulta necesario integrar y hacer interoperables las diferentes fuentes de información en conjunto con la utilización de herramientas digitales para maximizar los beneficios de cada intervención pública (CAF - Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe y Departamento Nacional de Planeación de Colombia, 2021).



Figura 1. Portada del Laboratorio de datos y análisis para la movilidad sostenible de la ciudad de Córdoba, Argentina

En esta línea, se diseñó un Sistema de Información Geográfica (GIS) que permite trabajar con toda la información desde un mismo sitio (vale aclarar que hasta el momento el sitio es interno del municipio solo pueden ingresar aquellas personas con usuarios). Se utiliza Survey123 y Survey Connect para la recolección de datos y las herramientas de visualización de ArcGIS que permiten la creación de aplicaciones web específicas alojando la información en la nube. En paralelo se capacita permanentemente a los profesionales sobre el uso y desarrollo de las herramientas de información geográfica para mantener la información actualizada.

Por otro lado, se entabló un proceso de articulación con las diferentes áreas de gobierno y otros organismos públicos y privados que generó un impacto positivo tanto dentro del municipio como hacia afuera.

"El análisis de datos siempre debe complementarse con *hablar con los humanos*. Basarse en la evidencia no puede ser una excusa para evitar la experiencia vivida por las personas, sobre todo porque con demasiada frecuencia carecemos de datos sobre los más necesitados. Los problemas complejos se benefician del uso de ambos tipos de datos" (Noveck, 2021).

En esta línea se consolidó una metodología de trabajo transversal a todo el municipio generando una sinergia antes no conocida entre las diferentes áreas, lo que permitió enriquecer las políticas públicas y su impacto en la ciudadanía. Esta vinculación se materializó en mesas de diálogo entre las áreas municipales relacionadas directa o indirectamente con la movilidad.

Externamente se llevaron a cabo reuniones de vinculación con organismos públicos de otras esferas de gobierno y con municipios vecinos que permitió avanzar con diferentes líneas de trabajo en políticas públicas concretas. También se generaron encuentros con cámaras, entes privados, universidades y organizaciones de la sociedad civil en el marco de la actualización del Plan de Movilidad Urbano de la Ciudad (vale mencionar que este proyecto fué posible gracias a la implementación de la metodología de trabajo descripta anteriormente) que dió lugar a nuevos proyectos para mejorar la movilidad de la ciudad y el Gran Córdoba.

La inteligencia colectiva fue una estrategia complementaria para fortalecer los datos y reducir los sesgos respecto a la información. A modo de ejemplo podemos citar el caso de la vinculación estratégica con la Agencia para el Desarrollo de la ciudad de Córdoba y el trabajo en conjunto con el sector privado para mejorar la logística urbana del área central. Otro ejemplo es la vinculación con Universidad Nacional de Córdoba para el desarrollo de acciones vinculadas a investigación en temas de transporte y el aporte de los estudiantes avanzados que colaboran con acciones puntuales

de levantamiento de datos.
Como resultado de esta metodología se resumen los principales proyectos desarrollados a partir del procesamiento de los datos georreferenciados.

3.1. Informes semanales

Se llevó adelante la automatización de un informe semanal para el seguimiento del Sistema de Transporte Urbano de Pasajeros (STUP), como insumo para la gestión de políticas públicas. Para lograr este producto se trabajó en la actualización y reconstrucción de datos históricos y su georeferenciación principalmente. Se elaboraron indicadores como cantidad de boletos, unidades en circulación, frecuencia, regularidad, nivel de estrés, asientos ocupados, la mayoría de ellos con la posibilidad de ser visualizado mediante mapas.
Pese a las dificultades, tales como el acceso a las diferentes fuentes de información, parametrización de los sistemas, desventajas tecnológicas, se logró trabajar con los datos generados por el sistema prepago de boletos, el sistema de gestión de flotas de las unidades e información provista por cada una de las empresas prestatarias del servicio.

3.2. Tableros interactivos

Los tableros interactivos son resultado de la necesidad de plantear distintos escenarios con los datos. Los informes estáticos fueron la introducción a la temática abordada. Se diseñó y generó un tablero *online* con el historial de datos del Sistema de Transporte Urbano de Pasajeros (STUP) a disposición de funcionarios y de las empresas prestatarias del servicio. En la herramienta se puede realizar selecciones y filtros según la necesidad de análisis como se observa en la Figura 2.

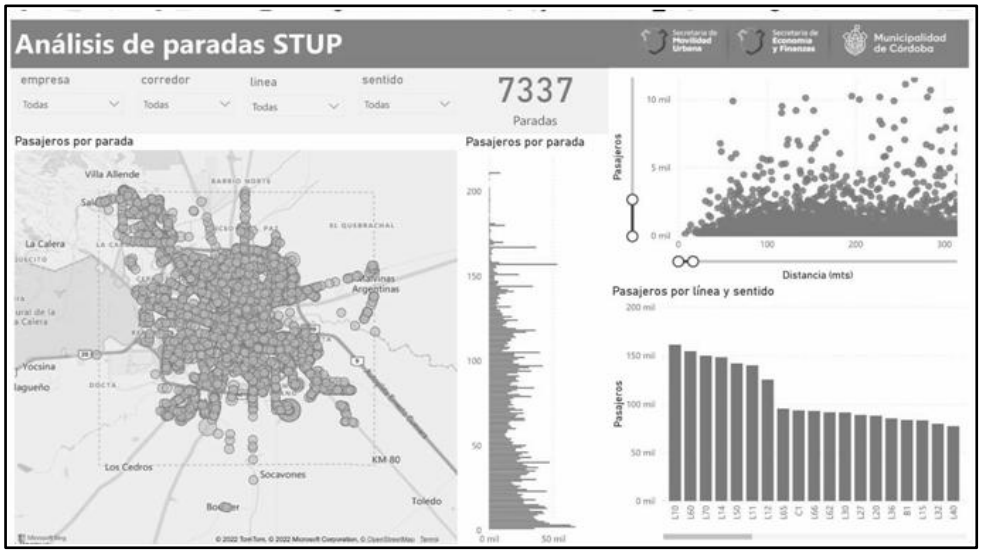


Figura 2. Análisis de paradas STUP de la ciudad de Córdoba, Argentina

3.3. Matriz Origen Destino

La elaboración de la matriz Origen-Destino (O-D) del STUP permitió conocer cómo se generan y distribuyen los viajes de la población (Kurauchi y Schmöcker, 2017), en este caso para el respectivo modo de transporte. Para su construcción fue necesario contar con datos históricos desde 2014 en adelante. La metodología de trabajo se basó principalmente en dos pasos: el primero fue la georreferenciación de datos faltantes para luego dar paso a calcular el recorrido de los viajes, según se observa en la Figura 3. Para lo cual se desarrollaron algoritmos de

geolocalización y estimación de ascensos y descenso.

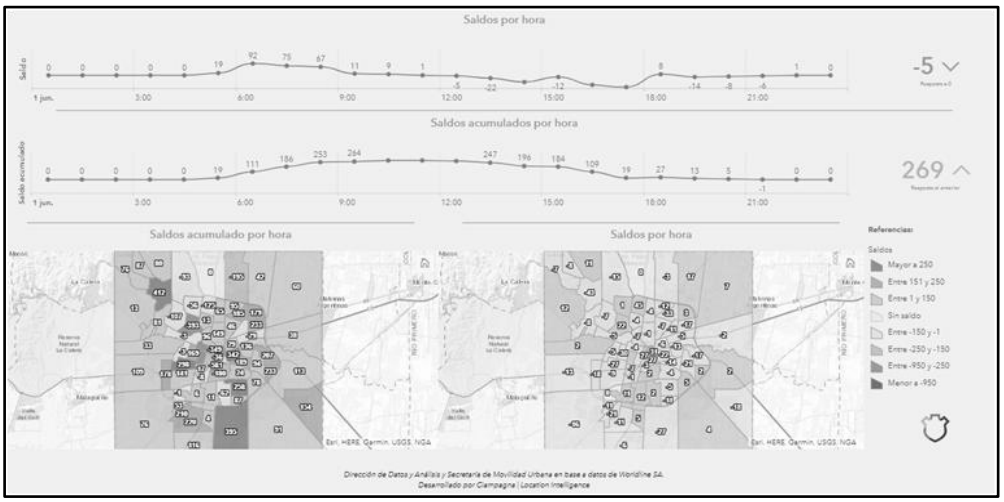


Figura 3. Movilidad. Matriz Origen-Destino STUP para la ciudad de Córdoba, Argentina

3.4. General Transit Feed Specification

A finales de 2019, la ciudad de Córdoba no contaba con datos de transporte público en la app Google Maps y los datos con los que visibles de las distintas aplicaciones de movilidad se encontraban desactualizados. Frente a ello se decidió llevar adelante la sistematización de la información para la creación y publicación del archivo General Transit Feed Specification (GTFS) de la ciudad. El cual permitió la vinculación con las distintas apps de movilidad que así lo desearan además de darle la posibilidad al usuario de contar con información fiable del sistema.

3.5. Coordinación de proyectos con uso intensivo de datos

Se está llevando adelante la coordinación de 5 proyectos de financiamiento internacional gestionados por 4 agencias, todos reposan en el uso intensivo de datos. Entre los más relevantes se encuentran: la Actualización del Plan de Movilidad Urbana Sustentable para la ciudad de Córdoba (PMUS) y Estrategías de Movilidad para el Área Central (EMAC), financiado por Euroclima+, programa insignia en materia de sostenibilidad de la Unión Europea. El PMUS se encuentra en una fase de levantamiento de datos históricos para la ciudad ya que se actualizarán los datos Origen Destino de Córdoba y Gran Córdoba. El estudio de implementación de proyectos de movilidad sostenible en corredores centrales, con grandes levantamiento de datos geográficos y otros proyectos vinculados a la logística urbana y de última milla.

4. RESULTADOS

Entre los principales resultados obtenidos cabe destacar la emergente red de diálogo entre funcionarios y organizaciones involucradas en la gestión de los proyectos y productos específicos, enmarcados en una única hoja de ruta con objetivos generales y específicos definidos, bajo una visión integral, multiescalar, multidisciplinaria y multifuncional de la movilidad.

Se destaca la obtención, sistematización y geolocalización de datos existentes como los del sistema prepago de boletos y el sistema de gestión de flota.

La creación de nuevas fuentes de información, mediante levantamiento y transcripción de bases fue un resultado gratificante, como también lo fue la incorporación de nuevas tecnologías que facilitan el acceso y sistematización de la información.

Por último y no de menor importancia, fue la coordinación entre ciudades Gran Córdoba (conjunto de ciudades que se encuentran interrelacionadas en movilidad y prestación de servicios con la ciudad capital) para análisis conjuntos respecto a la movilidad, motivado principalmente por el PMUS.

5. CONCLUSIONES

En una ciudad con la extensión de Córdoba resulta indispensable contar con un sistema de información geográficamente localizada para tomar decisiones precisas, a pesar de que no sea tarea sencilla.

El proceso requiere por sobre todo de una estrategia de gestión, principalmente para fortalecer el paradigma de política pública bajo evidencia a base de datos firmes que replanteen percepciones.

Los logros obtenidos demuestran que es posible expandir la metodología de trabajo a otras esferas del gobierno municipal para comprometerlos activamente y así forjar el cambio de paradigma.

Es importante destacar que el objetivo del laboratorio va más allá de una política de datos abiertos. Pone el foco en el análisis de datos plantados en el territorio para dar respuestas a preguntas concretas.

Por otro lado, es evidente que la metodología desarrollada funciona aunque sería de interés consolidar una estrategia sistemática de evaluación para identificar las soluciones que más se adecuan a cada necesidad y optimizar su funcionamiento.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Federico Wyss, Valentina Fernandez, Lucas Berardo, Tomás Colla y Pablo Vicentini por el trabajo dedicado. A los Secretarios de Economía y Finanzas, de Movilidad, Transporte, Gobierno y Modernización. A la empresa Worldline.

REFERENCIAS

CAF - Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe y Departamento Nacional de Planeación de Colombia (2021). *Guía metodológica para la formulación y ejecución de proyectos de analítica de datos para la toma de decisiones en el sector público* [Infografía]. Recuperado de https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1779.

Kurauchi, F. y Schmöcker, J. (Ed.). (2017). *Public Transport Planning with Smart Card Data*. CRC Press.

Mazzucato, M. (2020). Misión Económica - Una guía para cambiar el capitalismo. Taurus.

Noveck, B. S. (2021) *Solving Public Problems: A Practical Guide to Fix Our Government and Change Our World*. Yale University Press.

Ramió Matas, C. (2020). Las lágrimas del Leviatán: Ensayos sobre administración pública. Argentina. Instituto de Educación Económica.

Ordenanza Nº 12395 de (2014). Concejo Deliberante de la Ciudad de Córdoba. Por la cual se crea el Sistema Estadístico de la Ciudad de Córdoba. 15 de mayo de 2014.

¿Cómo armar la infraestructura de datos espaciales para la aplicación de modelo de simulación dinámicos?

Horacio Videla Mensegue[1], José Corigliano[2], Betsy Romero Verastegui[3], Sebastián López[4], Timo Kroon[3], Javier Alvarez[4], Alejandra Macchiavello[1], Albert A. Veldhuizen[5] y Nicolás Federico Guillen[4,6]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina.
[2]Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina.
[3]Deltares, Netherlands.
[4]Instituto de Estudios Avanzados en Ingeniería y Tecnología (IDIT CONICET/UNC), FCEFyN.
[5]Wageningen Environmental Research, Netherlands.
[6]Universidad Católica de Salta, Argentina.
videla.horacio@inta.gob.ar

Resumen: Las intervenciones del hombre sobre los ecosistemas naturales generan diferentes alteraciones que causan desequilibrios ambientales y productivos. Los modelos de simulación dinámicos son herramientas que pueden ayudar a analizar y predecir el comportamiento de los sistemas naturales ante la intervención del hombre. Los objetivos de este trabajo fueron: a) brindar criterios para establecer la escala (espacial y temporal) y límites del sistema de análisis y b) describir la estructura de datos necesaria para aplicar los modelos de simulación a escala regional. La importancia de definir la escala espacial y temporal radica en la necesidad de organizar los datos de entrada (p. ej. clima, suelo, uso de la tierra, entre otros). Los sistemas de información geográficos son la mejor manera de organizar los datos. Los datos climáticos más comunes son: precipitación, temperaturas máxima y mínima, radiación solar, velocidad del viento y humedad del aire. Los datos de suelos deben ser compuesta por un mapa con la distribución geográfica de los suelos y las propiedades del perfil del suelo. Además, para la implementación de modelos de simulación dinámicos a escala regional es importante disponer de modelo digital de elevación (MDE), mapas de profundidad y salinidad de la capa freática, uso de la tierra y geomorfología. Actualmente, en Córdoba existe numerosa cantidad de datos climáticos, suelo, relieve, capa freática, uso de la tierra y geomorfología pero que carecen de calidad, organización y disponibilidad. En consecuencia, es necesario realizar un gran esfuerzo para adecuar las bases de datos ambientales para su implementación en estudios regionales.

Palabras Clave: Modelación dinámica, datos de entrada, ambiente

1. INTRODUCCIÓN

Las intervenciones del hombre sobre los ecosistemas naturales generan diferentes alteraciones que causan desequilibrios ambientales y productivos en distintas regiones del mundo. Estas alteraciones son producto de múltiples modificaciones de los procesos biogeoquímicos que ocurren en los ecosistemas (p. ej. agua, carbono, nitrógeno, nutrientes, y oxígeno). En consecuencia, es de suma relevancia comprender los procesos que intervienen, las posibles causas

que los generan, y los cambios que pueden ocurrir ante determinados estímulos. Los modelos de simulación dinámicos basados en procesos biofísicos son herramientas que pueden ayudar a analizar y predecir el comportamiento de los sistemas naturales ante la intervención del hombre.
Los modelos de simulación dinámicos (p. ej. SWAP (Kroes *et al.*, 2017), APSIM (Holzworth *et al.*, 2018), SWB (Videla-Mensegue *et al.*, 2021), Imod (Vermeulen *et al.*, 2021), entre otros) consisten en herramientas informáticas que pueden calcular el transporte de agua, nutrientes y sales en el sistema suelo-planta-atmósfera a escala local y regional. La mayoría de estos modelos operan en un paso de tiempo diario y multianual, con datos de entrada de clima, suelo, cultivo, capa freática, uso del suelo, y relieve. Este trabajo no tiene por finalidad describir los procesos simulados en los modelos dinámicos. Para más detalle de los mismos es posible consultar Kroes *et al.* (2017), Videla-Mensegue *et al.* (2021) y Holzworth *et al.* (2018).
La implementación de los modelos de simulación dinámicos requiere respetar algunos pasos, estos son: a) definición de la unidad de análisis (escala espacial y temporal), b) recolección y análisis de datos de campo, c) calibración y testeo del modelo de simulación con datos de campo, e) aplicación del modelo para análisis regional. Los primeros dos pasos de la implementación son claves para lograr buenos resultados en el análisis de ecosistemas y son muy costosos en tiempo y dinero. Algunos estudios con modelos de simulación a escala regional fueron realizados en una extensa área de las pampas argentinas para evaluar el impacto del cambio de uso del suelo sobre el ciclo del agua y, en especial, sobre el ascenso de la capa freática (De Wit *et al.*, 2017; Kroes *et al.*, 2019). Ambos estudios destacan la escasez de datos meteorológicos, suelo y uso del suelo que existen en Argentina para la implementación de modelos de simulación a escala regional. Los objetivos de este trabajo fueron: a) brindar criterios para establecer la escala (espacial y temporal) y límites del sistema de análisis y b) describir la estructura de datos necesaria para aplicar los modelos de simulación a escala regional.

2. ESCALA ESPACIAL Y TEMPORAL

La implementación de estudios ambientales y modelos de simulación dinámicos pueden ser realizados a distintas escalas espaciales (p. ej. lote-campo, cuenca, región, nación o global) y temporales (p. ej. días, meses, años, décadas). En consecuencia, es necesario definir la escala de análisis espacial y temporal para la organización de los datos de entrada (p. ej. clima, suelo, uso de la tierra, entre otros). A su vez, en estudios que abarcan una amplia superficie geográfica se suele dividir el área estudiada en cuadrículas compuestas de celdas (unidades mínimas de análisis) donde se conjugan las variables de entrada y las salidas de las simulaciones (p. ej. rendimiento, consumo de agua, profundidad de la capa freática, entre otros). El tamaño de la unidad mínima de análisis dependerá de la escala espacial de estudio requerida para evaluar el comportamiento de la/s variable/s estudiada/s y de la capacidad computacional que se tenga (p. ej. avance de pérdida de masa forestal en una reserva, o avance de pérdida de masas forestales en el país). La mejor manera de organizar los datos en el área a estudiar es a través de la construcción de sistemas de información geográficos. La escala temporal depende del objetivo del estudio o modelación a realizar. Por ejemplo, en estudios de impacto de cambio climático o cambio de uso de la tierra es recomendable simular períodos de al menos 30 años (Rosenzweig *et al.*, 2016).

3. CLIMA

Los datos meteorológicos necesarios más comunes para la implementación de modelos de simulación dinámica son: precipitación, temperaturas máxima y mínima, radiación solar, velocidad del viento y humedad del aire. Lo ideal es contar con estas variables a escala diaria y es conveniente tener una serie de tiempo continua mayor a 30 años (Rosenzweig *et al.*, 2013). En las modelaciones a escala regional es necesario tener datos meteorológicos distribuidos espacialmente

para las variables con mayor variabilidad espacial como p. ej. precipitación. Además, es necesario generar un mapa de cobertura total sobre la superficie de estudio que puede ser creada con métodos de interpolación como p. ej. polígonos de Thiessen o Voronoi. En Córdoba existen redes meteorológicas (p. ej. https://magya.omixom.com y http://clima.bccba.com.ar) que están registrando datos en forma horaria en numerosos puntos del territorio. No obstante, estas series de datos meteorológicos carecen de una longitud temporal suficiente, poseen datos erróneos y faltantes como para análisis de comprensión de procesos ecosistémicos. En consecuencia, es necesario realizar un exhaustivo trabajo en depurar las series de datos actuales para ser utilizadas con los modelos de cultivos. En caso de no contar con series de datos completas, es posible utilizar fuentes de datos globales como p. ej. ECWMF (https://cds.climate.copernicus.eu/#!/home). Las series de datos meteorológicos deben ser controladas para asegurar su calidad. A tal fin, existen protocolos para chequear la calidad de datos como p. ej. el protocolo de datos climáticos de Global Yield Gap Atlas (https://www.yieldgap.org/web/guest/methods-weather-data) o los métodos de análisis de integridad y corrección de datos meteorológicos publicados por Allen *et al.* (1998).

4. SUELO

La información de suelo es clave para los estudios ambientales, evaluación de tierras, simulación del crecimiento de cultivos y modelación de procesos biogeoquímicos. La base de datos de suelos debe ser compuesta por un mapa con la distribución geográfica de los suelos y las propiedades del perfil del suelo. Actualmente, existen mapas geográficos de suelos y sus atributos a escala global (escala 1:1 millón, Batjes, 2015). Sin embargo, para estudios regionales o de cuenca es necesario mapas de suelo de mayor detalle. La provincia de Córdoba cuenta con mapas de suelo a diferentes escalas (escala 1:50.000 a 1:500.000) que abarcan parte o la totalidad de su superficie (MAyG – INTA, 2022; SAGyP – INTA, 1990). Sin embargo, estos mapas de suelos presentan varias limitaciones. Algunas de ellas están relacionadas a la escasa precisión de la unidad de suelo en las unidades cartográficas y facilidad de consulta de las propiedades asociadas a cada unidad de suelo.

En este sentido, es necesario adaptar la información de suelo actual para facilitar su aplicación en estudios regionales. Para facilitar la aplicación del mapa de suelos en estudios de modelación es necesario armonizar los datos espaciales de suelo actuales en un mapa de cuadrículas con un tamaño de celda adecuada para estudios regionales (p. ej. celdas de 250 m x 250 m a 1000 m x 1000 m). Cada celda de la cuadrícula contiene una unidad de suelo (identificada por su nombre y código) y asociada a las propiedades principales del perfil de suelo.

Las propiedades de la unidad de suelo mínimas para la modelación son: distribución del tamaño de partículas (contenido de arena, arcilla y limo), densidad aparente, y constantes hidrológicas (contenido hídrico a capacidad de campo -33 y -1500 kPa). Otras propiedades de los suelos que pueden ser importantes son: contenido de carbono orgánico, nitrógeno total, relación carbono/nitrógeno, pH, capacidad de intercambio catiónico del suelo, total de bases de intercambio, saturación de base, saturación de aluminio, contenido de carbonato de calcio, porcentaje de sodio de intercambio, conductividad eléctrica, proporción de fragmentos de cuarzo > 2mm, presencias de limitaciones físicas. Estas propiedades deben ser presentadas a profundidades fijas (p. ej. cada 20 cm hasta 100 cm y cada 50 cm desde 100 a 300 cm de profundidad) o según los horizontes o capas de suelo.

La mayoría de estas propiedades de suelo están descriptas en las Cartas de Suelo de la provincia de Córdoba (MAyG – INTA, 2022). No obstante, es necesario estimar algunas propiedades de los suelos y, en otros casos, actualizar su valor como p. ej. la capacidad de agua disponible y el contenido de carbono orgánico, respectivamente. En el primer caso es posible implementar funciones de pedotransferencia ajustadas a los suelos de la región (p. ej. Saxton, Rawls, Videla-Mensegue, en preparación) o realizar muestreos de suelo para determinar el valor actual de la

variable de acuerdo a la celda. Para más detalle del método de armonización de mapas y propiedades de suelo puede consultarse Batjes (2015).

5. OTRAS CAPAS DE DATOS

Además de datos meteorológicos y suelo, para la implementación de modelos de simulación dinámicos a escala regional es importante disponer de modelo digital de elevación (MDE), mapas de profundidad y salinidad de la capa freática, uso de la tierra y geomorfología. La provincia de Córdoba cuenta con capas de MDE en distintas resoluciones (5 a 90m) disponibles on line (https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/348/view), de los cuales derivaron mapas de pendiente y orientación. Una mejora de los MDE puede ser hecha incorporando las concavidades de las lagunas y cursos de agua (batimetría) a fin de mejorar la modelación de los flujos de agua en áreas de muy baja pendiente.

Las observaciones de campo de capa freática en Argentina son escasos y más la información a escala regional (Kroes *et al.*, 2019). Si bien en varios lugares se registran datos de profundidad y salinidad de la capa freática (Videla-Mensegue *et al.*, 2021; 2022), no existe una red de monitoreo organizada a nivel regional ni la construcción de mapas de profundidad o salinidad de la capa freática. Algunos esfuerzos fueron realizados con Red Mate (http://red-mate.agro.uba.ar/), sin embargo, se descontinuaron en el tiempo. En este sentido, es necesario organizar una red de monitoreo de profundidad, salinidad y otros indicadores de calidad de agua subterránea a nivel regional con el fin de generar información espacial y temporal de la capa freática. Algunas metodologías de interpolación y mapea de profundidad de capa freática puede ser consultada en Manzione y Castrignanò (2019) y Manzione *et al.*, (2021). Otra variable relacionada al agua que es muy importante tener registros organizados es el caudal en áreas con cauces definidos. En Córdoba existen algunos lugares con estaciones registradoras automáticas de caudal y precipitaciones que pueden servir como base para el armado de una capa de información.

Los mapas de uso de la tierra con tipos de cultivo a escala regional y para cada campaña agrícola no son fáciles de conseguir en Argentina (Kroes *et al.*, 2019). Esta información es muy relevante para estudios de impacto del uso de la tierra sobre los servicios ecosistémicos y ciclos biogeoquímicos (p. ej. agua, carbono y nutrientes). Algunos mapas de uso de la tierra se encuentran disponibles en IDECOR (https://www.mapascordoba.gob.ar/#/mapas) e INTA (de Abelleyra *et al.*, 2019; 2020; 2021). Sin embargo, para una fácil implementación en los modelos de simulación dinámicos es necesario adaptar estos mapas de uso de la tierra a un formato estándar y ampliar el rango de tiempo con información de uso de la tierra.

Los mapas de geomorfología de Córdoba se encuentran disponibles a una escala 1:750.000 (Martino *et al.*, 2020). La descripción de las unidades geomorfológicas, litoestratigrafia y los recursos mineros se encuentran documentadas. Sin embargo, los parámetros hidrogeológicos e hidrogeoquímicos de las capas profundas del subsuelo (acuífero) son difíciles de conseguir (p. ej. conductividad hidráulica y almacenamiento específico). Blarasín *et al.*, (2005) realizaron una importante recopilación de estudios de aguas superficiales y subterráneas del sur de Córdoba donde documentan un importante número de estudios sobre las características hidrogeológicas de las aguas subterráneas.

Finalmente, la implementación de estudios ambientales y el uso de modelos de simulación dinámicos requiere tener datos de variables ambientales ordenados, depurados y organizados de una forma simple y liberados para ser utilizados. Actualmente, en Córdoba existe numerosa cantidad de datos climáticos, suelo, relieve, capa freática, uso de la tierra y geomorfología pero que carecen de calidad, organización y disponibilidad. En consecuencia, es necesario realizar un gran esfuerzo para adecuar las bases de datos ambientales para su implementación en estudios regionales.

REFERENCIAS

Allen, R., Pereira, L., Roes, D., Smith, M., 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing crop water requirements. FAO - Irrigation and Drainaje, Roma, Italia.

Batjes, N.H. 2015. World soil property estimates for broad-scale modelling (WISE30sec). Report 2015/01, ISRIC - World Soil Information, Wageningen (with data set, available at www.isric.org).

Blarasin, M.; Degiovanni, S.; Cabrera, A.; y M. Villegas. 2005. Aguas superficiales y subterráneas en el sur de Córdoba: una perspectiva geoambiental. 1ª ed. – Río Cuarto: Universidad Nacional de Río Cuarto.

de Abelleyra D, Verón S, Banchero S, Iturralde Elortegui M, Valiente S, Puig O, Murray F, Martini JP, Zelaya K, Maidana D, Varlamoff N, Peiretti J, Benedetti P, Portillo J, Melilli M, Maidana E, Goytía Y, Sapino V, Regonat A, Cracogna F, Espíndola C, Parodi M, Colombo F, Scarel J, Ayala J, Martins L, Basanta M, Rausch A, Almada G, Boero L, Calcha J, Chiavassa A, Lopez de Sabando M, Kurtz D, Marini F, Sarrailhe S, Petek M, Propato T, Ferraina A, Pezzola A, Winschel C, Muñoz S, Mesa J, Volante J. 2021. Mapa Nacional de Cultivos campaña 2020/2021. Colección 1. Versión 1.0. Informe. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina.

de Abelleyra D, Veron S, Banchero S, Mosciaro J, Franzoni A, Boasso M, Valiente S, Puig O, Goytia S, Iturralde Elortegui M, Maidana D, Martini J, Murray F, Marini F, Propato T, Ferraina A, Gómez Taffarel C, Sarraihle S, Petek M, Messa J, Kurtz D, Perucca R, Benedetti P, Muñoz S, Volante J. 2020. Mapa Nacional de Cultivos campaña 2019/2020. Colección 1. Versión 1.0. Informe. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina.

de Abelleyra D, Banchero S, Verón S, Mosciaro J, Volante J. 2019. Mapa Nacional de Cultivos campaña 2018/2019. Colección 1. Versión 1. Informe. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina.

De Wit, A., Abelleyra, D., Veron, S., Kroes, J., Supit, I., & Boogaard, H. (2017). Technical description of crop model (WOFOST) calibration and simulation activities for Argentina, pampas region. Retrieved from http://edepot.wur.nl/441498

Holzworth, Dean, N. I. Huth, J. Fainges, H. Brown, E. Zurcher, R. Cichota, S. Verrall, N. I. Herrmann, B. Zheng, and V. Snow. "APSIM Next Generation: Overcoming Challenges in Modernising a Farming Systems Model." Environmental Modelling & Software 103 (May 1, 2018): 43–51. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.02.002

Kroes, J.G., Dam, J.C. van, Bartholomeus, R.P., Groenendijk, P., Heinen, M., Hendriks, R.F.A., Mulder, H.M., Supit, I., Walsum, P.E.V. van, 2017. SWAP version 4, Theory description and user manual. Wageningen Environmental Research, ESG Report 2780. Available at: http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/416321

Kroes, J., van Dam, J., Supit, I., de Abelleyra, D., Verón, S., de Wit, A., Boogaard, H., Angelini, M., Damiano, F., Groenendijk, P., Wesseling, J., Veldhuizen, A., 2019. Agrohydrological analysis of groundwater recharge and land use changes in the Pampas of Argentina. Agric. Water Manag. 213, 843–857. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.12.008

SAGyP – INTA – Proyecto PNUD ARG/85/019. Con la participación del Instituto de Suelos y EEAs del INTA. 1990. Atlas de suelos de la República Argentina. Escala 1 : 500.000 y 1 : 1.000.000Versión Digital Corregida, Revisada y Aumentada (Versión 9.0): G. Cruzate, L. Gomez, M. J. Pizarro, P. Mercuri, S. Banchero. http://www.geointa.inta.gob.ar/2013/05/26/suelos-de-la-republica-argentina/

MAyG – INTA. 2022. Cartas de suelos de Córdoba. En: http://suelos.cba.gov.ar/index.html

Manzione, R.L. y A. Castrignanò. 2019. A geostatistical approach for multi-source data fusion to predict water table depth. Science of The Total Environment, Volume 696, 133763. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133763

Manzione, R.L.; de Oliveira Ferreira Silva, C. y A. Castrignanò. 2021. A combined geostatistical approach of data fusion and stochastic simulation for probabilistic assessment of shallow water table depth risk. Science of The Total Environment, Volume 765, 142743. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142743

Martino, R.D., Guereschi, A.B., Carignano, C.A., Sfragulla, J.A., Bonalumi, A.A., 2020. Mapa Geológico de la Provincia de Córdoba. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino Serie Publicación Nº 176, 82 pp. Buenos Aires.

Rosenzweig, C.; Jones, J.W.; Hatfield, J.L.; Ruane, A.C.; Boote, K.J.; Thorburn, P.; Antle, J.M.; Nelson, G.C.; Porter, C.; Janssen, S.; Asseng, S.; Basso, B.; Ewert, F.; Wallach, D.; Baigorria, G. y J.M. Winter. 2013. The Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project (AgMIP): Protocols and pilot studies. Agricultural and Forest Meteorology, Volume 170, Pages 166-182. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.09.011

Rosenzweig, C., J.M. Antle, A.C. Ruane, J.W. Jones, J. Hatfield, K.J. Boote, P. Thorburn, R.O. Valdivia, K. Descheemaeker, C.H. Porter, S. Janssen, W.-L. Bartels, A. Sulivan, and C.Z. Mutter. 2016. Protocols for AgMIP Regional Integrated Assessments Version 7.0.

Vermeulen, P.T.M., Minnema, B. y F.J. Roelofsen. 2021. iMod, User manual 5.3. Deltares. The Netherlands. https://oss.deltares.nl/web/imod/user-manuals

Videla Mensegue, H., Caviglia, O.P., Degioanni, A., Marcos, J., Bonadeo, E., 2021. Calibration and validation of soil water balance (SWB) model in the Inner Argentinian Pampas. Comput. Electron. Agric. 181, 105892 https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105892

Videla-Mensegue. Pedotransfer functions to estimated hydraulic properties of soil pampas region Argentina.

Videla-Mensegue, H., Salafia, A. y P. Blanco. 2022. Resumen agro-hidrológico del año 2021 - INTA AER Laboulaye. INTA Marcos Juárez. https://bit.ly/3fZLoOL

Videla Mensegue, H.; Salafia, A. y P. Blanco. 2021. Informe agroclimático del sur de Córdoba - Enero 2021. INTA Laboulaye. Material de difusión. En: https://inta.gob.ar/documentos/informe-agroclimatico-del-sur-de-cordoba-enero-2021.

Implementación de herramientas de inteligencia geográfica y SIG para la Gestión de la Municipalidad de Córdoba

Andres Michel[1], Caroll Lema Cuesta[1], Nestor Grión[1], Víctor Di Rienzo[2], Guillermo José Ciampagna[3] y Gabriela Capdevila[3]

[1]Dirección de Datos y Análisis Estadísticos, [2]Subsecretaría de Sistemas y Conectividad, Secretaría de Economía y Finanzas. Municipalidad de Córdoba. Avenida Marcelo T. de Alvear 120, Córdoba (X5000), Córdoba. Tel.: 0351 4285600
michel_a@cordoba.gov.ar, caroll.cuesta@mi.unc.edu.ar, ngrion@gmail.com, dirienzo_v@cordoba.gov.ar
[3]Universidad Nacional de Córdoba. Avenida Haya de la Torre s/n, Córdoba (X5000) Córdoba. Tel.: 0351 5353778
guilleciampagna@gmail.com, gabriela.capdevila@ciampagna.com.ar

Resumen: La Dirección de Datos y Análisis Estadísticos en conjunto con la Subsecretaría de Datos y Conectividad de la Municipalidad de Córdoba ha implementado en los últimos años nuevas soluciones basadas en Inteligencia Geográfica y Sistemas de Información Geográfica en la Gestión Municipal. El trabajo expone la experiencia de trabajo y desarrollo de un sistema de información geográfica alojado en la nube. Pretende realizar un aporte sobre la importancia de contar con datos válidos, unificados y de libre acceso para la administración territorial del Municipio facilitando así las acciones de planificación, organización, dirección y control de las políticas públicas. En particular, se destaca la relevancia de contar con información territorial interoperable a disposición de formuladores de políticas a través de un Portal de Comunidad Inteligente interno a la gestión. Este nuevo paradigma plantea otra manera de pensar y compartir los datos y el conocimiento territorial para la toma de decisiones, con renovadas lógicas de trabajo entre distintas áreas y con la utilización de soluciones de tecnologías adecuadas. En este proceso de integración tecnológica se destaca el uso de los Survey de ArcGIS y de diversos servicios de AWS. Además, se presentan aplicaciones particulares relacionadas con salud, educación, niñez y movilidad.

Palabras Clave: políticas públicas, sistema de información geográfica, análisis estadístico, integración tecnológica, ciudad de Córdoba.

1. INTRODUCCIÓN

Desde la dirección de Datos y Análisis Estadísticos de la Municipalidad de Córdoba y en conjunto con la Subsecretaría de Conectividad y Sistemas se implementó un proceso que apunta a la gobernanza en el sistema de datos e información geográfica mediante el uso de plataformas y herramientas de soporte.

Hasta el 2020, la gobernanza de los datos del Municipio se encontraba dispersa entre diversas áreas, como en la Dirección de Sistemas que se encargaba puntualmente de dar soluciones de tecnologías de información a las diversas áreas. De todas maneras, no se tenía en cuenta posibles articulaciones de esos sistemas y en varias áreas coexistían sistemas en diversos soportes digitales con otros en papel; incluso aquellos en soporte digital no contaban con un análisis de calidad y

consistencia. Esto dificultaba la incorporación de evidencias cuantitativas o cualitativas precisas y de carácter transversal en el proceso de toma de decisiones, quedando las mismas sujetas a sensaciones o pareceres. En particular, no se contaba con información territorial controlada, estandarizada ni organizada.
El presente trabajo se divide en cuatro secciones. Las dos primeras plantean el objetivo y la estrategia implementada por la Dirección de Datos y Análisis Estadísticos en los últimos dos años. En la tercera se presenta el desarrollo de los proyectos, haciendo mención de algunos casos puntuales de aplicación. Por último, en la conclusión se identifican desafíos actuales y futuros sobre los que es necesario avanzar.

2. OBJETIVOS

Frente al constante crecimiento en la generación y disponibilidad de datos públicos y privados que caracteriza a esta época, es necesario el desarrollo de estrategias que permitan su aporte a la creación de valor público. El análisis de datos apoya este objetivo promoviendo un enfoque de diseño, implementación y evaluación de políticas públicas basado en evidencia, orientado a la resolución de problemáticas de la sociedad en general (CAF, 2021).
Las debilidades reconocidas en el municipio de Córdoba involucran la falta de transmisión de la información generada entre sectores, una débil infraestructura de datos, un bajo nivel de conocimiento en el manejo de datos (especialmente aquellos en formato geoespacial) por parte del personal y la consecuente baja calidad y estandarización de los datos. Todo esto impacta de manera negativa en el proceso de toma de decisiones, impidiendo que los datos estén a disposición del municipio con todo su potencial. La información geoespacial detallada toma particular relevancia en este nivel de gestión, y su correcta utilización permite perseguir un desarrollo territorial inclusivo y sostenible.
El propósito de la Dirección de Datos y Análisis es estandarizar y armonizar los sistemas utilizados, para explotar complementariedades y poder generar información más relevante que aquella disponible previamente. De esta forma, y como objetivo final, se apunta a mejorar el proceso de toma de decisiones locales basadas en evidencia. Esto implica romper con idiosincrasias en la forma de hacer las cosas en todos los niveles; desde formas de trabajo, habilidades de uso de datos, definiciones conceptuales y concepción de propiedad del dato.

2.1. Estrategia de abordaje

Con el fin de democratizar la información que se genera dentro del municipio y mejorar el proceso de toma de decisiones se hace hincapié en puntos claves del proceso de desarrollo de productos. Se reconoce que la interoperabilidad entre sistemas, el uso de sistemas de datos con énfasis territorial, una correcta gobernanza de datos y la implementación de políticas basadas en evidencia P.B.E son factores fundamentales que atender para potenciar la innovación, la eficiencia del municipio y la calidad de vida de sus habitantes (ver Figura 1).

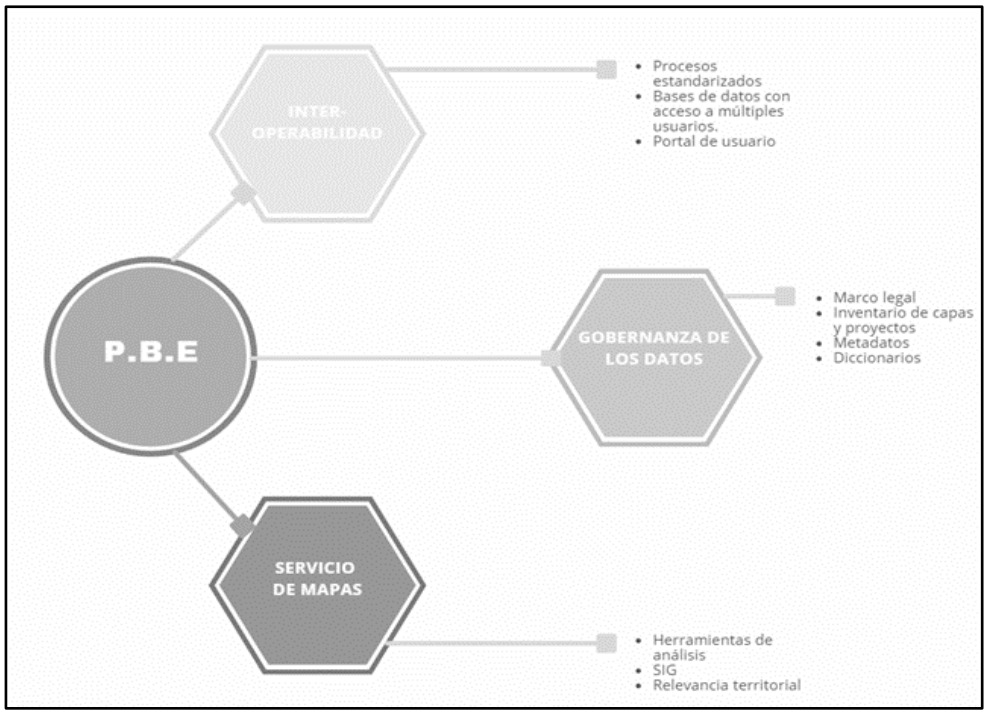


Figura 1. Estrategia Datos y Análisis Estadísticos

Hasta 2020 no existía interoperabilidad entre las áreas; en el mejor de los casos cada sector tomaba decisiones basándose en la información que generaba, y en el peor de los casos, no se utilizaba información de datos procesados. El propósito de establecer una plataforma con accesos limitados y controlados fue el de contribuir al apoyo entre partes integrantes del municipio, a través del intercambio de datos que comparten formato y protocolo de administración.

Por la naturaleza del nivel de gobierno municipal y la extensión que la Ciudad de Córdoba presenta, toma especial relevancia la dinámica territorial y la focalización que pueda darse a las políticas públicas tomando en cuenta esta variable. Contar con un mapeo de centros de participación ciudadana, escuelas, centros de salud, centros de jubilados, jardines maternales, zonas vulnerables, zonas inundables, espacios verdes y arbolado, parcelario, entre otros, facilita que las políticas de inclusión y mejora territorial sean más precisas y correctas. En el caso de los servicios de mapas, se diseñó un GIS con niveles de permisos para el manejo de datos. Se creó un portal de Comunidad Inteligente que permite trabajar desde un mismo sitio, con múltiples herramientas de recolección de datos (Survey123, Survey Connect), de mapeo y visualización (ArcGIS) y de creación de aplicaciones web específicas alojado en la nube. A su vez, el equipo profesional está en constante aprendizaje sobre información geográfica a través de talleres y cursos.

La política de gobernanza de datos aplicada en el municipio se apoya en el marco legal dictado en la Ordenanza N° 12305 que crea el Sistema Estadístico de la Ciudad de Córdoba (2014). Por otro lado, hay normativas puntuales y dispersas que regulan aspectos como información pública y datos tributarios, como la Ley de Datos Personales, la Ley de Secreto Estadístico, normativas de Secreto Fiscal, entre otras. Sin embargo, el contexto actual, requiere pasar de una concepción de gobernanza de datos que promueve la confianza y la responsabilidad, a uno que además apuesta a

tomar los datos como activos estratégicos para el valor social y económico que puede mejorar la calidad de vida de las personas (Cetina, 2021).
En este sentido, el portal de Comunidad Inteligente, habilita a cada área para definir el proceso adecuado para los fines últimos de su proyecto, a la vez que es dueña y responsable de la calidad de la información que genera. Por otro lado, se genera una dinámica de intercambio y conversación, por medio de la cual cada sector comparte y recibe permisos de uso, edición y visualización de capas generadas por otros. Esto último es posible gracias a los permisos generados, otorgados y organizados desde el portal. Es decir, los usuarios pueden visualizar, crear y editar las diferentes entidades, dependiendo de los permisos con los que cuenten. Cada área del municipio tiene accesos al sistema con diferentes prestaciones (creación, edición y visualización de datos). Estos permisos van de la mano con el nivel de toma de decisiones de los integrantes del municipio, es así que existen 3 niveles: estratégico; de gestión y operativo.
Al integrar todos los procesos en el Sitio de Comunidad Inteligente, existe una responsabilidad de actualización de datos a cargo de cada una de las Secretarías, con el fin de disponer de bases actualizadas. También posibilita contar con bases únicas (sin versiones duplicadas), actualizadas y válidas.
A partir de lo mencionado previamente, desde la Dirección de Datos se abordaron puntos claves para lograr que los datos alcancen su potencial. Promover la calidad y el uso transparente de los mismos, contar con una adecuada infraestructura e invertir en conocimiento estadístico permitió aumentar la confianza en los datos e incentivó su demanda por parte de formuladores de políticas públicas. A su vez, se priorizó la independencia de cada área, que con conocimientos especializados sobre las diferentes temáticas agregan valor a cada instancia del proyecto, en especial a la estrategia del mismo.

3. DESARROLLO

La dirección de datos cuenta con un proceso para la realización de proyectos que involucra un flujo de tareas establecido, con instancias automáticas o semi-automatizadas. Dependiendo de la particularidad de cada una de estas y de las necesidades y objetivos, se utilizan herramientas estadísticas, softwares de programación y sistemas de información adecuados. Es decir, inicialmente se apunta a conocer e identificar el problema, la estructura de los datos y del área que los presenta, para así proceder a evaluar hipótesis y posibles soluciones apropiadas (CAF Y DNP, 2021), ver Figura 2.

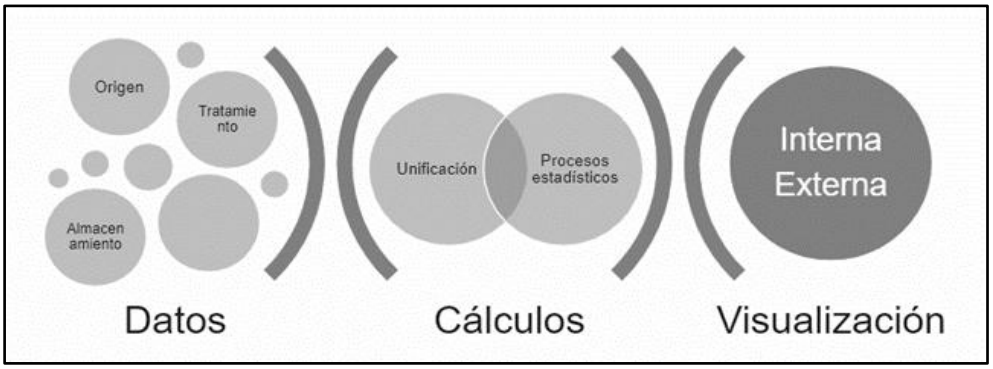


Figura 2. Desarrollo de proyectos

Esta sección se divide en cuatro apartados, tres relacionados con captura de datos, procesamiento, visualización de los mismos, y finalmente, uno referido al Portal de Comunidad Inteligente.

3.1. Captura de datos y almacenamiento

Esta actividad se realiza mediante dos tecnologías: Survey de ArcGIS y servicios de AWS.

3.1.1. Survey ArcGIS - ESRI

Los datos primarios generados a partir de la aplicación Survey permiten complementar registros administrativos y principalmente, facilitan el acceso a información en tiempo real de temáticas específicas. Los formularios generan capas con datos "vivos" que pueden ser visualizados en mapas y *dashboards* con indicadores claves, en tiempo real.

A su vez, la variable territorial es fácilmente incorporada a través de mapas embebidos en los formularios. El usuario puede optar por ingresar una dirección, el conjunto de coordenadas del punto o bien, hacer uso del servicio de GPS de su dispositivo (ver Figura 3).

Esta herramienta permite lograr una mayor precisión en los datos georreferenciados al incorporar al mapa de base otras capas como el área de Centro de Participación Ciudadana (CPC), centros vecinales (CV), barrios, o el parcelario de la ciudad. Dicha información territorial tiene un impacto muy alto en el proceso de toma de decisiones de políticas públicas en una organización de nivel municipal.



Figura 3. Captura de datos georreferenciados en Survey

Otra gran ventaja de este tipo de herramientas es la de poder contar con procesos de validación que evitan costos futuros en limpieza y pérdida de datos. Posteriormente, estos datos se pueden anonimizar para trabajar con identificadores.

3.1.2. DataLake en AWS

Un lago de datos es un repositorio centralizado, seleccionado y seguro que almacena todos los datos, tanto en su forma original como preparados para análisis. Su configuración y administración es un proceso complejo por lo que se emplean los servicios que brinda AWS (AWS, 2022; Fregly, Chris y Antje Barth, 2021).

El primer paso es acceder a nuevas fuentes de datos (externas o internas presentes en otros servidores). Si los datos se generan de manera continua se establecen procesos automatizados de ingesta y monitoreo (por ejemplo, uso de AWS Lambda para los datos transaccionales del sistema de transporte urbano de pasajeros). Esta actividad requiere organizar la información mediante particiones, activar el cifrado y administrar claves, definir trabajos de transformación, reorganizar los datos en un formato de columnas, eliminar datos redundantes y relacionar registros vinculados.

Luego, se vincula el contenido del lago de datos con una amplia gama de herramientas y servicios de análisis que brinda AWS (EC2, SageMaker, QuickSight, entre otros).

3.2. Procesamiento de datos

En esta etapa se procede a la preparación de los datos para avanzar en la limpieza, exploración y análisis de los mismos (CAF y DNP, 2021).

Se han definido protocolos para automatizar los procesos, gestionar grandes volúmenes de datos y desarrollar software específico. En la Dirección se emplean diferentes lenguajes de programación (Python, R, Julia, SQL, entre otros) en combinación con los servicios de AWS previamente mencionados. Debido a la rotación de los analistas y la ampliación de las herramientas de Ciencia de Datos utilizadas se ha implementado un sistema de capacitación continua.

Un ejemplo destacado relacionado con los datos espaciales es el proceso que involucra la geolocalización de los datos. Debido a la baja calidad de las bases heredadas este proceso inicialmente era muy demandante en tiempo y por lo tanto se debía considerar la pertinencia o no de asignar recursos escasos para limpiar una base de datos.

Para resolver este problema se han establecido procesos “ex ante” para que los nuevos datos se incorporen con una georeferenciación estandarizada (por ej, surveys que usan el parcelario).

Aún persiste el problema con las bases de datos heredadas o de terceros que presentan diferentes problemas en la calidad de los datos. En estos casos se ha establecido el procedimiento que ha permitido recuperar un alto porcentaje de los datos. El primer paso consiste en aplicar algoritmos que intentan extraer del string un nombre de calle y altura válidos. Para ello se combina la consulta a diferentes geocoders (AR, OSM, Google, ahora también ArcGIS) con la consulta a una base de calles construida en la Dirección. Esta base tiene el listado de todas las calles existentes en la ciudad (nombre estandarizado reconocidos por los geocoder) así como una tabla de equivalencia entre abreviaturas o formas frecuentes de referirlas (incluso con errores). Esta tabla de equivalencia se va enriqueciendo con las sucesivas geocodificaciones que se realizan.

Este proceso de recuperación requiere en muchos casos una validación manual de las correcciones sugeridas por el procedimiento anterior. Realizar esta tarea directamente no resulta práctica si las bases son de gran tamaño. Por esto, se han diseñado procedimientos complementarios que permiten trabajar con datos agrupados y ordenados por importancia (frecuencia).

3.3. Visualización

Los productos finales a los que se arriba suelen ser mapas, tableros interactivos o aplicaciones web de ArcGIS. Las principales ventajas de estos formatos respecto a los informes estáticos tienen que ver con la posibilidad que se le brinda al usuario de una participación activa con los datos a través del uso de filtros que habilitan la manipulación de variables e indicadores. A su vez, la accesibilidad a los datos es alta, ya que se pueden descargar o visualizar en tablas para un mayor control de información que se actualiza en tiempo real. Finalmente, es estratégico disponer de una

interfaz simple, clara y amigable para el usuario, para aumentar el aprovechamiento de la información generada (CAF Y DNP, 2021).
En este apartado se mencionan algunas aplicaciones desarrolladas.
Relevamiento Jardines Maternales (ver Figura 4): Este relevamiento fue llevado a cabo por la Dirección de Entes Privados durante la segunda mitad del año 2021, con el propósito de diagnosticar la situación en Jardines Maternales Privados durante y después de la pandemia COVID-19 en el territorio de la Ciudad de Córdoba. Para esto, se realizó un cuestionario de 110 preguntas agrupadas en secciones: datos institucionales; contexto durante la emergencia sanitaria; datos sobre docentes y datos sobre niños y niñas.
Un total de 207 instituciones completó el cuestionario. Se construyó un tablero en el cual impactó cada respuesta durante los tres meses que llevó recolectar todos los datos, y sobre el cual se fueron construyendo indicadores y medidas de interés.
Finalmente, en un análisis posterior, se identificaron temáticas y necesidades sobre las que el municipio podía actuar. Es así como se definieron líneas de acción para atender situaciones de violencia de género; de vulneración de derechos de niños, niñas y adolescentes; de atención a temáticas ambientales y de apoyo a niños y niñas con discapacidades.
El principal aporte de este proyecto fue que se logró tener un mapeo de los jardines maternales de la ciudad por primera vez, a la vez que se pudo reconocer el impacto de la pandemia en estas instituciones y en las niñeces en un periodo relativamente rápido. También se avanzó en un sistema digital de toma de datos, dejando atrás el formato papel utilizado y contando con la colaboración y apoyo de cada institución para hacer este cambio. Por último, se pudo focalizar en qué barrios/zonas es indispensable dirigir acciones de asistencia inmediatas.

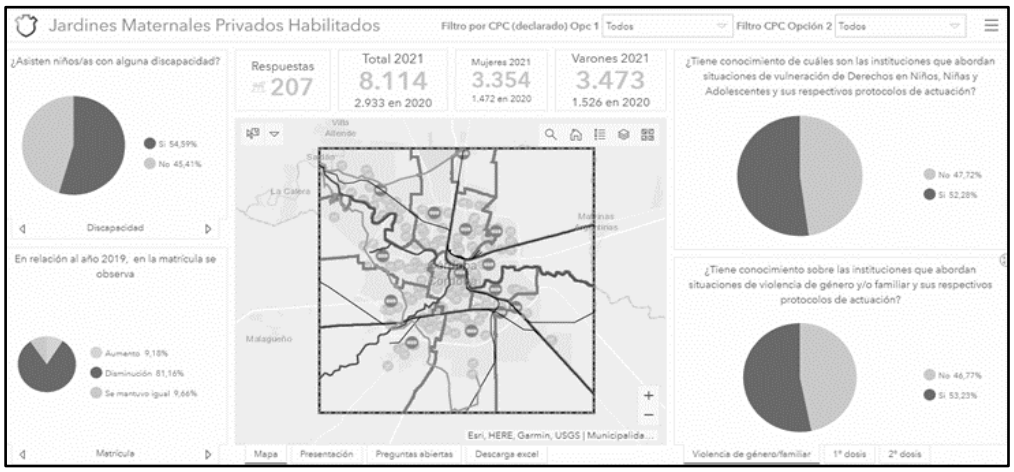


Figura 4. Relevamiento Jardines Maternales

Relevamiento Niñez Saludable
Este proyecto fue llevado a cabo en conjunto por la Secretaría de Educación y la Secretaría de Salud de la Municipalidad.
En un comienzo, se contaba con dos bases separadas sin datos georreferenciados.
Relevamiento de Educación: A principios de 2021 se relevó información sobre los estudiantes de nivel primario y jardín de infantes que asisten a las 37 escuelas municipales. Este relevamiento estuvo a cargo de la Secretaría de Educación de la Municipalidad. Se indagó sobre las siguientes temáticas: Información personal del estudiante, Información de la escuela a la que asisten (escuela,

grado, turno, asistencia a comedor escolar), Información de los padres (DNI, nombre, edad, ocupación, nivel educativo), Información geográfica de lugar dónde vive y distancia a la escuela, Información de las condiciones de vida (tipo de vivienda, cantidad de personas que viven y habitaciones, servicios disponibles e infraestructura tecnológica en el hogar)
Relevamiento de Niñez Saludable: Se relevó información sobre los estudiantes que asisten a escuelas primarias y jardines de infantes de la Municipalidad. A cargo de la Secretaría de Salud de la Municipalidad. Este relevamiento se llevó a cabo entre septiembre y diciembre de 2022.
Se indagó sobre las temáticas descriptas anteriormente, y además se recolectó información objetiva de salud, a cargo de un profesional de la salud: diagnóstico nutricional y derivaciones a otras consultas médicas, fonoaudiológica, oftalmológica y/o cardiológica.
Desde la Dirección de Datos y Análisis Estadísticos se apuntó a dos objetivos: realizar los cruces entre las bases amplias de los relevamientos de Educación y Niñez Saludable con la mayor efectividad posible y presentar una visualización interactiva (Dashboard) que resuma información importante y descriptiva de los alumnos. Para esto se realizaron tareas de limpieza de datos, normalización de variables, georreferenciación y generación de un indicador para el cruce entre las bases. En ambas bases se encontraron inconsistencias y fue tarea del equipo de Datos el diseño de estrategias para resolverlas y combinarlas.
Finalmente, el Tablero permite contar con información georreferenciada de 10.101 niños, organizada de manera accesible y con una interfaz interactiva (ver Figura 5). Se avanzó en realizar un diagnóstico de situación e implementar políticas conjuntas por parte de ambas Secretarías, utilizando esta información como insumo. Se planificaron y coordinaron entregas de anteojos por escuela y asistencia en diversas temáticas vinculadas con la salud del niño/a.

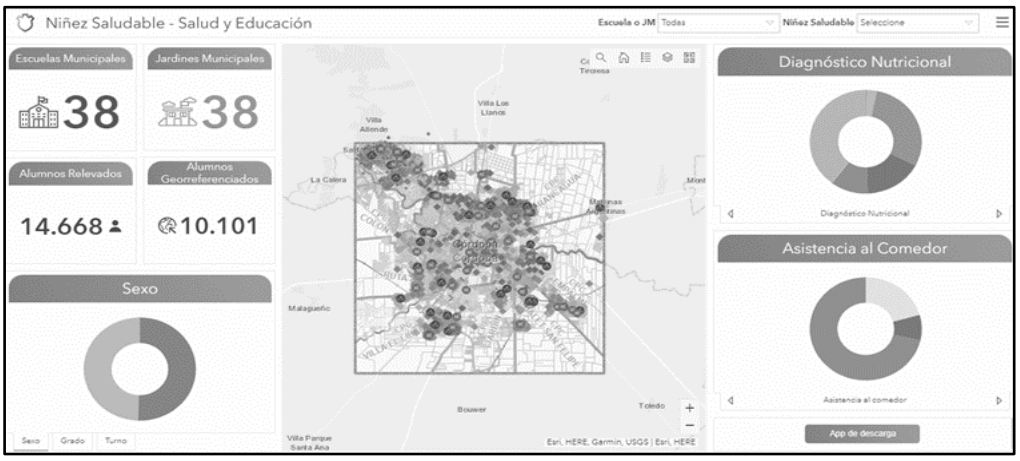


Figura 5. Relevamiento Niñez Saludable gabriela.capdevila@ciampagna.com.ar

Relevamiento de Movilidad
Las matrices Origen-Destino (O-D) permiten conocer cómo se generan y distribuyen los viajes de la población (Kurauchi, Fumitaka y Jan-Dirk Schmöcker, 2017). Esta herramienta posibilita analizar y predecir diferentes aspectos de la gestión urbana (acceso al empleo, salud, educación, vivienda, recreación, turismo, etc.). La Dirección de Datos y Análisis Estadísticos ha desarrollado un algoritmo que se alimenta de la base de datos transaccionales del Sistema de Transporte Urbano de Pasajeros y construye otra bases de datos con almacena los flujos de pasajeros entre las

diferentes zonas de la ciudad. Mediante un tablero interactivo se puede filtrar la consulta por mes, línea, etc. (ver Figura 6).

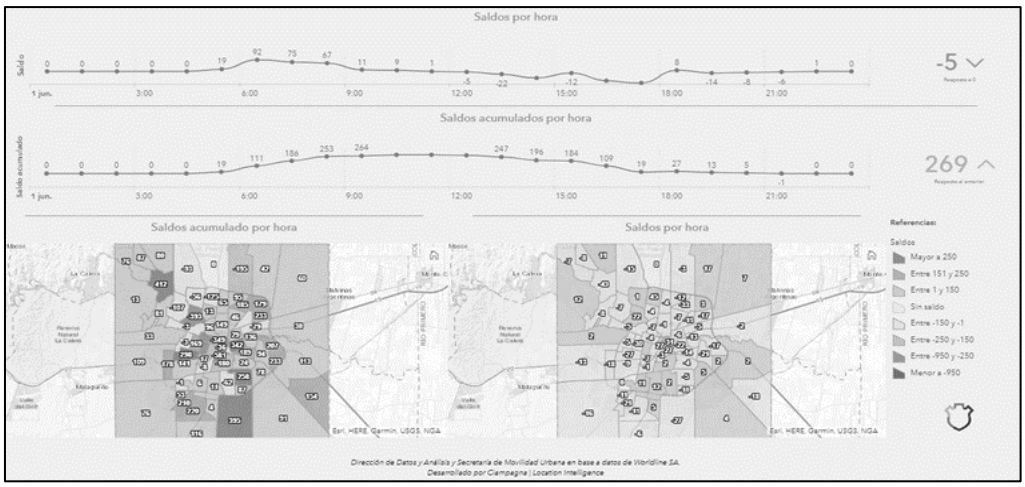


Figura 6. Movilidad. Matriz Origen-Destino

Otros proyectos que se encuentran en una etapa inicial de ejecución pero serán de mucha utilidad son los siguientes. El primero está destinado a zonificar la actividad económica de la Ciudad de Córdoba utilizando datos del PBG sectorial de la ciudad combinado con información de facturación georeferenciada (sistema tributario municipal) y registros administrativos. El segundo aplica técnicas de Aprendizaje Automático a imágenes satelitales para analizar cambios demográficos, económicos y ambientales en la ciudad.

3.4. Portal usuarios

3.4.1. Portal de Comunidad Inteligente

El rol de la Dirección de Datos es el de unificar procesos relacionados a los diferentes sectores del municipio. Con la integración en un mismo servidor en el Sitio de Comunidad inteligente, se materializa la intención de transversalidad en el trabajo entre las áreas de la municipalidad. En el portal existen 103 proyectos organizados en 18 sectores. El nivel de profundidad de acceso a la visualización de los productos depende del nivel de permiso con el que cuenta cada usuario. En este punto, es clave definir qué parte del proyecto es de gestión interna y cuál de acceso público.

Este sitio contribuye a resolver problemas de interoperabilidad, facilitando el trabajo colaborativo y facilitando el acceso a productos actualizados en tiempo real (ver Figura 7).



Figura 7. Portal de Inteligencia Territorial. Municipalidad de Córdoba

Además, se garantiza que las bases cuentan con estándares de calidad mínimos (actualizadas, únicas, válidas), lo que facilita su uso abierto y transparente. A su vez, los niveles de permiso y la estandarización permiten contar con datos protegidos y creíbles.

Para avanzar en el desarrollo de un protocolo de centralización y tratamiento de la información, se cuenta con un inventario de las capas generadas. Actualmente, 121 de 202 capas cuentan con información de fecha de creación, usuario, propietario, formato, niveles de accesos, forma de actualización.

3.4.2 Capacitación

El portal de comunidad inteligente cuenta con una sección de formación interna para el municipio. Este espacio se divide en materiales de Documentación, Buenas prácticas, Talleres y videotutoriales (ver Figura 8). El objetivo principal es el de democratizar el conocimiento del Sistema de Información Geográfica entre todo el personal, permitiendo la sostenibilidad de los avances alcanzados y la participación de todas las personas, evitando que el conocimiento quede restringido sólo a expertos y tecnócratas.

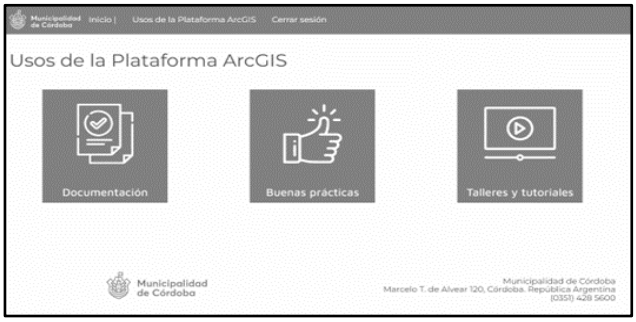


Figura 8. Portal de Inteligencia Territorial. Espacio de formación interna.

5. CONCLUSIONES

A partir del año 2020 y de manera continua, la Dirección de Datos y Análisis Estadísticos implementa soluciones basadas en Inteligencia Geográfica y Sistemas de Información Geográfica en la gestión municipal.

Esta tarea surgió en un contexto de falta de toma de decisiones basadas en evidencia para la Ciudad de Córdoba principalmente por la limitación de no contar con un sistema idóneo, prácticas adecuadas ni conocimientos extendidos entre los equipos de trabajo. A partir de esto, inició un proceso arduo que involucró la articulación con distintos actores internos y externos al municipio para el desarrollo y puesta en marcha de una estrategia.

Cuando en conjunto con la colaboración de la Subsecretaría de Datos y Conectividad se logró desarrollar y poner en funcionamiento un sistema adecuado, dio comienzo una etapa de profundización en formación, cruce de bases de datos e información, generación y adecuación a normativas, y desarrollo de una infraestructura de datos alojada en la nube.

En una Ciudad de la extensión de Córdoba trabajar con información precisa en el espacio es una necesidad. En una etapa posterior y de mayor perfeccionamiento, aumentó la relevancia de la variable espacio y con esto, la demanda y el consumo de información territorial.

Se estableció una estrategia que involucra aumentar la interoperabilidad entre las áreas del municipio a partir de la estandarización de procesos, la unificación de datos y el acceso compartido a bases alojadas en la nube y disponibles en un portal interno. El uso y la protección de los datos tiene un marco legal definido a partir de ordenanzas y leyes a las cuales se adaptó todo el sistema de información. También se está trabajando en la creación y mejora de diccionarios y metadatos que acompañan a las bases para aportar transparencia y lograr mayor credibilidad. Por último, para atender la relevancia de la información espacial, se dispone de un espacio virtual de capacitaciones y talleres asincrónicos abiertos.

La tarea de la Dirección de Datos es continua y aún presenta numerosos desafíos. Los objetivos futuros involucran protocolizar prácticas en la dirección, expandir la estrategia de uso y manejo de datos a otras áreas de la Municipalidad, continuar la colaboración con un portal de datos abiertos para democratizar el acceso a la información y contar con una política de evaluación de resultados y de impacto de las políticas públicas claramente definida.

A la fecha, el portal de Comunidad Inteligente que maneja el Municipio cuenta con 130 proyectos territoriales que crean, utilizan y comparten datos e información sumamente valiosa, disponible para el diseño, formulación y evaluación de políticas públicas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a todas las áreas de la Municipalidad de Córdoba involucradas y el apoyo y contribución brindado por Alejandro Garro y Valentina Fernández.

REFERENCIAS

AWS (2022). Análisis en AWS. https://aws.amazon.com/es/big-data/ datalakes-and-analytics/

Cetina, C. (2021, August 31). La aceleración digital de los gobiernos e implicaciones de política pública. Caracas: CAF. Retrieved from http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1782

Escobar Gutiérrez, E., Ramírez Roa, D. P., Quevedo Hernández, M., Insuasti Ceballos, H. D., Jiménez Ospina, A., Montenegro Helfer, P., Numpaque, J. S., Cano, C. A., Rocha Ruiz, A., Zapata, E. (2021). Aprovechamiento de datos para la toma de decisiones en el sector público. Caracas: CAF y DNP. Recuperado de http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1776

Fregly, Chris y Antje Barth (2021) Data Science on AWS. O'Reilly Media, Inc.

Guía metodológica para la formulación y ejecución de proyectos de analítica de datos para la toma de decisiones en el sector público. (2021, August 26). CAF y DNP.

Kurauchi, Fumitaka y Jan-Dirk Schmöcker (2017). Public Transport Planning with Smart Card Data. CRC Press.

Ordenanza Nº 12395 de 2014 [Concejo Deliberante de la Ciudad de Córdoba]. Por la cual se crea el Sistema Estadístico de la Ciudad de Córdoba. 15 de mayo de 2014.

El Proyecto SIG Vial de la Provincia del Chaco. Un caso de implantación exitosa de Geotecnologías en la Administración Pública

Osvaldo Cardozo[1,2], Cristian Da Silva[1,3] y Gerardo Caliva[4]

[1]Departamento de Geografía. Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Avenida Las Heras 727, PA, Resistencia (3500), Chaco. Tel.: 54 362 446958 int 314.
[2]Instituto de Investigaciones para el Desarrollo Territorial y del Hábitat Humano (IIDTHH), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Universidad Nacional del Nordeste. Av. Las Heras 727, Resistencia (3500), Chaco.
[3]Instituto de Investigaciones Geohistóricas (IIGHI). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Universidad Nacional del Nordeste. Avenida Castelli 930, Resistencia (3500), Chaco. Tel.: 54 362 4433514.
[4]Dirección de Conservación: Dirección de Vialidad Provincial (DVP). Avenida 25 de Mayo y Ruta Nacional 11, Resistencia (3500), Chaco. Tel.: 54 362 446 3687 / 446 3691 int 4020. {odcardozo, cjdasilva}@hum.unne.edu.ar , gdocva@hotmail.com

Resumen: La multiplicidad de aplicaciones que en la actualidad tienen los Sistemas de Información Geográfica (SIG) es conocida, pero sobre todo su impacto en diversas áreas del conocimiento científico. Uno de los sectores donde más difundidas están sus aplicaciones es el campo del transporte, lo que condujo al surgimiento de una especialidad denominada SIG para Transporte o GIS-T. Ese impacto positivo también fue asimilado en diferentes esferas gubernamentales que aprovechan las ventajas de gestionar información georreferenciada. Así lo entendió la Dirección de Vialidad Provincial (DVP) del Chaco, quien frente a la necesidad de recopilar, sistematizar y uniformar la información geográfica de su actividad en el territorio provincial, determinó como una de sus prioridades institucionales el desarrollo de un SIG orientado al uso vial, que permita la generación de cartografía y otros productos relacionados. Este trabajo busca exponer el proceso (etapas, logros, perspectivas futuras) y la metodología seguida para la generación de la cartografía y SIG vial en dicha repartición provincial. A lo largo de este proceso se lograron acuerdos de cooperación interinstitucionales, la conformación de un equipo de trabajo mixto, compra de equipamiento específico, actividades de capacitación, etc, que propiciaron la generación de distintos productos cartográficos -tanto digital como analógico-, posicionando a esta Dirección como pionera en el uso y aprovechamiento de las geotecnologías para gestionar el flujo de trabajo interno, así como dar a conocer a la sociedad los resultados de su labor.

Palabras Clave: Chaco, información geográfica, SIG, mapa vial.

1. INTRODUCCIÓN

Desde su aparición en los años 60 del siglo XX, los SIG atravesaron distintas etapas de desarrollo, mostrando en todas ellas un número cada vez más creciente de usuarios, incorporándose no solo en el mundo científico y académico, sino también en los organismos públicos y empresas privadas que encontraron en los SIG, la mejor herramienta para gestionar la gran cantidad de información

geográfica -en adelante IG- que generan y administran en su labor cotidiana. Los SIG son herramientas muy potentes para el almacenamiento, procesamiento, gestión, visualización/representación y análisis de IG que se utiliza para modelar la realidad, es decir, el conjunto de elementos naturales junto a las actividades humanas presentes en el territorio (de Smith, Goodchild, & Longley, 2007). Por lo tanto, los SIG son el vínculo ideal para poner en evidencia la relación entre el transporte y el territorio (Seguí Pons y Martínez, 2003). Una de las áreas SIG más desarrolladas son las aplicaciones orientadas al Transporte o GIS-T, lo que lleva a preguntarnos ¿porque han progresado tanto los SIG en este sector? ¿Qué factores del sector transporte han potenciado este desarrollo? Aunque en principio fueron concebidos con fines ambientales para ordenamiento territorial de recursos naturales, rápidamente ganaron lugar en el sector transporte, lo cual dio lugar a una importante producción teórica y aplicada desarrollada para enfrentar problemas en este ámbito. Por otro lado, la buena adaptabilidad de sus funciones de procesamiento y análisis de información han satisfecho buena parte de las necesidades en el campo del transporte. Ambas condiciones también han generado la temprana incorporación en los SIG de propósito general, de numerosas funciones de análisis sobre redes, tanto a través de plugins, toolbox o complementos especializados. Las redes viales tienen cierto grado de complejidad que no siempre se reflejan correctamente en los modelos de datos para su representación digital en computadoras. Este requerimiento es resuelto de una manera satisfactoria bajo el formato vectorial en un SIG, donde el tramo vial es representado por un elemento geométrico lineal y todas las características específicas del mismo (nombre, tipo, jerarquía, material de calzada, jurisdicción, longitud, entre otras) son almacenados en la tabla de atributos de la geometría. Pese a estos innegables avances, en Argentina las experiencias de gestión de datos viales con tecnologías SIG son escasas. En este sentido, la Provincia del Chaco a través de su Dirección de Vialidad Provincial -en adelante DVP-, se encuentra entre las pioneras con esta clase de iniciativas que apuntan a lograr la gestión integral de la IG por medio de un SIG institucional, capaz de interactuar con otros Sistemas de Información de la repartición, por lo tanto, integrado en forma plena al flujo de trabajo de las distintas áreas en la DVP. Esta meta fue asumida como una prioridad institucional para dotar al Estado provincial de un SIG Vial, capaz de actualizar de manera regular el Mapa Vial y otros productos cartográficos digitales, para ser empleados eficazmente como herramientas de apoyo a la toma de decisiones. Dicha iniciativa se formalizó en el año 2008 con la firma del primer convenio entre la DVP y el Laboratorio de Tecnologías de la Información Geográfica -en adelante LabTIG-, dependiente de la UNNE y CONICET. El objetivo principal de este trabajo es exponer el proceso (etapas, logros, perspectivas futuras) y la metodología seguida para la generación de un SIG y Mapa Vial en la Provincia del Chaco. Del mismo, se desprenden otros objetivos particulares como poner de relieve la importancia de los acuerdos para materializar la colaboración existente entre instituciones, reconocer las acciones llevadas a cabo en forma conjunta entre la DVP y el LabTIG, así como mostrar los principales resultados del trabajo en conjunto. Al tratarse de una repartición con jurisdicción sobre todo el territorio provincial, el área de interés lo constituye la Provincia del Chaco. La misma está situada en el Noreste de la República Argentina, se extiende desde el paralelo de 24° hasta los 28°de latitud sur, y entre los meridianos de 58° y 63° de longitud oeste aproximadamente. En su sector norte limita con la Provincia de Formosa, mientras que al este lo hace con Corrientes y la República del Paraguay, hacia el sur con la Provincia de Santa Fe, mientras que al oeste con la provincia de Santiago del Estero. En el presente artículo es posible reconocer las siguientes partes. En la introducción se expone la importancia general de los SIG y su rápida implantación en el ámbito del transporte, así como el rol que juega actualmente en la DVP, cuestión que se profundiza en el apartado 2 de acuerdos institucionales. En los apartados 3 y 4 se exponen los métodos, técnicas y tecnologías utilizadas para el desarrollo del SIG Vial provincial, mientras que

en los apartados 5 y 6 se mencionan los principales resultados obtenidos y consideración finales respectivamente.

2. ACUERDOS INSTITUCIONALES

El avance de proyectos e iniciativas vinculadas a la implementación de SIG en organismos públicos no suelen estar ajenas de dificultades, en ocasiones técnicas y en otras operativas o de gestión. Muchas veces se presta menos atención a éstas últimas, sin embargo, son fundamentales para que las iniciativas tengan éxito y se mantengan en el tiempo. Así lo entendieron desde la DVP al promover acuerdos internos de cooperación entre direcciones y áreas para garantizar el flujo de información, en base a intereses comunes. Por otra parte, para lograr una mayor celeridad a la ejecución del proyecto SIG Vial, se celebraron acuerdos con el LabTIG para ayudar al desarrollo del mismo, así como en la capacitación del personal de esta Dirección para el sostenimiento y continuidad del proyecto. Aunque el mismo se comenzó a gestar en al año 2008, los acuerdos rubricados en 2010, 2012, 2015 y 2021 significaron en la práctica, planes de trabajo conjunto entre personal técnico-profesional de la DVP y del LabTIG, donde de manera explícita se acordaron, planificaron y ejecutaron tareas tendientes a lograr la meta general del proyecto: dotar de un recurso tecnológico como los SIG para la gestión autónoma de la información geoespaciales propia a diferentes escales (provincia, zona, consorcio u otros), y de esta forma promover su aprovechamiento como herramienta transversal en todas las áreas de la DVP. Del mencionado trabajo conjunto se han logrado importantes avances cuyos hitos más destacados para mencionar son:

- Relevamiento en campo de la red vial primaria y secundaria provincial.
- Elaboración del primer Mapa Vial actualizado con información y recursos propios en 2010.
- Capacitación al personal técnico-profesional en temas de cartografía, SIG, análisis espacial y análisis de redes, entre otros temas.
- Difusión de los resultados al personal directivo, empleados de la repartición, integrantes del ETISIG-Chaco y público en general.
- Relevamiento integral de la red vial terciaria, conveniada y asistida por la DVP a partir de sus respectivos consorcios camineros.
- Incorporación de nueva información (red vial terciaria) y actualización del Mapa Vial en 2012.
- Nuevos relevamientos en campo producto de la actualización de trazas para las redes primaria, secundaria y terciaria, realizada con nuevos receptores GPS adquiridos por la DVP.
- Publicación de un nuevo Mapa Vial en 2016 con la información actualizada de la red, así como de otros elementos de interés (obras de arte).
- Creación de un micrositio SIG en la página web de la DVP donde se muestra y pone a disposición toda la cartografía en formato digital.

Estos acuerdos también permitieron direccionar y complementar los recursos de ambas instituciones involucrados y gestionados por medio del proyecto SIG Vial, entre los que cabe mencionar:

- Humanos: técnicos y profesionales en sede central y las delegaciones zonales destinado al relevamiento en campo y pre-procesamiento de la información. Por parte del LabTIG, normalmente se asignan dos geógrafos con formación de posgrado en SIG.
- Materiales: receptores GPS de mano, con simple frecuencia para el levantamiento de la red vial, elementos informáticos (PC, notebooks, plotter, etc.) para tratamiento de la IG, y vehículos para la movilidad en los relevamientos.

- Económicos: la DVP destinó fondos para la compra de los equipos GPS, la actualización de computadoras, los convenios celebrados, las capacitaciones, así como otras erogaciones vinculadas al desarrollo del proyecto (salida a campo). Por su parte, el LabTIG adquirió equipo informático (PC) y licencias de software (GPS Utility, Mapwel, CarryMap) para el procesamiento de la información y la elaboración de los productos cartográficos.

Cabe remarcar que la voluntad política materializada en la firma de los acuerdos institucionales dio lugar a los instrumentos normativos necesarios que, muchas veces son subestimados en el proceso de generar y sostener -lo más difícil- las iniciativas SIG en organizaciones de cualquier tipo, por esa razón consideramos necesaria su puesta en valor y discusión en este trabajo.

3. METODOLOGÍA

Las actividades llevadas a cabo en el SIG Vial de la Provincia del Chaco se basan fundamentalmente en la integración y el análisis de la IG referida al sistema vial provincial, es decir, a su red de caminos primarios, secundarios y terciarios, junto al equipamiento e infraestructura vinculada a los mismos. Para ello se ha seguido una metodología de trabajo formulada en etapas sucesivas: En una primera fase se realizó la depuración de información obtenida de las fuentes consultadas, fundamentalmente de la Dirección de Vialidad Provincial, por medio de planos y mapas impresos o bien digital (formatos CAD, JPG). Luego fue incorporado progresivamente más información (imágenes satelitales Landsat e IRS, registro parcelario, otros mapas viales, establecimientos educativos) a partir de la inclusión de nuevas fuentes como la Dirección Provincial de Catastro y Cartografía (DPCyC), Ministerio de Educación, Administración Provincial del Agua (APA) todas de la provincia del Chaco, así como el Instituto Geográfico Nacional (IGN). Luego de la recopilación de información proveniente de las diversas fuentes consultadas se inició el proceso de integración, depuración y homogeneización bajo el entorno de la aplicación ArcGIS principalmente, lo que permitió la digitalización de los primeros arcos de la red vial sobre imágenes satelitales, edición vectorial y tabular, selección de simbología, y obtención de los primeros bosquejos del mapa vial, en un principio solo con la red primaria y secundaria. Los mapas en sus distintas versiones (analógico, digital) fueron corregidos y/o ajustados periódicamente de manera conjunta por personal de la DVP y el LabTIG. Finalmente, estas tareas concluyeron en la generación del SIG Vial de la Provincia del Chaco, con la inclusión de numerosas capas temáticas (localidades, departamentos, parques naturales, red hidrográfica, aeropuertos, peajes, entre otras), con sus respectivos metadatos, e integración a la IDE Chaco. En una etapa posterior, personal de la DVP relevó el conjunto de caminos vecinales a partir de un arduo trabajo de captura de datos en campo, utilizando los receptores GPS adquiridos en el marco del proyecto. Esto permitió la integración de la red terciaria a la capa vial existente en el SIG, completando de esta forma la generación propia de toda la red vial provincial. También este proceso implicó tareas en gabinete como la descarga de la información relevada en formato nativo del receptor GPS y conversión al formato ESRI shapefile, para su posterior tratamiento en software SIG de escritorio, donde se aplicaron controles, correcciones y ajustes, tanto a su geometría como a los atributos básicos. En este sentido, una tarea necesaria en la construcción de redes viales con SIG son las reglas aplicadas para el control topológico que asegure su plena conectividad. Estas actividades fueron realizadas en gabinete por personal del LabTIG, combinando algunas de las reglas que se describen en la siguiente tabla.

Tabla 1: reglas topológicas aplicadas a geometrías lineales en SIG

Regla	Descripción
Must not overlap	marca un error cuando dos líneas de la misma capa están solapadas total o parcialmente.
Must not intersect	marca un error cuando dos líneas de la misma capa se cruzan o están total o parcialmente solapadas. No hay error si dos líneas comparten un nodo final.
Must not have dangles	marca un error cuando una línea no tiene alguno de sus dos extremos sobre otra línea. El extremo suelto es conocido como nodo colgado (*dangle* en inglés).
Must not have pseudo nodes	marca que una línea no puede tocar el final de otra línea, dentro de una clase o subtipo de entidad, pero si puede tocar cualquier parte de sí misma.
Must not self overlap	marca un error cuando una línea se superpone total o parcialmente consigo misma.
Must not self intersect	marca un error cuando una línea se cruza o superpone total o parcialmente consigo misma.
Must not intersect or touch interior	detecta errores de intersección de líneas en medio de sus segmentos, sin considerar error cuando el end point de la línea intersecta a otra.

Fuente: https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/help/

Otras actividades relevantes en las tareas de control de la información, fue la aplicación de varios geoprocesos para asegurar la integración armónica de la nueva información. Una de las más frecuentes es la agregación por medio de la función merge de los archivos individuales de los consorcios camineros. Este geoproceso puede combinar tablas o geometrías del mismo tipo (punto, línea o polígono) en un nuevo dataset único (Longley *et al.*, 2005). La combinación se produce de dos formas: unión entre dos o más archivos, y a nivel de elementos o feature del mismo archivo. Finalmente, en línea con uno de los objetivos primordiales del proyecto referido a la actualización del Mapa Vial, se realizó el diseño cartográfico más adecuado a las necesidades de la repartición (escala, tamaño, cantidad y distribución de capas, simbología, etc), especialmente para el clásico producto en formato analógico, aunque luego se trasladó a las múltiples salidas gráficas que se ofrecen en formato digital.

4. TECNOLOGÍA UTILIZADA

Aunque pueden no ser decisivos los recursos tecnológicos, sí podrían convertirse en un importante cuello de botella para los proyectos SIG. En la Tabla 2 se presenta un compendio que muestra la variedad de software utilizado durante el proceso de generación del SIG Vial.

Tabla 2: software empleados en el proyecto SIG Vial Chaco

Denominación	Empresa	Fin principal	Funciones
ArcGIS 10.x	ESRI	SIG de uso general	Visualizador y editor SIG Cartografía digital
Terrasync	Trimble	GNSS mobile	Captura datos en campo
Pathfinder Office	Trimble	GNSS desktop	Transformación de datos
Mapwel 2018	Mapwel	GPS mapping software	Cartografía navegable para automóvil
Geoserver	OSGEO	Web mapping	Cartografía en internet
CarryMap	Data East	Mobile maps and desktop	Cartografía digital en diversos formatos
GPS Utility	AS Murphy	Managing and manipulating GPS data	Descarga, conversión y transformación de datos GPS Garmin

Cabe señalar que un importante hito en el proyecto fue la adquisición de siete equipos GPS. Se trata de receptores diferenciales de simple frecuencia Juno SB y SC de la marca Trimble, con los cuales fue posible homogeneizar la mecánica de levantamiento de datos (tracks) en campo, así como un primer procesamiento de la IG en las sedes zonas y sede central. Estos equipos vinieron a reemplazar la variada tipología de receptores marca Garmin que se utilizaron en los primeros relevamientos, y que debido a las diferentes configuraciones soportadas, requerían de un importante esfuerzo y tiempo en gabinete para estandarizar la información.

5. RESULTADOS

Con el esbozo de las primeras ideas del Proyecto SIG Vial hacia el año 2008 y la firma del primer acuerdo de colaboración DVP y LabTIG dos años más tarde, se logró la incorporación formal de los SIG en la repartición, acompañada de una fuerte campaña de difusión y capacitación dentro del mismo, buscando visualizar la necesidad de contar con esta herramienta para la gestión de toda la actividad vial. Estas actividades contaron con el apoyo explícito de las autoridades de la DVP, un aspecto no siempre tangible y por lo tanto poco visible, pero imprescindible para la puesta en marcha del proyecto. Otro de los importantes logros para la repartición y el equipo de trabajo en particular, fue el relevamiento con recursos propios de toda la red vial terciaria mantenida por los consorcios camineros, ya que hasta el momento se contaba solo con información desactualizada e imprecisa de una fuente externa a la DVP. Una de las consecuencias positivas de la firma de los acuerdos institucionales fue facilitar la cooperación y el intercambio de información, accediendo de esta forma a múltiples fuentes, aunque con los inconvenientes que naturalmente esto implica (diferentes orígenes, formatos, escalas, precisión, referencia espacial, entre otros), las cuales fueron subsanadas como parte de las tareas en gabinete por parte del personal del LabTIG. Sabiendo que para el sostenimiento del proyecto es fundamental la formación de recursos humanos, se realizaron en las instalaciones del LabTIG varios eventos de capacitación para el personal técnico y profesional de las distintas delegaciones zonales y otras áreas de la DVP, principalmente en temas vinculados a la cartografía y los SIG.

Por otra parte, con el ánimo de visibilizar las metas alcanzadas del proyecto, se presentaron en diversos eventos científico-académicos, algunos de los resultados logrados (Terenghi *et al.*, 2011; Cardozo, Insaurralde y Caliva, 2016). Cabe remarcar también la importancia que representó para el proyecto la adquisición de modernos receptores GPS, con mayor precisión y funcionalidades a

los que ya existían en la repartición, una inversión que sin dudas marcó un salto de calidad en el proceso de relevamiento de la IG en campo. Uno de los resultados más tangibles y esperados del proyecto fue el clásico Mapa Vial, el cual fue actualizado periódicamente y con relativa facilidad gracias a toda la IG generada en las propias delegaciones zonales, almacenada y organizada en el SIG Vial de la sede central en Resistencia. Como se observa en la Figura 1, el mapa vial completo en escala 1:500.000 reducido, junto a un detalle ampliado del mismo correspondiente al sector oriental de la Zona I donde se localiza la capital provincial.



Figura 1. Mapa Vial reducido (izquierda) y detalle del mismo (derecha)

Adicionalmente, la red vial completa en formato ESRI shapefile está disponible para su descarga libre y gratuita en el portal IDE (http://idechaco.gob.ar/sigide/) de la Provincia del Chaco. Finalmente, uno de los resultados de mayor impacto por su carácter innovador, fue la creación del micrositio SIG Vial (https://www.vialidadchaco.net/sigvial) en la misma página web de la DVP, donde no solo se ofrece el clásico mapa vial tipo mural, sino también una serie de productos cartográficos orientados a diferentes perfiles de usuarios, como técnicos, profesionales y la comunidad en general, garantizando siempre el acceso libre y gratuito a la información.



Figura 2. productos cartográficos digitales disponibles en el micrositio SIG Vial de la DVP Chaco.

Otro aspecto innovador del micrositio es que los productos cartográficos digitales están disponibles en múltiples escalas (provincial, zonal, departamental, consorcio caminero), multiplataforma (Android, iOS, Garmin), multidispositivo (mobile, desktop, smartphone), y múltiples formatos (IMG, JPG, geoPDF, EXE, KML-KMZ, CMF), tal como se observa en la Figura 2.

Perspectivas futuras

La experiencia desarrollada aquí es el resumen de un proceso que data de más de 10 años de trabajo colaborativo, por lo tanto, identificar aspectos del SIG Vial por incorporar o mejorar a futuro en función de las necesidades actuales, son fundamentales para sostener el proyecto en el tiempo. Una meta de suma importancia a corto plazo es avanzar en adaptar y compatibilizar toda la IG producida en la DVP, a las normas definidas por IDERA como referente nacional para publicar IG en una IDE. Una línea de trabajo consolidada es la capacitación y actualización constante del personal técnico-profesional de la DVP en temas de SIG, Cartografía, Sensores Remotos, y sistemas GNSS, en el formato que resulte más apropiado (cursos, talleres, jornadas, workshop, salida a campo, entre otros). Ello también implica continuar con la asistencia técnica periódica para la actualización de equipos receptores GPS de la DVP para el relevamiento de IG en campo,

así como el mejoramiento de las características geométricas y en la tabla de atributos del SIG Vial existente. En este sentido, se pretende incorporar nuevos datos relevados en campo, tales como puentes y alcantarillas, campamentos viales, obras anuales, trazas nuevas, pasafaunas, estados de calzada, señalética, entre otros. Este mayor número de capas temáticas implica un aumento en la complejidad del manejo de la IG, lo cual hace necesario su almacenamiento en una base de datos espacial tipo PostGIS. Finalmente existe la posibilidad de incorporar en la rutina de trabajo del personal de la DVP, algunas funciones de análisis espacial con SIG como herramientas de apoyo a la toma de decisiones, superando las actuales funciones de visualización y generación de cartografía.

Consideraciones finales

La DVP en todos sus estamentos es consciente del importante volumen de IG que manejan, por lo tanto, ha comprendido la necesidad de contar con un SIG debido a las ventajas que representa el empleo de estas herramientas para la toma de decisiones y la implementación de sus políticas en el territorio. Es por ello que mantiene la decisión de invertir los recursos necesarios para continuar su desarrollo. El principal logro del proyecto fue la incorporación de estas tecnologías en la actividad cotidiana de la DVP, lo cual representa un cambio cultural en el flujo de trabajo, algo más difícil de lograr que los cambios tecnológicos por ejemplo, pero que sin dudas representa una mejora sustancial en la calidad de la IG para la gestión vial. El desarrollo actual del proyecto permite a la DVP contar con recursos humanos capacitados necesarios para la sustentabilidad del proyecto, una base de IG actualizada, generada por la misma repartición bajo normas estándares de calidad, e intercambiable con otros organismos del Estado.

AGRADECIMIENTOS

A las autoridades, tanto de la DVP como de la Facultad de Humanidades de la UNNE por su continuo apoyo para concretar y mantener la colaboración interinstitucional, lo cual reconoce el valor y la importancia de la cooperación mutua entre organismos e instituciones del medio.

REFERENCIAS

Cardozo, OD. Insaurralde, JA. y Caliva, G. (2016). Los SIG y la cartografía vial en la Provincia del Chaco. Día del SIG 2016. Laboratorio de Tecnologías de la Información Geográfica (LabTIG). UNNE-CONICET. 16 de noviembre. Resistencia, Argentina.

de Smith, MJ. Goodchild, MF. & Longley, PA. (2007) Geospatial analysis: A comprehensive guide to principles, techniques and software tools. 2nd edition. UK: Troubador.

Longley, PA. Goodchild, MF. Maguire, DJ. & Rhind, DW. (2005) Geographic Information Systems and Science. 2nd edition. Chichester: Wiley.

Moreno Jiménez, A. (coord.). (2008) Sistemas y análisis de la información geográfica: manual de auto-aprendizaje con ArcGIS. 2da edición. Madrid: Ra-Ma.

Seguí Pons, J.M. y Martínez, M.R. (2003). Pluralidad de métodos y renovación conceptual en la geografía de los transportes del siglo XXI. Scripta Nova, Universidad de Barcelona. Vol. VII (139).

Terenghi, C. Salinas, J. Caliva, G. Cardozo, OD. & Insaurralde, JA. (2011). Tecnologías de la Información Geográfica y Transporte: el SIG Vial de la Provincia del Chaco. Actas del I Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica y la IV Reunión de Usuarios de la Tecnologías de la Información Geográfica del NEA. Laboratorio de Tecnologías de la Información Geográfica (LabTIG). UNNE-CONICET. 14-15 de abril. Resistencia, Argentina.

BLOQUE 6
IDE, SIG, Salud y Educación

Experiencia del Programa Niñez Saludable en la ciudad de Córdoba. La fortaleza de hacer políticas públicas basadas en evidencia

Ariel Aleksandroff[1] y Pablo M. Rodríguez Colantonio[2]

[1]Secretaría de Salud (SS). Municipalidad de Córdoba. Avenida Marcelo T. de Alvear 120, Córdoba (X5000), Córdoba. Tel.: 0351 -4285600.
aaleksandroff@hotmail.com
[2]Dirección General de Programas Educativos y Relaciones Territoriales (DGPEyRT), Secretaría de Educación. Municipalidad de Córdoba. Avenida Marcelo T. de Alvear 120, Córdoba (X5000), Córdoba. Tel.: 0351 4285600.
pablorodriguez.educacion@gmail.com

Resumen: Niñez Saludable es un programa llevado a cabo de manera conjunta por las Secretarías de Salud y Educación de la Municipalidad de Córdoba, que surgió con el propósito de revertir la escasez de información que existía hasta el momento. Tiene como finalidad producir información para conocer el estado general de salud de la población escolar que asiste a jardines maternales y escuelas municipales de la ciudad de Córdoba. El programa fue desarrollado entre septiembre 2020 y marzo 2022, y se implementaron las etapas que se detallan a continuación: construcción de acuerdos entre áreas de gobierno, coordinación y desarrollo del trabajo de campo involucrando a profesionales de diferentes especialidades médicas, carga de datos y sistematización de la información por medio de una herramienta de visualización dinámica (*dashboard*), y toma de decisiones basadas en la evidencia obtenida. Entre otras acciones de Salud, se realizaron estudios oftalmológicos a aquellos niños y niñas que no pasaron la prueba de agudeza visual realizada en los controles pediátricos de rutina, y se le entregaron lentes específicos para su condición. La utilización de una herramienta de visualización dinámica como el *dashboard*, creado en ArcGIS, fue fundamental para pasar a la acción en el corto plazo, con alto nivel de precisión y permitiendo diseñar soluciones a medida de las necesidades específicas de la población.

Palabras Clave: Niñez Saludable, Políticas Públicas, Políticas basadas en evidencia, dashboard

1. INTRODUCCIÓN

Niñez Saludable es un programa gubernamental que lleva adelante la Municipalidad de Córdoba desde agosto de 2021 con la finalidad de conocer el estado general de salud de la población escolar que se educa en los jardines maternales y escuelas municipales de la Ciudad de Córdoba, específicamente niños y niñas de salas de 3 años de nivel inicial hasta sexto grado de nivel primario, a fin de acudir luego con respuestas sanitarias, a los pacientes que requieran atención médica o tratamiento de diferentes patologías o enfermedades prevalentes.

Acerca de la franja etaria que aborda este programa, es importante aclarar que el municipio sólo tiene oferta de educación inicial, desde jardín maternal de 0 a 3 años, jardín de infantes de 4 y 5 años y nivel primario de primero a sexto grado -6 a 12 años-; tanto en modalidad de educación

común como educación de jóvenes y adultos. La Municipalidad de Córdoba no tiene a su cargo oferta educativa de nivel secundario.
Los servicios educativos se organizan en 38 jardines maternales y 38 escuelas, a los cuales asisten principalmente niños, niñas y adolescentes, de grupos poblacionales más vulnerables, y se encuentran en su mayoría ubicadas en zonas periféricas de la ciudad. Asimismo, sólo a los fines informativos, enunciamos que el municipio cuenta con 27 servicios de educación de jóvenes y adultos organizados en 20 sedes y 7 anexos. Si bien esta población no está contemplada inicialmente en este programa específico, si está, por otra parte, contemplada en los programas que lleva adelante la Secretaría de Salud a través de cien Centros de Atención Primaria de la Salud.
El programa Niñez Saludable contempla la implementación de operativos territoriales que se realizan en los jardines maternales y escuelas municipales, donde se desarrolla un circuito sanitario con profesionales de diferentes especialidades que van relevando y cargando datos en un sistema informático *online* y *offline*. A partir de la recolección y sistematización de estos datos se obtuvo información que permitió al municipio acercarse un poco más a esta población, con la posibilidad de diseñar, a partir de la información relevada, programas específicos y focalizados en las necesidades detectadas. El programa, además, se propuso realizar el Certificado Único de Salud, que constituye un requisito de primer orden para todo niño o niña que se inscriba en un establecimiento educativo de la provincia de Córdoba.
Cabe mencionar también que el programa Niñez Saludable es una iniciativa conjunta entre la Secretaría de Salud y la Secretaría de Educación de la Municipalidad de Córdoba que se originó a partir de reconocer las dificultades que tenían una y otra Secretaría para obtener datos e información de toda índole sobre la población escolar. En efecto, el punto de partida inicial fue reconocer la ausencia total de bases de datos, historias clínicas u otros antecedentes que pudieran dar cuenta de lo hecho hasta el año 2019 por las Secretarías de Salud y de Educación de las gestiones anteriores.

2. ANTECEDENTES

En la Municipalidad de Córdoba existía con anterioridad un programa denominado *Salud Escolar*, sancionado por ordenanza N°9190 en el año 1994. Asimismo, otra ordenanza, la N°10499 del año 2002, ordenaba la realización de una pesquisa sobre determinados aspectos sanitarios de la población escolar de nivel inicial. Sin embargo, estas ordenanzas no fueron reglamentadas sino hasta el año 2021, a través del programa Niñez Saludable.
Con anterioridad a la reglamentación de las ordenanzas, en el municipio ya se había conformado un equipo médico denominado programa *Salud Escolar* que asistía a las escuelas para hacer revisiones médicas. Estas revisiones médicas eran realizadas a un grupo reducido de estudiantes y solo en algunos establecimientos educativos. Pese a esto, no se encontraron evidencias, antecedentes, historias clínicas, estadísticas, gráficos, informes, papers, estudios, investigaciones o cualquier elemento que diera cuenta de lo actuado o de los resultados obtenidos a partir de tales intervenciones y revisiones médicas. Del mismo modo, tampoco se pudo obtener información referida a los objetivos que tenían estas visitas médicas a las escuelas, ni el destino que se le dio a los datos recopilados por medio de las mismas.
En este marco, el programa Niñez Saludable surgió con el propósito de revertir esta escasez de información respecto de la situación de salud de la población en edad escolar de la Ciudad de Córdoba.

3. PROBLEMA QUE INTENTA REVERTIR O MEJORAR

A mediados de 2020, en plena pandemia, se puso de manifiesto la necesidad para el municipio de contar con información de la situación socio-económica y de salud de la población escolar. En tal

sentido, y como fue planteado anteriormente, nos encontramos con una escasez de información al respecto, sumado incluso a un sistema de información escolar ineficiente, que no permitía identificar ni reconocer rápidamente a un estudiante, así como tampoco obtener datos académicos a través de consultas rápidas. Si bien se contaba con cierta información, todo estaba cargado y registrado de manera estática en planillas de Excel bajo el acceso de algunos usuarios del sistema municipal.

Esta situación equivalía a actuar a ciegas, en un escenario que incorporaba la complejidad del confinamiento, por lo cual no se podía salir a terreno a recolectar datos. Todo esto, hizo sumamente difícil la atención educativa, sanitaria y socio-económica de las franjas poblacionales más vulnerables de la ciudad.

En efecto, el problema de primer orden que pretendía revertir y/o modificar el programa Niñez Saludable fue la falta de información sistematizada y disponible online, sobre la población escolar que asiste a jardines maternales y escuelas municipales. Asimismo, en términos más generales puede mencionarse también como un problema relevante la falta de atención de la salud integral de los niños y niñas de jardines maternales y escuelas municipales de la Ciudad de Córdoba.

4. ESTRATEGIA PRINCIPAL

El programa Niñez Saludable presentó un alto nivel de complejidad atribuible a diferentes factores. Por un lado, requirió de una articulación entre dos secretarías, con sus culturas organizacionales y modos de funcionamiento muy diferentes, mientras que, por otro lado, el aspecto legal normativo y la responsabilidad que le compete al Estado en los procedimientos éticos para entrar en contacto con menores de edad representó otro factor de relevancia. Asimismo, se sumó la complejidad que implica la organización del despliegue logístico de ambos equipos de trabajo, tanto de salud como de educación.

La estrategia principal podría describirse sintéticamente como la aplicación o el arribo de dispositivos territoriales consistentes en equipos de salud que actúan en terreno mediante circuitos que contemplan distintas especialidades, de modo que se instalan en un espacio dispuesto por la escuela, donde los niños y niñas en compañía de un adulto van pasando por estaciones en las cuales son examinados por los especialistas. Algunos de estos datos son registrados en un sistema informático, como por ejemplo los datos nutricionales de peso, talla y circunferencias; mientras que el resto de los datos son registrados en formato papel para luego ser transcritos en un sistema informático.

5. OBJETIVO

Todas las acciones del programa tuvieron como principal objetivo producir información de la población educativa de la Municipalidad de Córdoba, que sirva de insumo para la toma de decisiones y el diseño de políticas específicas en materia de Salud y de Educación.

Objetivos Específicos

En acuerdo de ambas secretarías se comparte el criterio de que personas saludables aprenden más y mejor, por tanto, sobre la base de los datos relevados y la construcción de sistemas de información, se fijaron como objetivos específicos:

1. Llevar adelante programas, proyectos y acciones específicas a los fines de modificar y/o revertir las situaciones relevadas que así lo demanden.
2. Mejorar las condiciones de salud de los niños y niñas que asisten a jardines maternales y escuelas municipales.

6. DIFICULTADES PREEXISTENTES

Naturalmente es complejo llevar adelante un trabajo articulado y en equipo entre miembros de una misma área gubernamental, pero sin dudas es más complejo y trabajoso articular y trabajar en equipo entre dos áreas completamente distintas. Esto se debe, como dijimos anteriormente, a las diferencias de cultura organizacional y a las respectivas lógicas de funcionamiento producto del objeto al que se ordenan.

Sobre este punto fue crucial establecer criterios comunes y pautas de funcionamiento que nos permitieran convivir en un mismo entorno laboral respetando la especificidad de cada área a fin de no entorpecer el sistema de trabajo, sino depurar y refinar todos los procedimientos a fin de producir un sistema de trabajo ágil y efectivo. De modo que fue preciso trabajar en la descomposición del programa en sus distintos componentes y dentro de cada componente establecer ciertos roles con sus respectivas funciones específicas que garantizaran una correcta división del trabajo.

Luego, hubo que trabajar el aspecto normativo que le diera entidad y existencia al programa a fin de poder actuar con las garantías del caso dado que se intervenía con una población escolar constituida exclusivamente por menores, por lo que hubo que crear el marco normativo municipal y los protocolos requeridos por el Comité de Ética HNC-FCM (Hospital Nacional de Clínicas - Facultad de Ciencias Médicas).

Estos instrumentos se construyeron luego de varias instancias de discusión y planeamiento, y además de darle un marco de actuación, le confirieron un orden al sistema de trabajo que permitió avanzar con éxito en la implementación.

Un aspecto clave que se puso de manifiesto fue que ninguna de las áreas tenía experiencia ni conocimiento relativo a la sistematización de información, o al tratamiento estadísticos de los datos. De modo que fue necesario pensar en incorporar un área técnica específica que aporte las herramientas y los procedimientos que permitan construir y sostener una matriz de datos, a la vez que ayude en el análisis e interpretación de los mismos. Así fue como luego de sucesivas búsquedas se incorporó a la Dirección de Datos y Análisis Estadísticos, la cual aportó sus conocimientos y experiencia para brindar el apoyo técnico, la capacitación, el asesoramiento y el acompañamiento necesario para implementar y usar la herramienta ArcGIS para el diseño de un panel de visualización dinámico.

Otro de los aspectos respecto del cual fue necesario alcanzar acuerdos fue el uso de la información. Si bien la información producida por el Estado es, o debería ser, de carácter público, los reclamos sobre la propiedad de los datos y la información suele ser motivo de conflicto en los ámbitos gubernamentales y académicos. Por este motivo se abordó el tema de modo que desde un principio los datos y la información serían compartidos, y que, ante un posible uso público y/o de gestión por parte de un área, sería consultada la otra área. También se fijó como criterio que las acciones, proyectos o programas derivados de la información obtenida, serían emprendidos conjuntamente por ambas secretarías y sus equipos técnicos.

7. ESTRUCTURA Y ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA

El programa fue concebido por etapas y componentes, de modo que se fueron concretando progresivamente e incorporando gradualmente los componentes según las posibilidades que tenían las instituciones de llevar adelante el programa.

Los componentes que inicialmente se fijaron son: Nutrición, Pediatría, Oftalmología, Fonoaudiología, Cardiología e Inmunización, con la posibilidad de incorporar otros a medida que el programa avance. Tan es así que luego se incorporó el componente Odontología.

En cuanto a las etapas, identificamos en primer lugar una instancia de relevamiento para la obtención de datos básicos, esto se conoce como control de niños sanos. En segundo lugar, se procedió a la recopilación de los datos clínicos en un sistema informático para convertir la

multitud de datos en un sistema de información. Luego, en tercer lugar, un equipo de especialistas en estadística realizó el análisis de datos que permitió relacionar distintos indicadores a fin de encontrar evidencias que permitan orientar la toma de decisiones de gestión. Se realizaron distintos análisis e interpretaciones de los fenómenos detectados para luego, en cuarto lugar, diseñar intervenciones sobre la base de la evidencia obtenida. Esto se refiere concretamente a volver a terreno para atender específicamente a cada niño o niña por medio de las distintas especialidades.

En cuanto a la organización operativa del programa, desde la Dirección General de Programas Educativos y Relaciones Territoriales, dependiente de la Secretaría de Educación Municipal, se coordinó el acceso a terreno para realizar la valoración nutricional, clínica e inmunización de la población escolar.

La mencionada Dirección General se ocupó de: 1) organizar el acceso a terreno a través de las supervisoras institucionales y personal directivo de jardines y escuelas; 2) proporcionar una base de datos actualizada de todos los estudiantes de nivel inicial y primario desde sala de 3 años a sexto grado; 3) realizar un cronograma que contemple una escuela y un jardín maternal por día, de lunes a jueves; 4) garantizar que los niños y niñas tengan firmada la autorización para recibir las vacunas del calendario y el consentimiento informado para formar parte de la valoración nutricional y clínica; 5) disponer de un lugar en los establecimientos para que se realicen los exámenes; 6) realizar la difusión e información del programa; 7) disponer de un equipo informático para la carga de datos en terreno; 8) elaborar los informes finales y las conclusiones juntamente con la Secretaría de Salud; 9) acompañar el desarrollo de los operativos; 10) articular la ejecución en terreno de programas o proyectos específicos y/o acciones focalizadas tendientes modificar o revertir los nudos críticos detectados.

Por su parte, la Secretaría de Salud a través de la Dirección General de Salud Comunitaria se ocupó de: 1) proveer los instrumentos y equipamiento médico y nutricional; 2) aportar personal profesional de nutrición, fonoaudiología, enfermería y laboratorio, médicos pediatras, oftalmólogos, cardiólogos y carga de datos 3) capacitar a los profesionales; 4) capacitar en técnicas de registro de datos; 4) disponer de transporte para los equipos profesionales; 5) suministrar las vacunas del calendario; 6) disponer de equipamiento informático para la carga de datos en terreno; 7) elaborar los informes finales y las conclusiones juntamente con la Secretaría de Educación; 8) diseñar y ejecutar, en articulación con la Secretaría de Educación, programas o proyectos específicos y/o acciones focalizadas, tendientes a modificar o revertir los nudos críticos detectados en materia de salud.

En cuanto a la secuencia temporal del operativo, cabe mencionar que la etapa preparatoria del estudio se llevó a cabo entre septiembre y diciembre de 2020, cuando se realizó una discusión de fondo y se empezó a vislumbrar lo que se pretendía y lo que se podría hacer con las posibilidades y límites que teníamos en cuanto al confinamiento que estábamos atravesando. En ese momento se decidió empezar a generar las condiciones del programa y se procedió al desarrollo de muchos de los aspectos mencionados, lo normativo, la diagramación de los operativos, el reclutamiento y selección del personal, los trámites para provisión de instrumental médico, el diseño de los instrumentos de recolección de datos, los trámites para la provisión de un servicio de transporte, la realización de un calendario anual sobre la base de un cálculo de cantidad de niños atendidos por especialidad, por turno, por establecimiento. Se capacitó al personal en el tratamiento de datos, se redactaron los instrumentos de comunicación, el consentimiento informado, se expuso el programa a los mandos medios del sistema educativo municipal para contar con ellos en calidad de aliados, se articuló con los centros de salud para la provisión de las vacunas de calendario, se proveyó de equipos informáticos portátiles, se creó una identidad visual -isologo- y se realizaron las piezas gráficas de difusión electrónica, las piezas impresas de organización interna y todo lo relativo a la comunicación y al refuerzo de la identidad del programa.

Estas acciones se prolongaron hasta abril de 2021, momento a partir del cual estuvo todo listo para iniciar. No obstante, el distanciamiento social que alternaba con períodos de aislamiento total impidió la ejecución del programa, permaneciendo el equipo en *stand by* hasta que se levantaron las medidas sanitarias restrictivas en julio de 2021 y los niños volvieron a las escuelas en burbujas.
En agosto de 2021 se iniciaron las acciones de comunicación a todo el sistema educativo municipal y se empezaron a crear las condiciones para el acceso a terreno. A mediados de agosto de 2021 iniciaron los operativos, los cuales se extendieron hasta mediados de diciembre de 2021.
Entre diciembre de 2021 y febrero de 2022 se completó la sistematización, chequeo de consistencia y análisis de datos relevados, a la vez que se completó el armado del dashboard interactivo de visualización de datos.
A partir del 14 de marzo de 2022 se retomó el programa con los operativos territoriales, ya no en burbujas sino con la totalidad de niños y niñas por establecimiento.

8. INFORMACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES

En la Figura 1 se presenta una captura de pantalla del panel dinámico o *dashboard* que se diseñó, utilizando ArcGIS, para visualizar la información relevada por medio del programa Niñez Saludable. En este se incorpora también información referida a la situación socio-económica y educativa de los niños y niñas que había sido relevada por medio de un operativo previo de la Secretaría de Educación.

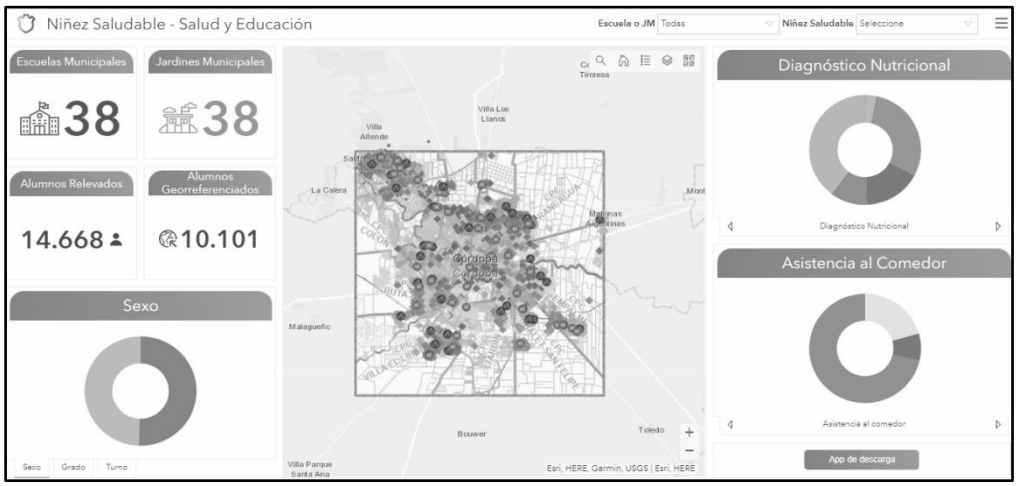


Figura 1. Dashboard que sistematiza la información de Niñez Saludable

Los resultados son visibles y sumamente relevantes, se realizaron más de 8.800 controles en niños y niñas que asisten a establecimientos educativos de la Municipalidad de Córdoba, de los cuales se pudo georreferenciar a más de 6.000. Esto significó un aporte extraordinario de información para alimentar la toma de decisiones diaria, nos permitió encontrar relaciones entre variables y planificar acciones territoriales concretas. Los casos de niños y niñas que no pudieron ser georreferenciados tuvieron que ver con alguna de las siguientes razones: errores de tipeo o escritura de la dirección, niños o niñas que viven en asentamientos con calles sin nomenclaturas, o que las nomenclaturas no estaban homologadas con el diccionario de calles elaborado por el municipio a la fecha. De todos modos, se continúa trabajando para perfeccionar el sistema de carga

de la dirección y correcta localización geográfica de los niños y niñas en las próximas intervenciones.
En el centro del panel presentado en la Figura 1 se observa un mapa de la Ciudad de Córdoba, allí se destacan los establecimientos educativos por medio de puntos rojos de un tamaño ligeramente mayor que los otros puntos. En torno a cada uno de ellos, se representa a la población escolar por medio de los otros puntos de color más pequeños. En la Figura 2 se puede observar un zoom del mapa donde resulta más visible la distribución geográfica de los distintos puntos. Cada uno de esos puntos se corresponde con una ficha de alumno donde consta toda la información recolectada.

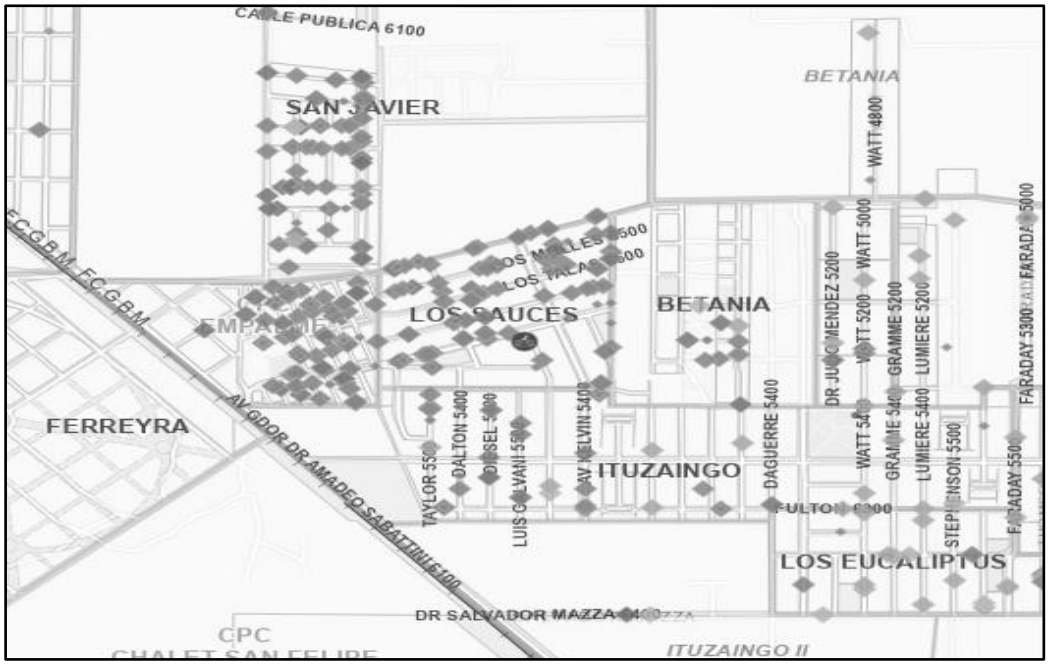


Figura 2. Ejemplo de la ubicación espacial del establecimiento educativo y los estudiantes

En la Figura 3 se presenta el modelo de ficha de cada niño o niña que contiene información exhaustiva de cada estudiante. Como se puede observar en la barra de progreso a la derecha de la ventana hay más información debajo. Y en la parte superior hay una indicación que dice “1 de 10” y hace referencia a que son 10 páginas como ésta con información.

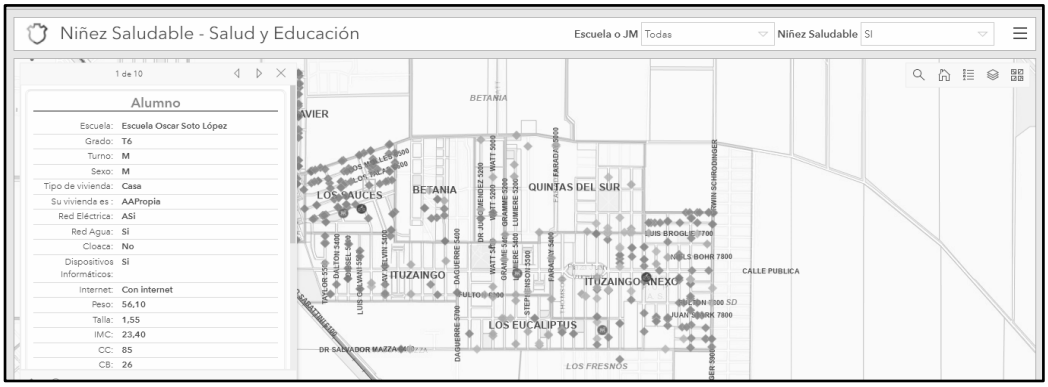


Figura 3. Ficha de un estudiante, contenida en el Dashboard de Niñez Saludable

Cabe destacar en este punto que todo lo mencionado hasta aquí significa un avance extraordinario para la toma de decisiones basadas en evidencia. Sobre todo, de suma relevancia al momento de justificar y fundamentar los pedidos de presupuesto para los distintos proyectos específicos.
En cuanto a los resultados, estos fueron principalmente cuantitativos y en segundo lugar se pudo constituir un mapa de la población escolar municipal en torno a cada establecimiento. Tanto las frecuencias y como los porcentajes convertidos en gráficos permitieron a los equipos profesionales arribar a un piso común de discusiones que derivaron en decisiones y acciones de gestión.
Un ejemplo claro de ello fue que más de 700 niños fueron detectados con problemas visuales y se les pudo proveer lentes recetados a partir de un programa enfocado exclusivamente en la salud visual de los niños y niñas. Así, pues, 35 pacientes por día fueron trasladados durante 7 semanas en dos turnos (12 hs y 16 hs) en transporte provisto por el municipio hasta la Dirección de Especialidades Médicas del Centro. Allí fueron atendidos, y en caso de ser necesario, se les recetaron lentes apropiados a cada patología. Cabe aclarar que no todos los niños y niñas a los que se le realizó el estudio oftalmológico necesitaron lentes.
Actualmente, desde la Municipalidad de Córdoba se está trabajando con otros aspectos y diagnósticos derivados de la información relevada por el programa Niñez Saludable, para el diseño de nuevas intervenciones que permitan mejorar la calidad de vida de la población en edad escolar de la Ciudad de Córdoba.
Por todo lo expuesto hasta aquí, la expresión que resume el momento presente es que *antes no veíamos y ahora vemos.* Se ha revertido la situación inicial donde carecíamos de información y hoy contamos con las bases de datos, las cifras, los porcentajes, la referencia geográfica y la ficha de cada estudiante, entre otras cosas, lo que nos ha vuelto más efectivos y eficientes como gestión pública.
Cabe aclarar, por último, que la experiencia en la operación del panel dinámico fue sumamente exitosa desde un principio. Se trata de una herramienta por demás intuitiva y fácil de usar. No requiere de mayores requisitos técnicos, sólo una computadora personal con conexión a internet ya es suficiente para ingresar al panel. Luego, se puede acceder a simple vista al mapa, a los gráficos, frecuencias y porcentajes sin mayor complejidad. Con lo cual, el panel dinámico o dashboard representó una herramienta fundamental y facilitadora en el proceso de toma de decisiones y diseño de políticas basadas en la evidencia relevada.

9. TIPOS DE USUARIOS Y DESTINO DE LA INFORMACIÓN

En relación con el punto anterior, cabe mencionar que existen distintos tipos de usuarios. En primer lugar, están los usuarios avanzados o expertos en el manejo del sistema que se ocuparon en

conocer los pormenores del programa gubernamental y las necesidades de los equipos técnicos, para poder desarrollar una solución y brindar una experiencia satisfactoria al resto de los usuarios del sistema. Podríamos decir que el equipo de expertos se enfocó en las necesidades del cliente, en el sentido de que buscó en todo momento satisfacer una demanda, resolver un problema, lo que resultó ser la clave del éxito de esta implementación. También es de destacar, que los expertos veían del programa, más de lo que veía el propio equipo que lo estaba llevando a cabo. Es decir, estaban avanzados en el entendimiento de lo que la herramienta podía dar a las áreas de gobierno.
Por otro lado, los usuarios básicos serían todos los que a diario operan el sistema tanto para ingresar los datos, como para consultar la información. El ingreso de datos en este caso se realizó mediante planillas de Excel completadas por personal de la Secretaría de Salud y también se utilizó un software desarrollado a medida que sirve para registrar los datos nutricionales, esta carga se realizó en tiempo real en terreno, mientras que la anterior era registrada en papel por los profesionales de la salud y luego pasadas a Excel.
De camino en la implementación y uso del sistema, conocimos la herramienta S*urvey123*, una aplicación para la carga de datos directamente al *dashboard* y que permite economizar tiempo y recursos, pues, evita intermediaciones y errores posibles. A fin de mejorar la experiencia de los usuarios, pensamos a futuro, implementar esta herramienta para unificar todos los procedimientos dispersos que se vienen realizando.
En cuanto al destino de la información relevada, se acordó entre las áreas que intervinieron que la información sería insumo de ambas secretarías, y que su tratamiento sería en conjunto, de modo que tanto lo que se diga, publique o haga en función de la información de sistema debía estar previamente consensuado.

10. PROGRAMAS ESPECÍFICOS

Como se mencionó anteriormente, el propósito inicial del uso de esta herramienta fue poder conocer la realidad y tener un marco de actuación más preciso que le permitiera, a las distintas áreas de gobierno municipal, aplicar programas, proyectos o acciones específicas tendientes a remediar, revertir o mejorar las problemáticas detectadas.
Como ya mencionamos anteriormente, uno de los problemas más ostensibles que se detectó fue la cantidad de niños que no pasaron la prueba de agudeza visual y que encendió una luz roja que nos llevó a realizar los estudios oftalmológicos más complejos y proveer lentes recetados a los niños y niñas que fueron detectados con vicios de refracción. Del mismo modo, se obtuvieron datos nutricionales, cardíacos, fonoaudiológicos que son susceptibles, todos estos, de ser cruzados con otros datos demográficos -sexo, grado, turno- y socio económicos específicos -nivel de estudios de los padres, condiciones de la vivienda, acceso a redes de servicios sanitarios, entre otros-. En efecto, se está trabajando en programas específicos, tomando como guía la información del sistema.

11. CONCLUSIONES

En pocas palabras podríamos concluir que la utilización del panel dinámico o *dashboard* creado por medio del sistema ArcGIS nos permitió pasar a la acción en corto tiempo con un alto nivel de precisión, llevando las soluciones a medida a cada sector de la ciudad, permitiendo identificar a la población e individuos con sus necesidades puntuales.
En este sentido, no se podría haber avanzado si no hubiese existido un nivel básico de acuerdo entre ambas secretarías involucradas. Este aspecto, si bien no es relativo al sistema, fue esencial en la generación de las condiciones necesarias para poder hacer realidad un trabajo en equipo que se vio reflejado en los resultados que están a la vista. Igual importancia tuvo la construcción de un marco normativo unificado.

A futuro, se planifica continuar relevando y sistematizando información de tipo socio-económica, educativa y de salud de la población escolar de la Municipalidad de Córdoba, con el propósito de identificar las problemáticas y necesidades en tiempo real, de manera tal de poder diseñar políticas públicas a medida de esta población. A su vez, se procura con el tiempo ir acumulando la información que nos permita, en el futuro cercano, evaluar la eficiencia y eficacia de los programas que se están implementando.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece, en primera instancia, la confianza depositada por el Intendente de la Municipalidad de Córdoba, Martín Llaryora, quien desde el primer momento confió en la importancia de generar evidencia que nos permita diseñar mejores intervenciones públicas, y sentó las bases necesarias para la construcción de los acuerdos que nos permitieron llevar a cabo el proyecto de manera exitosa.

En segunda instancia, se agradece la colaboración y buena disposición tanto de los miembros de los equipos directivos como de las familias de los niños y niñas que dieron su consentimiento para que podamos desarrollar el análisis en profundidad de las condiciones de salud y socio-económicas de la población escolar de la Municipalidad.

Finalmente, pero no menos importante, se agradece enormemente el trabajo desarrollado por los equipos técnicos que estuvieron involucrados en el relevamiento de la información.

REFERENCIAS

https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight

Khoury M, Urbina EM. Hypertension in adolescents: diagnosis, treatment, and implications. Lancet Child Adolesc Health. 2021 May;5(5):357-366. doi: 10.1016/S2352-4642(20)30344-8. Epub 2021 Mar 10. PMID: 33711291.

Bleich SN, Vercammen KA, Zatz LY, Frelier JM, Ebbeling CB, Peeters A. Interventions to prevent global childhood overweight and obesity: a systematic review. Lancet Diabetes Endocrinol. 2018 Apr;6(4):332-346. doi: 10.1016/S2213-8587(17)30358-3. Epub 2017 Oct 20. PMID: 29066096.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). CDC grand rounds: childhood obesity in the United States. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2011 Jan 21;60(2):42-6. Erratum in: MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2011 Feb 11;60(5):142. PMID: 21248681.

Sistematización Inteligente de la Salud Pública en la Municipalidad de Córdoba, Argentina

Ariel Aleksandroff[1], Leonardo Lewylle[1], Martín Moya[1], Marina Ávila[1]; Roger Alonso[1], Juan Sbodio[2], Caroll Cuesta[2] y Andres Michel[2]

[1]Secretaría de Salud, Municipalidad de Córdoba. Avenida Marcelo T. de Alvear 120, Córdoba (X5000), Córdoba. Tel.: 0351 428-5600.
aaleksandroff@hotmail.com
[2]Secretaría de Economía, Municipalidad de Córdoba. Avenida Marcelo T. de Alvear 120, Córdoba (X5000), Córdoba. Tel.: 0351 428-5600.
lic.andresmichel@gmail.com

Resumen: En los últimos años se produjo un cambio de paradigma que implicó un fuerte cambio en la forma de hacer, usar y de compartir soluciones cartográficas. El alcance de la utilización de los sistemas de inteligencia geográfica se amplió. La Municipalidad de Córdoba, utilizó las diferentes herramientas que ofrece ArcGIS para ingresar en esta nueva era digital y satelital. Se readecuaron las zonas programáticas que habían sido trazadas a principio de los años 90´, a partir de la utilización de los radios censales. Se aplicó este concepto, ya que, a partir de segmentación por radios censales, podemos conocer detalladamente las características de la población por radio censal (300 viviendas aproximadamente) número de personas, género, grupos etarios, entre otras. Las nuevas áreas programáticas a partir de los radios censales nos han permitido tomar decisiones sobre los centros de salud en relación con la densidad poblacional, nos permitieron actuar rápida e inteligentemente en un derrame de aguas servidas en un barrio de la capital y nos permitirá seguir realizando inteligencia geográfica.

Palabras Clave: Atención primaria, Geolocalización, Radio censal

1. INTRODUCCIÓN

Emparentada con otras corrientes de la medicina, como la “medicina preventiva”, “medicina social”, “salud colectiva”, la Salud Comunitaria se propone como una alternativa a la concepción de la Salud Pública convencional, que tradicionalmente miró a la población como “objeto” a ser intervenido por parte de la norma funcional y la ciencia positiva. La “Salud Comunitaria”, en cambio, busca mirar a la población cómo “sujetos” (individuales y colectivos) generando su salud en el diario vivir y al mismo tiempo construyendo instituciones que apoyen la promoción de la salud, la prevención y la atención de los enfermos.

El trabajo en equipo y la perspectiva interdisciplinaria

Los problemas de salud de las personas tienen múltiples dimensiones y demandan un abordaje integral. Las intervenciones en salud son más ricas cuando se piensan y se ponen en práctica en equipos. El trabajo en equipo supone, por un lado, el establecimiento de objetivos comunes, de un marco de acuerdos ideológicos y la organización en torno a una tarea compartida, una división del trabajo entre sus miembros, considerando el equipaje que cada uno/a de sus integrantes pone en juego (cultura, conocimientos, habilidades, actitudes, modos de ser particulares) en función de la intervención. Asimismo, toda división del trabajo se realiza según niveles diferenciados de

responsabilidad, que no deben ser necesariamente fijos o estáticos, pero sí claramente establecidos y explicitados al interior de una estructura organizativa que contenga al equipo. Si el equipo se constituye como equipo interdisciplinario se potencia una mirada integral de la salud y la intervención se enriquece. La mirada interdisciplinar "supone partir de los problemas, cada vez más complejos, y no de las disciplinas dadas" (Buitrango et. Al., 2014), y "obliga básicamente a reconocer lo finito de las herramientas de cada disciplina" (Macinko y Almeida, 2007).

El equipo interdisciplinario demanda una organización que distribuya tareas y responsabilidades en función del problema que convoca a la intervención y no en relación con el peso o tradición de cada profesión (Macinko y Almeida, 2007). En el desarrollo mismo de la tarea, los aportes específicos se irán definiendo junto con el lugar de cada uno/a dentro del equipo.

El trabajo en equipo es un proceso dinámico, abierto y participativo de la construcción técnica, política y social del trabajo en salud, en el contexto de un nuevo modelo de atención, la APS.

La composición de un equipo de salud de atención primaria debe ajustarse a las características concretas del sistema y la comunidad que atiende. Por tanto, no existe un modelo universal válido para todos los lugares y contextos sociales.

El equipo de salud es el pilar fundamental de la organización del trabajo en el centro de salud. Es imprescindible reconocer el papel esencial de todos y cada uno de los actores en el desarrollo de las funciones y tareas propias de la APS, sin perder de vista que cada uno de ellos proviene de diferentes disciplinas (Cantor y Poh, 2018) (Naso et.al., 2019).

Es necesario tener algunos conceptos en cuenta a la hora de hablar de salud en general y de salud comunitaria en particular, a saber:

DEMOGRAFÍA: La demografía es la ciencia que tiene como objetivo el estudio de las poblaciones humanas, de su dimensión, estructura, evolución y características generales. Estudia estadísticamente la estructura y la dinámica de las poblaciones, así como los procesos concretos que determinan su formación, conservación y desaparición. Tales procesos, en su forma más agregada, son los de fecundidad, mortalidad y migración (emigración e inmigración).

EPIDEMIOLOGÍA: La epidemiología es una disciplina científica que estudia los procesos de salud y enfermedad que afectan a la población. Se interesa por conocer las características de los grupos que se ven afectados; cómo se distribuyen geográficamente y en el tiempo los eventos de salud y enfermedad; con qué frecuencia se manifiestan y cuáles son las causas o factores asociados a su surgimiento (Naso et.al., 2019).

Atención primaria orientada a la comunidad (APOC)

Se puede definir la atención primaria orientada a la comunidad (APOC) como "la práctica de la atención primaria con responsabilidad poblacional, orientada a la mejora de la salud de una comunidad definida, basada en la identificación de las necesidades de salud y las acciones de atención correspondientes, con la participación de la comunidad y con la coordinación de todos los servicios implicados en la salud o en sus determinantes"(Gervits y Anderson, 2014). Se trata de un proceso en el que los servicios de atención primaria se responsabilizan de la salud de todos los miembros de la comunidad y no tan sólo de los usuarios de los servicios. Esta característica le atribuye una diferencia fundamental con los servicios tradicionales, orientados básicamente a la curación y tratamiento de síntomas y enfermedades de la población que demanda cuidados en salud, por lo que la APOC representa una alternativa adecuada para la re-orientación de los servicios con el objetivo de mejorar la salud de la población en su conjunto (Gervits y Anderson, 2014). Las acciones en la APOC, integran las propias de la atención primaria con otras de salud pública a nivel local.

Los elementos necesarios para que un servicio de atención primaria de salud pueda aplicar la metodología APOC son:

- Una comunidad definida.

- Una práctica de atención primaria integral con responsabilidad longitudinal desde servicios de salud accesibles y cercanos a la comunidad.
- Orientación a la comunidad en su conjunto y no sólo a la demandante de servicios (esto incluye aquellas personas que llegan a la consulta y aquellas que viven en la zona geográfica determinada y representan el área de responsabilidad del centro de salud).
- Participación de la comunidad con el objetivo de alcanzar la toma de responsabilidad en la promoción y el mantenimiento de su propia salud.
- Un equipo de trabajo multidisciplinario con capacidad de movilizarse fuera del centro de salud para reconocer el entorno del individuo y de las familias.

ÁREA PROGRAMÁTICA: Área Programática es, según la Organización Panamericana de la Salud (1994) (Lessa et.al., 2017), "el ámbito geográfico de cobertura asignado a un establecimiento de salud, para ejecutar los programas de atención médica y saneamiento ambiental". Este concepto tiene creciente importancia como medio para delimitar acciones y responsabilidades administrativas y sanitarias en una determinada área geográfica. Básicamente es un territorio con jurisdicción poblacional y geográfica, accesible desde el centro de salud correspondiente y capaz de proporcionar una atención de salud continuada y permanente a cierta cantidad de población. Es un concepto operativo para gestionar la salud pública por el cual, cada centro de salud tiene bajo su responsabilidad un área sobre la cual debe prestar asistencia médica y realizar tareas de prevención.

ÁREA DE INFLUENCIA: Por área de influencia de un establecimiento de salud entendemos al área geográfica cuyos límites son definidos por las consultas realizadas al mismo. Su utilidad reside en identificar el alcance territorial del establecimiento de salud sobre la población. Históricamente su determinación se hizo a través del mapeo manual de una muestra de las consultas.

TERRITORIO: Entendido desde la perspectiva de la complejidad como espacio socializado y culturalizado. Está constituido por múltiples dimensiones interrelacionales entre sí: una dimensión ambiental, una económica, una política, una cultural, una social y una histórica entre otras.

DETERMINANTES SOCIALES DE SALUD: Los determinantes sociales de salud son ampliamente reconocidos como las causas de la mayoría de las enfermedades más prevalentes (Frank et.al., 2019). En vista de la evidencia sobre cómo actúan los determinantes sociales en la salud, se considera imprescindible que los servicios de salud se reorientan en consecuencia. En respuesta a la creciente preocupación suscitada por esas inequidades persistentes y cada vez mayores, la Organización Mundial de la Salud estableció en 2005 la Comisión sobre Determinantes Sociales de la Salud, para que ofreciera asesoramiento respecto a la manera de mitigarlas (Marmot, 2005). En el informe final de la Comisión, se proponen tres recomendaciones generales:

1. Mejorar las condiciones de vida cotidianas.
2. Luchar contra la distribución desigual del poder, el dinero y los recursos.
3. Medición y análisis del problema.

En Atención Primaria (AP) la reorientación tiene que llevarse a cabo no tan solo en la consulta clínica individual, sino también en la forma en que el equipo de salud presta los servicios y en sus relaciones con la comunidad.

Los determinantes sociales de salud (Richard Wilkinson y Michael Marmot) son los siguientes (Marmot, 2005):

1. El gradiente social: la esperanza de vida es menor y las enfermedades son más frecuentes, en sociedades socialmente deprimidas. La pobreza económica y social afecta negativamente a la salud. (El doble de riesgo de enfermedades graves y de muerte

prematura). La vida contiene una serie de puntos críticos de transición, con cambios emocionales y materiales que pueden afectar a la salud.

2. El estrés: las circunstancias estresantes producen preocupación, ansiedad e incapacidad de superación, dañan la salud mental y pueden producir una muerte prematura. Frecuentemente hay más preocupación por la seguridad del entorno físico en escuelas y centros de trabajo que por el ambiente social que puede dañar gravemente la salud.
3. La infancia: el cuidado y la educación durante el embarazo y la infancia son fundamentales para la salud en la edad adulta. La nutrición, la educación sanitaria, los cuidados preventivos y los recursos económicos y sociales antes, durante y después del embarazo mejoran el crecimiento y el desarrollo de los niños y reducen el riesgo de enfermedades.
4. Exclusión social: la pobreza y la exclusión social tiene un gran impacto negativo sobre la salud. Los ciudadanos deberían estar protegidos con unos ingresos mínimos y un acceso a los servicios. La legislación deberá proteger a las minorías vulnerables frente a la discriminación y la exclusión social.
5. Trabajo: el estrés en el trabajo incrementa el riesgo de enfermedad. Las personas que tienen mayor control sobre su trabajo tienen mejor salud. Los trabajos con elevadas demandas y bajo control tienen mayor riesgo de enfermedad. Las mejoras de las condiciones de trabajo conducen a una salud mejor. 6. Desempleo: la seguridad en el empleo mejora la salud, el bienestar y la satisfacción laboral. Altas tasas de desempleo están asociadas a enfermedad mental y muerte prematura.
6. Apoyo social: las amistades, las buenas relaciones sociales y una fuerte red de apoyo social mejora la salud en casa, en el trabajo y en la comunidad. Las buenas relaciones sociales pueden reducir el estrés.
7. Adicciones: la dependencia al alcohol, a las drogas o al tabaco se asocia a muertes violentas, accidentes, intoxicaciones y suicidio.
8. Alimentación: una buena dieta y adecuados suplementos alimenticios son fundamentales para el bienestar y la promoción de la salud. La malnutrición, la deficiencia o el exceso de alimentación se asocia a enfermedades y muerte.
9. Transporte: el transporte saludable implica menos coches, más bicicleta y caminar acompañado de un buen transporte público. Promueve el ejercicio, reduce los accidentes, incrementa el contacto social y reduce la contaminación.

2. GEORREFERENCIA, SISTEMAS DE COORDENADAS Y PROYECCIONES

Los sistemas de coordenadas permiten a los datasets geográficos utilizar ubicaciones comunes para la integración. Un sistema de coordenadas es un sistema de referencia que se utiliza para representar la ubicación de entidades geográficas, imágenes y observaciones dentro de un marco geográfico común. La georreferenciación de una imagen satelital es el proceso mediante el cual se corrige geométricamente la posición de los píxeles de una imagen y de este modo se le brindan coordenadas en algún sistema de referencia en nuestro planeta. Las proyecciones constituyen un tema crucial al momento de trabajar con datos espaciales. Esto es porque las proyecciones y los sistemas de referencia transforman las coordenadas en una esfera (en realidad la Tierra es un esferoide un poco achatado), a un sistema de dos dimensiones, como un mapa o una imagen satelital, mediante una transformación matemática de coordenadas. Si nuestros datos espaciales poseen diferentes proyecciones, éstos no resultan compatibles, por lo que previo a cualquier análisis, deben ser transformados, o como se suele definir el proceso: reproyectados.

Los sistemas de coordenadas permiten a los datasets geográficos utilizar ubicaciones comunes para la integración. Un sistema de coordenadas es un sistema de referencia que se utiliza para representar la ubicación de entidades geográficas, imágenes y observaciones (como las localizaciones GPS) dentro de un marco geográfico común.
Un sistema de coordenadas queda definido por:

- Su marco de medición es geográfico (las coordenadas esféricas se miden desde el centro de la tierra) o planimétrico (se proyectan sobre una superficie plana de dos dimensiones).
- Unidad de medida (generalmente en pies o metros para sistemas de coordenadas proyectadas y grados decimales para latitud–longitud).
- La definición de la proyección cartográfica para sistemas de coordenadas proyectadas.
- Otras propiedades del sistema de medición, como el esferoide de referencia, el datum o parámetros de proyección como las líneas paralelas estándar, el meridiano central o las posibles alteraciones en las direcciones X e Y.

En ArcGIS (programa de geolocalización que nosotros utilizamos para realizar nuestro trabajo), cada dataset cuenta con un sistema de coordenadas que se utiliza para integrar ArcGIS con otras capas de los datos geográficos dentro de un marco de trabajo de coordenadas como puede ser un mapa. Los sistemas de coordenadas permiten integrar datasets dentro de los mapas y realizar diversas operaciones analíticas integradas, entre ellas la superposición de capas de datos de diferentes fuentes y sistemas de coordenadas (ver Figura 1).

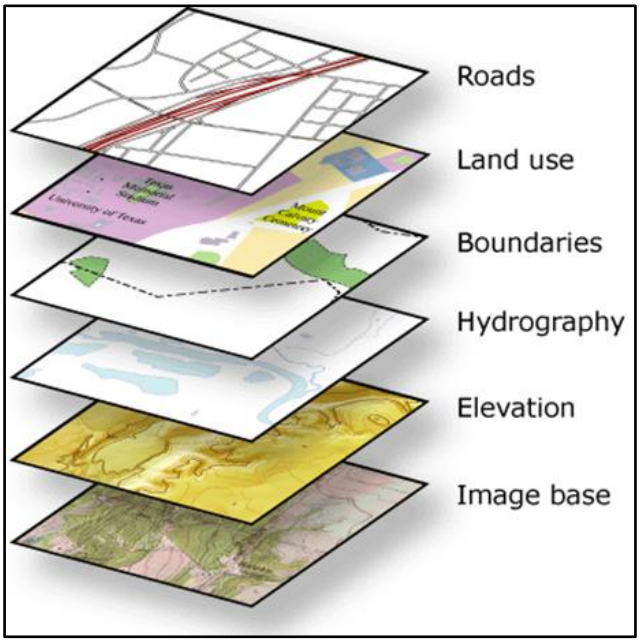


Figura 1. Ejemplo de superposición de capas

Las soluciones presentadas fueron realizadas mediante la implementación de tecnologías de información geográfica. La Municipalidad de Córdoba trabaja con la Plataforma ArcGIS y cuenta con un servidor propio en la nube que permite avanzar más allá de los límites de un software de escritorio.
En los últimos años se produjo un cambio de paradigma que implicó un fuerte cambio en la forma

de hacer, usar y de compartir soluciones cartográficas. El alcance de la utilización de los SIG se amplió. El trabajo de personas especialistas en SIG sigue siendo una pieza fundamental, pero es una parte del todo. Actualmente, personas sin conocimientos previos en SIG, llevan adelante tareas de relevamiento de datos georreferenciados mediante aplicaciones de campo amigables, con diseño de formularios. Personas en oficina, con mínimo entrenamiento, editan datos y funcionarios toman decisiones basadas en datos georreferenciados mediante la utilización de tableros que combinan mapas y paneles estadísticos.

Para las soluciones alcanzadas por la Municipalidad de Córdoba, se aprovecharon las diferentes herramientas que ofrece ArcGIS como la elaboración previa de un formulario web que fue utilizado como formularios de carga de datos para el relevamiento en campo. Esto permitió ingresar datos desde el celular. Entonces, a medida que quien relevaba realizaba la carga de datos en su celular, esto se registraba automáticamente y georreferenciaba en el sistema del municipio y se traducía en un tablero de datos (*Dashboard* de ArcGIS), donde la información se expresa en un mapa y en gráficos y tablas, que permiten leerse ya no como datos puntuales, sino como información sistematizada y factible de ser consultada. Además, dicho tablero, tiene la posibilidad de mostrar información según los permisos de los usuarios que consulten: Personal del área, de otras áreas u organizaciones y la ciudadanía general.

Contar con la información en una Plataforma SIG organizacional permite que el contenido generado por una persona pueda ser compartida con el resto del área; permite que el contenido producido por un área pueda ser compartido con otras áreas de la Municipalidad y permite que el contenido generado por la Municipalidad pueda ser compartido con otras organizaciones y abierta al público. Así, para el tratamiento de problemáticas públicas, las Tecnologías de la Información Geográfica se convierten en verdaderas herramientas de gestión, facilitando el trabajo de forma integral y articulando el esfuerzo de diferentes actores.

3. ANTECEDENTES

La ciudad de Córdoba tenía zonas programáticas que se habían trazado durante los años 1991 - 1993, donde sin un concepto demográfico claro, sin definir corredores de transporte, ni sin tener las estadísticas sobre la carga de enfermedad por zonas, se realizaron estas divisiones. La profesionalización de la Salud Pública, la incorporación de tecnologías que va desde la historia clínica digital hasta los programas de geolocalización, hizo que sea imprescindible una nueva sectorización de la Ciudad para poder prestar un sistema de Salud Pública de calidad.

Sumado a esta iniciativa, dentro del Programa Sumar antes denominado Plan Nacer, que es un programa que promueve un acceso equitativo y de calidad a los Servicios de Salud para toda la población que no posee cobertura formal de Salud, se encuentra lo que se ha dado en llamar "Trazadoras". Las Trazadoras permiten indagar la calidad de la atención, la equidad de la cobertura provista, la capacidad de detección de patologías específicas y la habilidad para captar población y promocionar derechos de salud. Dentro de estas trazadoras, la décima y última consiste en la Identificación de población del Área de Responsabilidad Sanitaria de establecimientos públicos de salud. Proporción de personas con cobertura pública exclusiva identificadas en el área de Responsabilidad Sanitaria de un establecimiento de salud para su cuidado continuo.

Todo esto hizo que comencemos a trazar un nuevo mapa de Salud de la Ciudad de Córdoba, contemplando los radios censales. Los radios censales son una unidad geográfica que agrupa, en promedio 300 viviendas en las ciudades. Si los radios son rurales o rurales mixtos, la cantidad promedio es menor. Actualmente Argentina se compone de un total de 51.408 radios censales, diseñados y mantenidos por el INDEC. El identificador de un radio censal es un código numérico único de 9 cifras, los primeros dos dígitos pertenecen a las "Jurisdicciones de primer orden" o

División Político-Territorial: las 23 provincias y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Los tres dígitos siguientes son las "Jurisdicciones de segundo orden" o "Divisiones Político-Administrativas" y son los partidos de la Provincia de Buenos Aires, las comunas de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y los departamentos de las demás provincias. Los próximos 2 dígitos corresponden a las fracciones urbanas. Es una medida geográfica que agrupa, en promedio, 5000 viviendas. Los últimos dos dígitos corresponden, finalmente, al radio censal.

4. RESULTADOS

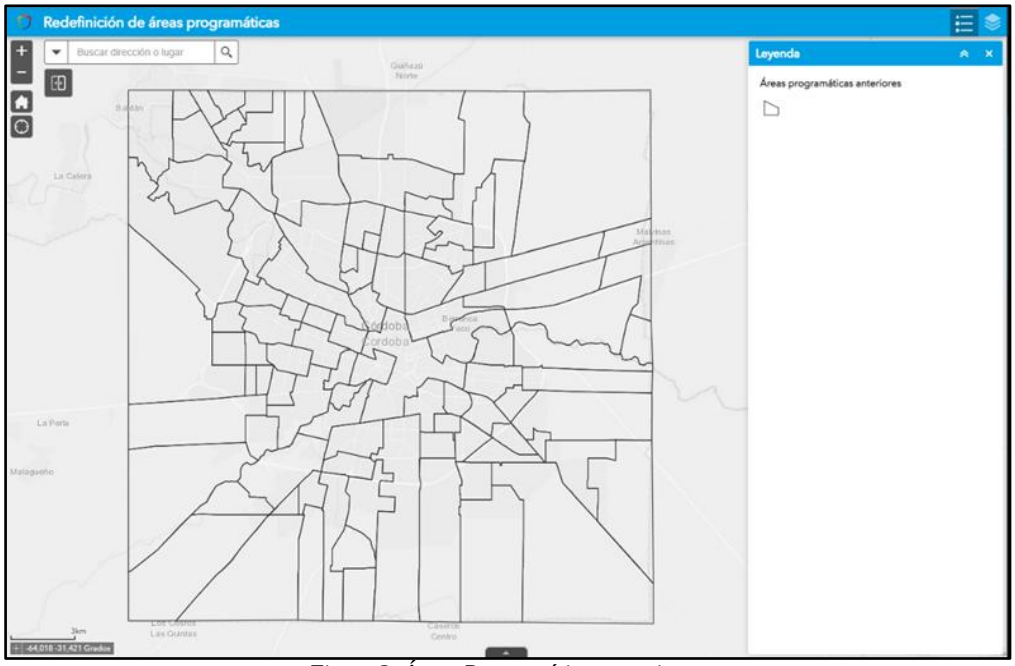


Figura 2. Áreas Programáticas anteriores

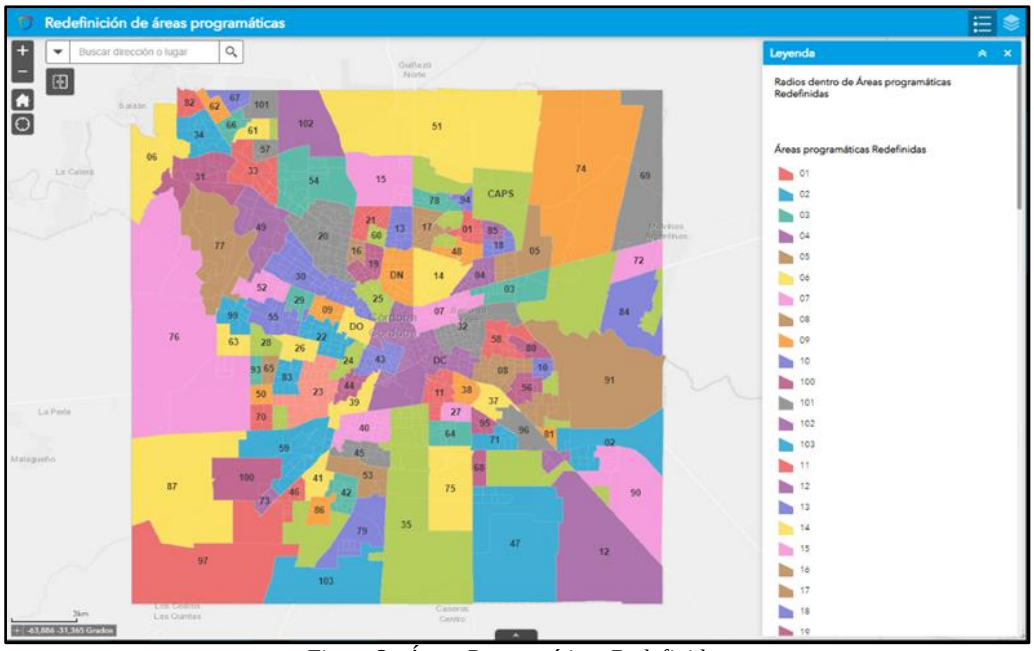


Figura 3. Áreas Programáticas Redefinidas

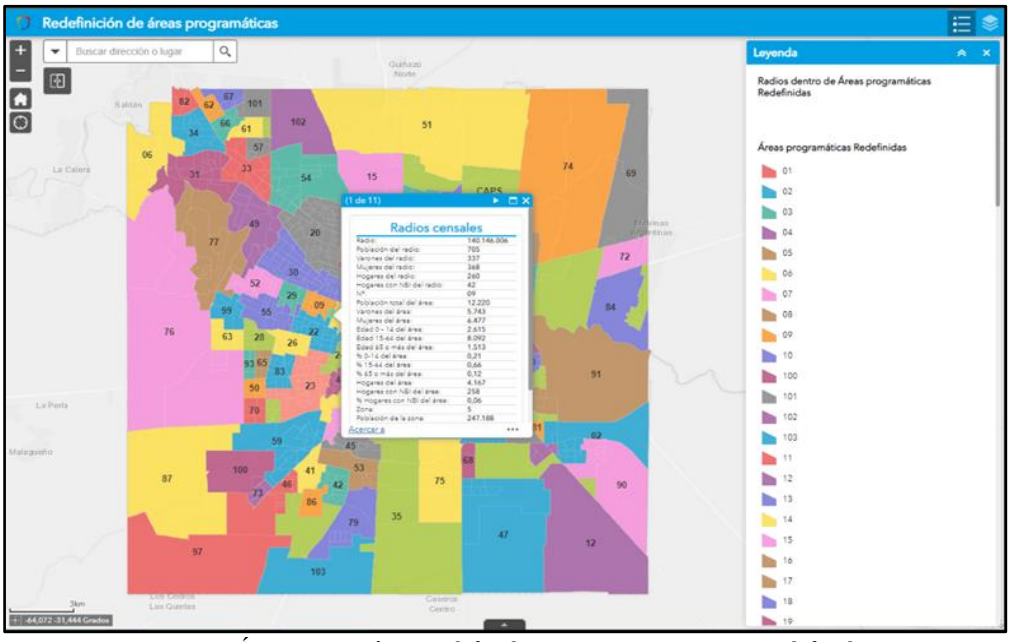


Figura 4. Área Programática Redefinida, con ventana emergente redefinida

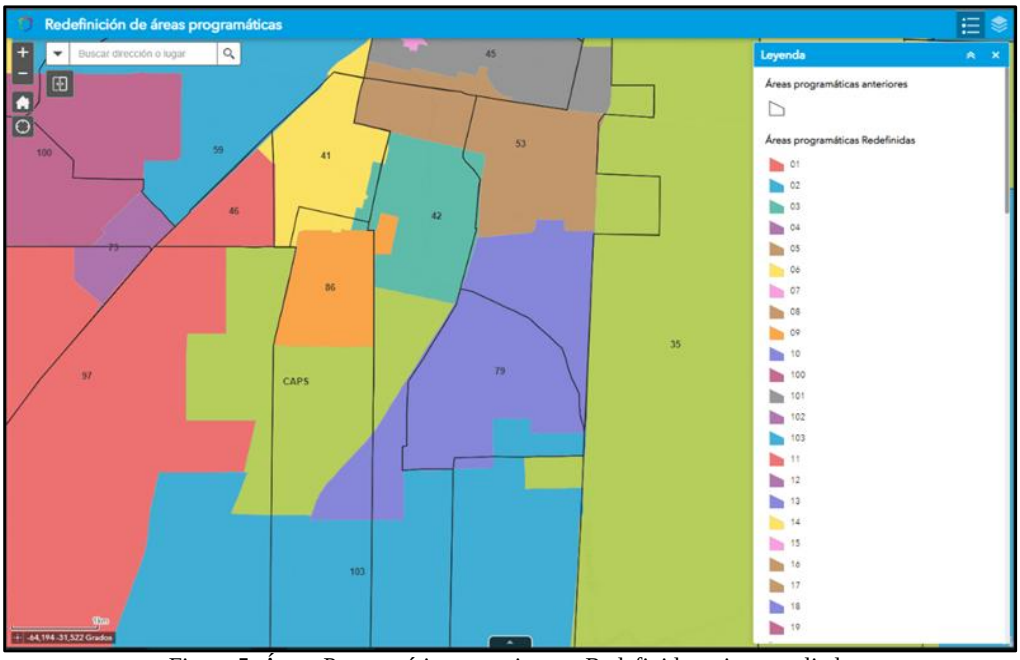


Figura 5. Áreas Programáticas anteriores y Redefinidas, vista ampliada

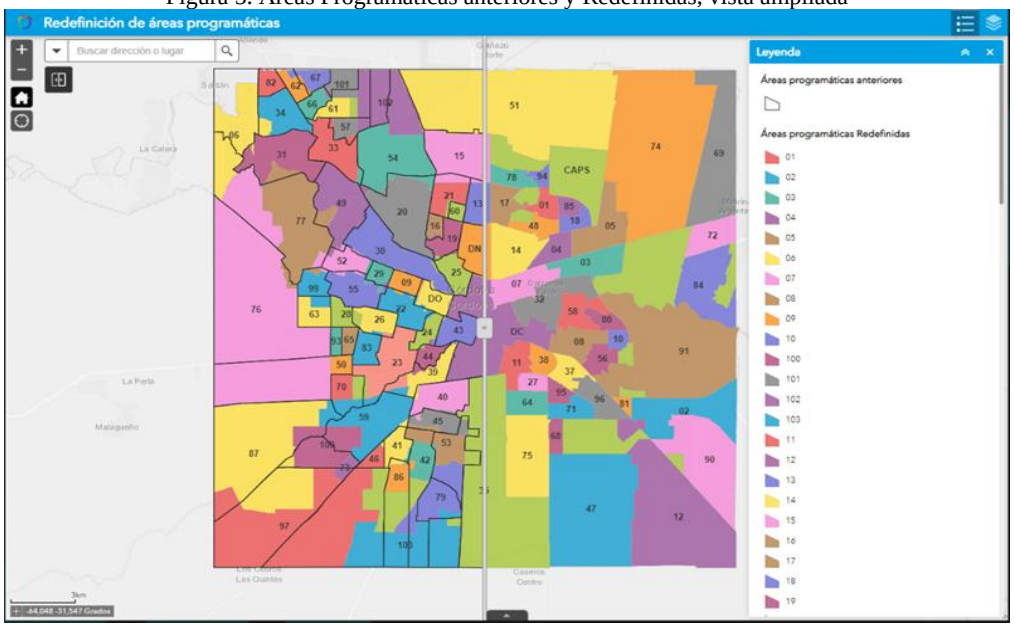


Figura 6. Swipe de Comparación

5. CONCLUSIONES

La redefinición de las áreas programáticas llevada a cabo, ha sido un salto a la modernidad, nos coloca en lo más alto de la inteligencia geográfica aplicada a la Salud Pública. Decimos esto porque definir las áreas programáticas desde los radios censales, es estar en la misma dirección

que van todas las políticas públicas, es acoplarse a esta nueva modernidad, entendiendo esta como la readecuación que existe luego de la pandemia, donde la georreferenciación fue uno de los hitos para que la sociedad pudiera seguir funcionando en un contexto de aislamiento social.
Hoy podemos agregarle capas a la readecuación de las áreas programáticas y poder ver la densidad poblacional, los corredores de transporte, los grandes centros de abastecimiento de la ciudad, entre otras muchas situaciones que se pueden estudiar desde esta nueva forma de hacer epidemiología.
La primera aplicación práctica que pudimos realizar fue el manejo de un derrame de aguas servidas en una vasta zona de la ciudad. Un caño mayor de las cloacas de la ciudad sufrió un desperfecto e inmediatamente las aguas servidas comenzaron a inundar un barrio de la ciudad. Desde la Secretaría de Salud de la Municipalidad de Córdoba, tomamos el mapa de la ciudad, observamos cuáles eran los centros de salud en el lugar y los centros de salud cercanos, así también identificamos los servidores urbanos (personal que depende de la Secretaría de Salud, que ayudan a realizar acciones de promoción y prevención de la Salud) en la zona. Esto nos permitió actuar rápidamente y poder llegar con soluciones concretas como los sanitizantes, el agua potable, elementos de primeros auxilios, etc. Así también pudimos redistribuir elementos sanitarios de otros centros de Salud, ya que conociendo, gracias a la información que nos brindan los radios censales, la cantidad de personas, la distribución etaria, la distribución por género, etc, se pudo hacer un trabajo pormenorizado en relación a insumos y recursos humanos.
A futuro se podrán colocar capas de datos satelitales actuales y poder hacer inteligencia geográfica aplicada a la Salud, en forma que hoy podemos conjeturar y otra que seguramente aparecerán a medida que esta disciplina se desarrolle.

AGRADECIMIENTOS
Se agradece la colaboración de todo el personal de la Dirección de Atención Primaria de Salud, dependiente de la Secretaría de Salud de la Municipalidad de Córdoba.

REFERENCIAS
Buitrago Ramírez F, Ciurana Misol R, Chocrón Bentata L, Fernández Alonso M del C, García Campayo J, Montón Franco C, *et al.* Recomendaciones para la prevención de los trastornos de la salud mental en atención primaria. Aten Primaria. 2014 Jun;46:59–74.
Cantor VJM, Poh KL. Integrated Analysis of Healthcare Efficiency: A Systematic Review. J Med Syst. 2018 Jan;42(1):8.
Gervits M, Anderson M. Community-Oriented Primary Care (COPC) in Barcelona, Spain: An Urban Copc Experience. Int J Health Serv. 2014 Apr;44(2):383–98.
Hollingsworth B. The measurement of efficiency and productivity of health care delivery. Health Econ. 2008 Oct;17(10):1107–28.
Lessa F, Caccavo F, Curtis S, Ouimet-Rathé S, Lemgruber A. Strengthening and implementing health technology assessment and the decision-making process in the Region of the Americas. Rev Panam Salud Pública. 2017;1–10.
Macinko J, Almeida C, de Sa PK. A rapid assessment methodology for the evaluation of primary care organization and performance in Brazil. Health Policy Plan. 2007 May 1;22(3):167–77.
Naso P, Falco L, Porcari A, Di Lenarda A, Lardieri G. Epidemiology. In: Sinagra G, Merlo M, Pinamonti B, editors. Dilated Cardiomyopathy [Internet]. Cham: Springer International Publishing; 2019 [cited 2022 Mar 30]. p. 11–6. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-13864-6_2 .

Mapeo integral del impacto del COVID-19 en la Provincia de Córdoba a través de QGIS (2020-2022)

Sara M. Boccolini[1]

[1]Centro de Investigaciones y Estudios sobre Cultura y Sociedad (CIECS), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Universidad Nacional de Córdoba (UNC).
Avenida Haya De La Torre s/n, Córdoba.
saraboccolini@conicet.gov.ar

Resumen: Se recopilaron datos estadísticos relacionados con la emergencia sanitaria de COVID-19 de diversas fuentes y se reconstruyeron los patrones de difusión y contención del virus en el territorio de la provincia de Córdoba entre marzo de 2020 y marzo de 2022. Los datos obtenidos a nivel Departamental (movilidad de las personas, casos detectados, internaciones de cuidado intensivo o respiración mecánica, fallecidos y vacunas aplicadas) disponibles en repositorios del Ministerio de Salud de la Nación y Google se complementaron con los casos detectados desagregados por localidad -del repositorio del Ministerio de Salud de Córdoba- para conocer cómo se reflejó en el territorio el impacto del COVID-19. Se crearon mapas georreferenciados tipo Time-lapse actualizados semanalmente con gran nivel de detalle, lo que permitió identificar procesos particulares en la Región Metropolitana de Córdoba, las regiones urbanas medias y regiones rurales de la provincia. Como resultado, se caracterizaron patrones imprevistos novedosos en las regiones agroproductivas pampeanas del Este y Sur de la provincia, las del Norte y Noroeste, y de la principal región metropolitana, a la vez que se generó un insumo de datos estratégico para valorar las medidas sanitarias implementadas, su impacto en la población y planificar frente a futuras situaciones de emergencia.

Palabras Clave: COVID-19, Desarrollo Regional, Ordenamiento Territorial, Planeamiento Urbano, Estudios Urbanos

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación se desarrolla como una línea de trabajo dentro de un proyecto de investigación a largo plazo como Investigadora de CONICET, que estudia las lógicas de los procesos de urbanización a escala local y regional y su desarrollo histórico. Como parte de ese proyecto, se implementa el relevamiento, análisis y sistematización de distintas bases de datos por medio de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como estrategia principal de abordaje.

Los SIG se revelan como una herramienta estratégica tanto para procesar una gran cantidad de datos como para generar síntesis de los resultados obtenidos en forma de cartografía analítica de gran legibilidad para otros equipos de investigación, equipos técnicos dedicados a generar políticas públicas de ordenamiento territorial, organizaciones comunitarias y público en general (Bosque Sendra & García, 2000; Gómez Delgado & Barredo Cano, 2005; López-Vázquez, s. f.).

Durante la ejecución de este proyecto, emerge desde fines de 2019 la pandemia de COVID-19, afectando a toda la población alrededor del planeta. En Argentina, la emergencia sanitaria por COVID-19 fue declarada en marzo de 2020, destinándose una enorme cantidad de recursos a la

evaluación del problema y el desarrollo de políticas públicas de contención y reducción del impacto sobre la población.

En este contexto, instituciones públicas y privadas producen una gran cantidad de datos a partir de relevar cotidianamente indicadores específicos de las distintas variables que conforman el fenómeno de la pandemia de COVID-19 a nivel local, regional, nacional e internacional. Esta información, gracias al desarrollo de políticas de datos abiertos a nivel nacional y provincial, está disponible libremente.

El Ministerio de Salud de la Nación, por ejemplo, pone a disposición de la comunidad una gran cantidad de datos sobre casos detectados, internaciones y fallecimientos (así como los datos referidos a la campaña de vacunación iniciada a fines de 2020) actualizados constantemente en su repositorio oficial (Datos Argentina, s.f.). En Córdoba, se cuenta con el relevamiento que publica el Ministerio de Salud de la Provincia (Informe diario de casos y medidas, s. f.) actualizado diariamente hasta el 15 de marzo de 2022.

Estos datos son utilizados por especialistas, equipos políticos y técnicos (por ejemplo, el Centro de Operaciones de Emergencia -COE- de Córdoba), académicos y medios de comunicación para caracterizar la evolución de la situación casi en tiempo real.

Sin embargo, estos datos son publicados en un formato especializado -principalmente como archivos de formato cvs-, que requiere un post-procesamiento y sistematización específica para su lectura, lo que dificulta el acceso al público no especializado. Surgen así los tableros de situación a nivel nacional (Figura 1) y provincial (Figura 2), así como informes periodísticos publicados en todos los medios de comunicación.

Pero estos informes, por su propia naturaleza, son sólo una síntesis de la gran cantidad de datos disponibles, ya que privilegian legibilidad y simplicidad y evitan sumar una cantidad de información tal que abrume a receptores no especializados en el tema.

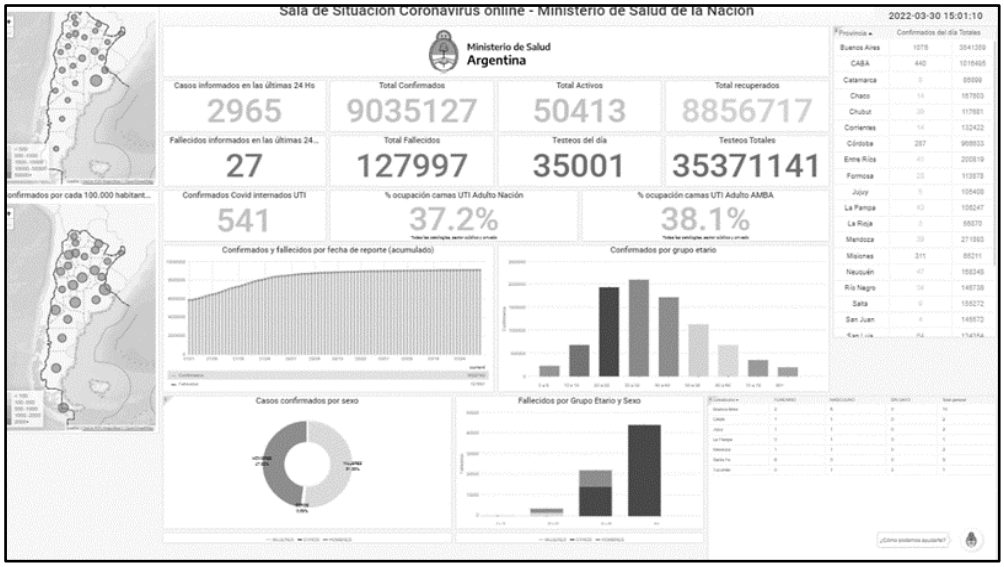


Figura 1. Tablero de situación a nivel nacional (detalle).
Fuente: https://www.argentina.gob.ar/salud/coronavirus-COVID-19/sala-situacion (obtenido el 31 de marzo de 2022)

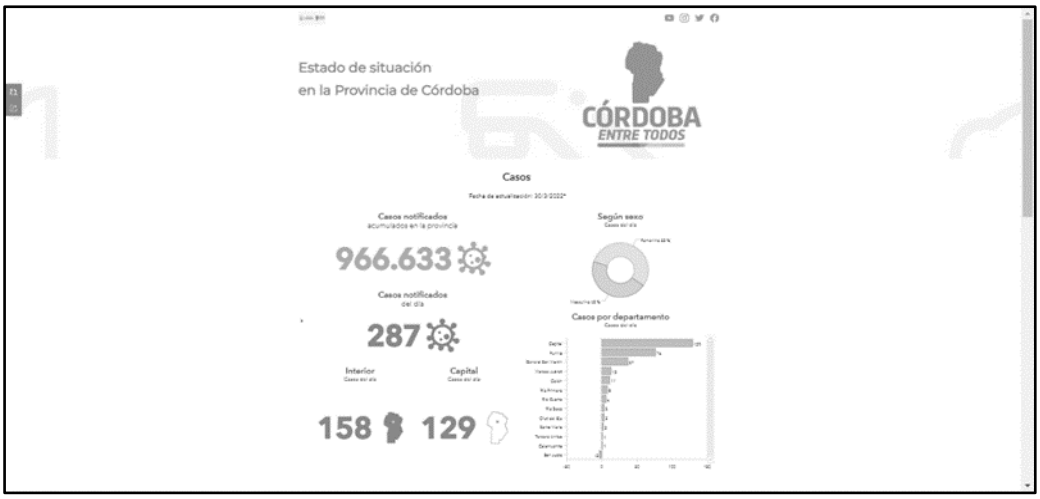


Figura 2. Tablero de situación a nivel provincial (detalle)
Fuente: https://reporte-diario-coecba.hub.arcgis.com (obtenido el 31 de marzo de 2022)

De esta forma,

- El nivel de disponibilidad de los datos se reduce al determinado por las unas pocas fuentes de información ya procesada, sintetizada y fragmentada de acuerdo con el discurso particular del emisor.
- El nivel de desagregación de los datos por lo general es muy bajo, limitándose a información a nivel nacional, provincial o de las principales aglomeraciones urbanas. Cuando se cuenta con información detallada, suele deberse a informes de coyuntura sobre situaciones muy específicas, de escasa proyección temporal y extensión territorial.
- La información procesada no suele tener una continuidad temporal o metodológica que permita una lectura del desarrollo histórico del fenómeno por parte del público en general.
- Los informes más accesibles a la comunidad suelen ser análisis sintéticos y circunstanciales que omiten gran cantidad de detalles, lo que dificulta una lectura analítica y reflexiva sobre el fenómeno, y valorar tanto los aspectos críticos de la pandemia como las intervenciones para su control.

Sin embargo, el uso de SIG permite recopilar y procesar la gran cantidad de datos disponible, generando cartografía georreferenciada que no solo permite visualizar con gran nivel de detalle cada una de las variables relevadas, sino que lo hace en referencia directa al territorio, creando instrumentos de visualización de gran legibilidad para el público especializado y no especializado.
Sumado a esto, el procesamiento con SIG permite sistematizar la compilación de datos, generando una base de datos actualizada prácticamente en tiempo real, generando información histórica contrastable para evaluar el desarrollo del fenómeno en el tiempo.
Ejemplo de estas herramientas aplicadas a generar instrumentos de visualización de datos sobre la pandemia de COVID-19 a nivel global son, por ejemplo, el tablero de John Hopkins (COVID-19 Map, s. f.) (Figuras 3 y 4).

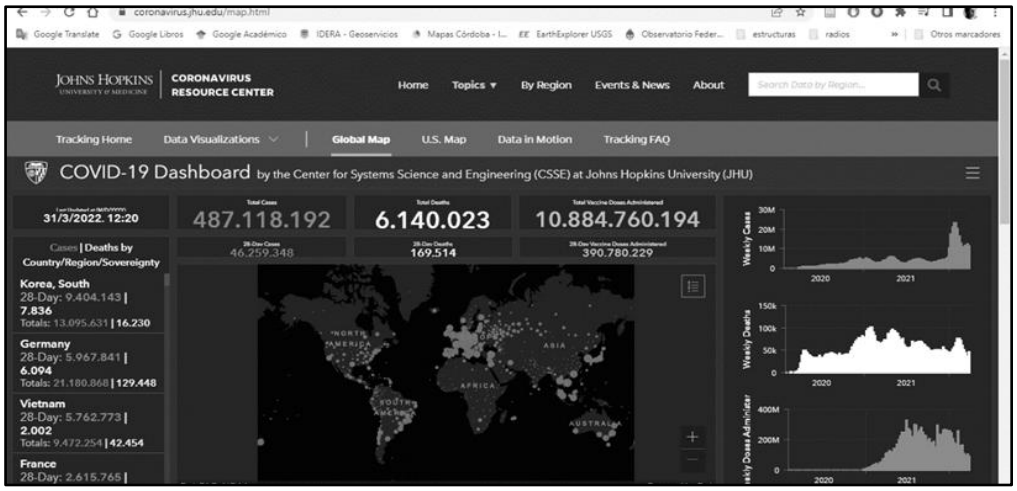


Figura 3. Tablero de situación del Center for Systems Science and Engineering de la Johns Hopkins University. Fuente: https://coronavirus.jhu.edu/map.html (obtenido el 31 de marzo de 2022)

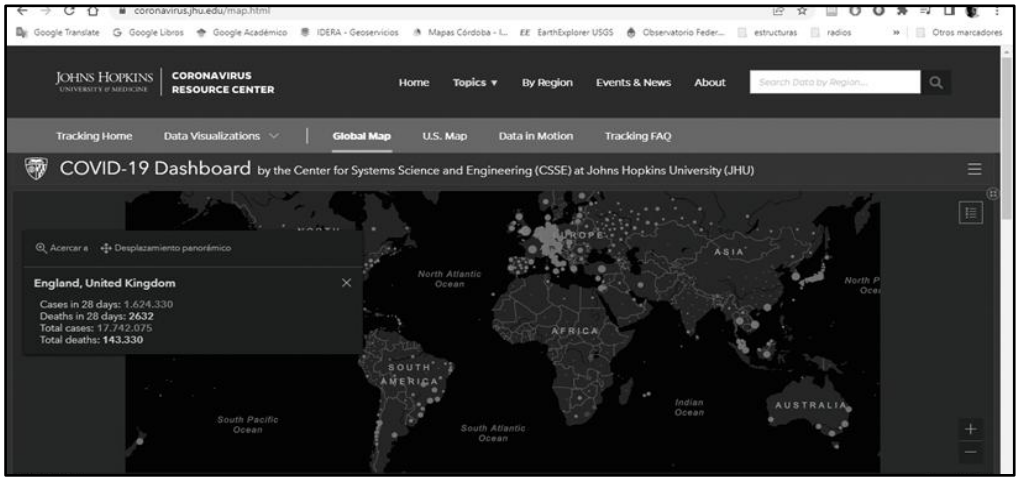


Figura 4. Tablero de situación del Center for Systems Science and Engineering de la Johns Hopkins University (detalle del mapa web, con foco en datos para Reino Unido)
Fuente: https://coronavirus.jhu.edu/map.html (obtenido el 31 de marzo de 2022)

Aun cuando la información mostrada tiene limitaciones en cuanto al nivel de desagregación y detalle, permite ejemplificar cómo las grandes bases de datos a nivel mundial pueden ser procesadas generando instrumentos accesibles al público en general, y de cómo se aumenta exponencialmente la legibilidad y capacidad de trasmisión de información por medio de la cartografía.

Entonces, teniendo como antecedente el trabajo ya realizado con base en SIG, se diseña un proyecto de recolección y procesamiento de datos sobre el impacto de la pandemia de COVID-19 en la Provincia de Córdoba, para reconstruir su evolución en el territorio a través de la generación de cartografía georreferenciada que integre los datos dispersos (relevando la mayor cantidad de variables posible) y sistematice la información con el fin de hacerla más legible y accesible a

equipos académicos, técnicos y comunidad en general, que no cuenten necesariamente con una formación técnica en visualización de datos espaciales, procesamiento de bases de datos y estudios epidemiológicos.
El objetivo es aplicar los conocimientos e instrumentos disponibles para generar una fuente de información integral a escala local. Este compendio será utilizado en investigaciones académicas sobre desarrollo y ordenamiento territorial, pero además puede convertirse en un insumo estratégico para el desarrollo de instrumentos de evaluación de políticas sanitarias y comunitarias.

2. ESTRATEGIA METODOLÓGICA Y DATOS UTILIZADOS

Los datos procesados consisten, inicialmente, de información georreferenciada de acceso libre sobre:

- Límites político-administrativos (a nivel provincial, departamental, ejidos municipales) (archivos de formato Shape con capas de datos tipo polígono, obtenidas como servicio WFS desde IDERA).
- Redes viales regionales, áreas urbanas (archivos de formato Shape con capas de datos tipo línea, obtenidas como servicio WFS desde IDERA).
- Localidades de la Provincia de Córdoba con identificador censal y denominación catastral (archivos de formato Shape con capas de datos tipo punto, obtenidas del repositorio de IDECOR).
- Datos estadísticos sobre población por localidad según Censo Nacional del año 2010 y las estimaciones de crecimiento esperadas por Departamento al año 2020 (archivos xlsx, obtenidos del repositorio de la Dirección General de Estadística y Censos de la Provincia de Córdoba).

Esa información de base se enriquece con relevamientos semanales (actualizados cada día domingo) entre el 26 de marzo de 2020 y el 15 de marzo de 2022, con datos de acceso libre en la web sobre:

- Casos detectados diariamente desagregados por localidad (archivos pdf provistos por el Ministerio de Salud de Córdoba).
- Casos detectados, internaciones en Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), internaciones con requerimiento de respiración mecánica y fallecimientos desagregados por Departamento (archivos cvs provistos diariamente por el Ministerio de salud de la Nación).
- Cantidad de vacunas dispensadas, desagregadas por Departamento, edad, género y tipo de vacuna (archivos cvs provistos diariamente por el Ministerio de salud de la Nación).
- Variaciones diarias en la movilidad de las personas en lugares de trabajo, recreación, comercios, parques y estaciones de transporte, desagregadas por Departamento (archivos pdf provistos por Google en su Mobility Report, actualizado dos o tres veces por semana).

En primer lugar se creó un mapa base de la Provincia de Córdoba con capas diferenciadas para Departamentos y Localidades con el programa QGIS de acceso libre.
Seguidamente, se elaboraron planillas xlsx que sistematizaron los datos sobre la pandemia de COVID-19 para cada semana, y permitieron representar los datos en gráficos que integran variables cualitativas y de tiempo, para identificar patrones a lo largo del período estudiado.
Posteriormente, estas planillas se vincularon a las entidades tipo punto que representan las Localidades municipales o de tipo polígono que representan cada Departamento de la Provincia de Córdoba (de acuerdo con cada variable) del mapa base.
En ese mapa base fue posible estudiar los datos de acuerdo con varias estrategias:

- Mediante la visualización avanzada de variables, se diseñó un sistema de representación que integra la cantidad de casos detectados y la relación de esta cantidad con la población total por Localidad a una fecha determinada, lo que permitió contrastar la situación de los diferentes aglomerados urbanos entre sí o de acuerdo con su jerarquía en la red urbana provincial.
- Los datos a nivel departamental se vincularon como variables independientes en la capa de Departamentos, lo que hizo posible observar la situación de cada Localidad -o conjunto de localidades a nivel regional-en referencia al Departamento o Departamentos en que estuvieran ubicadas, o en referencia a la situación general de la Provincia.
- Mediante la función de control dinámico temporal fue posible generar capas de Localidades y Departamentos con los valores semanales de cada variable, y visualizarlos como un mapa dinámico tipo Time Lapse. De esta forma, se pudo estudiar el impacto de la pandemia en cuanto efecto dinámico, y su evolución en el territorio en el período de dos años, permitiendo detectar patrones inusuales o inesperados en diversas regiones de la Provincia de Córdoba.

3. PRINCIPALES RESULTADOS

3.1 Impacto de las restricciones a la movilidad en la cantidad de casos detectados.

Un primer acercamiento revela el impacto de los protocolos implementados a partir de marzo de 2020 para restringir la movilidad de las personas en toda la provincia (Figura 5). Esto se reflejó no sólo en la variación de la movilidad de las personas, que disminuyó considerablemente en todos los Departamentos, sino que también tuvo su respuesta en la tasa de contagios según los casos detectados por localidad.

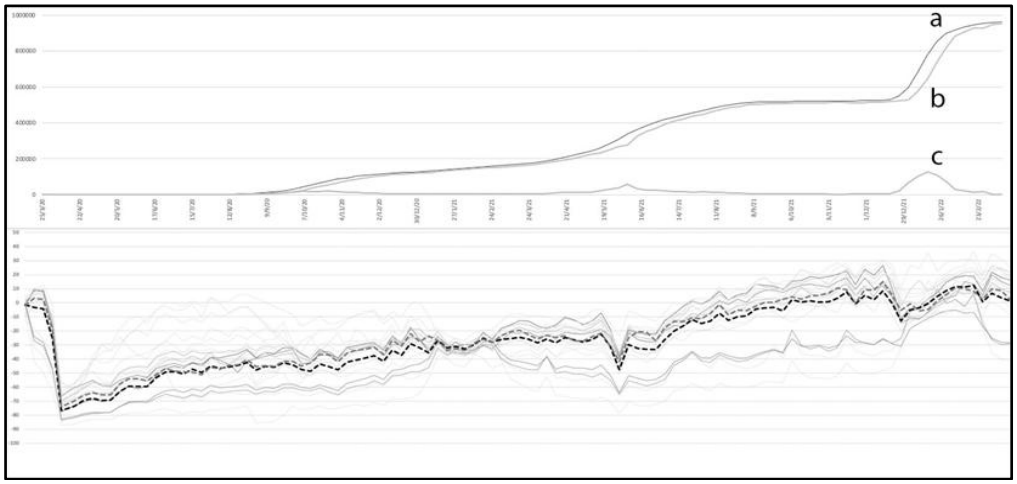


Figura 5. Correlación entre las curvas epidemiológicas provinciales (arriba) y las variaciones en la movilidad por Departamento (abajo) desde el 23 de marzo de 2020 hasta el 15 de marzo de 2022.
Curva a: Casos acumulados totales; curva b: Personas recuperadas; curva c: Casos activos en cada semana relevada
Nota: Para calcular las variaciones a la movilidad, el día de referencia es la mediana correspondiente al período de 5 semanas desde el 3 de enero hasta el 6 de febrero de 2020. Las líneas grises finas representan cada Departamento; la línea de trazos negra, al total provincial.
Fuente: elaboración propia (2020-2022) en base a datos del COE Córdoba y Google Mobility Report

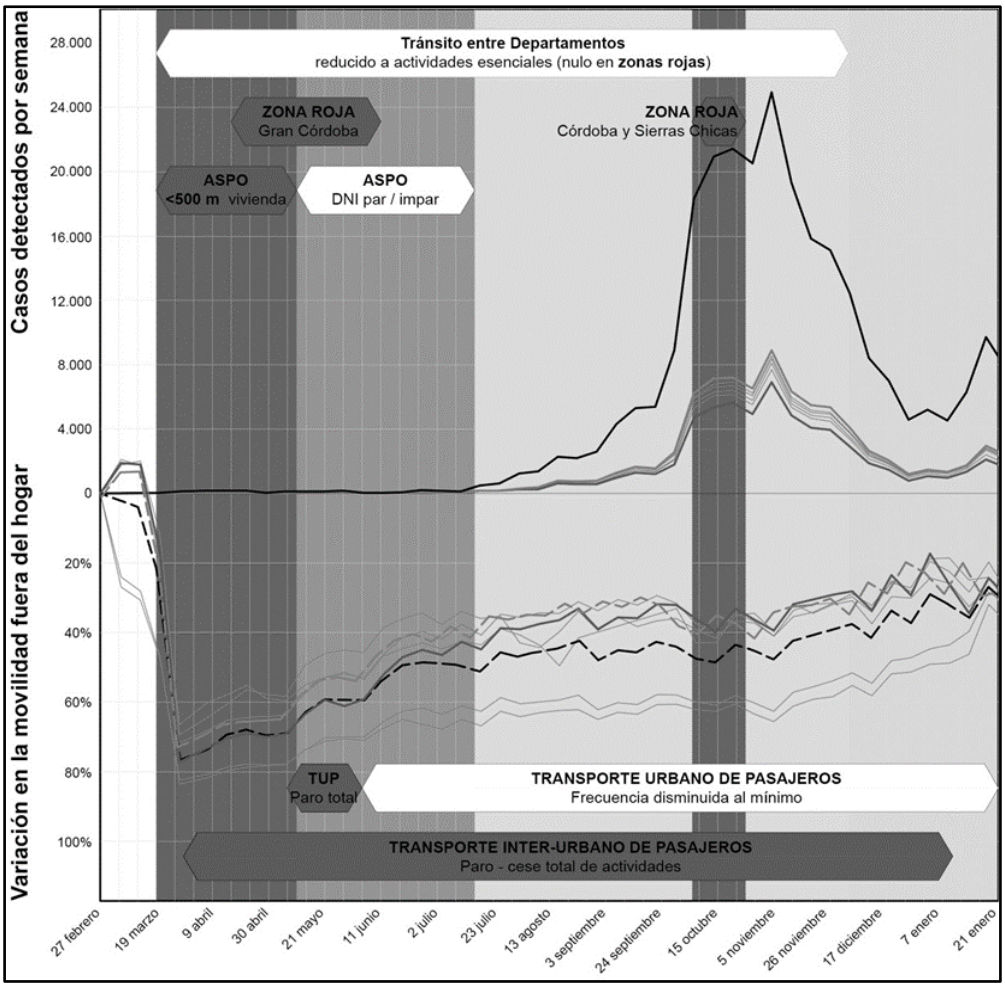


Figura 6. RMCba. Niveles de restricción a la movilidad, casos de CoVID-19 detectados y variaciones en la movilidad por semana por Departamento (marzo-diciembre 2020)
Nota: el valor de referencia para variaciones de movilidad es el valor medio diario entre 3 de enero-6 de febrero de 2020.
Fuente: Boccolini (2022b)

3.2 Relevamiento desagregado a nivel localidades

El relevamiento semanal de los casos detectados desagregados por localidad permitió reconstruir el proceso de difusión del virus en el territorio (Figura 7). Se detectaron regiones especialmente afectadas al inicio de la pandemia, como el Este y Sureste agro productivo, así como brotes regionales en la región de Traslasierra y a lo largo de la Ruta Nacional 9.

El estudio presentado en la Figura 7 también permite correlacionar el nivel de riesgo esperado –debido principalmente a factores de riesgo habitacional y vulnerabilidad socioeconómica (Ballarini *et al.*, 2020)- con las áreas afectadas más intensamente, como insumo de evaluación y ajuste de protocolos de contención y prevención de contagios.

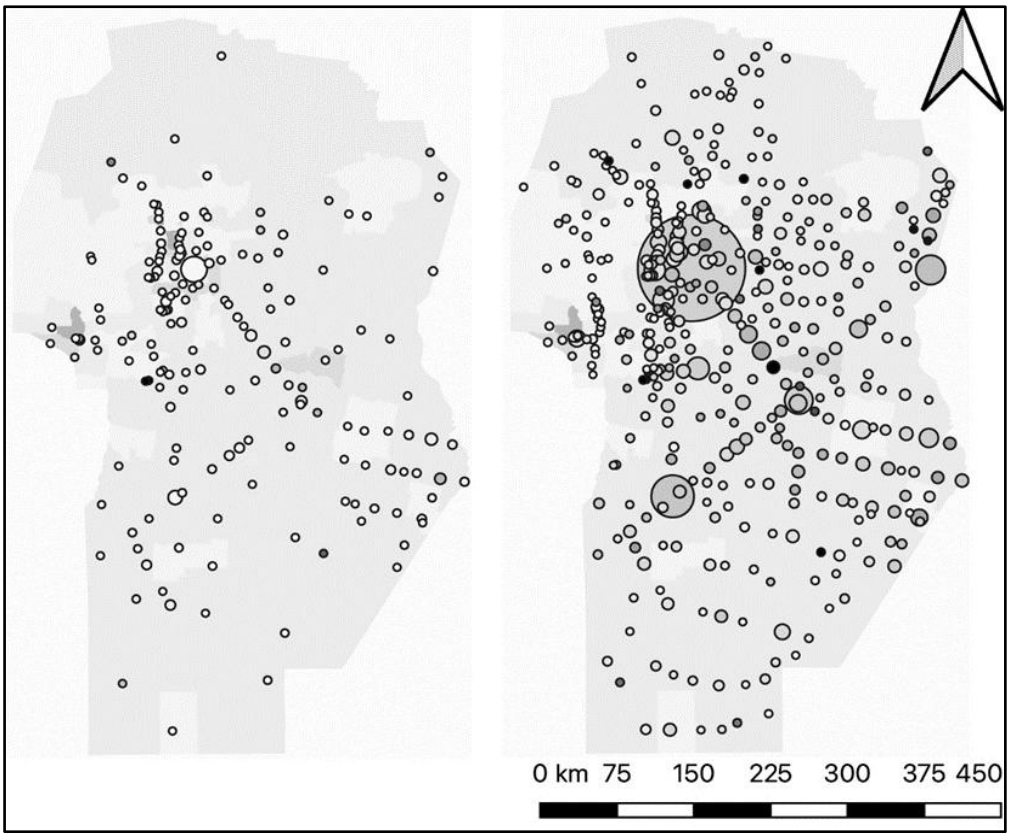


Figura 7. Córdoba. Casos COVID-19 detectados acumulados por localidad y nivel de riesgo sanitario por radio censal
Casos al 30 de agosto de 2020 (izquierda) y al 28 de febrero de 2021 (derecha)
El tono de los círculos indica el porcentaje de población afectada.
El tono de color de los radios censales indica el nivel de riesgo calculado a abril de 2020.
Fuente: elaboración propia (2022) con base en datos de Ballarini *et al.* (2020) y COE Córdoba.

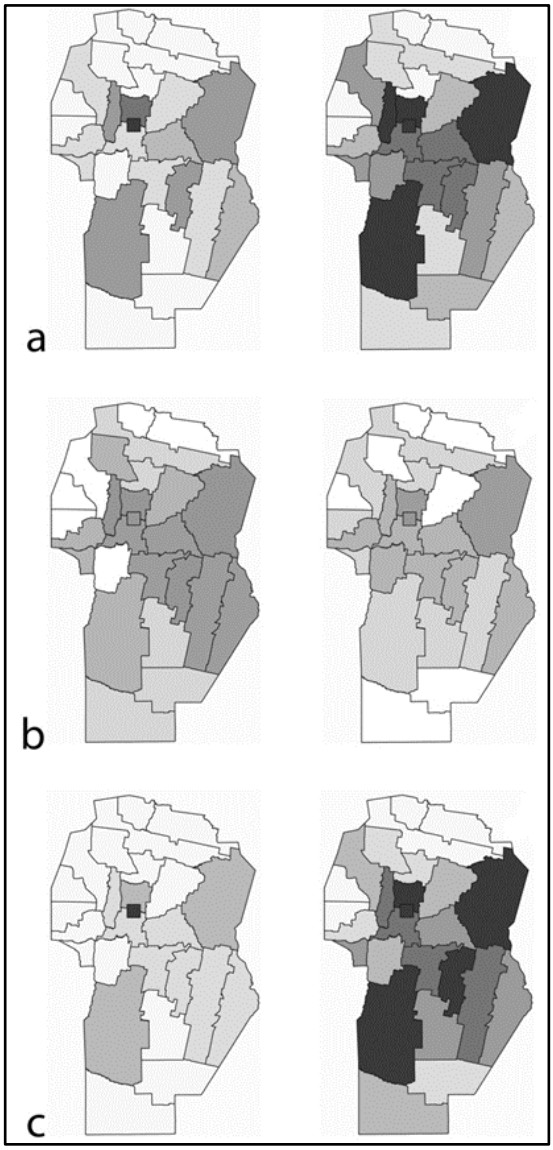


Figura 8. Córdoba. (a) Casos detectados en las cinco semanas anteriores al 6 de junio de 2021 (izq.) y al 16 de enero de 2022 (der)
(b) Internaciones en unidades de cuidados intensivos en la semana del 6 de junio de 2021 (izq.) y del 16 de enero de 2022 (der)
(c) Vacunas aplicadas acumuladas al 6 de junio de 2021 (izq.) y al 16 de enero de 2022 (der)
Fuente: elaboración propia (2022) con base en datos de COE Córdoba y Ministerio de Salud de la Nación

3.3 Relevamiento desagregado a nivel de Departamentos

Los datos procesados cada semana permitieron conocer la gravedad de la situación en cada etapa de la pandemia, sobre todo correlacionando la cantidad de casos detectados con los casos que

efectivamente requirieron cuidados intensivos, respiración mecánica o resultaron en la muerte de la persona enferma (Figura 8).
También permitieron una primera aproximación para estimar el impacto de las vacunas aplicadas en la población en la remediación de los efectos de la enfermedad en la población contagiada.

3.4 Visualizaciones dinámicas de los datos

Como se adelantó en el apartado anterior, la función de control dinámico temporal permitió reconstruir los sucesivos relevamientos de frecuencia semanal como un proceso histórico (Figura 9). Este comando permite ajustar no sólo el período mostrado sino también las variables a visualizar.



Figura 9. Captura de pantalla de la interfase del Control dinámico temporal de QGIS y el mapa de datos relevados hasta marzo de 2022
Fuente: elaboración propia (2020-2022) con base en datos de COE Córdoba, IDERA e IDECOR

4. CONCLUSIONES

El compendio de datos relevados está compuesto por planillas de relevamiento tipo cvs y xlsx vinculadas a las capas shape de puntos y polígonos, articulados en un mapa analítico en la interfase QGIS.

Los datos de este mapa pueden ser analizados en la propia interfase del programa, o ser exportados como imagen en formato jpeg o pdf a través del gestor de composiciones de ese programa, o para ser visualizados como mapa web, a través del complemento Gis2web.

Las secuencias temporales generadas son fácilmente exportables en formatos tipo gif.

La información generada hasta ahora, complementada con informes técnicos de instituciones y organizaciones comunitarias (CEPAL, 2020a, 2020b; Ciuffolini *et al.*, 2020; Comisión de Ciencias Sociales de la Unidad Coronavirus COVID-19, 2020; Ernst *et al.*, 2020; López Moruelo, 2020; Naciones Unidas Argentina, 2020; Observatorio MuMaLá. Mujeres, Disidencias, Derechos, 2020), así como los datos relevados en los principales medios de comunicación escrita de la Provincia (c.f. Agüero, 14 ago 20; Audrito, 2020; Colautti, 2020; Cuellar, 14 ago 20; Digón, 2020; El Doce.tv, 2020; Esbry, 2020; Ferreras, 2020; Otero, 2020; Redacción La Nueva Mañana, 2020; Redacción La Voz, 2020), ha sido insumo en investigaciones sobre el impacto de la pandemia y las restricciones a la movilidad en los diferentes grupos de población y aglomerados urbanos en la Región Metropolitana de Córdoba (Boccolini, 2020, 2022b, 2023a), y la caracterización de la región pampeana agro productiva como paisaje operativo articulado en procesos de urbanización de escala global (Boccolini, 2023b, 2022a).

Este relevamiento permite profundizar en la estrecha relación entre las redes socio-comunitarias y la trama espacial construida en el territorio; la importancia de conocer las estrategias que despliegan las personas en el espacio para el desarrollo de su vida cotidiana, a escala local y regional; pero, sobre todo, para avanzar en la comprensión de las diferentes unidades socio-territoriales que componen la Provincia.

Actualmente el proyecto se encuentra en la etapa de construcción de una interfase web para permitir la visualización de los datos relevados a público especializado y no especializado, y difundir la información generada a toda la comunidad.

REFERENCIAS

Agüero, F. (14 ago 20). También en Punilla se aceleran los contagios: En parte, por el vínculo con la Capital | Regionales. La Voz del Interior. https://www.lavoz.com.ar/regionales/tambien-en-punilla-se-aceleran-contagios-en-parte-por-vinculo-con-capital/

Audrito, D. (2020, septiembre 9). Coronavirus: El brote de Río Cuarto y zona, el más complejo de los que hoy tiene Córdoba. La Voz del Interior. https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/coronavirus-brote-de-rio-cuarto-y-zona-mas-complejo-de-que-hoy-tiene-cordoba/

Ballarini, M., Córdoba, M., & Gianini Kurina, F. (2020, junio 4). COVID-19 en Córdoba: Estimación y visualización del riesgo de enfermedad según área. Modelos estadísticos de propagación y evolución de epidemias. Propagación y evolución de epidemias, Córdoba.

Boccolini, S. (2020). "Vulnerabilidad y conflictos emergentes por restricciones a la movilidad en tiempos de COVID-19. El caso de la región metropolitana de Córdoba (Argentina)". Presentado en el II Coloquio Internacional de Conflictos Urbanos. Jerez de la Frontera, España. (evento virtual)

Boccolini. (2022a). Estrategias de movilidad en paisajes operativos latinoamericanos como factor de riesgo en tiempos de Covid-19. Perspectiva Geográfica, XXVII(2) (en prensa).

Boccolini. (2022b). La metrópolis contraurbanizada en tiempos de CoVID-19. Bitácora Urbano-Territorial, XXIII(2) (en prensa).
Boccolini. (2023a). “Vulnerabilidad y conflictos emergentes por restricciones a la movilidad de las personas en tiempos de CoVID-19. En Betancourt, M. (Ed.) Áreas metropolitanas, salud territorial e incertidumbre. Bogotá (en prensa).
Boccolini. (2023b). "From Territories of Extraction to Operational Landscapes in a Urban Era. The Urban Fix for Latin American Ruralities in Times of COVID-19. Seleccionado para ser presentado en el seminario internacional Shifting Landscapes, en The London School of Economics. Londres, Junio de 2022.
Bosque Sendra, J., & García, R. (2000). El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. Anales de Geografía de la Universidad Complutense, 20, 49-67.
CEPAL. (2020a). Sectores y empresas frente al COVID-19: Emergencia y reactivación [Informe especial]. CEPAL.
CEPAL, C. E. para A. L. y el. (2020b). América Latina y el Caribe ante la pandemia del COVID-19: Efectos económicos y sociales. CEPAL.
Ciuffolini, M. A., Avalle, G., de la Vega, C., Villegas Guzmán, S., Job, S., Saccucci, E., Ferrero, M. M., Hernández, J., Ávila Castro, M. P., Azarian, F., Reinoso, P., Caccia, A., Alonso, M. C., Godoy, L., Nahas, E., Marini, J., Fernández, V., Dellea, G., Whitney, L., & de Goycoechea, V. (2020). La foto revelada. Informe sobre la situación social, conflictividad y medidas gubernamentales en la Córdoba de la pandemia. Fundación El llano (CEPSAL).
Comisión de Ciencias Sociales de la Unidad Coronavirus COVID-19. (2020). Relevamiento del impacto social de las medidas del Aislamiento dispuestas por el PEN. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Nación.
Colautti, F. (2020, septiembre 16). Coronavirus: Los 40 pueblos y ciudades de Córdoba que generan mayor inquietud. La Voz del Interior. https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/coronavirus-40-pueblos-y-ciudades-de-cordoba-que-generan-mayor-inquietud/
Cuellar, B. (14 ago 20). Sierras Chicas suma casos, por efecto Capital | Ciudadanos. La Voz del Interior. https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/sierras-chicas-suma-casos-por-efecto-capital/
Digón, V. (2020, abril 15). Violencia de género en aislamiento: El testimonio de dos víctimas | Ciudadanos. La Voz del Interior. https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/violencia-de-genero-en-aislamiento-testimonio-de-dos-victimas/
El Doce.tv. (2020, julio 29). Imputaron al presunto iniciador del brote de coronavirus en Oliva y Tío Pujio. eldoce.tv. https://eldoce.tv/sociedad/imputaron-contador-presunto-iniciador-brote-coronavirus-oliva-tio-pujio_101626
Ernst, C., López Moruelo, E., Pizzicannella, M., Rojo, S., & Romero, C. (2020). COVID-19 y el mercado de trabajo en Argentina: El reto de luchar contra la pandemia y su impacto socioeconómico en un tiempo de desafíos económicos serios (p. 53) [Informe técnico]. Organización Internacional del Trabajo.
Esbry, G. (2020, abril 15). Por impacto de la cuarentena, fuerte aumento de las frutas y de las verduras | Ciudadanos. La Voz del Interior. https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/por-impacto-de-cuarentena-fuerte-aumento-de-frutas-y-de-verduras/
Ferreras, A. (2020, agosto 7). El pueblo que pasó de 0 a 82 casos en 10 días. La Voz del Interior. https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/pueblo-que-paso-de-0-a-82-casos-en-10-dias/
Gómez Delgado, M., & Barredo Cano, J. (2005). Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. RA-MA.

López Moruelo, E. (2020). La COVID-19 y el trabajo doméstico en Argentina (p. 29) [Informe técnico]. Organización internacional del Trabajo oficina Argentina.
López-Vázquez, M. A. B.-P. y C. M. (s. f.). Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). BibliotecaOnline SL.
Naciones Unidas Argentina. (2020). CoVID-19 en Argentina: Impacto socioeconómico y ambiental. Naciones Unidas.
Observatorio MuMaLá. Mujeres, Disidencias, Derechos. (2020). Registro nacional de Femicidios,Femicidios Vinculados, Trans/Travesticidiosy Lesbicidios de MuMaLa. Año 2020 Parcial y resumen en contexto pandemia COVID 19. MuMaLá. https://www.mumala.ar/registro-nacional-parcial-2020/
Otero, M. (2020, agosto 1). Más de 80 mil alumnos se desconectaron de la escuela en Córdoba | Ciudadanos. La Voz del Interior. https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/mas-de-80-mil-alumnos-se-desconectaron-de-escuela-en-cordoba/
Redacción La Nueva Mañana. (2020, marzo 17). Paicor: Desde el jueves los módulos se entregarán para llevar al hogar. La Nueva Mañana. https://lmdiario.com.ar/contenido/209884/paicor-desde-el-jueves-los-modulos-se-entregaran-para-llevar-al-hogar
Redacción La Voz. (2020, abril 14). Garantizan provisiones en Villa del Prado y Parque Santa Ana para que los vecinos no tengan que salir del barrio | Ciudadanos. La Voz del Interior. https://www.lavoz.com.ar/ciudadanos/garantizan-provisiones-en-villa-del-prado-y-parque-santa-ana-para-que-vecinos-no-tengan-q/

Fuentes de datos de acceso libre y repositorios oficiales

Censos, D. de E. y. (s. f.). Inicio. Dirección General de Estadística y Censos. Recuperado 31 de marzo de 2022, de https://estadistica.cba.gov.ar/
COVID-19 Map. (s. f.). Johns Hopkins Coronavirus Resource Center. Recuperado 31 de marzo de 2022, de https://coronavirus.jhu.edu/map.html
Datos Abiertos del Ministerio de Salud—COVID-19. Casos registrados en la República Argentina. (s. f.). Recuperado 8 de enero de 2021, de http://datos.salud.gob.ar/
Datos Argentina. (s. f.). Datos Argentina. Recuperado 31 de marzo de 2022, de https://datos.gob.ar/
Idecor.cba.gov.ar – Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba. (s. f.). Recuperado 31 de marzo de 2022, de https://idecor.cba.gov.ar/
IDERA - Inicio. (s. f.). Recuperado 31 de marzo de 2022, de https://www.idera.gob.ar/
Informe diario de casos y medidas. (s. f.). Gobierno de Córdoba. Recuperado 31 de marzo de 2022, de https://www.cba.gov.ar/informe-diario-de-casos-y-medidas/
Informes de Movilidad Local sobre el COVID-19. (s. f.). Recuperado 31 de marzo de 2022, de https://www.google.com/covid19/mobility/

Comunicación municipal de última milla basada en datos

Laura Pantano[1] y Daniel Zen[1]

[1]Municipalidad de Córdoba. Marcelo T. de Alvear 120, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.: 0351 428560.
laura.pantano@cordoba.gob.ar, zendaniel@gmail.com

Resumen: 576 km2 convierten a la ciudad de Córdoba en una de las de mayores superficies en América Latina. Esa extensión conlleva complejidades logísticas y pecuniarias para la gestión pública. Con arreglo a una fuerte heterogeneidad social, económica y ambiental presente tanto a nivel general como a nivel sectorial e incluso barrial, la administración municipal ha definido para el periodo 2019-2023 avanzar en un proceso de descentralización administrativa y operativa que posibilite ofrecer respuestas más adecuadas y ágiles a la ciudadanía: realidades diferentes, necesidades diferentes. El componente territorial se erige entonces como clave para tal objetivo. Y la gestión de la comunicación no puede sino contemplar esa variable. Este documento explica casos de uso de información recolectada, normalizada, procesada y ordenada visualmente para la toma de decisiones en el ámbito de la Dirección de Comunicación Ciudadana de la Municipalidad de Córdoba. El modelo, que se encuentra en fase de desarrollo, comprende a la fecha cuatro datsasets que se actualizan permanentemente: demandas informativas ciudadanas sectorizadas, opinión pública zonal, relevamiento del apoyo dirigencial en territorio y soportes de comunicación en vía pública. Los pasos siguientes tienen que ver con el registro de obra pública, la integración de todas estas capas y fundamentalmente, la difusión de la cultura data driven en la organización.

Palabras Clave: Descentralización, territorialidad, comunicación

1. INTRODUCCIÓN

A fines administrativos municipales, la ciudad de Córdoba está dividida actualmente en 14 áreas. Cada una de ellas tiene como cabecera una sede física denominada Centro de Participación Comunal (CPC). La Dirección de Comunicación Ciudadana es la dependencia que se encarga de gestionar la comunicación de cada una de esas sedes.

Una de las políticas principales definidas para el periodo 2019-2024 es la de la descentralización operativa y administrativa de la Municipalidad de Córdoba, que tiene por objetivos brindar servicios, soluciones y soporte a la ciudadanía, teniendo en cuentas las múltiples y diferentes realidades zonales, barriales y micro barriales de una ciudad cuya población estimada para el año 2022 según Indec (2015) se acerca a los 1,5 millones de personas.

En ese contexto y marco de decisiones, el componente territorial es, posiblemente, el elemento de mayor relevancia para la consecución de los objetivos de descentralización. Fundamental en múltiples aspectos: en el logístico en relación con la obra pública, en el de la experiencia ciudadana en relación a la atención al vecino de última milla, en el presupuestario en relación a la distribución de los recursos humanos.

Ergo, una gestión de comunicación eficiente en el ámbito señalado no puede sino tener en cuenta la territorialidad y su tesitura.

Desde ese punto de vista se ha desarrollado un modelo de trabajo -siempre en movimiento y transformación-, para extraer valor a datos georreferenciados, que posibilitan tomar decisiones comunicacionales asertivas y brindar soporte a otras áreas de gestión.
Cada modelo desarrollado fue previamente diseñado en base a problemas concretos, que se materializan en preguntas que los tableros responden.

1. ¿Cuáles son las consultas ciudadanas en cada sector de la ciudad? ¿Cuáles son los reclamos? Esto refiere a la comunicación directa del vecino con el municipio.
2. ¿Qué se dice en cada zona? Esto refiere a la opinión pública zonal.
3. ¿Dónde están los principales soportes de comunicación en vía pública y qué mensaje tienen en cada momento? Esto se refiere a la gestión de cartelería.
4. ¿Dónde se realizan obras? Dataset en desarrollo.

La conjugación y análisis de toda esta información es el insumo para la toma de decisiones en el ámbito de la Dirección de Comunicación Ciudadana. El mayor desafío fue y sigue siendo la obtención de datos en base a los recursos humanos existentes, la unificación de criterios en toda la organización municipal y la tendencia consuetudinaria a la toma de decisiones basada en la intuición.
Cabe señalar que el proyecto puede enmarcarse dentro del ámbito de las propuestas descriptivas, según G. Dankhe (1986), que las define como aquellas buscan especificar propiedades significativas de grupos, comunidades o fenómenos". Al momento, no se han desarrollado modelos de estadística predictiva basados en inteligencia artificial.
Pasando del porqué al cómo, a continuación, se ofrece una descripción a grandes rasgos de cada modelo.

2. DEMANDAS INFORMATIVAS GEOLOCALIZADAS

Las redes sociales (Facebook e Instagram) de los Centros de Participación Comunal tienen una audiencia cercana de 150.000 cuentas. Según las citadas proyecciones demográficas del INDEC, eso representa el 10 % de la población. No obstante, lo cierto es que no todas las cuentas son personales y no toda la ciudadanía posee cuentas de redes sociales, con lo cual el análisis no podría ser lineal.
Sin embargo, en términos cuantitativos, ese volumen de audiencia puede considerarse lo suficientemente locuaz como muestra de "territorialidad en redes", y sirve para detectar cómo se comunican los ciudadanos con el municipio. El factor zonal maximiza la calidad de la información que se puede extraer: la mayoría de la audiencia de las redes de un determinado CPC viven o tienen vínculo directo con el área que aglutina esa sede.
Teniendo en cuenta ello, se decidió dar respuesta en esas redes sociales a los mensajes de vecinos y registrarlos para luego poder extraer valor de esa información.
Se crearon dos grandes categorías de mensajes recibidos: i) Consultas: todos aquellos inputs que implican una demanda susceptible de ser satisfecha con información y no requieren una gestión de obra o servicio. ii) Reclamos: todo input que demande una gestión de obra o servicio y refiera a una problemática que el vecino no puede solucionar con mera información.
Las consultas son insumo para las acciones de comunicación. Son organizadas en base a categorías predefinidas y analizadas en base a su frecuencia para poder gestionar campañas eficientes, por ejemplo, de redes sociales o cartelería. Los reclamos forman parte de un universo de demandas que la Municipalidad de Córdoba recibe en todos sus canales de atención y sirven para organizar la gestión de soluciones de las áreas operativas.

2.1 Solución técnica

Tanto consultas y reclamos son diariamente cargadas y categorizadas por los responsables de cada red social de los 14 CPC en la solución Survey123 de la plataforma ArcGIS. Todo datapoint impacta en un tablero configurado en dicho servicio.
Ese *dashboard* tiene cargadas dos capas de polígonos ya existentes, que delimitan las zonas de injerencia de cada CPC y los límites de cada barrio. Esto posibilita filtrar resultados por esas dos variables territoriales (ver Figura 1).
El 95 % de los reclamos pueden ser georreferenciados. En cambio, solo el 10 % de las consultas es susceptible de ser localizada espacialmente con un punto, puesto que aparecen con mayor frecuencia dudas sobre cómo hacer trámites (ej.: carnet de conducir). No obstante, cada consulta tiene referencia a su red social de origen, lo que permite saber, en cada distrito, cuáles son las mismas e inclusive, al obtener el dato del barrio desde dónde el ciudadano la realiza (el data entry pregunta al vecino), se hace viable tener cortes por barrio.

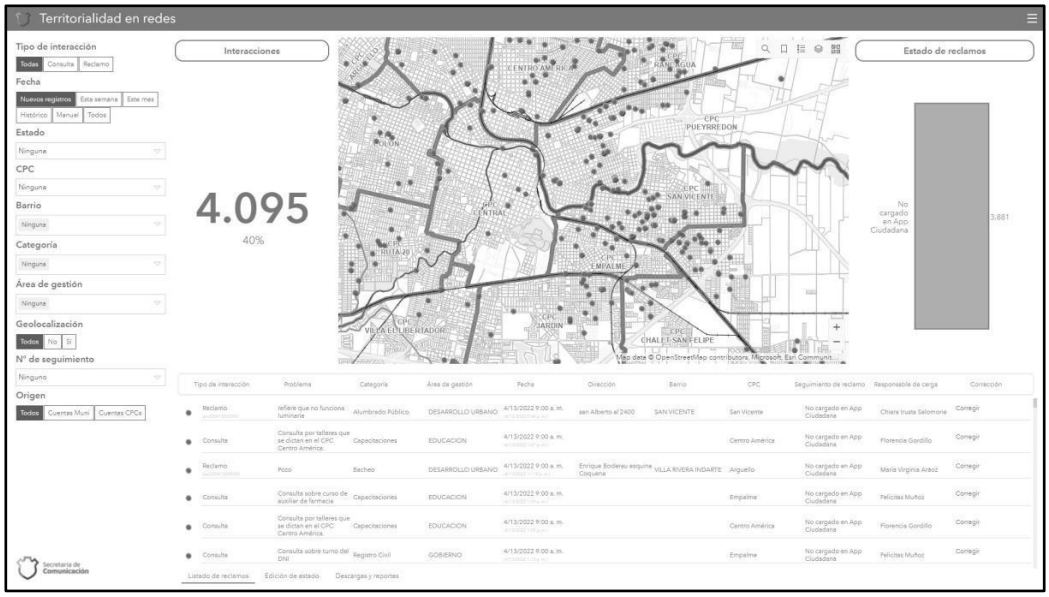


Figura 1. Fisonomía del tablero "Territorialidad en Redes" en ArcGIS

De modo complementario, se ha desarrollado un tablero específicamente pensado para el consumo de decisores, denominado "Análisis de territorialidad en redes sociales". Por tal motivo, tiene foco en lo que en la jerga de datos suele denominarse como "data-storytelling". En dicho tablero es posible ver parámetros generales, con gráficos de toda la ciudad. Sin perjuicio de ello, se mantienen los filtros de CPC y barrio para análisis pormenorizado. A partir de esta información es posible planificar campañas de contenido de servicio relevantes para cada vecino en su zona (ver Figura 2).

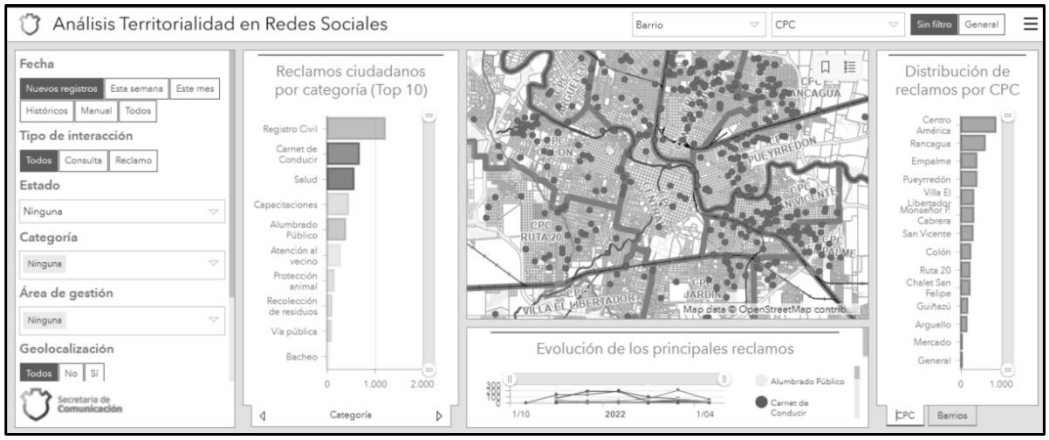


Figura 2. Fisonomía del Tablero “Análisis de territorialidad en redes” en ArcGIS

3. OPINIÓN PÚBLICA ZONAL

La solución que se menciona en este apartado intenta dar respuesta a la pregunta “¿Qué dicen los vecinos en cada zona?”. Es decir, busca obtener una muestra de la opinión pública zonal por barrio y zona de influencia de cada CPC.

El recorte posible con los recursos existentes fue el de la expresión institucional o grupal en redes sociales. Para ello, se localizaron más de 700 fuentes institucionales barriales en toda la ciudad, divididas en tres categorías según su tipo: i) organizaciones zonales -clubes, ong´s, asociaciones, fundaciones, etc-, ii) grupos virtuales zonales -grupos barriales en redes sociales- y Centros Vecinales -organizaciones barriales reconocidas normativamente por el municipio-.

Desde 2020 y diariamente, el equipo de reporteros de la Dirección de Comunicación Ciudadana auditó en cada una de esas fuentes segmentadas por barrio y CPC la publicación con mayor interacción, posibilitando una medición cuantitativa del impacto y conformando de ese modo una “torta” de opinión pública.

3.1 Solución técnica

La recolección y curado de la información de acuerdo con categorizaciones preestablecidas se realizó por personas específicamente capacitadas para tal fin, y se procesaron con herramientas del servicio en línea de Microsoft, generando visualizaciones en Power BI online.

De este modo, es posible conjugar los resultados de la demanda directa de la ciudadanía a la Municipalidad de Córdoba que se describió en el apartado 2 de este documento, con las temáticas circulantes en un determinado momento, en cada CPC y barrio. A continuación, en la figura 3, se muestra la interfaz del modelo, que incluía la posibilidad de trazar el origen de la información, incluyendo enlaces hacia la fuente.



Figura 3. Fisonomía del Tablero “Opinión pública zonal” en Power BI

4. GESTIÓN DE COMUNICACIÓN EN VÍA PÚBLICA

La vasta extensión del ejido urbano de la ciudad de Córdoba conlleva el desafío para una comunicación en vía pública. En tal sentido, registrar y sistematizar los espacios físicos y cartelería se impuso como una primera acción para la eficiencia de recursos.

La segunda gran labor fue generar tablas que se relacionen de modo tal que puedan brindar la información no solo sobre la ubicación exacta, barrio y CPC, sino también sobre los mensajes existentes y los históricos. De ese modo, y junto a los demás modelos ya detallados, es factible responder consultas como permanencia de un mensaje en determinado sector, o distribución de una categoría de mensajes en toda la ciudad.

4.1 Solución técnica

Al momento de la redacción de este documento, ese proceso se está llevando a cabo mediante registros de precisión con herramientas de recolección del entorno ArcGIS. Asimismo, un tablero con posibilidad de edición para carga de nuevos contenidos está disponible en el portal interno de inteligencia territorial del municipio.

La solución permite filtrar por categoría de mensajes, fecha de recambio, y por supuesto, ubicación. Además, cuenta con gráficos de análisis y visualizador de mensajes. Lo que se muestra a continuación, en Figura 4, es esto último.

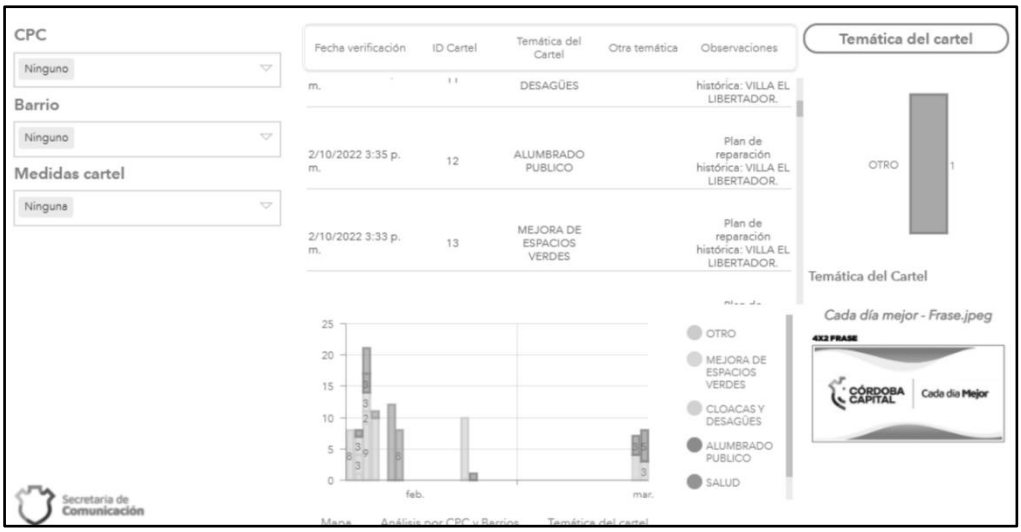


Figura 4. Sección de análisis del tablero “Cartelería en vía pública” en entorno ArcGIS

5. CONCLUSIONES

Los modelos expuestos tienen por finalidad acompañar el proceso de descentralización de la Municipalidad de Córdoba desde la Secretaría de Comunicación. La adopción de una cultura data-driven por parte de la organización permite la mejora continua de la calidad de decisiones y se erige como una necesidad en el camino hacia la transformación de Córdoba en una ciudad inteligente.

En lo específico, se proyecta profundizar el trabajo con una capa que pueda dar cuenta de las obras realizadas en la ciudad y un modelo que posibilite un análisis integrado de las capas en un entorno de visualización legible para los stakeholders correspondientes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el entusiasmo, soporte material y técnico a la Dirección de Datos y Análisis Estadístico de la Municipalidad de Córdoba. Asimismo, se agradece la capacidad, vocación docente y calidez humana del equipo de Ciampagna S.A.

REFERENCIAS

Dankhe, G (1986). Investigación y comunicación. En Fernández Callado “La comunicación humana”. Ciudad de México. pp. 385 - 454.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos de Argentina (2015). Estimaciones de población por sexo, departamento y año calendario. Buenos Aires. Pp. 45. https://sitioanterior.indec.gob.ar/ftp/cuadros/poblacion/proyeccion_departamentos_10_25.pdf

Uso de IDE en la transformación digital de gobiernos locales Caso App Ciudadana, Municipalidad de Córdoba, Argentina

Germán González[1], Nicolás Peréz Águila[1], Francisco Vallejos Griotti[1] y Rocío Vidal[1]

[1]Centro de Transformación Digital (CTD), Secretaría de Planeamiento, Modernización y Relaciones Internacionales, Municipalidad de Córdoba. 27 de Abril 784, Córdoba (X5000), Córdoba.
{gergonzalez.017, nicolas.perez.3492, franciscovallejosrin, rociovidalv}@gmail.com

Resumen: App Ciudadana es un proyecto transversal de la Municipalidad de Córdoba liderado por el Centro de Transformación Digital que tiene por objeto coordinar y organizar los procedimientos operativos para darle respuesta a los requerimientos (reclamos) de los vecinos de manera eficiente. Cuenta con una *app* móvil como plataforma de ingreso de los requerimientos, y está integrada a una plataforma de gestión que permite ejecutar las diferentes acciones para dar cumplimiento, y también comunicar al vecino las distintas instancias de gestión. Con el objetivo de construir un municipio "inteligente y electrónico", para poder mejorar la calidad de vida de los vecinos, la *app* busca implementar un acercamiento más genuino, rápido y simple entre el Municipio y los vecinos. Un caso particular de estos requerimientos es ser gestionados por la Justicia de Faltas y requieren la identificación de propietarios de parcelas a los fines de ser notificados. Este objetivo se logra gracias al aporte de la Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba.

Palabras Clave: transformación digital, infraestructura de datos espaciales, app ciudadana, IDECOR

1. INTRODUCCIÓN

App Ciudadana es un proyecto transversal de la Municipalidad de Córdoba que tiene por objeto coordinar y organizar los procedimientos para darle respuesta a los requerimientos de los vecinos de manera eficiente. La mayoría de estos casos corresponden a los reclamos tradicionales, que en previamente se gestionaban por múltiples canales, a saber: sistema CBA147, teléfono 147, mesa de atención presencial al vecino del Palacio Municipal y de los 13 Centros de Participación Comunal, números internos de cada área, números particulares e incluso mediante el número privado o WhatsApp de los funcionarios responsables de cada área. Esta multiplicidad de canales y plataformas generaban confusión a la hora de gestionar y priorizar los requerimientos de los vecinos, por lo que muchos de ellos quedaban sin solución, sin ninguna respuesta por parte del municipio o se generaban demoras inadmisibles. Para ello, el Intendente Martín Llaryora solicitó a la Secretaría de Planeamiento, Modernización y Relaciones Internacionales el diseño, desarrollo e implementación de un nuevo proceso de gestión, que permitiera dar una respuesta y solución a los requerimientos realizados por los vecinos de la ciudad de manera ágil y eficiente. El equipo del Centro de Transformación Digital perteneciente a la Secretaría es el responsable de planificar y liderar el proyecto "App Ciudadana", junto a la *start-up* cordobesa Muni Digital que es encargada del desarrollo y mantenimiento de la plataforma.

2. ¿QUÉ ES EL PROYECTO APP CIUDADANA?

Es un proyecto conformado por un sistema de múltiples plataformas que son interoperables entre sí, que permiten al vecino ingresar sus requerimientos y que los mismos lleguen a la bandeja de trabajo del área responsable de brindar solución operativa. Este ecosistema está integrado por una *app* móvil (App Ciudadana), un sistema de registro y de gestión web, una *app* de uso interno y una *app* de inspecciones.

La *app* móvil permite al vecino elegir el motivo del requerimiento de manera interactiva con una experiencia de usuario optimizada (Figura 1.a y 1.b), georreferenciar el lugar del hecho, tomar una fotografía del mismo, enviar observaciones complementarias (Figura 1.c), hacer un seguimiento del estado de su trámite (Figura 1.d) y finalmente, realizar una calificación de la gestión municipal derivada de dicho requerimiento (Figura 1.e).

Dentro del sistema de gestión interno, cada operador ejecuta el proceso diseñado para su área, con el objetivo de brindar respuesta a los requerimientos. Cada uno de estos pasos queda guardado en el sistema, como así también las fotos tomadas mediante la *app* de uso interno. Tanto el paso a paso, como las fotografías son enviadas al ciudadano que generó el requerimiento, a través de la aplicación móvil y del correo electrónico (en los casos de registros presenciales o *call center*). Este ecosistema digital provisto por la empresa Muni Digital permite que se puedan combinar los canales presenciales, telefónicos y digitales en un mismo sistema de gestión, por lo que el vecino puede optar por el canal que le resulte más conveniente, y en cualquiera de ellos obtener respuesta.



a)	b)	c)	d)	e)

Figura 1. App Ciudadana: a) pantalla de selección de motivos, b) ingreso a requerimiento, c) pantalla de envío de requerimiento, d) historial del requerimiento y e) historial del requerimiento

3. USO DE IDECOR EN LA APP CIUDADANA

Actualmente, se pueden ingresar requerimientos tanto públicos, como privados, es decir que a los reclamos tradicionales sobre alumbrado, bacheo, cloacas, espacios verdes, higiene urbana o semáforos se le suma un proceso para realizar requerimientos a otros vecinos. Esta incorporación permite destacar una realidad que muchas veces es soslayada: mantener una ciudad limpia y ordenada es responsabilidad de todos. En este marco, además de una participación activa en el reporte de requerimientos y calificación de su resolución, los vecinos aportan a transformar a Córdoba en una ciudad más vivible manteniendo en condiciones su vereda y propiedad.

En esta primera etapa, los motivos disponibles para requerimientos entre vecinos hacen referencia

al mantenimiento de predios baldíos, al mantenimiento de veredas libres de yuyos, malezas y obstrucciones y a la solicitud de inspecciones para el arbolado público. Una vez ingresados, los motivos de baldíos, yuyos, malezas y obstrucciones son gestionados por la Justicia de Faltas con el objetivo de notificar la presunta infracción al propietario de la parcela, para que la pueda reparar sin necesidad de labrar actas o cobrarle una multa.

Es muy importante destacar que el objetivo del proceso es justamente que los vecinos ante la advertencia del municipio subsanen el inconveniente, y no "multar". Sin embargo, si ante este emplazamiento, el vecino no repara la situación o no realiza el descargo correspondiente, la Justicia de Faltas envía un promotor de convivencia para constatar la existencia de infracción, y en ese caso labrar el acta y gestionar la multa. A su vez, en caso de existir infracción, también el sistema genera un requerimiento para que el área de Higiene Urbana realice la limpieza de los predios sin cerramientos, o de las veredas con yuyos. Este servicio provisto por la Municipalidad genera una tasa retributiva por servicios que se carga en la cuenta tributaria del inmueble (Figura 2).

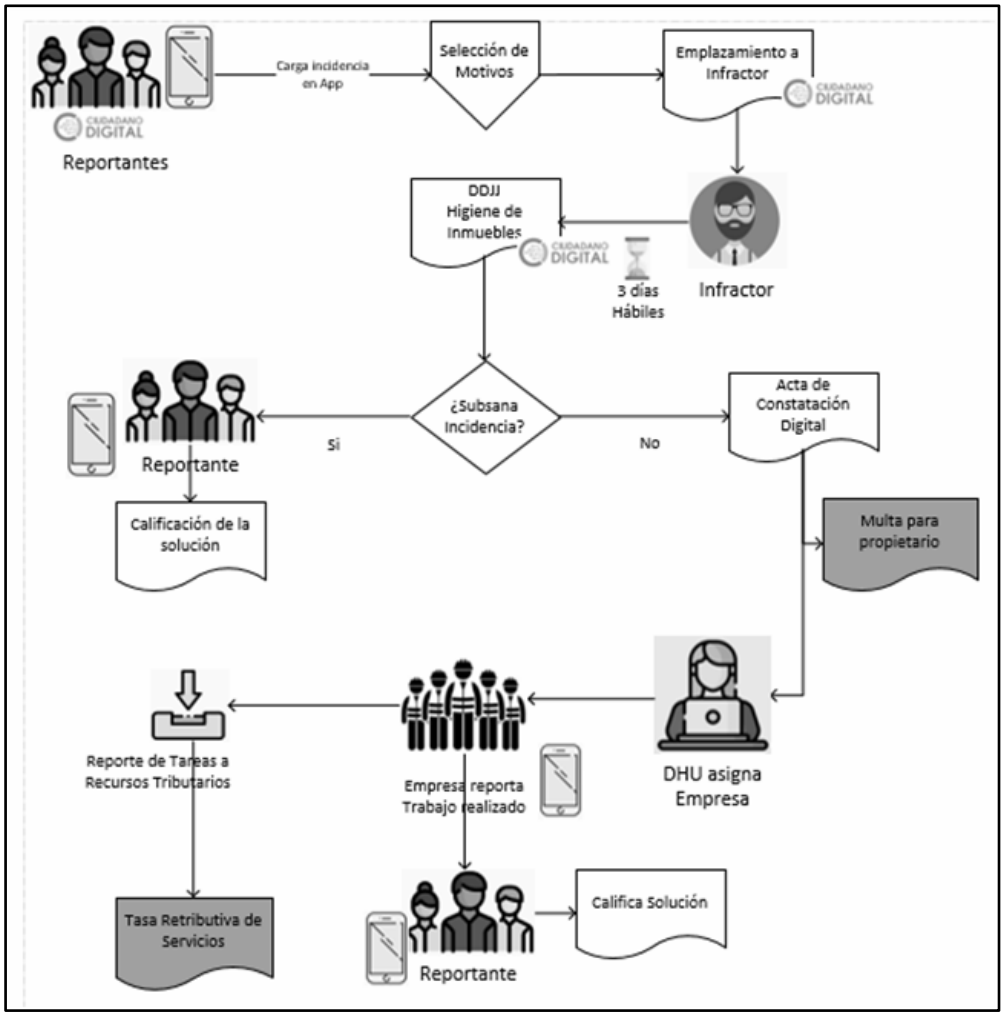


Figura 2. Proceso de gestión de reclamos entre vecinos. Fuente: Centro de Transformación Digital, 2022

En el caso de los motivos referidos a arbolado público, se pone a disposición la solicitud de inspecciones para determinar qué trabajos son autorizados y cuáles no en relación con el arbolado público y notificar digitalmente dicha autorización al vecino frentista. En este caso también el objetivo final no es multar o sancionar a los vecinos, sino informar y generar un cambio de comportamiento basados en una comunicación más fluida y precisa desde el municipio.
Para poder identificar las parcelas, obtener la nomenclatura y propietarios de la misma se utilizan un conjunto de servicios provistos por la infraestructura tecnológica de la provincia de Córdoba. El primero de ellos es provisto por la Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (IDECOR) y permite dibujar la capa de parcelas sobre un mapa base (Google Maps) y obtener información asociada a la selección realizada por el vecino. De esta manera, cuando el vecino selecciona una parcela en la *app*, el sistema obtiene el número de cuenta y nomenclatura catastral asociada a esa parcela. Es importante destacar que el servicio de IDECOR dibuja solo las parcelas contenidas en un radio (que es parametrizable) alrededor del punto donde se localiza el usuario, en lugar de todo el parcelario de la ciudad (Figura 3). Esto ahorra importante cantidad de datos móviles al vecino y recursos al sistema, se presenta en el anexo información técnica de este servicio.



Figura 3. Selección de parcelas en la App Ciudadana
Fuente: Centro de Transformación Digital, 2022

Luego, a partir del número de cuenta y nomenclatura catastral provincial, se obtiene la Clave Única de Identificación Tributaria (CUIT) de los propietarios de las parcelas a partir de un servicio web del Registro de la Propiedad (ver Figura 4). Como se mencionó anteriormente, el objetivo de obtener esta información es realizar la notificación electrónica para emplazar al propietario de la parcela a subsanar una situación problemática requerida por otro vecino.
Es fundamental destacar que todo el proceso ha sido evaluado por la Universidad Tecnológica

Nacional para detectar posibles vulnerabilidades de seguridad informática, especialmente de los datos personales.


MENSAJE

Fecha	Usuario	Mensaje
01/04/2022 11:46	Ciudadano Cordoba	Datos SAM: -Nomeclatura Catastral: 233445566778899-Nombre y Apellido: Juan Perez -Cuil: 201237894560
01/04/2022 11:46	Ciudadano Cordoba	Datos Rentas: Nomenclatura provincial: 0022335544778899 -Nombre y Apellido: Juan Perez -Cuil:201237894560

Figura 4. Visualización de información obtenida en el Sistema de Gestión Interno
Fuente: Sistema de Gestión Interno, MuniDigital, 2022.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

Durante el periodo 1 de enero de 2021 al 15 de marzo de 2022, la Justicia de Faltas de Córdoba a través de sus Promotores de Convivencia lograron los siguientes resultados:

- Formularon 11.134 denuncias, de las cuales 7597 fueron procesadas y 3537 desestimadas por errores en el proceso de carga o no corresponder infracción.
- A partir de aquellas denuncias finalizadas se hicieron 5794 emplazamientos, de los cuales un 37 % fueron No Reparadas y un 63 % clasificadas como Reparadas. Este resultado es muy importante, ya que sin la necesidad de que un promotor vaya al lugar, el 63 % de los inconvenientes gestionados fueron solucionados por los propios vecinos, y el municipio solo cumplió un rol de intermediario y de notificador.
- Se labraron 2724 actas digitales en los casos de vecinos que no repararon las problemáticas.

5. CONCLUSIONES

El proceso de transformación digital de la Ciudad de Córdoba va más allá de las tecnologías disponibles y de la infraestructura de comunicaciones. Entre los objetivos, se destaca la inclusión digital de los ciudadanos para que participen de manera activa en la construcción de una ciudad más vivible. El vecino cordobés podrá aprender y apropiarse de las herramientas que el municipio ofrece, y tal adopción de las tecnologías en la gestión por parte de todos los actores es lo que genera una transformación digital y, en definitiva, convierte progresivamente a Córdoba en una ciudad inteligente o *smart city*.

El proyecto App Ciudadana ha unificado los esfuerzos de actores públicos y privados, como por ejemplo IDECOR y MuniDigital para avanzar en este proceso, con foco en los vecinos a través de herramientas pensadas para su mejor experiencia. La utilización de infraestructura de datos espaciales hace posible el emplazamiento digital y la constatación digital de las infracciones detectadas.

La incorporación de la Infraestructura de Datos Espaciales es lo que permite al proyecto App Ciudadana reducir el trabajo administrativo de la Justicia de Faltas en la identificación del vecino infractor, ya que el ciudadano que realiza el requerimiento sobre la parcela del vecino, con la foto de la situación problemática. La Justicia de Faltas aprovecha toda esta información para emplazar digitalmente al presunto infractor, lo que disminuye considerablemente la carga administrativa al Estado. Por un lado, la notificación electrónica permite al vecino conocer de la existencia de la infracción y reparar la situación por su cuenta. El acceso a los datos del Registro de la Propiedad y Rentas permite una economía de recursos en el proceso administrativo, ya que el personal puede abocarse a otros aspectos de la gestión de la denuncia. El proceso ahorra tiempo y recursos que se

pueden focalizar en la constatación de la infracción en los casos de vecinos que no cumplen sus obligaciones.
Este sistema de gestión agiliza la respuesta de las áreas municipales frente a los requerimientos de los vecinos, y también permite brindar información precisa acerca de los servicios, su proceso de gestión y la subsanación de las situaciones problemáticas que se reportan.

AGRADECIMIENTOS
El Centro de Transformación Digital de la Municipalidad de Córdoba agradece al Intendente Martin Llaryora por haber impulsado este proceso de gestión. A IDECOR por el servicio de los datos y su estructura. Al equipo de Promotores de Convivencia de la Justicia de Faltas. A las áreas operativas municipales que han acompañado este proceso de transformación digital; sobre todo agradecer a los cordobeses y cordobesas que han emprendido esta nueva etapa de la ciudad para mejorarla y aportar en su gestión.

REFERENCIAS
Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (2022). *IDECOR*. Recuperado de https://www.idecor.gob.ar/.
Justicia de Faltas de Córdoba (2022). Informe de Promotores de Convivencia (2022). App Ciudadana: gestión 1 enero 2021 - 15 marzo 2022.
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2018). Going digital in a multilateral world. Recuperado de https://www.oecd.org/going-digital/C-MIN-2018-6-EN.pdf.

BLOQUE 7
Cartografía y Teledetección

Determinación del parámetro Número de Curva en la cuenca del río Dolores (Córdoba, Argentina) mediante teledetección y SIG

Sofía Sánchez[1], Carlos Barzola[2] y Graciela Verzino[3]

[1]Centro De Relevamientos y Evaluación de Recursos Agrícolas y Naturales (CREAN), Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Avenida Ing. Agr. Aldo Marrone N°746, Córdoba.Tel.: 0351 4334103.
sofiasanchez@agro.unc.edu.ar
[2]Policía Ambiental de la provincia de Córdoba. Avenida Marcelo T. de Alvear 876. Tel.: 0351 442-0924
cjbarzola@gmail.com
[3]Escuela para Graduados (EPG), Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Ing. Agr. Aldo Marrone N.

Resumen: El comportamiento de la escorrentía en una cuenca hidrográfica se puede caracterizar mediante el método del Número de Curva (NC), el cual puede estimarse a partir de información espacial sobre el suelo y las coberturas. En este trabajo se estudió una cuenca serrana y semi-urbana del departamento Punilla, provincia de Córdoba, afectada por incendios ocurridos en 2020. En la cuenca del río Dolores, los pastizales ocupan el 35 % del área total y el 40 % de los suelos tienen un mediano a alto potencial de escorrentía. Los incendios afectaron 2836 ha de Bosque Serrano y el NC de toda la cuenca se incrementó 2.5 puntos por encima del valor original (situación pre fuego). En estas condiciones, la escorrentía tiende a ser mayor a la infiltración con lo cual se ven favorecidos los procesos erosivos, las inundaciones e incluso la desertificación del territorio. Se recomienda estudiar la evolución temporal del número de curva y extender su uso a otras cuencas del área serrana de la provincia de Córdoba.

Palabras Clave: cobertura, escorrentía, incendios

1. INTRODUCCIÓN

El método del Número de Curva del Servicio de Conservación de Suelos (SCS-NC), ahora también conocido como el método del Número de Curva del Servicio de Conservación de Recursos Naturales de los Estados Unidos (NRCS-NC) (NRCS, por sus siglas en inglés) es el método conceptual más simple y mejor documentado para predecir la escorrentía de las cuencas hidrográficas (NRCS, 2004). La escorrentía superficial corresponde a la respuesta directa de la cuenca ante un evento de precipitación y representa el exceso que fluye por gravedad sobre la superficie del suelo.

El método SCS-NC se utiliza en muchas aplicaciones hidrológicas, como el diseño de inundaciones y los modelos de cálculo del balance hídrico. Desde su creación, en los años cincuenta, ha sido adoptado para varias regiones y para diversos usos del suelo y condiciones climáticas, se ha aplicado a una amplia variedad de situaciones más allá de su alcance original, incluida la estimación de la escorrentía en cuencas fluviales de gran escala y la integración en sistemas a largo plazo (Soulis, 2021).

El parámetro hidrológico Número de Curva es una función de la permeabilidad/capacidad de infiltración del suelo, el uso/cobertura del suelo y otras condiciones de producción de escorrentía

de una cuenca. Cualquier alteración o cambio en la vegetación, aumenta la escorrentía. Numerosos estudios han subrayado el marcado efecto de los cambios en las coberturas y usos del suelo, en la respuesta de escorrentía (Helvey, 1980; Brown *et al.*, 2005; Pierson *et al.*, 2001; Yang *et al.*, 2016; Xu *et al.*, 2019; Santos *et al.*, 2019; Robinet *et al.*, 2018; Psomiadis *et al.*, 2020). Además, el método del SCS-NC se utiliza habitualmente para estimar los efectos de los incendios forestales en la respuesta hidrológica (Soulis, 2018; Psomiadis *et al.*, 2020).

Los incendios forestales provocan cambios abruptos y generalizados en el uso de la tierra que pueden tener un efecto marcado en la respuesta hidrológica de la cuenca y los riesgos hidrológicos asociados. En este sentido, el NRCS (2015) indica aumentos en la escorrentía superficial después de un incendio, debido a que la intensidad de las precipitaciones supera la tasa de infiltración del suelo. A partir del uso de las tablas del SCS (SCS, 1972) utilizadas para determinar los NC en cada situación en terreno, Cerrelli (2005), asumió que los NC asignados para las condiciones posteriores al incendio, serían los del tipo de cobertura de suelo desnudo o mala condición hidrológica, según cada caso (USDA, 2015). Asimismo, otros estudios indicaron que el uso de valores de NC ajustados por pendiente mejoraron significativamente las estimaciones de escorrentía (Mishra *et al.*, 2014; Lal *et al.*, 2015). Sin embargo, aún no existe una guía clara para elegir los números de curva de escorrentía posteriores al incendio y, el método del SCS aún no ha sido desarrollado lo suficiente en áreas boscosas y de montaña (Soulís, 2018).

En las sierras de Córdoba, donde el fuego es un factor de perturbación recurrente (Argañaraz *et al.*, 2015; Sánchez *et al.*, 2021), los incendios forestales reducen inmediata y considerablemente la capacidad de infiltración (Karlin *et al.*, 2019). En este sentido, el desarrollo de métodos alternativos a aquellos basados en aforos permitiría obtener rápidamente información preliminar para dimensionar riesgos hidrológicos, especialmente en cuencas que desaguan a centros urbanos.

El método SCS-CN puede usarse para estimar el efecto de los incendios forestales en la respuesta hidrológica de las áreas afectadas y para evaluar los riesgos hidrológicos asociados. Para ello, comúnmente se usa un promedio ponderado de todos los NC en una cuenca para reducir el número de cálculos y evitar subestimar valores de escorrentía (USDA, 2015). La teledetección y los Sistemas de Información Geográfica han demostrado ser herramientas de gran utilidad en la estimación del número de curva ponderado en una cuenca hidrográfica. La metodología de automatización mediante SIG ha sido implementada, en Argentina, para una cuenca de Santiago del Estero (Prieto Villarroya *et al.*, 2018) y de Córdoba (Montaño, 2018).

Teniendo en cuenta los antecedentes de incendios ocurridos en el 2020 en la zona de estudio, resulta imprescindible conocer el potencial actual de generación de escorrentía para proveer a las autoridades de herramientas que faciliten la toma de decisiones en la recuperación del ecosistema. El objetivo de este trabajo fue estimar el NC de la cuenca del río Dolores, para la situación previa y posterior al fuego, considerando la variabilidad espacial y temporal de los complejos suelo/cobertura terrestre.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Área de estudio

La cuenca del río Dolores pertenece a la cuenca de Cruz del Eje (sistema de Salinas Grandes), situada al noroeste de la provincia de Córdoba, Argentina (Figura 1). Tiene una superficie aproximada de 16000 ha y se ubica entre los paralelos 30°30’ S y 31°02’ S y los meridianos 64°26’ W y 64°36’ W.

El punto de salida de la cuenca corresponde al dique El Cajón, ubicado en la localidad de Capilla del Monte. Este embalse de 145 ha tiene capacidad para 8 Hm^3 de agua y recibe aguas de los ríos Dolores y Calabalumba. Ambos ríos son permanentes, pero poseen un régimen irregular y

torrentoso, en época de lluvias, y modestos, casi hasta desaparecer, en época de sequía (Zilio y Zilio, 2007).

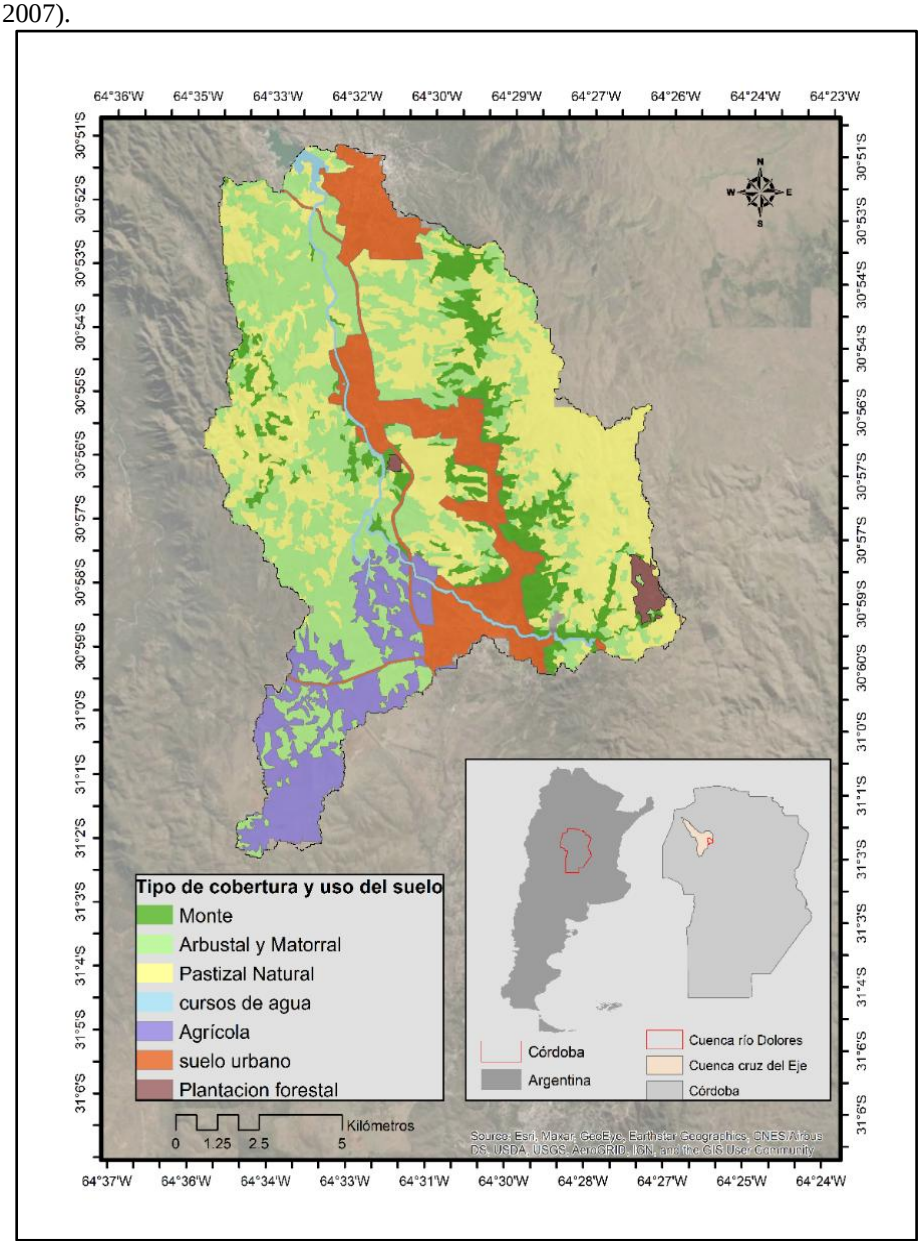


Figura 1. Ubicación del área de estudio: Cuenca del río Dolores. Tipo de cobertura y usos del suelo para el área de estudio. Fuente: IDECOR (https://www.mapascordoba.gob.ar); IGN (https://www.ign.gob.ar)

2.2 Fuentes de información cartográfica

- *Modelo Digital de Elevación*: Para la delimitación de las divisorias de agua y la red de drenaje, se trabajó con el Modelo Digital de Elevación (MDE) de resolución de 30m x

30m (Figura 2). La información fue provista por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) a través de su portal web.

- *Mapa de uso del suelo y cubierta vegetal:* Se utilizó el Mapa de Cobertura del Suelo de la provincia de Córdoba (Nivel 1) escala 1:50.000 de IDECOR (García et al., 2018).
- *Mapa de tipo de suelo*: Se utilizó el mapa Limitantes Edáficas de la Provincia de Córdoba, obtenido de la página web de IDECOR. Esta capa de información que corresponde a clases de textura superficial de suelos, proviene de las Cartas de Suelos de la Provincia de Córdoba (1:500.000).
- *Mapa de áreas quemadas*: Se utilizó el producto de áreas quemadas de MODIS (MCD64A1) para identificar la zona afectada durante la primavera de 2020 en la cuenca de estudio. Las imágenes fueron adquiridas en forma gratuita a partir del servicio geológico estadounidense (U.S. Geological Survey, 2020) en su página web: https://earthexplorer.usgs.gov.

2.3 Procedimiento de cálculo

El empleo de Sistema de Información Geográfica (SIG) en la determinación del NC permite atenuar los problemas inherentes a la variabilidad de los parámetros físicos y geomorfológicos en una cuenca hidrográfica. Para la generación de la abstracción inicial, se utilizan herramientas SIG respetando el desarrollo de la metodología propuesta por el CEDEX "Generación Automática del Número de Curva con Sistemas de Información Geográfica", realizada con la colaboración del Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia (España). La metodología permite la obtención, de una manera precisa y automatizada, del número de curva para el cálculo de la escorrentía. Para ello se generan capas de cartografía temáticas correspondientes a cada una de las variables que influyen en la determinación del parámetro NC, el cual resulta finalmente determinado mediante la realización de operaciones de reclasificación y superposición de las siguientes capas de información:

- *Mapa de Pendientes*: Obtenido tomando como punto de partida el Modelo Digital de Elevaciones (DEM) de la cuenca hidrográfica; y reclasificado en dos categorías en función de que la pendiente del terreno sea inferior o superior al 3 %. A las celdas con pendiente inferior al 3 % se les asignará el número primo 1, frente a las celdas de pendiente superior al 3 % a las que se asignará el número primo 2.
- *Permeabilidad del terreno*: En base al Tipo de Suelo, se establecerá una reclasificación de celdas en los cuatro niveles de permeabilidad establecidos por el SCS: A (Rápida infiltración), B (Infiltración Moderada), C (Infiltración Lenta), D (Infiltración muy lenta). Los suelos del área de estudio pertenecen a Tipo A, a la cual se le designó el numero primo 3, y Tipo B cuyo número primo designado fue el 5.
- *Cubierta vegetal:* En base al mapa Coberturas se identificaron las tipologías de usos de suelo que establece el SCS y se le asignaron los números primos 13, 17, 19, 23, 29 y 31 para Bosque Serrano (BS), Plantaciones Forestales (PF), Arbustal y Matorral (AyM), Pastizal Natural (P), Agua, Impermeable (infraestructura urbana y roca), y Agrícola (AGR), respectivamente.

2.4 Determinación del Número de Curva

Una vez obtenidas las tres capas de trabajo, en la que cada pixel de la imagen tiene asignado un valor, se procede al cálculo de los números primos multiplicando las capas entre sí y obteniendo un nuevo valor por pixel que contiene las variables trabajadas.

Dada la singularidad de los números primos, el producto de ellos siempre dará un número diferente. Posteriormente se establece una correlación entre el producto de números primos obtenido, y el número de curva correspondiente.

Para el análisis post fuego se les asignaron a los pixeles quemados valores de NC de una condición de suelo más pobre que la condición pre fuego, esto implica un mayor NC. El cambio de NC de cualquiera de las categorías repercutirá en el cálculo del escurrimiento a partir del cambio del NC de la celda (pixel) y, por ende, cambiará el NC ponderado de toda la cuenca.

3. RESULTADOS

3.1 Caracterización

El mapa de coberturas en la cuenca del río Dolores (Figura 1) muestra que la cubierta predominante es el pastizal natural, que ocupa aproximadamente el 35 % del área total. Los matorrales ocupan aproximadamente el 30 % y el bosque serrano alrededor del 9 %. Al igual que en el resto de las Sierras de Córdoba, el Bosque se encuentra en diferentes estados de degradación, a causa de disturbios antrópicos periódicos como los incendios forestales. Los cultivos alcanzan el 10 % de la región y están representados, principalmente, por cultivos anuales. Asimismo, también existen plantaciones forestales y estas ocupan apenas el 1 % de la región.

En la Figura 2 se muestran los diferentes grupos hidrológicos de suelo en la cuenca del río Dolores. El área de estudio se encuadra dentro de los suelos Tipo A y B; debido al carácter areno-arcillosos, varían constantemente en el porcentaje de ambos, permitiendo una mayor o menor permeabilidad. Son suelos poco cohesivos y fácilmente removibles por el agua y el viento (Pastore y Methol, 1953).

Se estudiaron los eventos de fuego ocurridos en la cuenca del río Dolores durante septiembre y octubre de 2020. La región más afectada fue la ladera occidental de las Sierras Chicas. La superficie quemada total fue de 2836 ha, de las cuales 272 ha corresponden a la categoría monte, 25 ha a plantación forestal, 493 ha a arbustal y matorral, 1633 ha a pastizal, 33 ha a zona urbana (incendio de interfase urbano-rural) y 379 ha a suelo agrícola (Figura 3).

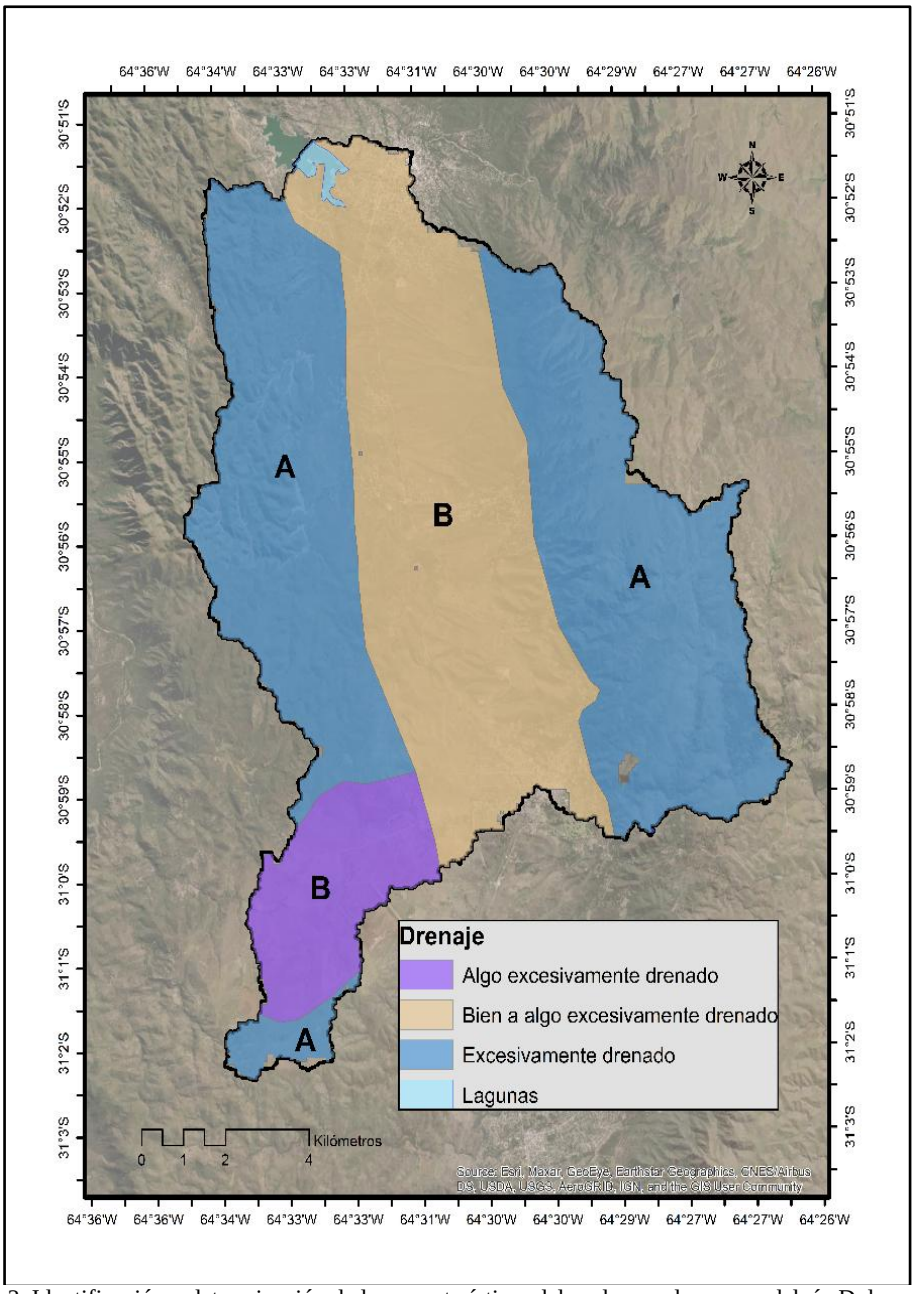


Figura 2. Identificación y determinación de las características del suelo para la cuenca del río Dolores: Tipo de grupo Hidrológico de Suelo (GHS). Fuente: Mapa de Limitantes edáficas, IDECOR

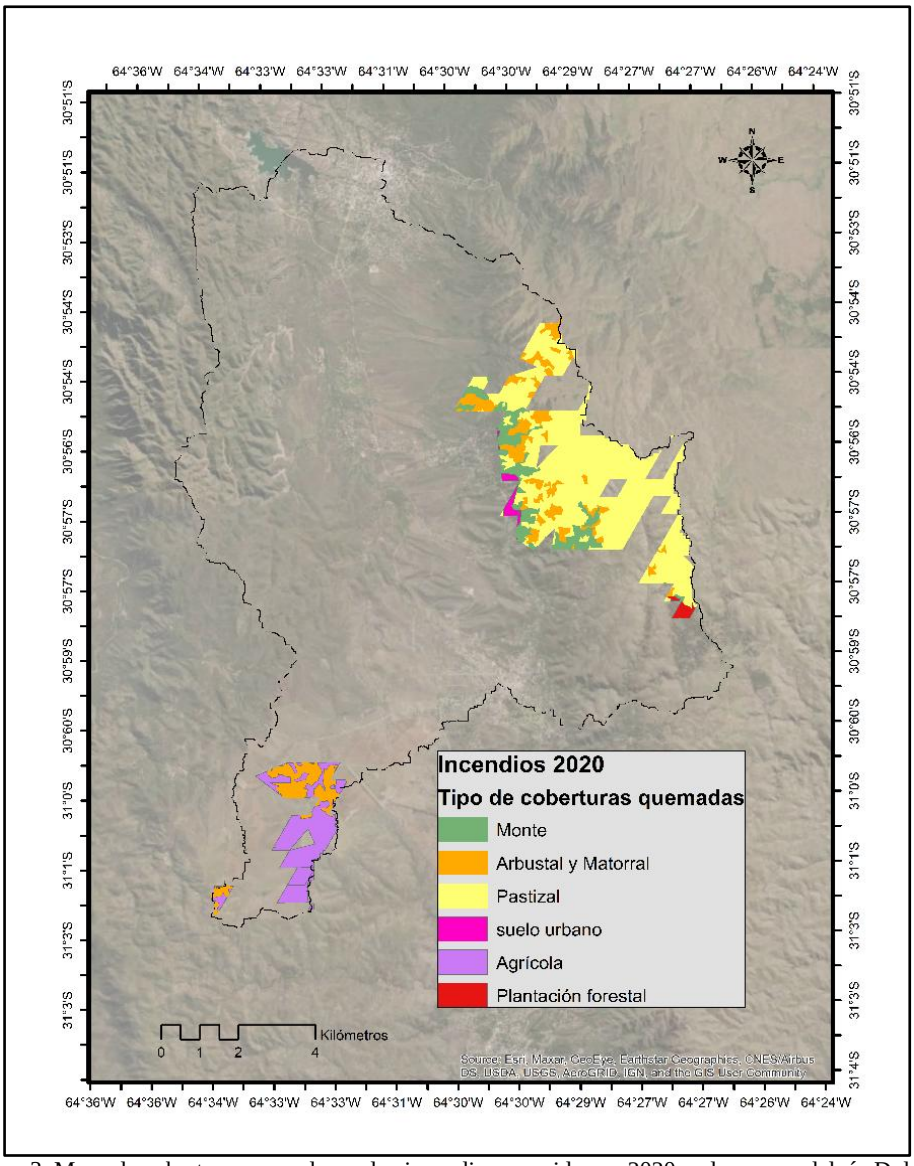


Figura 3. Mapa de cobertura quemada por los incendios ocurridos en 2020 en la cuenca del río Dolores

3.2 Número de Curva

Una vez obtenida la cartografía a partir de las fuentes de datos indicadas y codificando la información conforme a lo expuesto previamente, se calcula el NC de cada pixel y para toda la cuenca, a partir de la ponderación (Figura 4). La Tabla 1 muestra las diferentes combinaciones de cobertura, pendiente y grupo hidrológico de suelo que fueron encontradas en la cuenca del río Dolores. A cada combinación corresponde un número de curva que representa su potencial de escorrentía.

Para la situación previa al fuego, los valores más bajos se encuentran en los suelos del grupo A cubiertos por Bosque, Matorrales y Pastizales. Mientras que los valores más altos se dan en los

suelos del grupo B, desprovistos de vegetación (suelo urbano) o bajo uso agrícola. A los cuerpos de agua se les asigna un NC igual a 98 porque toda la lluvia que cae sobre ellos se convierte directamente en escorrentía.

Tabla 1. Asignación y cálculo de valores de Número de Curva

Cobertura y uso del suelo	**NP**	**Pdte.**	**Grupo Hidrológico de suelo A** (NP=3)			**Grupo Hidrológico de suelo B** (NP=5)		
			producto	**NC Pre fuego**	**NC Post fuego**	producto	**NC Pre fuego**	**NC Post fuego**
Bosque Serrano y plantaciones forestales	13	1	39	**36**	**46**	65	**60**	**68**
Arbustal y matorral	17	1	51	**40**	**48**	85	**67**	**70**
Pastizal	19	1	57	**49**	**68**	95	**69**	**79**
Agrícola	31	1	93	**67**	**72**	155	**78**	**83**
Urbano	29	1	87	**72**	**82**	145	**82**	**92**
Agua	23	1	69	**98**	**98**	115	**98**	**98**
Bosque Serrano y plantaciones forestales	13	2	78	**46**	**54**	130	**68**	**76**
Arbustal y matorral	17	2	102	**50**	**58**	170	**69**	**79**
Pastizal	19	2	114	**68**	**75**	190	**79**	**86**
Agrícola	31	2	186	**72**	**77**	310	**83**	**88**
Urbano	29	2	174	**84**	**94**	290	**91**	**94**
Agua	23	2	138	**98**	**98**	230	**98**	**98**

Los resultados de la Tabla 1 señalan que a medida que aumenta el desarrollo y la densidad de la vegetación, menor es la escorrentía y mayor la infiltración. El efecto de las plantas sobre la respuesta hidrológica del territorio se relaciona con su capacidad para mejorar la estructura del suelo y por ende su permeabilidad, aportar materia orgánica, retardar el flujo de agua sobre el terreno y prevenir el sellado de la superficie a causa del impacto directo de la lluvia (NRCS, 2004). Ahora bien, aún bajo las mismas condiciones de vegetación, las características propias del suelo tienen un efecto importante sobre la producción de escorrentía. Esto se ve reflejado en números de curva mayores para todas las categorías de vegetación, que se combinan con suelos del grupo B.
Se obtuvo el valor del NC de la cuenca de estudio para ambas situaciones, el valor medio ponderado para la condición pre fuego fue de NC = 64.5, mientras que la condición post fuego

arrojó un valor de NC=67. Estos números sugieren que las condiciones generales del territorio tienden a favorecer la escorrentía por encima de la infiltración.
El potencial de escorrentía posterior al incendio resultó 2.5 puntos por encima de la condición previa al fuego. En términos generales, estos valores no parecen ser alarmantes, sin embargo, podría suceder que se estén subestimando los NC aplicados a la situación post fuego. A pesar de que el método del SCS-NC se considera una de las técnicas más populares y ampliamente utilizadas en muchas aplicaciones hidrológicas, los valores de NC para las condiciones de quemado, aún no se conocen lo suficiente (Soulís, 2018). Esto se atribuye, en general, a la falta de datos de campo en cuencas boscosas quemadas (NRCS, 2015).

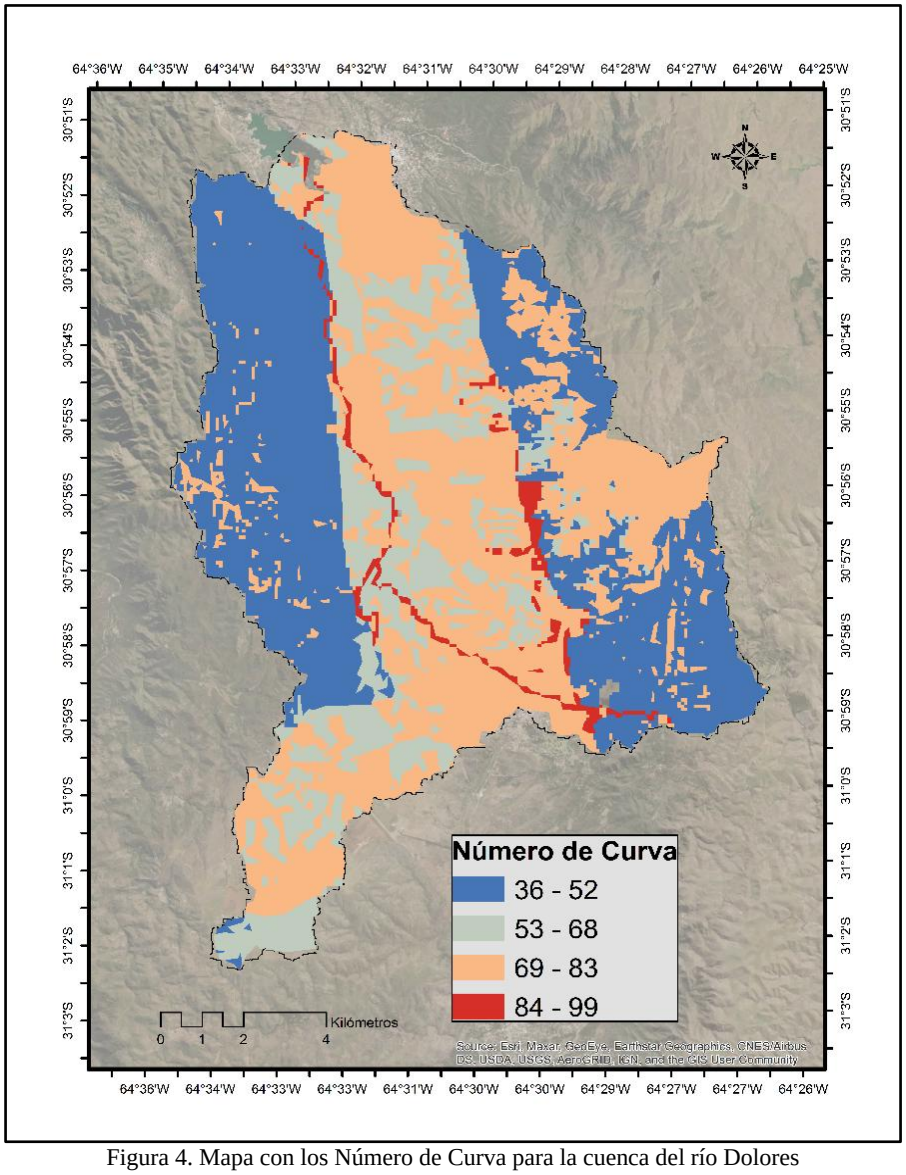


Figura 4. Mapa con los Número de Curva para la cuenca del río Dolores

4. CONCLUSIONES

En la cuenca del río Dolores se registran valores medios a altos del número de curva en la mayor parte del territorio, lo que indica la presencia de condiciones que favorecen el proceso de escorrentía por encima de la infiltración. La escorrentía sin control conduce a la degradación de recursos naturales como el suelo y el agua.

El número de curva resume el efecto de las condiciones del territorio sobre la hidrología superficial de una cuenca. El uso de las tablas del NC permite transformar información cualitativa sobre el tipo de cobertura y el grupo hidrológico de suelo, en información cuantitativa que representa el comportamiento de la escorrentía y que puede utilizarse como un indicador de impacto ambiental.

Con esta investigación se demuestra que la información disponible permite aplicar la teoría del número de curva para la provincia de Córdoba, por lo que podría replicarse en otras cuencas hidrográficas de la región. Para facilitar el análisis de la respuesta hidrológica post-incendio y los esfuerzos de mitigación, todavía es necesario realizar más estudios que utilicen datos de los períodos anterior y posterior al incendio y de esta manera ajustar los valores de CN posteriores al incendio.

REFERENCIAS

Argañaraz, J., Pizarro, G., Zak, M., y Bellis, L. (2015). Fire regime, climate, y vegetation in the Sierras de Córdoba, Argentina. Fire Ecology, 11(1), 55–73. https://doi.org/10.4996/fireecology.1101055

Brown, A. E., Zhang, L., McMahon, T. A., Western, A. W., y Vertessy, R. A. (2005). A review of paired catchment studies for determining changes in water yield resulting from alterations in vegetation. Journal of Hydrology, 310(1–4), 28– 61. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.12.010

Cerrelli, G. A. (2005). FIRE HYDRO, un método simplificado para predecir descargas máximas para ayudar en el diseño de medidas de protección contra inundaciones para incendios forestales en el oeste. En G. E. Moglen (Ed.), *Actas: Conferencia de gestión de cuencas hidrográficas de 2005: Gestión de cuencas hidrográficas para los impactos hidrológicos futuros* (pp. 123–135). ASCE.

García, C., Piumetto, M., Teich, I., Morales, H., Kindgard, A., Fuentes, M.… Ravelo, A. (2018). Mapa de cobertura del suelo de la provincia de Córdoba 2017/2018 - niveles 1 a 3. Recuperado de https:// idecor-ws.cba.gov.ar/geoserver/idecor/wms.

Helvey, J. D. (1980). Effects of a north central Washington wildfire on runoff and sediment production. Water Resources Bulletin, 16 (4), 627– 634.

IDECOR Infraestructura de datos Espaciales Córdoba. https://www.mapascordoba.gob.ar/ Ultimo acceso: marzo de 2022.

Karlin, S., Bernasconi Salazar, J., Cora, A., Sánchez, S., Arnulphi, S., y Accietto, R. (2019). Cambios en el uso del suelo: capacidad de infiltración en el centro de Córdoba (Argentina). Ciencia del suelo, 37(2).

Lal, M.; Mishra, S.K. y Pandey, A. (2015) . Verificación física del efecto de las características del terreno y la humedad antecedente en el número de curvas de escorrentía. Catena , 133 , 318-327 . doi: 10.1016/j.catena.2015.06.001

Mishra, SK, Chaudhary, A., Shrestha, RK, Pandey, A. y Lal, M. (2014). Verificación experimental del efecto de la pendiente y el uso del suelo en el número de la curva de escorrentía SCS. Gestión de Recursos Hídricos, 28 (11), 3407-3416.

Montaño, M.A (2018). Análisis hidrológico y diseño de lagunas de retardo en proyecto de barrio"

La matera" Sinsacate. 2018. Tesis de Licenciatura (FCEFyN, UNC).
NRCS Natural Resources Conservation Service. (2004). Estimation of direct runoff from storm rainfall. En National Engineering Handbook Part 630 Hydrology, U.S. Department of Agriculture. Recuperado de: https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/national/water/manage/hydrology/?cid=stelprdb1043063
Pastore, F. y Methol, E. (1953). Descripción geológica de la Hoja 19i, Capilla del Monte (Córdoba). Carta geológico-económica de la República Argentina. Escala 1:200.000. Ministerio de Industria y Comercio de la Nación. Buenos Aires, 70 pp.
Pierson, F. B., Robichaud, P. R., & Spaeth, K. E. (2001). Spatial and temporal effects of wildfire on the hydrology of a steep rangeland watershed. Hydrological Processes, 15(15), 2905–2916. https://doi.org/10.1002/hyp.381
Prieto Villarroya, J., Farias, H., y Amarilla, M. (2013). Estimación del parámetro hidrológico del número de curva nc: Automatización del cálculo mediante sig y nuevas fuentes de información cartográfica. caso del área urbana de pozo hondo. IX Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA.
Psomíadis, E.; Soulis, K.X.; Efthimiou, N. (2020). Uso de SCS-CN y la observación de la Tierra para la evaluación comparativa del efecto hidrológico de los cambios graduales y abruptos de la cobertura terrestre espaciotemporal. Agua, 12 , 1386. https://doi.org/10.3390/w12051386
Robinet, J.; Minella, J.P.G.; de Barros, C.A.P.; Schlesner, A.; Lücke, A.; Ameijeiras-Mariño, Y.; Opfergelt, S.; Vanderborght, J.; Govers, G. (2018). Impacts of forest conversion and agriculture practices on water pathways in southern Brazil. Hydrol. Process. 32, 2304–2317.
Soil Conservation Service SCS (1972). National Engineering Handbook, Section 4. Hydrology, US Department of Agriculture.
Sánchez, S., Zanvettor, R., Ravelo, A., y Grillii, M. (2021). Impacto de la sequía en los incendios forestales en las Sierras de Córdoba, Argentina. Revista Argentina de Agrometeorología RADA, 12, 37–45.
Santos, R.M.B.; Fernandes, L.F.S.; Cortes, R.M.V.; Pacheco, F.A.L. (2019). Hydrologic impacts of land use changes in the Sabor river basin: A historical view and future perspectives. Water 2019, 11, 1646.
Soulis, K.X. (2018) Estimación de la variación del número de curva SCS después de incendios forestales, Hydrological Sciences Journal, 63(9), 1332-1346, DOI: 10.1080/02626667.2018.1501482.
Soulís, KX Método del Número de Curva del Servicio de Conservación de Suelos (SCS-CN): Aplicaciones Actuales, Desafíos Restantes y Perspectivas Futuras. Agua 2021, 13 , 192. https://doi.org/10.3390/w13020192
USDA – Natural Resources Conservation Service (2015). DRAFT Technical Not Hydrologic Analyses of Post-Wildfire Conditions.
Xu, F.; Jia, Y.; Peng, H.; Niu, C.; Liu, J.; Hao, C.; Huang, G. Vertical zonality of the water cycle and the impact of land-use change on runoff in the Qingshui River Basin of Wutai Mountain, China. Hydrol. Sci. J. 2019, 64, 2080–2092.
Yang, X.; Chen, H.; Wang, Y.; Xu, C. Evaluation of the effect of land use/cover change on flood characteristics using an integrated approach coupling land and flood analysis. Hydrol. Res. 2016, 47, 1161–1171.
Zilio, A. y Zilio, M. C. (2007). Revalorización del patrimonio geológico como recurso turístico de Capilla del Monte. In IX Jornadas de Investigación del Centro de Investigaciones

Geográficas y del Departamento de Geografía (La Plata, 2007).

Atlas Socioeconómico de San Juan. Aportes e Integración con Proyectos Ambientales

Jose Maraz[1], Silvina Adarvez[2], Viviana Oviedo[3], Fátima Puigdengolas[3] y Diego Torrent[3]

[1]Centro de Fotogrametría, Cartografía y Catastro (CEFOCCA), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan. Laprida 1130 Oeste, (5400). Tel.: 0264 4204807
jmaraz@unsj.edu.ar
[2]Municipalidad de Rivadavia. Dirección de Ambiente Municipal. Avenida Libertador General San Martín 5416 Oeste, (5400). Tel.: 0264 4204807
adarvezsilvina@gmail.com
[3]Centro de Fotogrametría, Cartografía y Catastro (CEFOCCA), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan. Laprida 1130 Oeste, (5400). Tel.: 0264 4204807
{voviedo, fpuidengolas, dtorrent}@unsj.edu.ar

Resumen: Por décadas, el Atlas Socioeconómico de San Juan, constituye una suerte de herramienta y producto a través del cual se puede consultar e interpretar las diferentes características de la provincia. Sin embargo, con el propósito de lograr una mejor y mayor funcionalidad para sus usuarios, el Atlas se está innovando mediante el desarrollo de servicios estándares de mapa, cambios en la escala de trabajo e integración con proyectos de organismos oficiales del Gobierno y de los municipios de San Juan. Por tal motivo, este documento muestra los resultados de una experiencia concreta de integración y trabajo coordinado entre la Secretaría de Estado de Ambiente y Desarrollo Sustentable, la Dirección de Ambiente de la Municipalidad del Departamento Rivadavia y la Universidad Nacional de San Juan a través de la Facultad de Ingeniería y el Centro de Fotogrametría Cartografía y Catastro. El trabajo se desarrolló en dos zonas del departamento Rivadavia, donde se relevó el arbolado público, principal componente de los denominados Bosque Urbano. Además de su localización, se censaron diferentes variables definidas en un modelo de datos sugerido por la SEAyDS, tales como especie, fuste, diámetro, raíz, inclinación, copa, etc. El trabajo se hizo con aporte de vecinos, estudiantes universitarios de biología, estudiantes del 5to año del colegio Integral y colaboradores municipales, pudiendo poner en práctica el concepto de participación ciudadana.

Palabras Clave: Bosque Urbano, Ambiente, Residuos Sólidos Urbanos, Geotecnología

1. INTRODUCCIÓN

El Atlas Socioeconómico de San Juan (ASESJ), aproximadamente desde hace 4 décadas, constituye un aporte concreto de la Universidad Nacional de San Juan hacia la comunidad en su conjunto. Desde sus versiones en formato papel, pasando por distintas alternativas digitales, hasta hoy en su versión web, siempre contribuyó con una amplia variedad de información temática georreferenciada asociada con aspectos sociales, económicos, productivos, culturales, históricos, climáticos, etc. de la Provincia de San Juan. Actualmente, el Atlas se encuentra en un proceso de innovación, orientado hacia la construcción de servicios en la nube, integración geotecnológica

con programas o proyectos internos y externos, proponiendo nuevas opciones y mayor funcionalidad para los usuarios.
Puntualmente, el presente trabajo es un ejemplo de integración entre el ASESJ con Programas de la Secretaría de Estado de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SEAyDS) y la Municipalidad de Rivadavia, ambos de la provincia de San Juan. En tal sentido, muestra un procedimiento específico para el relevamiento de eventos e información de interés asociados con el Arbolado Público (AP) y el Sistema de Recolección de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) a los fines de abordar estrategias de gestión ambiental en el territorio.
Además, para realizar la experiencia tuvimos en cuenta no sólo los Programas con propósitos ambientales que tiene en ejecución la SEAyDS, tal es el caso de: Observatorio de Cambio Climático, Parque de Tecnologías Ambientales (PTA), Parque Industrial Tecnológico Ambiental Regional (PITAR) y los objetivos del Centro Ambiental Anchipurac, sino también el rol preponderante que juega cada municipio como ejecutor de muchas de las políticas ambientales que define el Gobierno de San Juan a través de la SEAyDS.
Un claro ejemplo de la coordinación que debe haber entre la SEAyDS y cada municipio, es lo establecido en la ley 824-l que declara de interés público la protección y conservación del arbolado público, la Ley 285-l complementa aspectos técnicos de la ley 824-l, la Ley 297-l escalafón de multas por violación de la ley 285-l, y la Ley 946-l establece el programa de forestación de San Juan.

2. ÁREA DE TRABAJO

Para realizar la experiencia seleccionamos dos barrios del Departamento Rivadavia. Esta selección, la hicimos básicamente teniendo en cuenta la conveniencia de las personas que iban a realizar el relevamiento y las condiciones de movilidad impuestas por la situación de COVID-19, ya que se trata de un aporte voluntario y colaborativo. Los barrios seleccionados fueron el Cooperarq 4 y el San Roberto.

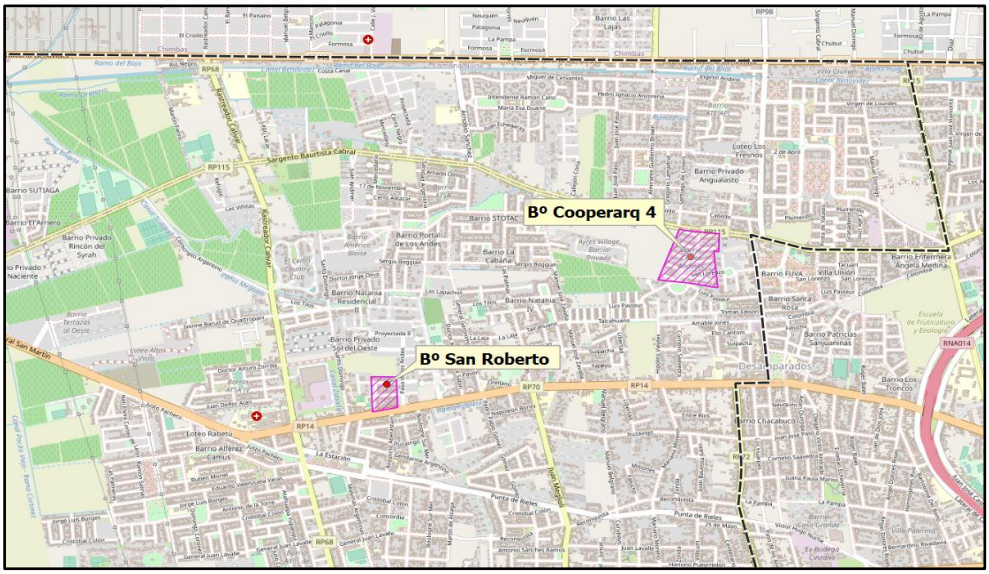


Figura 1. Zona de trabajo

3. ARBOLADO PÚBLICO, SITUACIÓN

Como el área de estudio está en el departamento Rivadavia, hicimos contacto con la Dirección de Ambiente de la Municipalidad, y a través de ella con el Consejo del Arbolado Público Municipal (CAPM). Este Consejo fue creado en mayo de 2021, en función de lo que establece la Ley Provincial N.º 7556.
De esta forma, son los municipios los que deben velar por la preservación y cuidados del arbolado público en coordinación con el organismo provincial que correspondiere, en este caso la Dirección del Parque de la Biodiversidad, que depende de la SEAyDS.
Oportunamente nos informaron en la SEAyDS, que al nivel Provincial se está trabajando en el inventario de bosques nativos y arbolado público, además de un Plan de Forestación Provincial, programas que están liderados por la SEADyS.
A través de diferentes consultas, encontramos que existe en ejecución un relevamiento del arbolado público para el área denominada Gran San Juan, el cual está financiado por el Consejo Federal de Inversiones (CFI). Además, nos informan que ese relevamiento, en algún momento será entregado a los municipios para que cada uno de ellos gestione el arbolado público a partir de la información censada.
Si bien no logramos conseguir el modelo de datos que se está usando en el trabajo financiado por el CFI, sí pudimos acordar ciertos criterios para que la información sea compatible cuando se requiera alcanzar integración de datos e información. Además, debemos tener presente que por parte de la municipalidad no existe ni se registra información de la gestión sobre el arbolado público.

4. MODELO DE DATOS

Para generar el modelo de datos hicimos ingeniería inversa, a partir de un listado que surge del Censo de arbolado público. Este modelo fue implementado en PostgreSQL/PostGIS. A continuación, se puede ver el diagrama ER donde están representadas las entidades y sus relaciones.

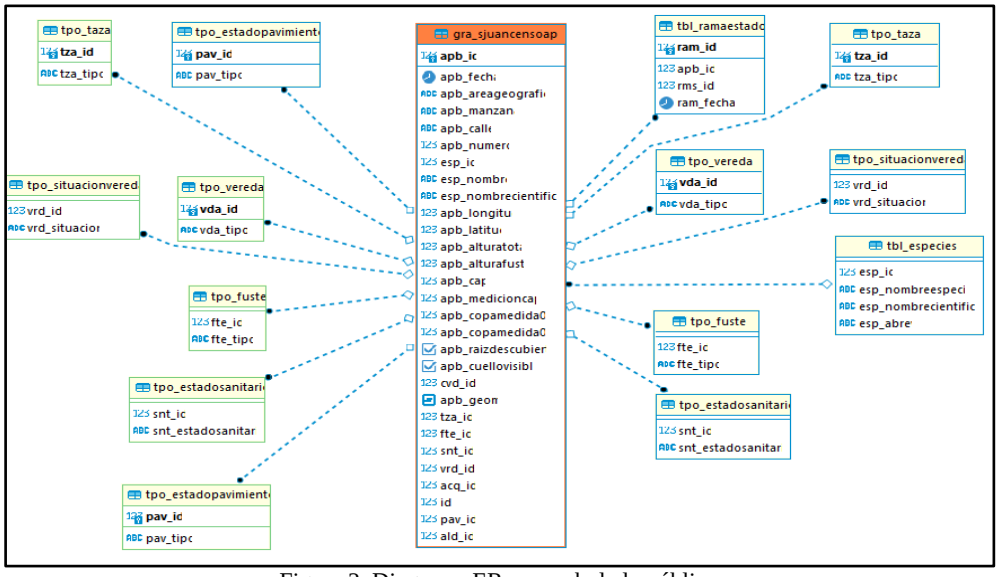


Figura 2. Diagrama ER para arbolado público

5. INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

Antes de continuar con los detalles de la solución propuesta, veremos algunos puntos vinculados con la conectividad y demás configuraciones que planificamos usar y que es necesario tener presente como parte de la solución, sobre todo si consideramos que estamos hablando de trabajos en terreno, donde los costos en la falta de previsión pueden ser muy contraproducentes.
Podríamos separar la infraestructura en dos componentes a saber.

- Infraestructura de comunicación: involucra al conjunto de redes de: datos, telefonía celular e Internet, que nos permiten el acceso a la información, ya sea para consumir servicios, registrar nuevos eventos o actualizar la información georreferenciada. Es decir, que tuvimos en cuenta la conectividad interna y/o externa de:
    - Municipalidad de Rivadavia
    - UNSJ-CEFOCCA, lugar donde se desarrolla el ATSJ21.
    - El Gobierno de San Juan, a través de la SEAyDS.
    - Zona de trabajo.
- Aplicaciones:
    - PostgresSQL/PostGIS, sistema gestor de la Geodatabase.
    - GeoServer: servidor de información espacial. Con esta aplicación generamos los servicios de mapa que disponibilizamos para el trabajo o como parte del resultado obtenido.
    - QGIS, software libre para gestión e implementación de un GIS.
    - QField, App para dispositivos móviles con Android.
    - TextCloud, aplicación cliente-servidor para administrar archivos en la WEB. También cuenta con una versión para dispositivos móviles.

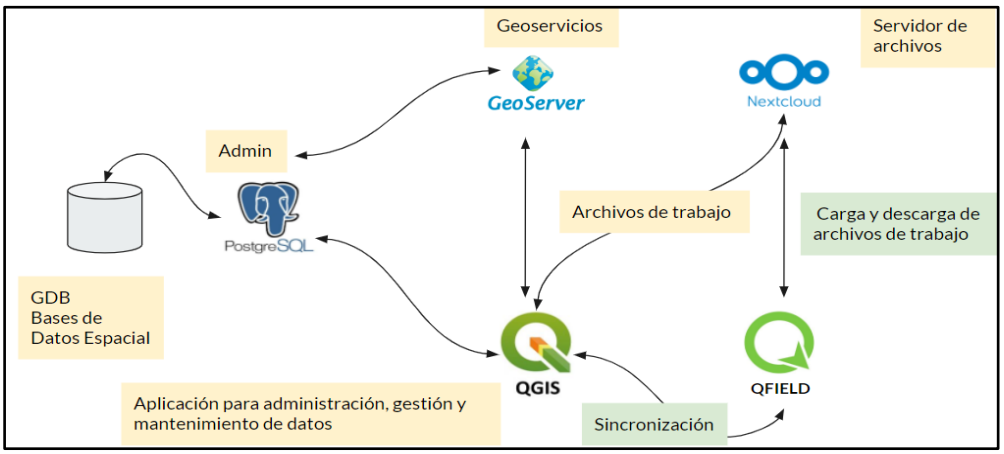


Figura 3. Esquema de Infraestructura Tecnológica

Además, programamos una serie de actividades de capacitación y transferencia, más un conjunto de instructivos. También hicimos ensayos en terreno. Esto fue muy oportuno para que los voluntarios evacúen sus dudas y nos sirvió para ajustar detalles operativos y de procedimientos al momento de censar.

6. DATOS E INFORMACIÓN DE RELEVAMIENTO

Teniendo el Modelo de Datos (MD) y definidas las aplicaciones, avanzamos en la generación de los archivos de trabajo y los procedimientos para realizar los ensayos en terreno y posteriormente el relevamiento propiamente dicho.

Formularios ABM para relevamiento
Para generar los archivos de trabajo generamos un proyecto base en QGIS. Ahí configuramos un formulario compuesto por 8 pestañas agrupadas según los datos, por ejemplo, datos del día de relevamiento, ubicación, especie, datos biométricos, otros datos y estado de las ramas. A continuación mostramos cómo quedó el formulario con las dependencias y relaciones que resultaron del análisis.

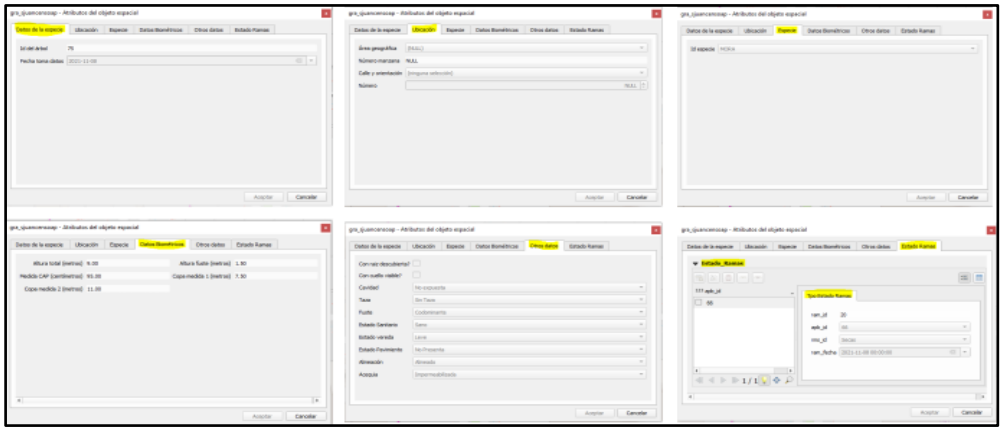


Figura 4. Formulario ABM para relevamiento de arbolado público

Posteriormente, el Proyecto Base lo trabajamos con la extensión QField Sync, de esta forma creamos los archivos de trabajo que publicamos a través de Nextcloud, que fue configurado previamente como servidor de archivos. En el servidor de archivos habilitamos usuarios con clave y contraseña para tener acceso controlado de los diferentes grupos de trabajo. Cada grupo podía acceder a su directorio para descargar los archivos y planificar el relevamiento en el sector previamente designado.
Ahora, a modo de ejemplo, se incluyen algunas pantallas de los dispositivos móviles que se utilizaron para el relevamiento. Tanto del servidor de archivos como la georreferencia de los eventos y la carga de los atributos.

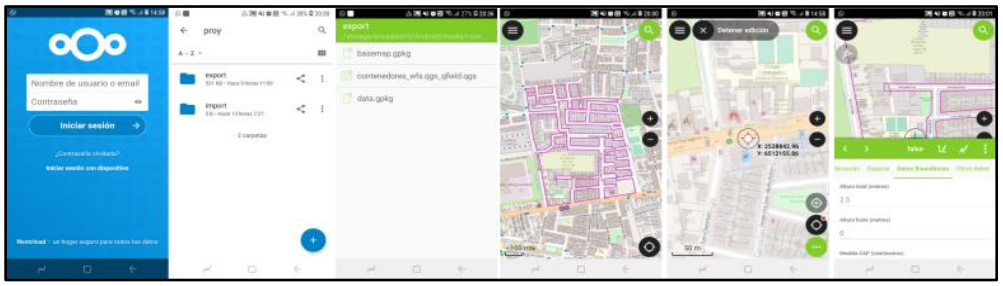


Figura 5. Ejemplos de pantallas de los dispositivos móviles

7. FLUJO DE TRABAJO PROPUESTO

Sumado a infraestructura que incluimos en el punto 6, enunciamos a continuación un conjunto de tareas ordenadas y relacionadas que planificamos:

1. Generar los archivos y servicios para el relevamiento.

2. Subir los archivos al administrador de archivos en la web.
3. Descarga de archivos en los dispositivos móviles.
4. Georreferenciar los eventos de interés.
5. Control y actualización de la información en el territorio.
6. Carga de atributos siguiendo las premisas de relevamiento.
7. Subir los archivos de relevamiento.
8. Descarga de los archivos desde el administrador de archivos
9. Sincronización para actualización en la Geodatabase
10. Verificación de servicios de mapa actualizados.

Para la generación de los archivos de relevamiento, hemos utilizado servicios de mapa WFS-T (Web Feature Services Transactional) y WMS (Web Mapping Services) definidos a través de Geoserver y como origen de datos una base de datos espaciales administrada por PostgreSQL/PostGIS. Además de los archivos .pgkg.

El siguiente flujo de trabajo muestra el proceso de trabajo empleado, desde la generación de los archivos de trabajo, pasando por el relevamiento de datos y finalmente su sincronización para la carga en la base de datos.

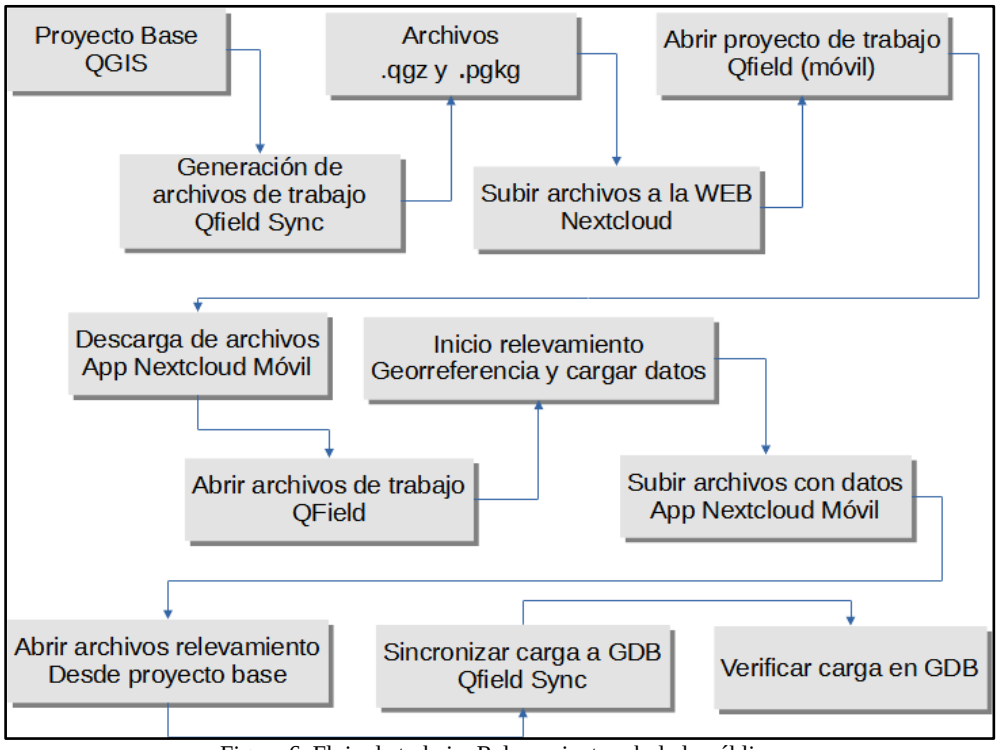


Figura 6. Flujo de trabajo. Relevamiento arbolado público

8. EQUIPOS DE TRABAJO

Para la realización del relevamiento, implementamos estrategias de participación ciudadana. Por esta razón, para el relevamiento en el Barrio Cooperarq 4 convocamos a jóvenes del mismo barrio. Mientras que, para el Barrio San Roberto, a través de la Dirección de Ambiente de la Municipalidad hicimos contacto con los directivos del Colegio Integral. Así, en este último caso el

relevamiento se hizo con los alumnos de 5to año. Cabe señalar también, la desinteresada colaboración de alumnos de la carrera Licenciatura en Biología de la Universidad Nacional de San Juan, y los integrantes de la Guardia Ambiental Municipal, ellos recibieron instrucciones para ser el soporte de cada grupo de trabajo durante el relevamiento. En general, cada grupo de trabajo estaba integrado por 3 alumnos, previamente se hicieron reuniones y talleres de capacitación

9. RESULTADOS

Seguidamente mostramos algunos reportes para cada una de las zonas de trabajo. Ahí podemos apreciar las características del bosque urbano de cada barrio que sumado a otras condiciones o parámetros puede resultar de interés para diversos propósitos. Por ejemplo la poda anual que realiza el municipio, desinfecciones, etc.

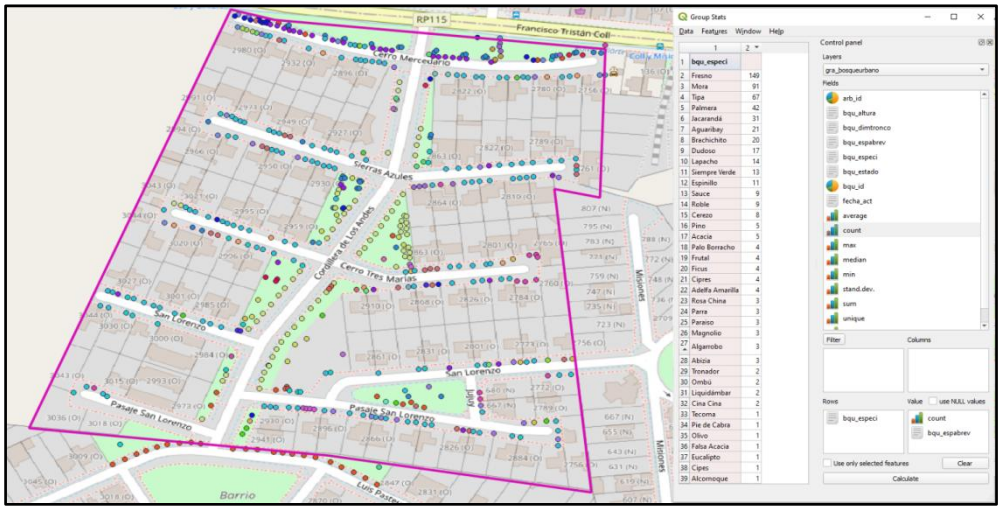


Figura 7. Bosque urbano B° Cooperaq 4. Estadística de cantidad de especies realizada con la extensión Group Stat

El bosque urbano del Barrio Cooperaq 4 está compuesto por 573 árboles y arbustos, donde podemos diferenciar 38 especies, predominando el Fresno con 149 unidades. También podemos resaltar que, si bien hay especies autóctonas, existe predominancia de especies no autóctonas, esto se observa en la cantidad de palmeras, por ejemplo. Aclaramos que se contabilizan 17 especies dudosas porque en la época del relevamiento, al no tener hojas, no resultó posible identificar algunas especies.



Figura 8. Bosque urbano B° San Roberto. Estadística de cantidad de especies realizada con la extensión Group Stat

El bosque urbano del Barrio San Roberto está compuesto por 62 árboles y arbustos. La predominancia de mora es notable, con 57 unidades.

10. CONCLUSIONES

La experiencia muestra que el procedimiento puede utilizarse para relevamientos en terreno con y sin conexión de internet. Es necesario una preparación previa para identificar las variables a registrar y es necesario un equipo de al menos dos personas.

Desde el punto de vista de las características del bosque urbano, podemos decir que la biodiversidad que se encontró en el Barrio Cooperarq 4 es muy importante para el proceso de polinización. También es la razón la gran diversidad de aves que se encuentran en el lugar. Sin embargo, la cantidad de especies no autóctonas demuestra que la implantación de las especies responde más a gustos personales de los vecinos que a la conveniencia de seguir recomendaciones de los organismos oficiales, quienes están promoviendo el uso de especies autóctonas por determinadas ventajas. Además, la cantidad de palmeras está directamente relacionada con la existencia de vinchucas a partir de la cantidad de palomas que se alojan en cada una de ellas. Este dato es importante, ya que también fomenta la proliferación de roedores.

En el caso del Barrio San Roberto, es una clara muestra de la implantación de mora dentro de los procesos de urbanización que se adoptó como política hace algunos años. Siendo una especie económica que rápidamente genera sombra, una de las razones por las que fue elegida en las urbanizaciones de San Juan, atendiendo las características del clima de San Juan, esto es altas temperaturas y poca humedad.

AGRADECIMIENTOS

Además de agradecer a las instituciones participantes, queremos destacar el espíritu y compromiso de los jóvenes voluntarios y estudiantes universitarios.

Instituciones y personas:

- Colegio Integral: Directivos y Profesores. Soledad Vivanco, Ana Coria, Gabriela Chippo, Fernanda Lloveras, Alejandro Checcarelli. Alumnos de 5° año.
- Municipalidad de Rivadavia: Silvina Adarvez, Álbaro Roldán.

- Estudiantes de Licenciatura en Biología: Anabel Castro, Paula Gattoni, Franco Bressan, Marcelo Heredia, Sofía Torés.
- Vecinos: Gabriel Yudewitz, Gino Blarasín, Alejo Suarez, Matías Maraz, Francisco Maraz

REFERENCIAS

Cámara de Diputados. Gobierno de la Provincia de San Juan. (n.d.). *Digesto de la Provincia de San Juan*. Recuperado de https://digestosanjuan.gob.ar/home

Centro Ambiental Anchipurac. Secretaría de Estado de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Gobierno de la Provincia de San Juan. (n.d.). *Sitio oficial del Centro Ambiental Anchipurac*. Recuperado de https://www.anchipurac.com

Nextcloud. (n.d.). *Documentación Nextcloud*. Recuperado de https://nextcloud.com/

PostgreSQL Global Development Group. (n.d.). *Manuales de PostgreSQL/PostGIS*. Recuperado de https://www.postgresql.org/download/

QField. (n.d.). *Documentación plugin QField Sync*. Recuperado de https://qfield.org/docs/synchronise/qfieldsync.html

The Open Planning Project. (n.d.). *Manuales de GeoServer*. Recuperado de https://geoserver.org/

Cartografía de suelos de la provincia de Córdoba: avances y usos potenciales

Lautaro Faule[1], Mauro Lanfranco[1], Maximiliano Pérez[2] y Manuel Vicondo[1,3]

[1]Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Manfredi. Ruta Nacional N° 9 km 636, Manfredi, Córdoba. Tel.: 03572-493061.
faule.lautaro@inta.gob.ar, maurolanfranco14@gmail.com
[2]Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia de Córdoba. Avenida Figueroa Alcorta N° 234, Córdoba, Córdoba.Tel.: 0351-4342143.
ingagrmperez@gmail.com
[3]Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Avenida Ingeniero Agrónomo Félix Aldo Marrone N°746, Córdoba, Córdoba. Tel.: 0351-4334103.
vicondo.manuel@inta.gob.ar

Resumen: Desde la década del 60, el Plan Mapa de Suelos de Córdoba ha sido llevado a cabo por diversos programas del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en convenio con organismos provinciales. El objetivo del mismo es mostrar la distribución de los suelos en el territorio y dar a conocer sus aptitudes productivas y limitantes. Por ello, los mapas de suelos constituyen una herramienta fundamental para la toma de decisiones en la planificación del uso de las tierras rurales. Para su elaboración, se realizan observaciones de campo en ambientes separados por imágenes satelitales, de los cuales se toman muestras para determinar las características físico-químicas de los suelos en laboratorio. Si bien hasta el 2013, toda la región pampeana cordobesa contaba con dicha cartografía, los avances de la frontera agrícola en áreas extrapampeanas impulsaron la demanda de nueva información utilitaria de suelos. Es así que, desde el Centro Regional Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Córdoba y del Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia de Córdoba, se elaboraron nuevos mapas correspondientes a 5 millones de hectáreas, incluyendo actualizaciones en áreas degradadas por erosión y anegamiento. De este modo, la generación de conocimiento del recurso suelo de la provincia de Córdoba sigue avanzando con el objetivo de fomentar su uso racional y contribuir a su conservación.

Palabras Clave: relevamientos, mapas de suelo, acceso libre

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento del suelo, de su aptitud para el uso y del área que ocupa, es fundamental para planificar racionalmente su utilización. La finalidad de las cartas o mapas de suelos es, precisamente, divulgar conocimientos sobre las características y propiedades de los suelos de una región, mostrar su distribución geográfica, asignar a cada uno la correspondiente clasificación por su aptitud para el uso y dar a conocer recomendaciones de manejo.

Desde la década de 1960, el Plan Mapa de Suelos de Córdoba ha sido llevado a cabo por diversos programas del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en convenio con organismos provinciales, realizando la cartografía de suelos de la región pampeana a diferentes escalas. Al año 2013, alrededor del 60 % del territorio provincial contaba con cartografía detallada

y precisa, mientras que el resto presentaba una escala general de tipo esquemática. Sin embargo, los avances de la frontera agrícola en áreas extrapampeanas, sobre suelos con mayor riesgo de erosión, impulsaron la demanda de nueva información que permita realizar un manejo más adecuado. Es así que, desde el Centro Regional INTA Córdoba y el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia de Córdoba, se decide acelerar el proceso de relevamiento sumando a profesionales de la Universidad Nacional de Río Cuarto y de INTA de todo el país.
Por otra parte, se encaró un proceso de digitalización de todo el material cartográfico (anteriormente publicado en formato papel), para facilitar el acceso libre y gratuito a los usuarios y permitir maximizar su uso a través de Sistemas de Información Geográfica.

2. FINALIDADES Y ALCANCES

La cartografía de suelos está destinada principalmente al productor agropecuario con el propósito de ayudar a conocer mejor sus tierras, aumentando su nivel de aprovechamiento. Además, extensionistas y agrónomos pueden utilizarla en tareas de divulgación, asesoramiento y manejo de campos, como así también ingenieros civiles e hidráulicos en proyectos de construcción de caminos, edificios y demás obras para las cuales deben poseer datos sobre propiedades de los suelos. Otros grupos de usuarios que pueden explotar esta información son los relacionados con actividades inmobiliarias, la valuación de campos, la subdivisión de propiedades, organismos crediticios e instituciones de gobierno encargados de discutir, proponer o definir políticas impositivas o de emergencias para el sector. Finalmente, comprenden un insumo básico para la elaboración de mapas temáticos de productividad de tierras, áreas afectadas por salinidad u otras variables edáficas (Figura 1).

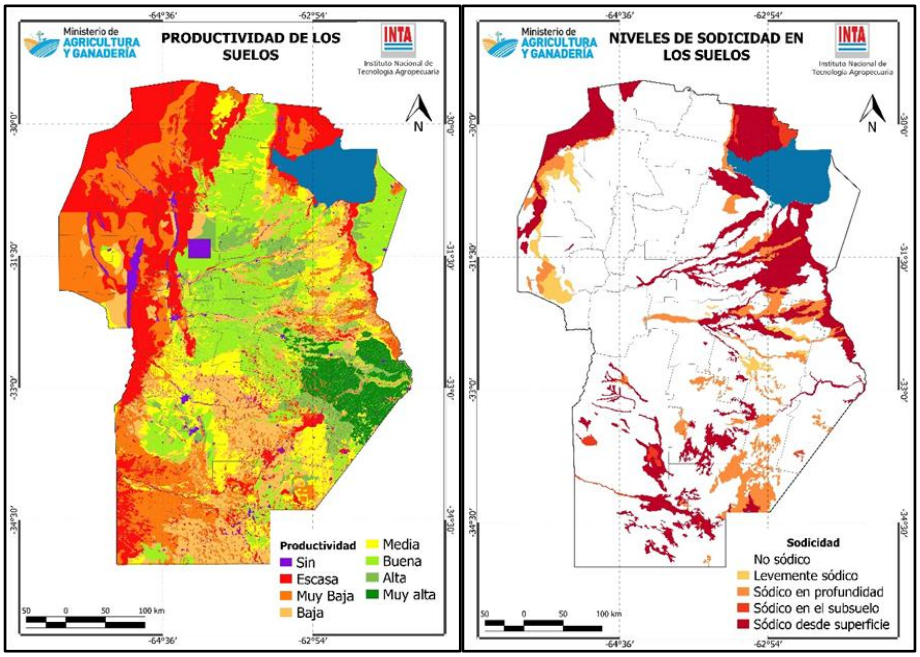


Figura 1. Mapas de productividad y sodicidad de los suelos derivados de las Cartas de Suelos

3. PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS CARTAS DE SUELOS

La elaboración de las Cartas de Suelos se realiza mediante procedimientos de campo, gabinete y

laboratorio que determinan las características de los suelos de un área, los clasifica de acuerdo a un sistema definido, traza sus límites en mapas y efectúa predicciones sobre su comportamiento, considerando los diferentes usos posibles y los efectos que el manejo corriente tiene sobre ellos.
La metodología utilizada incluye la fotointerpretación y los procedimientos de reconocimiento y caracterización de suelos en el campo, tal como se describen en Normas de Reconocimiento de Suelos (Etchevehere, 1976) basadas en el Soil Survey Manual (USDA,1999).
Los materiales básicos empleados son fotografías aéreas, imágenes satelitales, hojas geológicas del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), hojas topográficas del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y modelos digitales de elevaciones y superficie.
La precisión de los mapas de suelos está en función de la cantidad de chequeos realizados durante la etapa de relevamiento. De este modo, las escalas de mayor detalle presentan niveles de muestreo más intensos y descripciones de suelos más minuciosas, acordes al tipo e intensidad de explotación del suelo. Consecuentemente, áreas agrícolas demandan escalas más detalladas que las ganaderas extrapampeanas, y éstas más que áreas turísticas sin producción agropecuaria (Tabla 1).

Tabla 1. Escalas de relevamiento en la cartografía de suelos de la provincia de Córdoba

Escala de Relevamiento	**Unidad mínima mapeable (ha)**	**Finalidad**	**Intensidad de muestreo**
Reconocimiento (1:250.000 – 1:500.000)	650 a 2500	Planificación regional- provincial. Información esquemática	Muy bajo
Reconocimiento (1:100.000)	100	Planificación predial extensiva (Ganadería)	Bajo
Semidetalle (1:50.000)	25	Planificación predial extensiva (Agricultura)	Alto

4. AVANCES Y RESULTADOS

En el año 2015, a partir de la firma de un nuevo convenio entre el Centro Regional INTA Córdoba y el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la provincia de Córdoba, se retomaron las tareas de relevamiento con el fin de aumentar la superficie mapeada a escala de semidetalle en los departamentos General Roca, Río Cuarto y Santa María; y actualizar y publicar la cartografía inédita del área norte de la provincia de Córdoba.
Como resultado, se elaboraron mapas de suelos correspondientes a más de 5 millones de hectáreas, incluyendo la actualización de información en áreas afectadas por erosión hídrica y agotamiento de nutrientes. Actualmente, más del 90 % del territorio provincial cuenta con cartografía a escala apropiada para los usos de suelos predominantes (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen de avances en la información de suelos de la provincia de Córdoba

	Año 2015	Año 2022
Tipos de suelos identificados (series)	324	400
Ambientes de suelos definidos (unidades cartográficas)	1.078	1.199
Número de publicaciones (mapas más informes)	52	67
Formato de publicación	Papel y CD	Digital / Libre y gratuito
Superficie de la provincia de Córdoba (ha)	16.5 millones	
Superficie relevada con buen nivel de detalle (ha)	10,2 millones	15 millones
Superficie relevada con buen nivel de detalle (%)	61,8 %	90,9 %

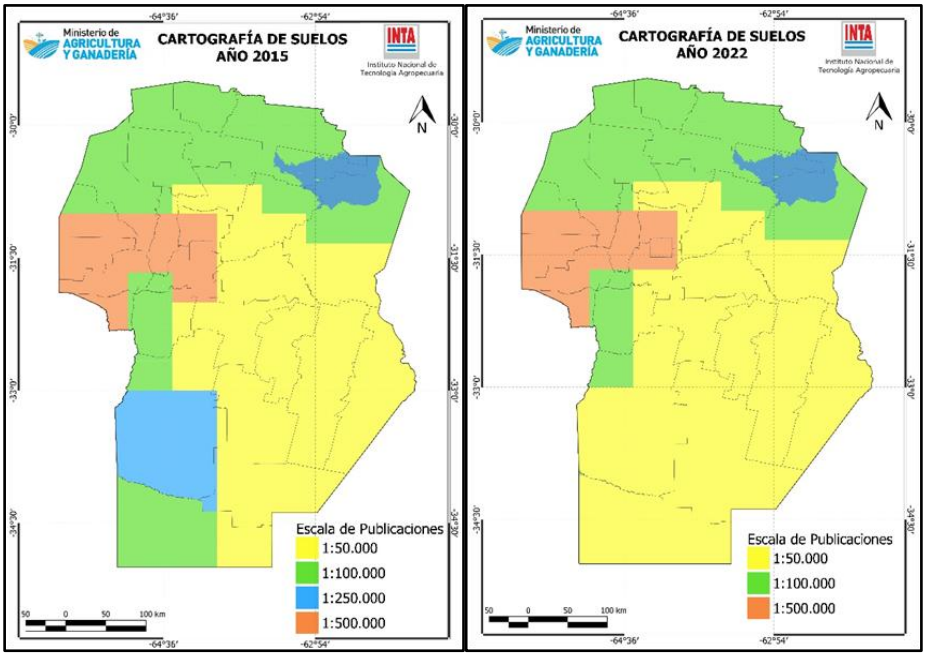


Figura 2. Comparación de las superficies cartografiadas a distintas escalas para la provincia de Córdoba del año 2015 a 2022. En amarillo se identifica la escala de semidetalle apta para planificación agrícola extensiva, mientras que el verde designa la información a escala de reconocimiento para planificación ganadera extensiva. En celeste y naranja se representan las áreas con escala esquemática con mayor y menor detalle respectivamente

Por otro lado, se digitalizó todo el inventario de suelos existente para facilitar su acceso libre y gratuito a través de páginas, tales como Suelos de Córdoba (suelos.cba.gov.ar/), GeoINTA (visor.geointa.inta.gob.ar/) y Mapas Córdoba (https://www.mapascordoba.gob.ar/).
Con la colaboración de la Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR), en agosto de 2019 las cartas fueron publicadas en un mapa continuo en el geoportal de Mapas Córdoba, donde todo el contenido está disponible como consulta dinámica (a través del Visor de Mapas), para ser consumido vía geoservicios *Web Map Service* (WMS) o *Web Feature Service* (WFS), y para descarga, en formatos SHP, KML y JSON. En el año 2021, con 22.559 visitas, se ubicó en el tercer mapa más consultado del geoportal.
Este suceso multiplicó el uso de la información de las cartas de suelos, la cual empezó a aplicarse en otros temas y en la elaboración de otros mapas del geoportal como el mapa de Materia Orgánica del Suelo, el de Valor de la Tierra Rural y el de Valor de Arrendamientos Rurales disponibles en Mapas Córdoba.

5. CONSIDERACIONES FINALES

Al día de la fecha el Plan Mapa de Suelos continúa operativo ejecutando tareas de relevamiento en áreas prioritarias en base a sus problemáticas ambientales, presión de uso de los suelos y recursos disponibles, sumando la participación estratégica de otras instituciones públicas y privadas como universidades y asociaciones de productores.
También, se brindan capacitaciones periódicas en el uso de estas plataformas digitales y charlas sobre los suelos de Córdoba. De este modo, se pretende seguir avanzando en la generación

sistemática y difusión de conocimientos del recurso suelo de la provincia de Córdoba que permitan planificar su uso de manera racional y contribuir a su conservación.

AGRADECIMIENTOS

A la Red de Información y Soporte Técnico "I051 – Red de Cartografía y Evaluación de Tierras", al Proyecto Disciplinario "I050-001 – Desarrollo y Gestión de la Información de Suelos" y al Proyecto Estructural "I052-001 – Desarrollo y Aplicación de tecnologías para el control de la erosión y degradación de suelos" del Programa Nacional "Recursos Naturales y Gestión Ambiental" del INTA.

A la Agencia de Extensión Rural INTA Río Cuarto.

A las Agencias de Extensión Rural INTA Huinca Renancó.

A la Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC).

A la Sociedad Rural de Río Cuarto.

REFERENCIAS

Angelini, M. *et al.* (2018). Sistema de información de suelos del INTA: presente y futuro. XXVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Tucumán. 4 p.

Etchevehere, P. (1976). Normas de reconocimiento de suelos. Publicación 152 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Castelar (2da. ed.). Buenos Aires, Argentina.

Faule, L.; Vicondo, M.; Pérez, M.; Porcel de Peralta, R.; Zamora, E. y Lanfranco, M. (2020). Cuidemos el suelo cordobés: Avances en la cartografía provincial. Nuestro Suelo octubre de 2020 #4. Revista de divulgación de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. ISSN 2618-5571.

Gorgas J. y Tassile, J.L. (Editores). 2003, 2006. Recursos Naturales de la provincia de Córdoba. Los Suelos. Escala 1:500.000. Agencia Córdoba DACYT-SEM, INTA.

Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba (2022). *Mapas Córdoba. Cartas de suelo*. Recuperado de https://mapascordoba.gob.ar/viewer/#/mapa/334.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina. (s.f.). Sistema de Información de Suelos del INTA (SISINTA). Recuperado el 12 de marzo de 2020 de http://sisinta.inta.gob.ar/

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina. (s.f.). GeoINTA. Recuperado el 12 de marzo de 2020 de http://visor.geointa.inta.gob.ar/

Kellogg, C. E. 1961. Soil interpretations in the soil survey. Soil Conservation Service. U.S.D.A.

Klingebiel AA & PH Montgomery. (1961). Land capability classification. Agricultural Handbook 210, Soil Conservation Service, U.S.D.A., Washington D.C. Pp 1-21. https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_052290.pdf.

Moretti, L. *et al.* (2020). Red de Reconocedores de Suelos. Actas del XXVII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Buenos Aires. ISBN 978-987-46870-3-6.

Nakama, V y R. E. Sobral. 1987. Índices de productividad. Método paramétrico para evaluación de tierras. Proyecto PNUD Arg. 85/019, Área Edafológica. INTA; CIRN, Castelar.

Resolución 218 de 1964 [Consejo Directivo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina]. Por la cual se establece el Plan Mapa de Suelos de la Región Pampeana. 1964.

Rodríguez D, GA Schulz, A Aleksa y LT Vuegen, (2019). Distribution and Classification of Soils. In: Rubio G., Lavado R., Pereyra F. (eds) The Soils of Argentina. World Soils Book Series. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-76853-3_5. ISBN: 978-3-319-76851-9. pp. 63-79.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Argentina. (1990). Atlas de Suelos de la República Argentina (Escala 1:500.000 y 1:1.000.000). Proyecto PNUD ARG/85/019, Buenos Aires. Tomo I: 731 pp, Tomo II: 677 pp.

United States Department of Agriculture (2014). Soil Survey Staff. Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.

Mapa de cobertura y usos del suelo urbano de la ciudad de Córdoba, utilizando datos geográficos e IDE y un modelo de clasificación Random Forest

Hernán Morales[1], Luz Fuentes[2], Ezequiel Pozzi[2], Steffi Giraudo[2], Leonardo Sandon[1], Virginia Monayar[3], Vania Caffaratti[2] y Rocío Cerino[2]

[1]Centro de Estudios Territoriales (CET), Facultad Ciencias Exactas Físicas y Naturales (FCEF) Universidad Nacional de Córdoba (UNC).
[2]Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR).
[3]Instituto de Investigación de Vivienda y Hábitat, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)- Universidad Nacional de Córdoba (UNC).
{hernan.morales, virginia.monayar}@unc.edu.ar; leomadvr@gmail.com
{MariaLuz.Fuentes, Ezequiel.PozziTay, Steffi.Giraudo, RocioMariel.Cerino, Vania.CaffarattiDonalisio}@cba.gov.ar

Resumen: Mapear la heterogeneidad que caracteriza la estructura espacial de una ciudad supone procesos largos y costosos, tanto de relevamiento como de múltiples procesos de clasificación de la información disponible. En este sentido, se considera que la creciente disponibilidad de datos abiertos, imágenes satelitales de alta resolución, software de código abierto y otros insumos de procesamiento, se convierten en herramientas potenciales para administrar y analizar la información sobre los espacios urbanos, así como vincularla con metodologías adecuadas a sus dinámicas de transformación. En este trabajo, se presenta la clasificación de la cobertura y usos de la tierra para el municipio de Córdoba, utilizando datos geográficos disponibles de forma local, en proyectos globales y en la IDE de la provincia de Córdoba. Las metodologías y procesos utilizados permiten la vinculación de diferentes bases de datos, así como su aplicación en modelos de clasificación automática basados en procedimientos de inteligencia artificial. Metodológicamente se utilizaron procesos de clasificación supervisada y el algoritmo de clasificación Random Forest para una unidad de mapeo a nivel de manzana. Se tiene como resultado una leyenda de once categorías entre urbanas, áreas de transición y rural, cuyo reconocimiento se considera de importancia hacia el ordenamiento y la gestión territorial.

Palabras Clave: Mapa de cobertura de la tierra urbana, Sistemas de Información Geográfica, Infraestructura de Datos Espaciales, Random Forest

1. LOS MAPAS DE COBERTURA Y USOS DE LA TIERRA URBANA, ENTRE LOS SIG Y LA IDE

Los espacios urbanos ocupan porciones relativamente pequeñas del territorio según sea la jurisdicción municipal, provincial o nacional, aunque es necesario destacar que, desde el año 2007, más de la mitad de la población habita en ciudades[1] ((Naciones Unidas, 2007). En este sentido, conocer y reconocer en estas estructuras urbanas sus formas de ocupación y usos del suelo, se considera clave hacia el ordenamiento y la gestión territorial; la sustentabilidad de los modelos de crecimiento y ocupación de la tierra; la localización de las diversas actividades que se realizan en las áreas urbanas; entre otras.

Sin embargo, los estudios de cobertura del suelo urbano, no se encuentran tan extendidos como los que se corresponden a las áreas rurales o periurbanas, donde, en caso de incluirlas, se clasifican de manera general.
En algunos de los antecedentes que interesa mencionar, se hace evidente que, dependiendo los casos abordan ciudades a nivel local, regional o mundial y diferentes niveles o categorías de clasificación.

1.1 Antecedentes internacionales a nivel global

- Corine (Copernicus)[2] que consiste en un inventario de cobertura del suelo en 44 clases para Europa, aunque luego se ha extendido a otros continentes. Utiliza una unidad mínima de mapeo de 25 ha. A nivel urbano, presenta en un nivel desagregado de leyenda: tejido urbano continuo / discontinuo; usos del suelo industrial, comercial y áreas de transporte; minería y sitios en construcción y verde urbano (no agrícola). (Copernicus Land Monitoring Service, 2018).
- OSM Land Use - Land Cover[3] es una cartografía de coberturas de suelo urbano desarrollado por Open Street Maps (OSM) en base a la información disponible, a partir de su plataforma colaborativa, en cada área en las que cuenta con datos. Dada las características de la base de datos, la desagregación sobre las representaciones y coberturas se presenta diferente según cada localidad. El producto es una aplicación WebGIS que permite explorar la base de datos de OpenStreetMap específicamente en términos de información sobre el uso y la cobertura del suelo. A nivel de leyenda identifica: tejido urbano; áreas industriales, comerciales o de transporte; parques; verde - urbano; canteras o sitios en construcción; suelo desnudo, cultivos, cuerpos de agua. (OpenStreetMap, 2021).

1.2 Antecedentes internacionales a nivel regional

- Urban Atlas (Copernicus)[4], relacionado al proyecto Corine, presenta la cobertura y usos del suelo urbanos para más de 300 Grandes Zonas Urbanas y sus alrededores. En su actualización 2018, presenta un nivel de leyenda desagregado de más de 25 clases: tejido urbano (continuo, discontinuo denso, discontinuo de media densidad, discontinuo de baja densidad, discontinuo de muy baja densidad y estructuras aisladas); Unidades industriales, comerciales, públicas, militares y privadas; Red vial (carreteras rápidas; otras carreteras); Transporte (ferrocarril; puertos; aeropuertos); Canteras; sitios en construcción; terrenos vacantes; áreas verdes urbanas; instalaciones deportivas; suelos cultivables (anuales, permanentes, mixtos, huertos); bosques; vegetación herbácea; suelo desnudo, humedales; agua. Este producto se destaca no sólo por la diversidad de las categorías sino también por su gran resolución, ya que la unidad mínima mapeable es de 2.500 m², con un tamaño de píxel de 10 metros. Además de imágenes satelitales utiliza otras fuentes complementarias como OSM y Google Earth. (Copernicus Land Monitoring Service, 2018).
- El Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE)[5], relacionado al proyecto Corine, forma parte del Plan Nacional de Observación del Territorio y cuenta con una base de datos de Ocupación del Suelo para toda España. Tiene entre sus objetivos la generación y actualización de la información de ocupación del suelo en España a fin de ser utilizadas principalmente por la administración pública para la toma de decisiones. Recoge, integra y sistematiza la información de las bases de datos de ocupación del suelo a escala 1:25.000. En relación a las áreas urbanas, las clasifica en: Casco, ensanche y discontinuo.

1.3 Antecedentes internacionales a nivel local

- SIOSE-Andalucía[6]. Este estudio que tiene como recorte espacial la región de Andalucía, España, al igual que otros analizados, se basa en estructuras y modelos del proyecto Corine y del SIOSE para caso español. Asimismo, interesa mencionar la agregación de variables diferentes a las espectrales o - de fotointerpretación (incluso datos parcelarios), lo que es considerado como un avance de las primeras aproximaciones realizadas desde los primeros mapas de cobertura en 1995. Se *identifican* 22 clases relativas a superficies edificadas e infraestructuras, divididas, en un segundo nivel, en cuatro principales: *Zonas urbanas* (incluye áreas residenciales y urbanizaciones agrícolas residenciales)*; zonas industriales, comerciales y de infraestructuras técnicas* (contempla complejos ferroviarios, portuarios, aeropuertos e infraestructura vial) *; zonas mineras, vertederos y áreas en construcción; y zonas verdes y espacios de ocio* (zonas verdes urbanas y equipamiento deportivo y recreativo). (Instituto Geográfico Nacional, 2015).

1.4 Antecedentes provinciales a nivel local

- Mapas de Coberturas y Uso del Suelo[7]. Desde el año 2017, IDECOR ha comenzado un proceso de exploración con el objetivo de conocer las características territoriales de la provincia de Córdoba tanto en el ámbito urbano como rural. Los mapas disponibles corresponden al período 2017/18 y existen dos versiones, un producto con una unidad mínima mapeable de 2,5 Has y un tamaño de píxel de 30 metros y una reprocesado que ha permitido obtener un mapa con una unidad mínima mapeable de 1 ha y un tamaño de píxel de 10 metros. Si bien los mapas alcanzan 21 categorías, solamente 4 corresponden a la cobertura urbana según nivel de compacidad del tejido urbano (alta, media, baja y muy baja o abierto). (IDECOR, 2018).
- Mapa de fragmentación urbana Nivel 2[8]. Si bien en este caso no se trata de un mapa de cobertura propiamente dicho, se considera un antecedente dado que corresponde a una clasificación de la estructura territorial a partir de una relación construido/no construido, que indica la fragmentación urbana a nivel predial. Este mapa presenta 5 categorías, cuatro de las cuales refieren a áreas urbanas o de interfase rural-urbana.
- Cobertura y Uso del Suelo - Periurbano Gran Córdoba 2019[9][Este producto desarrollado en conjunto por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich" (IG) y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) presenta un mapa que identifica 10 categorías, siendo una de ellas "*construcción*" que *se* relaciona con el uso urbano residencial, aunque en el estudio no se ha incluido el área urbana, sino únicamente el sector "periurbano". Es importante destacar que la clasificación se ha realizado a nivel de píxel con una resolución de 10 metros. (CONAE, 2019).
- Villa María - Usos del Suelo Periurbano[10]. Este producto corresponde a una elaboración diferente a los mencionados anteriormente, ya que es un trabajo específico realizado sobre una base de datos vectorial. Si bien se han realizado trabajos de fotointerpretación, en este caso, la determinación del uso se ha realizado mediante reconocimientos de campo. Ahora bien, el estudio se enfoca únicamente al espacio denominado "periurbano", y si bien se representan 18 categorías, no se realiza una clasificación de la estructura urbana siendo la unidad de análisis a nivel predial (variable en función del predio definido).

Los antecedentes mencionados manifiestan de forma clara la necesidad de un planteo multidimensional. Esta perspectiva supone la combinación de un enfoque funcional según el cual el uso del suelo se cartografía en función de la actividad que se desarrolle en él, siendo el uso, el derivado de ella y un enfoque formal que identifica el uso del suelo con la ocupación del mismo y el análisis se lleva a cabo a partir de determinadas características derivadas de su aspecto visual: el

tono, la textura, la densidad, la forma, el color (Bozano *et al.*, 2008) aunque prima la perspectiva formal.
Al referirse a las técnicas y metodologías apropiadas para la construcción de estos productos, Chuvieco Salinero (1985) señala que la teledetección solo puede ser utilizada para determinar las coberturas dado que no tendremos información sobre lo que en ellas se realiza, sin embargo, la posibilidad de vincular bases de datos con diferentes fuentes de información en modelos de aprendizaje automático, se consideran potenciales hacia una mejora en la determinación de las coberturas y usos de manera automática.
Otra lectura que surge de los antecedentes citados, es que las temáticas de las categorías o leyendas obtenidas son variadas, tales como zonas urbanas, zonas industriales, comerciales y de infraestructuras, zonas mineras, equipamientos, vertederos, áreas en construcción, terrenos vacantes, áreas verdes urbanas, instalaciones deportivas, suelos cultivables, entre otras. Es evidente que para lograr tales categorizaciones se han utilizado una gran cantidad de datos que no son producidos por un único organismo (es decir que hay varias fuentes de datos) por lo que la facilidad de acceso a la información de buena calidad se vuelve fundamental para la confección de un mapa de cobertura y uso de suelo.
Los datos necesarios podrían ser elaborados en parte de manera ad hoc, a los fines de llevar adelante un estudio específico, en un momento determinado y en una zona acotada; como por ejemplo los mencionados para el periurbano del Gran Córdoba y de Villa María. Ambos casos corresponden a estudios puntuales donde se han desarrollado datos utilizados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) de forma local.
Por otro lado, la puesta en marcha de productos tales como el SIOSE o el Urban Atlas requieren un aumento considerable en la diversidad de datos necesarios, el volumen de éstos, su origen y la sostenibilidad a través del tiempo. En estos casos el uso de SIG locales supone mayores costos y tiempos de mantenimiento. Por este motivo, se observa el uso de bases de datos de administración local; datos colaborativos, libres y abiertos; imágenes satelitales libres (o ad-hoc en caso de alta resolución); etc. Estos procesos dan cuenta de la necesidad y uso de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) que permita el acceso a datos de calidad de forma libre.
La disponibilidad de una IDE permite utilizar datos proporcionados por los organismos participantes, quienes son responsables de producirlos en función de sus áreas de estudio y aplicación. Por ejemplo, para el caso de la provincia de Córdoba, la Dirección Provincial de Vialidad (DPV) produce datos sobre la red vial; la Administración Provincia de Recursos Hídricos (APRHI), sobre canales, cursos de agua, embalses, entre otros; la Secretaría de Agricultura, referidos a áreas de cultivos y de la misma manera otras áreas u organismos. Esto posibilita no solo la disminución de los costos de desarrollo de datos, sino también facilita, entre otras potencialidades, los trabajos de campo.

Tomando en cuenta estos conceptos, el equipo de IDECOR ha comenzado a explorar los mapas de uso y cobertura de suelo urbano en un proyecto piloto aplicado sobre la ciudad de Córdoba, partiendo del estudio de antecedentes y variables territoriales ya utilizadas y/o desarrolladas por IDECOR para diferentes productos (fragmentación; cobertura de suelo; determinación del valor de la tierra, entre otros), así como el acceso libre a fuentes de datos provinciales disponibles.

2. METODOLOGÍA APLICADA EN EL CASO DE ESTUDIO

El objetivo de este proyecto es identificar la cobertura de la tierra, caracterizando los tipos de ocupación del suelo a partir de los materiales y/o tipos de cobertura que se verifican en la corteza terrestre en un momento concreto y para un espacio determinado. A los fines de reconocer la utilización del espacio referido a las actividades que en ellos se desarrollan, fue necesario

establecer algunas definiciones estratégicas que constituyen un punto de partida para la definición de categorías, selección de muestras y los procesos de clasificación supervisada.

2.1. Selección de fuentes de datos y unidad de análisis

Metodológicamente se exploraron y utilizaron métodos de aprendizaje automático utilizando diferentes fuentes de información: Bases catastrales; Bases de datos de administración local o provincial; Datos OpenStreetMaps (OSM) y Datos raster desarrollados ad hoc.

Además, se definió como unidad de mapeo la manzana, con una mediana de superficie de 0,73 hectáreas. En primera instancia se utilizó la capa de Manzanas de la Dirección General de Catastro (DGC), sin embargo, fue necesario acompañarla de otros datos complementarios, tales como la red vial de OSM que permitía identificar urbanizaciones en desarrollo y loteos informales que no estaban registrados dentro de la base de datos catastral. Asimismo, para simplificar geométricamente las manzanas de forma irregular y mantener un nivel aceptable de homogeneidad al interior de cada unidad de mapeo, fue necesario realizar operaciones en ámbito SIG de división de polígonos.

2.2. Definición de categorías o leyendas

A partir del estudio de antecedentes y variables territoriales analizadas y disponibles, se definieron las categorías o leyenda para el primer mapa de cobertura y usos del suelo para la ciudad de Córdoba (Tabla 1).

Las categorías seleccionadas abordan las características de ocupación del suelo urbano (continuo/discontinuo o en proceso de urbanización), los principales usos del suelo diferenciales (industrial y comercial de grandes superficies, equipamientos; áreas verdes, minería), las áreas de transición rural - urbana (uso hortícola o en proceso de transformación de rural a urbano) y se completan con infraestructura vial, agua y zona rural.

Aunque el término continuo/discontinuo, utilizado para identificar al tejido urbano, puede inferir una relación entre su estructura, grado de ocupación, red vial entre otros, en este mapa de cobertura aproxima cierto grado de densidad o compacidad en la ocupación del suelo; las estructuras resultantes (a nivel de manzana como unidad de mapeo) identifican las características del espacio ocupado principalmente por zonas edificadas (relación construido / no construido, fraccionamiento, vegetación, entre otras), con una dominante del uso residencial pero incluyendo otros usos (comerciales, industriales, recreativos, de servicios, entre otros) no individualizables por su tamaño en relación a otras clases y usos.

Por su parte, otras categorías igualmente urbanas refieren particularmente al uso dominante en la manzana como unidad de mapeo, como puede ser el industrial o comercial de grandes superficies o los equipamientos. Si bien en estos casos, las características de ocupación del suelo pueden ser similares, difieren en el fraccionamiento, entre otras de las variables consideradas.

2.3. Construcción de variables

Las categorías descriptas y la disponibilidad de datos y fuentes estudiadas permitieron considerar el desarrollo de las variables territoriales (Tabla 2) que fueron utilizadas para la modelización del mapa de cobertura y usos del suelo urbano de la ciudad de Córdoba. Las variables se pueden clasificar en tres tipos:

Fraccionamiento y ocupación del suelo: en este grupo las variables se definen a partir del cálculo de cantidad y porcentaje de superficie de parcelas urbanas, tanto ocupadas como baldías. Asimismo, se consideran tamaños de lote y cantidad de cuentas tributarias en un lote. Todos estos datos tienen fuente en la base catastral y permiten conocer la intensidad del fraccionamiento de la tierra y aproximar el uso, la densidad edilicia y la consolidación urbana.

Accesibilidad y conectividad: la densidad vial, así como las categorías de dichas vías, son un indicativo de las relaciones existentes entre el transporte y el uso del suelo. Las vías son además unos de los primeros elementos que aparecen en las áreas en transformación de rural a urbana. Las

variables relativas a la red vial, tiene base en OSM y presentan una mayor actualización respecto, por ejemplo, de la base catastral. Los datos fueron procesados para obtener imágenes de densidad de la red vial, ponderando las diferentes tipologías de calles con el objetivo de lograr una mejor caracterización de la variedad de las coberturas y usos del suelo en el área de estudio.
Cobertura y usos de la tierra: las variables seleccionadas dentro de este tipo, se basan particularmente en la relación entre superficie construida y no construida que evidencia la intensidad en el uso de la tierra, así como procesos de transformación del espacio rural a urbano o en procesos de urbanización en ejecución o potencial.

Tabla 1: Categorías o leyenda de mapeo

1	Urbano continuo	Alto grado de cobertura/ocupación del suelo con edificación, independientemente de las tipologías (aisladas o en edificios en altura, centros o periferia). Predomina el uso residencial, aunque puede incluir otros usos.
2	Urbano discontinuo	Medio o Medio/alto grado de cobertura de suelo selladas/ocupadas que incluyen áreas no lineales de vegetación y suelo desnudo. Mayores superficies libres de edificación y / o con vegetación: jardines, parques, áreas plantadas y áreas públicas no pavimentadas. Predomina el uso residencial, independientemente del tipo de vivienda, centro o periferia, aunque es posible que se encuentre una mayor mixtura de usos del suelo, que puede incluir estructuras urbanas aisladas como espacios residenciales y/o turísticos de baja densidad en entornos rurales.
3	En proceso de urbanización	La cobertura de suelo está caracterizada por terrenos en proceso de urbanización media baja o baja incidencia de superficie edificada (impermeabilizada). Se trata de áreas con urbanización incipiente; potencial de urbanización o en procesos de transformación rural-urbano. No incluye áreas verdes recreativas.
4	Transición rural-urbana hortícola o agricultura intensiva.	La cobertura de suelo está caracterizada por una muy baja incidencia de superficie edificada (impermeabilizada). Predominan áreas de tierra cultivada o cultivable, sobre todo huertos o cultivos intensivos. No incluye áreas verdes recreativas.
5	Áreas verdes recreativas	Zonas verdes urbanas con predominio de cobertura de vegetación. Se incluyen áreas con usos recreativos como parques, plazas, bordes de cursos de agua, así como reservas naturales, reservas militares, bosques, etc.
6	Equipamientos urbanos	Estructuras edificadas públicas o privadas destinadas a prestación de servicios necesarios para el funcionamiento de la ciudad (Educativos, salud, transporte, administrativo, recreativos, transporte, entre otros) se incluye en esta categoría equipamientos deportivos (canchas de golf; estadios de fútbol, etc.) y vertederos sanitarios. El uso del suelo está relacionado con usos colectivos o institucionales. En cuanto a cobertura del suelo se puede distinguir del tejido urbano residencial por mayores superficies edificadas en relación al tamaño de la parcela.
7	Industrial / comercial / uso no residencial	Usos predominantemente industriales, comerciales, militares y otras grandes superficies edificadas. Puede incluir elementos asociados más grandes que la unidad mapeable.
8	Minería y extracción de áridos	Zonas mineras y de extracción de áridos. Se pueden identificar en esta categoría también cortaderos de ladrillos y grandes sitios en construcción.
9	Infraestructura vial	Infraestructura de conexión y acceso como: calles y caminos incluso rotondas, avenidas, autopistas y otras superficies identificadas con cobertura de carretera y terrenos asociados como àreas de estacionamiento, remanentes verdes o banquinas, dársenas solo accesibles desde la autopista; líneas férreas y sus terrenos asociados, áreas de maniobras, y espacio circundante.

10	Agua	Zonas húmedas y superficies con cobertura de agua: Ríos y cauces naturales; arroyos, canales de riego, lagos, lagunas, diques y otros.
11	Rural	Predominan áreas de tierra destinadas al uso agropecuario u otras coberturas naturales. La edificación se encuentra aislada y dispersa, como anexa a los usos rurales.

Tabla 2: Variables territoriales seleccionadas y utilizadas, en función de la disponibilidad, tipo de dato y fuente

N°	Variables	Descripción de la variable	Fuente	Tipo
1	perc_baldiom	cantidad de m2 baldíos respecto a la superficie total de parcelas en el entorno de 500 m	DGC	Catastrales
2	n_cuentas	cantidad de cuentas totales en el entorno de 500 m	DGC	
3	perc_edificado	expresa la intensidad en la ocupación del suelo (m2 edificados/ m2 parcela) en el entorno de 500 m	DGC	
4	prom_lote	superficie promedio de las parcelas en entorno de 500 m. Intensidad de fraccionamiento (m2 parcelas / total parcelas)	DGC	
5	n_parcela	Cantidad de parcelas en entorno de 500 m	DGC	
6	n_parcelas_n_cuentas	cantidad de parcelas/cantidad cuentas en entorno de 500 m	DGC	
7	perc_baldiom_mz	cantidad de m2 baldíos respecto a la superficie total de parcelas en la manzana	DGC	
8	n_cuentas_mz	cantidad de cuentas totales en la manzana	DGC	
9	perc_edificado_mz	expresa la intensidad en la ocupación del suelo (m2 edificados/ m2 parcela) en la manzana	DGC	
10	prom_lote_mz	superficie promedio de las parcelas en la manzana. Intensidad de fraccionamiento (m2 parcelas / total parcelas)	DGC	
11	osm_construido	Diferencia normalizada entre densidad de construido y densidad de red vial en un entorno de 500m.	ad hoc	Infraestr. vial / estructura urbana
12	dens_rvial_otras	promedio de densidad de red vial no incluidas en las otras categorías OSM, en un entorno de 500 m.	OSM	
13	osm_res1_prim3_ter3	Promedio de densidad de red vial ponderado de las categorías residenciales, primarias y terciarias.	OSM	
14	sup_constr_entorno	Promedio de construcción en un entorno de 500m (clasificación Sentinel 2A) - 2021.	ad hoc	Cobertura impermeable y/o construida
15	sup_const_mz	Promedio de construcción por manzana. (clasificación Sentinel 2A) - 2021		
16	sup_constr_entorno_stdev	Desvío estándar del promedio de construcción en un entorno de 500m (clasificación Sentinel 2A) - 2021.		

17	sup_const_mz_stdev	Desvío estándar del promedio de construcción por manzana. (clasificación Sentinel 2A) - 2021		
18	log_IIBB	Mapa de calor por ubicación de Ingresos Brutos. A los valores resultantes se le aplicó el logaritmo en base 10 para reducir el rango de los valores. Se calculó el promedio a nivel de manzana.	IIBB	Comerciales

Se utilizó la clasificación de construido/no construido, disponible en el geoportal de la IDE provincial para descarga como parte de los mapas de Fragmentación Urbana (citados anteriormente) y se realizaron actualizaciones y mejoras, utilizando fuentes satelitales de mediana resolución (imágenes Sentinel 2), calculando el índice ENDISI (Enhanced Normalized Difference Impervious Surfaces Index) (Chen *et al.*, 2019) y realizando un ajuste metodológico para mejorar el producto en las zonas donde predominan los techos cubiertos de tejas a través del índice Color Invariant (Ghandour *et al.*, 2018)

Otros datos, tales como la ubicación de comercios obtenida mediante un proceso de geocodificación sobre una base de datos de contribuyentes de Ingresos Brutos (IIBB) fueron trabajados con datos oficiales de forma específica para este caso de estudio.

Adicionalmente, se han considerado otros datos que refieren principalmente a usos de suelo (industrial; comercial; espacios verdes recreativos y equipamiento), que, con base en diversas fuentes de datos (Catastro provincial, gobiernos locales, Ministerio de Industria, OSM), completan la estructura urbana. Estos datos no se trabajaron como variables incluídas dentro del modelado, sino que se utilizaron como máscaras para ajustar los resultados de la clasificación con parametrizaciones que consideran usos específicos que tienen un comportamiento similar en relación a las variables seleccionadas y los datos disponibles en su conjunto.

3. MÉTODO DE CLASIFICACIÓN PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS COBERTURAS DE LA TIERRA EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA

En el presente trabajo se definieron para la ciudad de Córdoba 22.983 polígonos (manzanas) a partir de las fuentes y procesos ya comentados. A fin de realizar la clasificación automática de las coberturas en función de las categorías previamente definidas, se realizó una clasificación supervisada a partir de una muestra representativa de algunas de categorías previamente definidas (Urbano continuo/discontinuo; en proceso de urbanización; transición rural urbana con agricultura intensiva y rural con agricultura extensiva).

Tomando como unidad de muestreo la manzana, se clasificaron un total de 273, sobre el total de manzanas que componen la ciudad de Córdoba. La selección fue realizada por el equipo de expertos vinculados a la prueba piloto, identificando 56 y 55 muestras para las tipologías urbana continua y discontinua respectivamente y 30 para la clase rural. Las clases de transición requirieron un número mayor de muestras dado las mayores dificultades de clasificación en estas áreas (67 urbanizaciones en proceso y 65 hortícolas).

El proceso de clasificación se realizó utilizando el algoritmo Random Forest (RF). Este algoritmo fue introducido en las herramientas de aprendizaje automático por Breiman (2001) y es una generalización de los árboles de clasificación y regresión (CART), una metodología anidada y no lineal.

Si bien, CART suele ser una excelente herramienta para efectuar clasificaciones dentro de una muestra, se pueden observar falencias para predecir información fuera de ella, fruto de un sobreajuste derivando en errores de elevada varianza (Carranza *et al.*, 2019; Cerino *et al.*, 2021). Para solucionar estos problemas, el algoritmo RF ensambla múltiples árboles, donde cada CART entrena una muestra generada por la técnica de remuestreo “bagging” (Breiman, 1996). Esta

técnica consiste en tomar muestras de igual tamaño, aleatorias y con reposición del conjunto original de datos generando set de datos independientes entre sí para el entrenamiento (Hastie, *et al.* 2009). De esta manera, se combinan los árboles de clasificación para formar un "bosque". A la hora de predecir la clasificación para una unidad determinada, el resultado final se obtiene tomando la moda de la totalidad de las predicciones de los árboles generados. De esta forma, se mitiga la varianza y el sobreajuste, obteniendo mejores resultados.
La evaluación de la capacidad predictiva del modelo se realizó mediante un proceso de validación cruzada que implicó subdividir la muestra en 10 grupos, separar uno de ellos, entrenar el algoritmo utilizando los datos de los 9 grupos restantes y medir su capacidad predictiva en el grupo extraído. El procedimiento continúa de manera iterativa hasta que cada uno de los 10 grupos fue evaluado fuera de la muestra. De esta manera se puede obtener una medida de error robusta, sin sobreajuste (overfitting). El nivel del error del conjunto de datos se calcula mediante la expresión:
Error = 1-accuracy
Donde accuracy identifica aquellas observaciones que fueron correctamente clasificadas y las divide por el total. Es decir, el cálculo del error se corresponde con todas observaciones que fueron mal clasificadas, dividido el total de datos con los que se cuentan. Particularmente, para este caso el error fue 0,14.
En la Tabla 3 se muestra un resumen de las métricas de clasificación. La medida "recall" indica la probabilidad de que una muestra sea correctamente clasificada para una clase dada. La precisión es, en cambio, la probabilidad de que, dado el resultado de la clasificación de una observación, la misma pertenezca efectivamente a esa clase. Finalmente, el indicador F1 combina tanto precisión como recall en un solo valor.

Tabla 3: Métricas por clase

Clase	Precisión	Recall	F1
1 - Urbano continuo	1,00	0,96	0,98
2 - Urbano discontinuo	0,87	0,98	0,92
3 - En proceso de urbanización	0,90	0,88	0,89
4 - Transición rural-urbana	0,84	0,91	0,87
11 - Rural	0,73	0,53	0,61

4. RESULTADOS

La posibilidad de contar con datos en formato SIG y otros compatibles como así también la cobertura temática de la IDE provincial, permitió arribar a resultados satisfactorios en cuanto a la clasificación automática de la cobertura de la tierra urbana para la ciudad de Córdoba contemplando variables no solo de cobertura, sino también catastrales, de usos y actividades provenientes de diversas fuentes de datos y modelos de aprendizaje automático para la predicción de las categorías definidas.
Se clasificaron 22.983 polígonos (manzanas) en 11 categorías, siendo las clases correspondientes a las coberturas urbanas más consolidadas (continuo/discontinuo) las que presentan mayor cantidad de casos. Por su parte, si bien las coberturas correspondientes al área rural o a sectores de borde urbano-rural con características de agricultura intensiva, se identifican en menor cantidad de manzanas, ocupan mayores superficies, lo que se considera coherente en función del fraccionamiento y las actividades que se realizan en ellas (Figura 1).

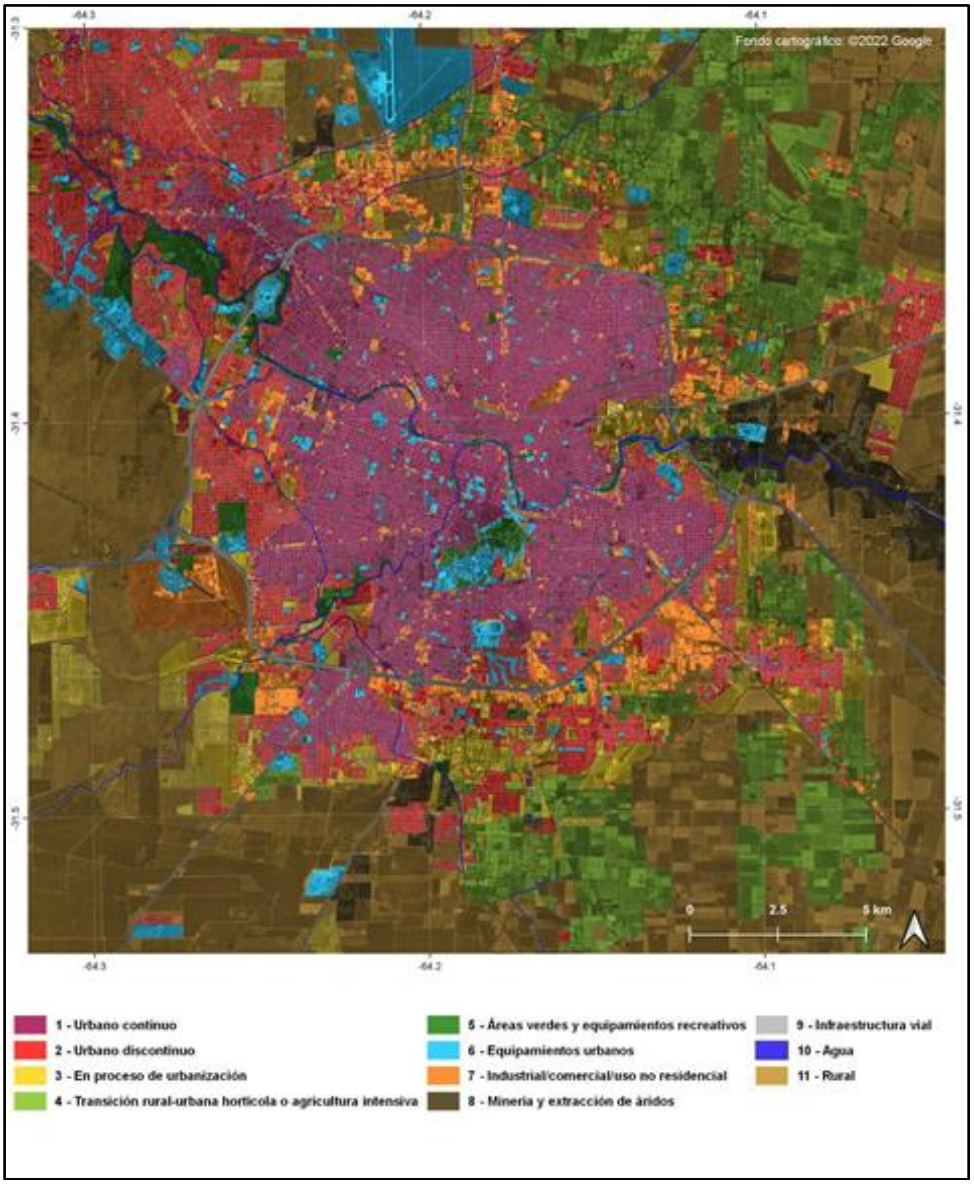


Figura 1. Mapa de cobertura y usos del suelo urbano para la ciudad de Córdoba

El resultado observa una precisión significativa en la determinación de las diferentes coberturas del suelo y evidencia una estructura urbana acorde a los procesos y dinámicas de la ciudad de Córdoba, con una mayor compacidad de la cobertura edificada en áreas centrales y pericentrales y dispersión paulatina en la periferia hacia la zona rural o del cinturón verde según los sectores (Figura 2).

La disposición y localización de otros usos como el industrial o minería, así como de los equipamientos y verde recreativo, se encuentran en relación a aquellos predominantemente residenciales.
También dentro de las coberturas urbanas se identifican sectores que, a pesar de no presentar actualmente edificación, se consideran potenciales de urbanización o de transformación rural-urbana según la localización y el entorno; así como otros cuya ocupación informal o subregistradas dificulta su clasificación a partir de variables catastrales (Figura 3).

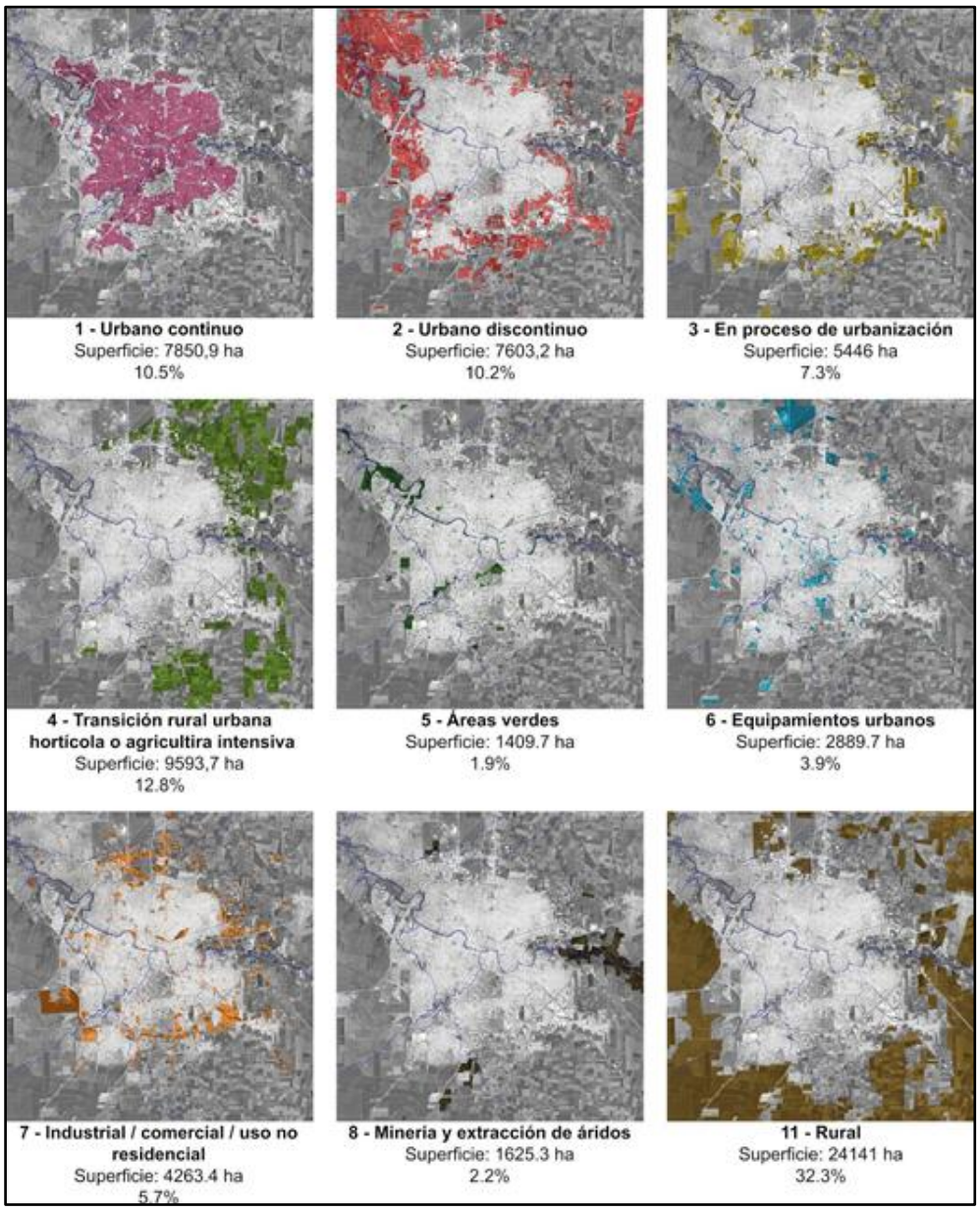


Figura 2. Relación de localización y superficie ocupada según las categorías más significativas

En este contexto, es necesario advertir que las clasificaciones automáticas presentan mayores dificultades ante la desactualización o registro de algunas variables catastrales (Ej.: loteos nuevos y/o informales), o de entorno (bordes urbanos, colindancia con grandes superficies abiertas como parques, equipamientos e industriales), por lo que la utilización de diferentes fuentes y tipos de variables resulta complementaria hacia un resultado superador.
En aquellos casos en los que la ocupación con otro tipo de cobertura o usos se hacía evidentemente errónea respecto del resultado de clasificación, se procedió a la corrección manual. Estas modificaciones representan el 6,6 % del total de polígonos clasificados de manera automática.



Figura 3. Muestra representativa de un sector de la ciudad donde se evidencian las coberturas a partir de la imagen y la clasificación obtenida mediante el procedimiento realizado

5. CONSIDERACIONES FINALES

El desarrollo de los SIG y sus funciones, así como su potencialidad para la interrelación de variables territoriales en diferentes formatos (raster / vectorial) permite aplicar funciones para analizar el comportamiento de forma espacial y sus características de ocupación y usos de la tierra.
Los datos y procesos utilizados en el presente estudio, dan cuenta de la necesidad de combinar datos de imágenes satelitales, catastrales y otros relativos a los usos y actividades en el espacio; de modo que la construcción y disponibilidad de bases de datos de calidad elaboradas por organismos idóneos y competentes de las diferentes áreas y temáticas que componen el territorio, son claves para una aproximación acertada de la configuración del mismo.
Si bien es posible realizar estudios utilizando únicamente SIG locales, junto con la generación de contenidos de forma específica, si se considera el panorama actual que requiere no sólo un análisis estático, sino también un estudio de la evolución a través del tiempo; la conformación de una IDE que brinde acceso a toda la información territorial disponible es una herramienta fundamental para obtener estos estudios de una manera sostenible, aplicados sobre todo el territorio provincial o nacional (según sea el caso) de forma sistemática y continua.
La posibilidad de obtener un mapa de cobertura de la tierra urbana de manera automática a partir de los procedimientos descritos, posibilita el monitoreo temporal, construyendo series

cronológicos del uso de suelo, de modo que es posible evaluar los cambios mediante un conjunto de variables explicativas (Melgarejo *et al.*, 2007; Paegelow, Camacho y Menor, 2003).
Estos análisis retrospectivos permiten a posterior ejecutar ejercicios de modelización prospectiva, estableciendo posibles escenarios de ocupación a los fines de aplicar políticas para un desarrollo y una gestión eficiente del territorio.

NOTAS

[1] Según el Banco Mundial, no solo que a partir de 2007 la población urbana ha superado el 50%, sino que sigue creciendo https://data.worldbank.org/indicator/sp.urb.totl.in.zs.

[2] El sitio oficial es https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover

[3] El producto se encuentra disponible en https://osmlanduse.org/

[4] Para mayor información el sitio oficial es https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas

[5] El sitio oficial puede consultarse en https://www.siose.es/

[6] Para visitar el sitio oficial se debe acceder a: https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/portal/landing-page-mapa/-/asset_publisher/wO880PprC6q7/content/mapa-de-ocupaci-c3-b3n-del-suelo-en-andaluc-c3-ada.-siose-andaluc-c3-ada/20151

[7] Estos mapas se encuentran disponibles en el portal de IDECOR denominado Mapas Córdoba (www.mapascordoba.gob.ar)

[8] Este producto se encuentra disponible en Mapas Córdoba (www.mapascordoba.gob.ar) y el enlace directo al mapa es https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/31/view

[9] El acceso a este producto puede realizarse mediante Mapas Córdoba (www.mapascordoba.gob.ar) siendo el enlace directo https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/314/view; mientras que el detalle técnico puede consultarse en el repositorio de documentos de CONAE mediante el link https://documentoside.conae.gov.ar/public/docs/prd/sen2a/msi/mcup/20200728_GVT_SSU_SSU_MP_v01_001-MCUP-Cordoba.pdf

[10] El acceso a este producto puede realizarse mediante Mapas Córdoba (www.mapascordoba.gob.ar) siendo el enlace directo https://gn-idecor.mapascordoba.gob.ar/maps/335/view

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bozzano, H.; Carut, C.; Barbetti, C.; Cirio, G. & Arrivillaga, N. (2008). Usos del suelo y lugares: Criterios teórico-metodológicos. Aplicación a un caso en Guatemala Revista Universitaria de Geografía, vol. 17, pp. 189-231 Universidad Nacional del Sur Bahía Blanca, Argentina.

Breiman, L. (1996). Bagging predictors. Machine learning, 24(2), 123-140.

Breiman, L. (2001). Random forests. Machine learning, 45(1), 5-32.

Carranza, J. P., Piumetto, M. A., Salomon, M. J., Monzani, F., Montenegro, M. G., & Córdoba, M. (2019). Valuación masiva de la tierra urbana mediante inteligencia artificial: El caso de la ciudad de San Francisco, Córdoba, Argentina.

Cerino, R. M., Carranza, J. P., Piumetto, M. A., Bullano, M. E., Caffaratti Donalisio, V., & Monzani, F. (2021). Propuesta metodológica para la valuación masiva del suelo urbano: Aplicación espacial del algoritmo Quantile Regression Forest. Vivienda Y Ciudad, (8), 261–274. Recuperado a partir de

https://revistas.unc.edu.ar/index.php/ReViyCi/article/view/35166
Chen, J.; Yang, K.; Chen, S.; Yang, C.; Zhang, S. & He, L. (2019). Enhanced normalized difference index for impervious surface area estimation at the plateau basin scale, Journal of Applied Remote Sensing, Vol. 13 Issue 01, p. 1.
Chuvieco Salinero, E. (1985) Anales de Geografía de la Universidad Complutense, atén. 5. Ed. Univ. Complutense.
Copernicus Land Monitoring Service. (2018). CORINE Land Cover 2018 [Dataset]. https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover
Copernicus Land Monitoring Service. (2018). Urban Atlas 2018 [Dataset]. https://land.copernicus.eu/en/products/urban-atlas
CONAE. (2019). Cobertura y Uso del Suelo - Periurbano Gran Córdoba 2019. https://www.conae.gov.ar
Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. H., & Friedman, J. H. (2009). The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction (Vol. 2, pp. 1-758). New York: springer.
IDECOR. (2018). Mapas de Coberturas y Uso del Suelo [Dataset]. https://www.idecor.gob.ar/mapas-de-coberturas-y-uso-del-suelo/
Instituto Geográfico Nacional. (2015). Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE) [Base de datos]. https://www.ign.es/web/ign/portal/sioseGhandour, A.J. & Jezzini, A.A. (2018). Autonomous Building Detection Using Edge Properties and Image Color Invariants. Buildings 2018, 8, 65. https://doi.org/10.3390/buildings8050065
Molero Melgarejo, E., Grindlay Moreno, A. L. & Asensio Rodríguez, J. J. (2007): Escenarios de aptitud y modelización cartográfica del crecimiento urbano mediante técnicas de evaluación multicriterio", GeoFocus (Artículos), nº 7, p. 120- 147. ISSN: 1578-5157
Naciones Unidas. (2007). *Informe Mundial de Población Urbana*. https://un.org/es
OpenStreetMap. (2021). OSM Land Use - Land Cover [Mapa en línea]. https://www.openstreetmap.org
Paegelow, M., Camacho Olmedo, M. T. y Menor Toribio, J. (2003). Cadenas de Markov, evaluación multicriterio y evaluación multiobjetivo para la modelización prospectiva del paisaje, GeoFocus (Artículos), nº 3, 2003, p. 22-44. ISSN: 1578-5157

Mosaico Satelital 3D con software libre

Manuel Esteban Herrera

Infraestructura de Datos Espaciales Catamarca (IDECAT). Avenida Colón 960, San Fernando del Valle de Catamarca (4700), Catamarca. Tel.: 03834 745724
agrim.herrera@gmail.com, idecat@catamarca.gob.ar

Resumen: En la actualidad tenemos a nuestro alcance ingentes cantidades de información geoespacial. Por ejemplo, están disponibles repositorios con miles de imágenes satelitales. Otra ventaja de la época actual es la existencia de software libre. Programas como QGIS y Blender, son la puerta de entrada al mundo de los SIG y de la animación digital, respectivamente, para gran parte de la comunidad de las geociencias, acceso que de otro modo estaría vedado, teniendo en cuenta el alto costo de los software con licencias comerciales. Haciendo uso de los recursos mencionados en los párrafos precedentes, es que se pueden crear mapas, imágenes y mosaicos satelitales tridimensionales, agregando la tercera dimensión a nuestras representaciones, generando productos de valor agregado. El objetivo específico de este trabajo fue generar el render de un mosaico satelital 3D.

Palabras Clave: QGIS, Blender, render, DEM, raster

1. INTRODUCCIÓN

Esta nueva era digital ha calado hondo en todas las ramas de las ciencias, y la cartografía no es la excepción. Los SIG y las IDE son prueba de los avances alcanzados en los últimos tiempos en la ciencia cartográfica. Hemos pasado de la cartografía en papel (analógica) a la digital, sin embargo, seguimos trabajando con representaciones bidimensionales del espacio geográfico, incluso cuando se trata de representar el relieve, como es el caso de las curvas de nivel; representación que muchas veces es difícil de interpretar para un neófito o alguien poco avezado en el manejo de información geoespacial.

Por otra parte, con el advenimiento de los avances en computación, actualmente contamos con ordenadores sumamente potentes, lo que permite que cualquier persona con un computador dotado de modestas prestaciones, pueda crear representaciones y animaciones tridimensionales que antes sólo estaban al alcance de instituciones especializadas en la temática que contaban con el equipamiento y software específicos.

El contexto tecnológico descripto precedentemente brinda un amplio abanico de posibilidades para representar cualquier sector de la superficie terrestre que sea de nuestro interés.

En este trabajo en particular se trabajó con la provincia de Catamarca, la cual se encuentra ubicada en el Noroeste de la República Argentina. El 80 % del territorio catamarqueño corresponde a relieve montañoso. Por tal motivo, se consideró que la mejor manera de apreciar la magnificencia de la orografía era a través de un mosaico satelital 3D con un efecto fotorrealista.

2. METODOLOGÍA

2.1 Búsqueda de datos

En la actualidad existen diversas plataformas para descargar imágenes satelitales gratuitas. Una de las más conocidas es Earth Explorer del Servicio Geológico de los Estados Unidos, cuyo acrónimo en inglés es USGS (Figura 1).



Figura 1. Sitio web del Earth Explorer del USGS

En este proyecto se optó por trabajar con el mosaico satelital de la provincia de Catamarca, elaborado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN), que se descargó de la página web del organismo (Figura 2).



Figura 2. Sitio web para descarga de mosaicos satelitales provinciales del IGN

El empleo de este producto presenta numerosas ventajas: El archivo raster abarca toda el área de interés, ausencia de nubes y proyección Gauss Krüger Faja 3 (coordenadas planas).

Además de una imagen satelital georreferenciada, se necesita un modelo digital de elevación (DEM), elemento que proveerá el dato de elevación que necesitamos para crear nuestro modelo 3D. Al igual que sucede con las imágenes satelitales, existen numerosas opciones en esta temática. Sin embargo, por una cuestión de optimización de los recursos informáticos, se utilizó el DEM SRTM con una resolución de 90 m, ya que el archivo es mucho más pequeño. El mismo se descargó de la página del CGIAR CSI, un consorcio referido a la información espacial (Figura 3).



Figura 3. Sitio web del CGIAR CSI para la descarga del DEM SRTM

Por último, se descargó la capa de los límites provinciales (polígonos) en formato shape desde la página del IGN (Figura 4).

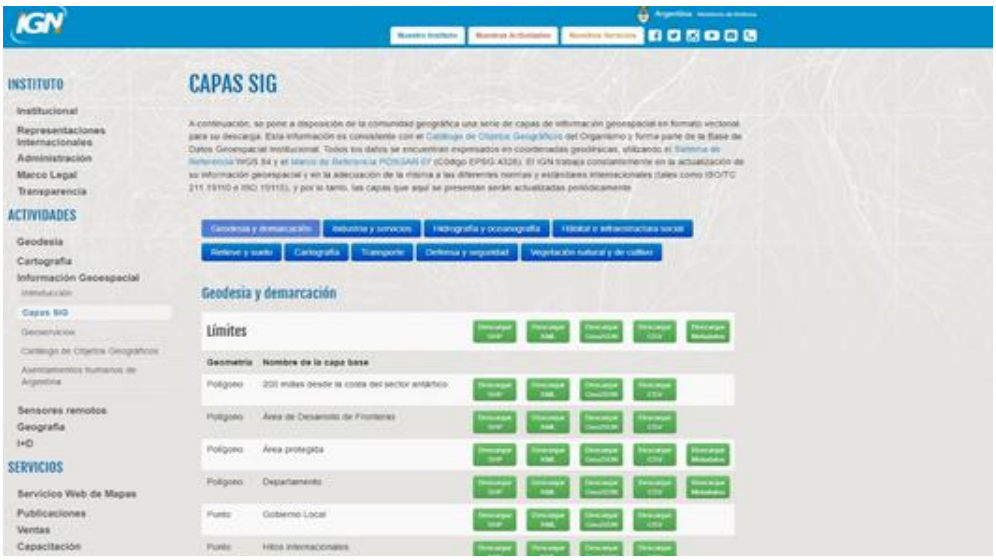


Figura 4. Sitio web del IGN para la descarga de las capas SIG

2,2 Preparación de los datos en qgis

Luego de obtener toda la información necesaria, se debe adecuar la misma para la elaboración del modelo 3D. En este caso fue necesario recortar el DEM con el polígono de los límites de la provincia de Catamarca (Figura 5). Es importante aclarar que, si el DEM se encuentra en coordenadas geográficas, se debe reproyectar a algún sistema de coordenadas proyectadas (planas), como por ejemplo el sistema de proyección Gauss-Krüger, ya que el software Blender solo reconoce este tipo de coordenadas.

En el caso particular de la provincia de Catamarca se adoptó la Faja 3, que es la que abarca la mayor parte del territorio.

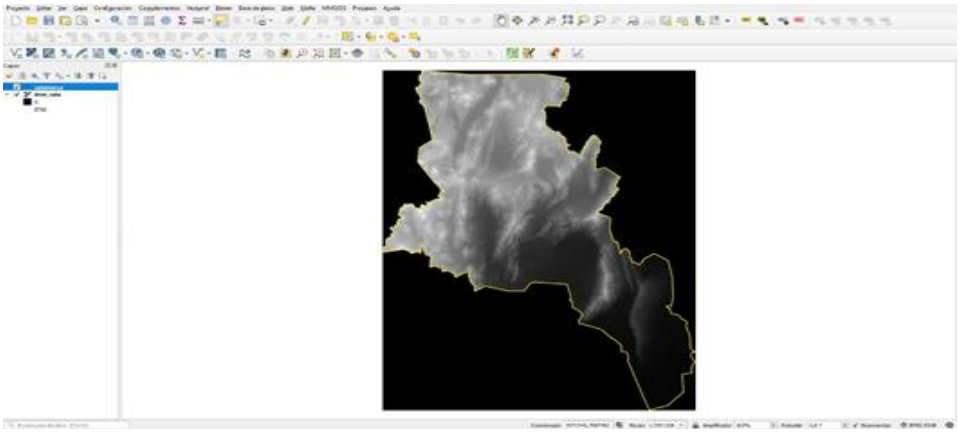


Figura 5. Recorte del DEM en QGIS

2.3 Elaboración del modelo 3d en blender

Blender es un software de modelado tridimensional, multiplataforma, gratuito y de código abierto (*open source*). Se utiliza para la creación de películas, videojuegos y modelos 3D.

Por otra parte, Blender posee numerosos complementos o Add-ons, que agregan funcionalidades al software. Es de particular importancia el complemento denominado BlenderGIS, el cual permite integrar información geoespacial. Este add-onn se debe instalar y activar previamente para poder trabajar.

El primer paso consiste en importar nuestro mosaico satelital (Figura 6) y el DEM, ambos archivos de tipo raster. También cabe la posibilidad de importar un archivo vectorial (shape) y generar una malla 3D.

Al importar nuestros datos, se realiza un mapeo UV, es decir, se proyecta una superficie 2D sobre la superficie del modelo 3D.

Posteriormente se deben configurar una serie de parámetros, por ejemplo, podemos modificar la escala vertical y exagerar el relieve (Figura 7).

Una cuestión de importancia es seleccionar el motor de renderizado adecuado, Blender cuenta con dos motores de renderizado: EVEE es un motor de render en tiempo real que consume menos recursos, en cambio CYCLES es un motor de renderizado que da como resultado renderizados fotorrealistas, pero tiene la desventaja de consumir muchos recursos de procesamiento. En este trabajo se optó por trabajar con el motor CYCLES.

Otro aspecto relevante es la iluminación. Podemos seleccionar distintos tipos de fuentes de luz, para nuestro propósito, la más adecuada es la denominada “Sun”, que simula luz solar.
Otras configuraciones incluyen la creación de una cámara, cuyos parámetros se deben ajustar, así como también configurar los parámetros del render final y la salida del mismo, en formato JPG por ejemplo.

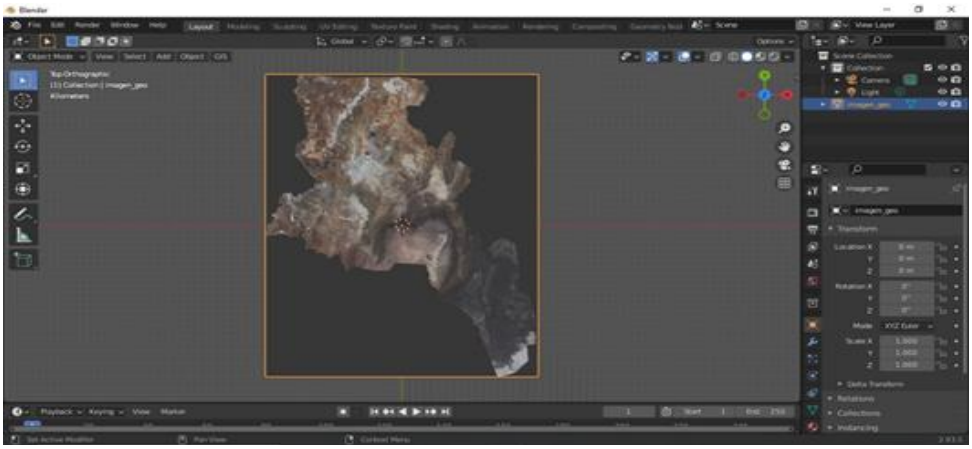


Figura 6. Mosaico satelital importado en Blender

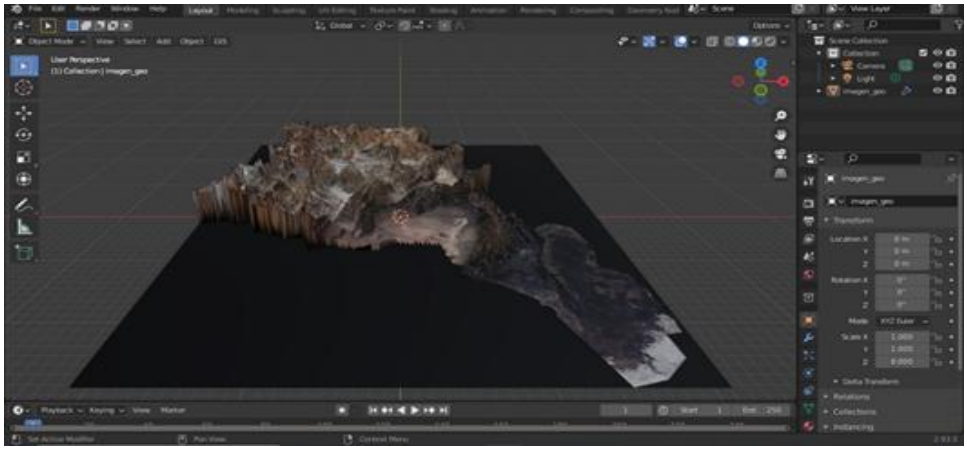


Figura 7. Perspectiva del modelo 3D, se exageró 8X la escala vertical

3. RESULTADOS

La Figura 8 es el render final que se ha obtenido. Se puede apreciar el efecto fotorrealista, debido a que la interacción de cada rayo de luz es “físicamente correcta”.

4. TECNOLOGÍA

Los recursos de software y hardware que se utilizaron son:

- QGIS.
- Blender (y su complemento BlenderGIS).
- Pc con procesador de 8 núcleos y tarjeta gráfica dedicada.

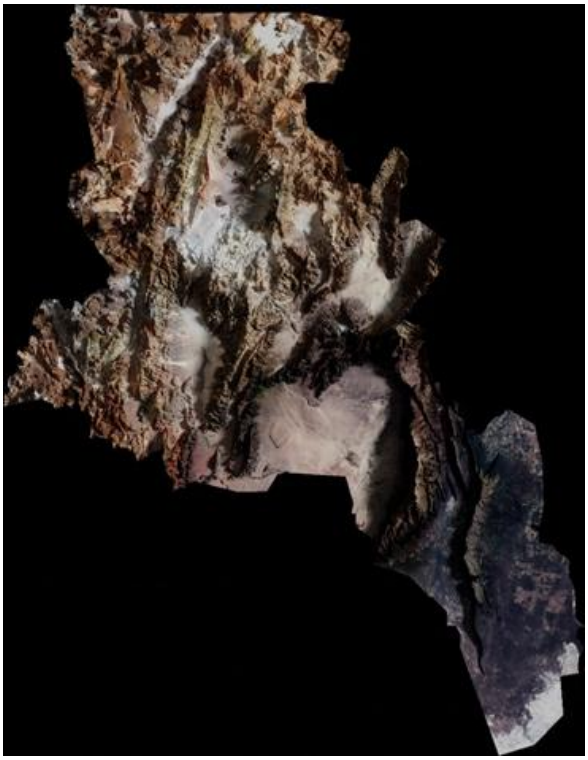


Figura 8. Render definitivo con efecto fotorrealista

5. CONCLUSIONES

El uso de software libre permitió crear un modelo tridimensional y el correspondiente render como producto final, dando valor agregado a la información geoespacial disponible. Podría decirse que en esta clase de trabajos el arte y la ciencia se entrelazan, después de todo, en palabras de Paul Theroux: “La cartografía es la más científica de las artes y la más artística de las ciencias”.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la predisposición del Director de la IDECAT, quién nos motiva a afrontar nuevos desafíos profesionales en nuestro quehacer diario.

REFERENCIAS

Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). Mosaicos de imágenes satelitales. Ministerio de Defensa. https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/SensoresRomotos/MosaicosSatelitales

Instituto Geográfico Nacional. (s.f.). Capas SIG. Ministerio de Defensa. https://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/InformacionGeoespacial/CapasSIG

Consortium for Spatial Information. (s.f.). SRTM Data. https://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/

GitHub Domlysz. (s.f.). BlenderGIS. Recuperado el 07 de febrero de 2022 de: https://github.com/domlysz/BlenderGIS

QGIS Development Team. (s.f.). QGIS geographic information system. QGIS Association. Recuperado el 07 de febrero de 2022 de: https://www.qgis.org.

Procesos para la elaboración de un nuevo producto geoespacial para el monitoreo de la contaminación atmosférica

Fernanda García Ferreyra[1,2], Soledad Represa[2], Lara Della Ceca[2], Kevin Clemoveki[2], Miguel Vargas Calderón[2], Ivanna Tropper[1] y Carlos Marcelo Scavuzzo[1,2]

[1]Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). Ruta C45, km 8, Falda de Cañete (X5187XAC), Córdoba. Tel.: 3547-400000.
{fgarciaferreyra, itropper, scavuzzo}@conae.gov.ar
[2]Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich, Universidad Nacimiento de Córdoba (UNC) y Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE). Ruta C45, km 8, Falda de Cañete (X5187XAC), Córdoba. Tel.: 3547-400000.
{sol.represa, dellaceca.lara, clemoveki.k}@gmail.com, lvc0107@protonmail.com

Resumen: El material particulado es un contaminante que afecta la salud humana pudiendo causar enfermedades crónicas en el sistema cardiorespiratorio e incluso es clasificado como carcinogénico de tipo I. A su vez, contribuye al cambio climático por su interferencia en el balance radiativo. En este trabajo se mostrarán los procesos, desde un punto de vista de requerimientos de interoperabilidad y usuarios, para lograr la implementación operativa de nuevos productos para la evaluación de la calidad del aire en Argentina. El inicio del planteo comienza desde la conceptualización para lograr derivar el PM10 (material particulado de 10 micras) de información satelital y modelado, a través del entrenamiento de un modelo de Random Forest, continúa con la consulta a usuarios institucionales y académicos sobre las características técnicas para el acceso y aprovechamiento de los datos, luego la implementación operativa siguiendo los estándares de la IDE - Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), y finalmente la evaluación de los productos de valor agregado obtenidos. Este trabajo da respuesta a los Convenios Específicos entre la CONAE y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible sobre calidad del aire y con la Secretaría de Ambiente de la Provincia de Córdoba, también sobre la misma temática.

Palabras Clave: calidad del aire, PM10, implementación operativa, MODIS

1. INTRODUCCIÓN

El material particulado es un contaminante que afecta la salud humana pudiendo causar enfermedades crónicas en el sistema cardiorespiratorio e incluso es clasificado como carcinogénico de tipo I (IARC, 2016). Los efectos adversos en la salud humana dependen de la composición y del tamaño de las partículas, y varían con la intensidad y duración de la exposición, la edad y la condición sanitaria de las personas. A su vez, contribuye al cambio climático por su interferencia en el balance radiativo.

La Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) está llevando adelante un proyecto para implementar un sistema de generación de productos de valor agregado de importancia para la evaluación de la calidad del aire en nuestro país, que incluso podría funcionar como un indicador de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas

(ONU). Los productos de PM10 (material particulado de 10 micras) y de ICA-PM10 (índice de calidad del aire a partir del PM10) generados se derivan del uso de información satelital, modelos atmosféricos y el modelo Random Forest entrenado, ARGeoPM10. Los productos geoespaciales se plantean con características de interoperabilidad para dar mayor acceso a la comunidad técnica y de profesionales de calidad del aire que se desempeñan en instituciones de gestión ambiental y académicas de nuestro país.

Esta implementación tiene la intención de facilitar el acceso a este tipo de datos a investigadores y técnicos involucrados en el estudio de la calidad del aire y a la toma de decisiones para la gestión ambiental, promover el debate acerca de la calidad del aire que respiramos e impulsar el uso de información satelital de contaminantes atmosféricos. La iniciativa tiene como antecedentes la línea de trabajo en calidad del aire que se desarrolla en la CONAE y en el Instituto de Altos Estudios Espaciales Mario Gulich, y en la tesis de doctorado de Soledad Represa donde se llevó adelante la conceptualización, el desarrollo y la validación del sistema. En este proyecto se lleva adelante "la última milla" para lograr la automatización del sistema.

2. DESTINATARIOS Y RELEVAMIENTO A USUARIOS

Los productos de valor agregado que se generan dan respuesta al Convenio Específico entre la CONAE y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MAyDS) sobre calidad del aire.

De forma similar, se espera que este producto pueda ser de utilidad a la Secretaría de Ambiente de la provincia de Córdoba, con requerimientos similares de información sobre la calidad del aire, definidos en otro Convenio Específico.

Asimismo, los productos de valor agregado están preparados para distintos perfiles de usuarios que se desarrollan en áreas de calidad del aire / composición atmosférica / ambiente, por lo que fue una decisión inicial convocarlos con el objetivo de conocer sus requerimientos sobre productos de PM10. Se realizaron dos encuestas que tuvieron un total de 86 respuestas; los resultados fueron los siguientes:

- las personas encuestadas abordan principalmente las temáticas de monitoreo in situ, modelado, impacto en el ambiente, emisiones y química atmosférica;
- el 45 % de los encuestados utilizará los datos para investigación, el 28 % para la gestión ambiental gubernamental, el 22 % para docencia, y el 5 % para uso comercial;
- el 65 % de las personas encuestadas utiliza o utilizó datos satelitales, con distintos niveles de conocimiento de éstas, y el 88 % tiene interés en acceder a capacitación para el procesamiento de este tipo de datos, específicamente en cursos de doctorado, estimación de contaminantes (gases y partículas) y variables meteorológicas, validación de datos satelitales y modelado, evaluación del riesgo ambiental, análisis de datos de PM10, PM2.5 y NOx, procesamiento de imágenes y monitoreo satelital de calidad del aire.

Cuando las y los consultamos acerca de cuáles son las características más provechosas que pueden tener los datos de PM10 generados, obtuvimos las siguientes respuestas:

- los datos más interesantes resultaron ser el PM10 para cada pasada de los satélites Terra y Aqua, el promedio mensual de cada satélite, y el ICAPM10 promedio diario;
- para un producto mensual, los estadísticos de mayor interés fueron la media, el desvío estándar y la cantidad de datos considerados;
- el formato de archivo que prefieren utilizar es el GeoTIFF;
- la mayoría de los usuarios accederán a los productos utilizando un sistema de información geográfica (SIG), seguido por un *software* de procesamiento de datos (R, Python, Matlab) y servidores de mapas *web*.

Las respuestas a estas encuestas, junto a una reunión inicial de presentación de la iniciativa, fueron decisivas para la definición de las características de los productos de valor agregado que se

desarrollaron.

3. GENERACIÓN DE PRODUCTOS

En este trabajo se presenta la implementación operativa y publicación de los niveles de material particulado PM10 por órbita de pasada de los satélites Terra y Aqua (NASA), el índice de calidad del aire derivado de PM10 diario y el promedio mensual matutino y vespertino de PM10, para Argentina en archivos interoperables de datos geoespaciales con una resolución de ~1 km^2. Los niveles de PM10 se obtendrán mediante el modelo Random Forest ARGeoPM10 obtenido previamente e integrando mediciones satelitales y modeladas que se describen en la siguiente sección. La Tabla 1 presenta las características básicas de los productos de valor agregado que se obtienen por la implementación operativa.

Tabla 1. Productos de valor agregado

	PM10 para cada pasada	**PM10 mensual**	**ICA-PM10 diario**
Bandas	1. PM10 2. QA_MAIAC	1. Media PM10 2. Desvío estándar PM10 3. N datos	1. ICA
Resolución espacial	30 arc seg (1 km aprox.)		
Resolución temporal	2-3 diarios	Mensual matutino y mensual vespertino	diario
Formato	ZIP: GeoTIFF + PNG + XML		
Frecuencia de producción	mensual		
+	Manual de usuarios / ATBD / Documentos de soporte interno		

3.1. Fuentes de datos

Los datos utilizados son rásters geoespaciales, de distribución libre, y con distintas características en cuanto a resolución espacial y temporal. Se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Fuentes de datos para la obtención de productos de PM10 e ICA-PM10

Parámetro	**Producto**	**Resolución espacial**	**Resolución temporal**	**Fuente de datos**	**Referencia**
Espesor óptico de aerosoles a 470 nm QA_AOD,	MCD19A2	1 km	2-3 diarios	LPDAAC, NASA	Lyapustin, *et al.* 2011
Variables atmosféricas	MERRA-2	0,5° x 0,625°	3-6 h	GES-DISC, NASA	Gelaro *et al.*, 2017
Luces nocturnas	VNP46A1	500 m	diario	LAADS, NASA	Roman *et al.*, 2018
Elevación del terreno	GMTED2010	30 arc seg	-	USGS	Danielson y Gesch, 2011

3.2 Sistema operativo

En la Figura 1 se presenta la arquitectura general del sistema operativo para la generación de productos de valor agregado. El sistema tiene tres canales de producción de datos: a) anual: para la

obtención del producto intermedio de promedio de luces nocturnas, obtenidas cada año a partir de los datos diarios de VIIRS de abril, mayo y junio; b) diario: para la descarga de datos MAIAC y MERRA-2, donde el primero se disponibiliza luego de 2-5 días y el segundo presenta un retraso de 20 días aproximadamente en el mes siguiente, c) mensual: para la obtención de los productos mensuales a partir del PM10 obtenido para cada órbita en el procesamiento diario.

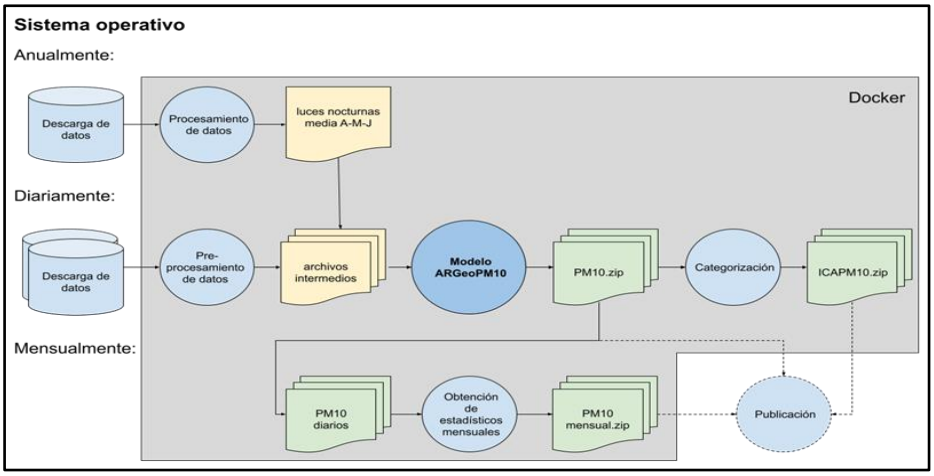


Figura 1. Arquitectura general del sistema operativo para la generación de productos de valor agregado

- Productos de PM10 por órbita: la producción de los archivos diarios tiene una demora de entre 18 y 25 días posteriores al mes en curso, debido a la demora en la publicación de los datos de MERRA-2. La capa de PM10 es generada a partir del procesamiento con el modelo random forest ARGeoPM10, la segunda capa que se publica es una duplicación de la banda de AOD_QA del producto MCD19A2 original, ya que brinda información del contexto ambiental para cada píxel, que puede ser útil para los usuarios. Cada producto incluye una matriz de datos de PM10 superficial, en unidades de $\mu g/m^3$, obtenidos para el horario de pasada diurna de cada satélite Terra y Aqua sobre el territorio argentino, con una cobertura superior al 20 % del territorio.
- Productos de ICAPM10 diario: cada uno de estos productos se deriva del producto mencionado anteriormente, donde los datos de PM10 son categorizados según los rangos que estableció la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA, 2018) para la definición del índice de calidad del aire. El índice se obtiene a partir del promedio diario de todos los productos de PM10 por pasada obtenidos con el modelo ARGeoPM10. Los rangos y colores que definen a las categorías se muestran en la Tabla 3. La demora de este producto es igual a la de los productos de PM10 por órbita.

Tabla 3. Categorización de PM10 para la obtención del ICAPM10

Rango PM10, $\mu g/m^3$	Clase	Estado	Color
0 - 54	1	Bueno	
55 - 154	2	Moderado	
155 - 254	3	Ligeramente insalubre	
255 - 354	4	Insalubre	
355 - 424	5	Muy insalubre	
425 <	6	Peligroso	

- Productos de PM10 mensuales: éstos son productos de valor agregado que se obtienen a partir de las estimaciones de PM10 dadas a lo largo de un mes en horario matutino (derivado de los productos de AOD obtenidos por Terra) y horario vespertino (derivado de Aqua). Se obtienen ambos productos mensuales para obtener información del perfil horario de los aerosoles en la atmósfera. Esta definición además fue apoyada por las personas consultadas en la encuesta.
- En términos generales: todos los productos intermedios para la generación del producto son reproyectados al sistema WGS84 y regrillados según la grilla de GMTED2010 por interpolación bilineal. Finalmente, los productos se generan en formato GeoTIFF y se completan con un archivo XML de metadatos y un archivo PNG de previsualización.

La definición de los parámetros de metadatos del XML fue institucional de la CONAE y responde a las listas de códigos enunciadas en las normas ISO 19115. Su descripción se encuentra en la documentación asociada: https://documentoside.conae.gov.ar/ .
Adicionalmente, los usuarios pueden acceder al código de automatización en el repositorio público de Github https://github.com/CONAE-GVT/ARGeoPM10_PM10_CONAE, para la obtención de los productos de la Tabla 1.

4.RESULTADOS

Este proyecto, que se inició a partir de una experiencia académica y con un plazo de lograr objetivos en 6 meses, ya cumplió con resultados satisfactorios.
Productos:

- 3 productos geoespaciales: geotiff + metadatos + imagen de previsualización, diarios y mensuales (Tabla 1, Figura 1 y Figura 2).
- Publicación por *Web Map Service* (WMS), Geocatálogo de metadatos, Geoportal/visualizador de mapas en CONAE e IG. https://geoportal.conae.gov.ar/mapstore/#/viewer/openlayers/geoportal
- Publicación de códigos en repositorio privado y público de Github https://github.com/CONAE-GVT/ARGeoPM10_PM10_CONAE
- Documento de descripción del algoritmo de implementación ATBD.
- Documento de soporte interno del sistema.
- 3 Manuales de Usuario (uno por producto).
- Presentación de trabajo completo al Congreso PROIMCA 2022 y short-paper en XVI Jornadas IDERA.

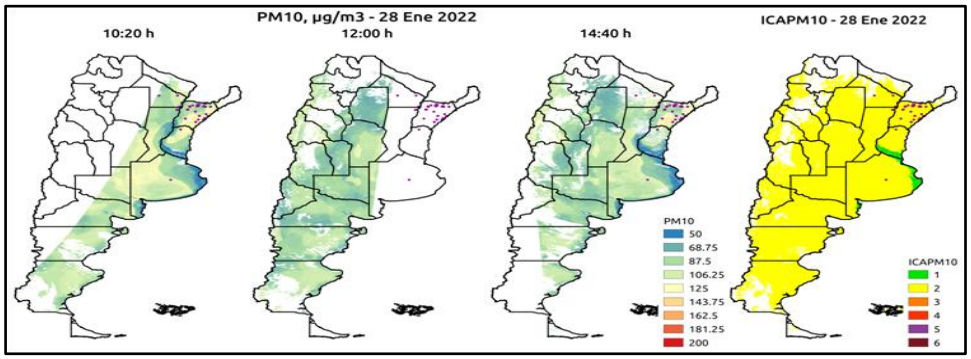


Figura 2. Representación gráfica de los productos diarios de PM10 por órbita y de ICAPM10, para el 28 de enero de 2022. También se muestran los focos de calor de la fecha, adquiridos por MODIS (NASA)

La Figura 2 muestra el PM10 estimado en unidades de µg/m³ para el día 28 de enero de 2022, obtenido para las órbitas del sensor satelital MODIS en 3 horarios distintos; también se muestra el producto de ICAPM10 diario, obtenido a partir del promedio de los 3 productos anteriores. Además, se muestran los focos de calor diurnos detectados por MODIS con una confianza superior al 80 %. Los focos de calor representan los sitios con anomalías térmicas que pueden estar relacionados a quemas prescritas o incendios de vegetación. Se evidencia que, además de la presencia de nubes que impide la estimación del dato de AOD inicial, la cobertura de cada órbita satelital no abarca a todo el país. También se observan diferencias entre los distintos horarios: los productos no son redundantes. En cuanto al ICAPM10 de ese día, se observan sólo las dos categorías "Bueno" y "Moderado" para todo el territorio argentino. El rango de concentraciones de la categoría "Moderado", 55 a 154 µg/m³, está prácticamente por debajo de la concentración límite de Paso 1, definida por las Guías de Calidad del Aire Global la OMS (Tabla 2, WHO, 2021). Es importante aclarar que la obtención de este ICAPM10 no tiene en cuenta a los demás contaminantes criterios, ni sus efectos sinérgicos.

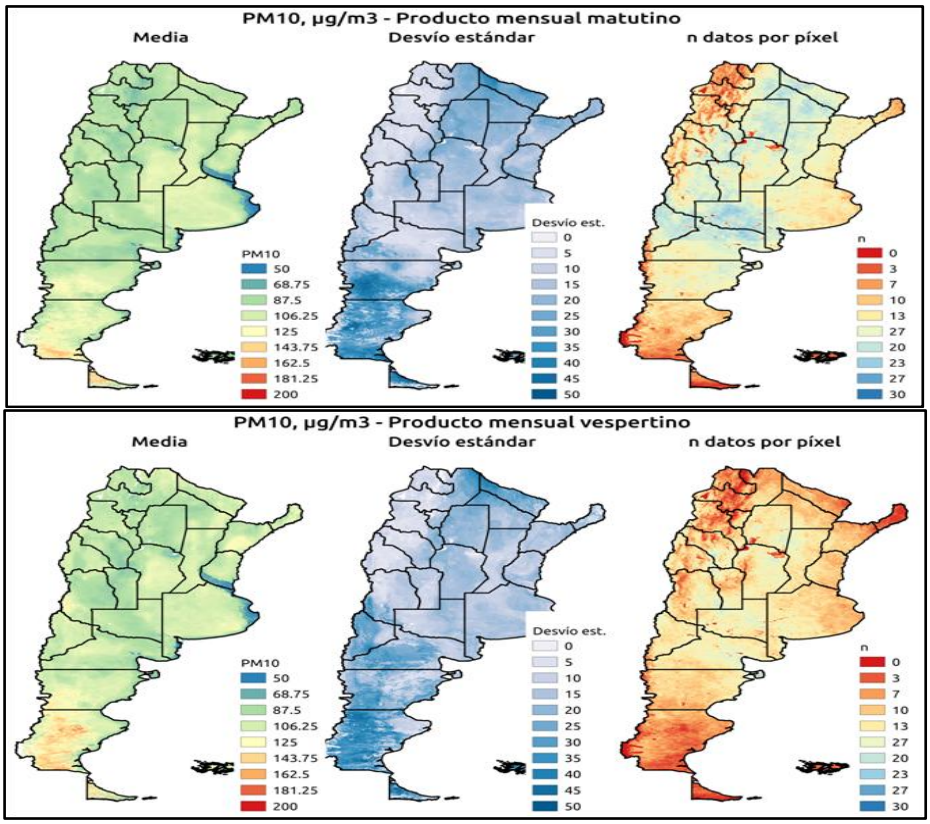


Figura 3. Representación gráfica de las bandas del producto mensual matutino (arriba) y vespertino (abajo), para el mes de enero del 2022. Izquierda: promedio mensual de PM10; centro: desvío estándar mensual de PM10, y derecha: cantidad de datos mensuales por píxel.

La Figura 3, por otro lado, muestra los productos mensuales matutino (a partir de los datos de AOD de Terra) y vespertino (a partir de Aqua) de enero del 2022, con mapas del promedio, desvío

estándar y la cantidad de datos por píxel mensuales. Como primera observación, ambos resultados presentan algunas diferencias de distribución espacial de las variables, dentro del mismo orden de magnitud. Para ambos productos, los valores de promedio mensual son inferiores a 125 μg/m³ en todo el territorio nacional, menores a la concentración límite de promedio mensual de 150 μg/m³ establecida por la Ley 20.284; por otro lado, los desvíos estándar tienen un rango entre 5 y 40 μg/m³. Es necesario indicar los valores bajos de PM10 en torno al río Paraná y río de la Plata, que toman valores de alrededor de los 50 μg/m³, que puede deberse a la dificultad de recuperar el AOD en zonas costeras por el algoritmo MAIAC (Lyapustin *et al.*, 2011). Finalmente, es ineludible notar que no se observa un aumento significativo del PM10 en el norte argentino, con respecto a los alrededores, debido a la gran cantidad de incendios que ocurrieron en este mes.

5. EVALUACIÓN

En este momento estamos preparándonos para el proceso de evaluación de los productos con datos de estaciones de monitoreo, antes de iniciar la publicación de los datos en los Geocatálogos y Geoportal acorde a las normas de IDERA que sigue la IDE de CONAE. Lo realizaremos junto al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e invitando a la comunidad técnico-científica de calidad del aire de nuestro país para participar con datos de mediciones de campo, estaciones de monitoreo continuo y modelado atmosférico.

La evaluación del producto lo hará más robusto, con la proyección de utilizarlo para obtener el indicador ODS 11.6.2 que Argentina necesita reportar anualmente; el último reporte lo hizo la OMS (Shaddick *et al.*, 2016) en el 2016. Entendemos que aportar con un indicador en este sentido aumenta mucho más el valor agregado que puedan tener los productos que estamos generando.

Así, es interesante e importante que el Ministerio siga participando de las etapas de evaluación desde el planteo de requerimientos, la comunicación con otras instituciones y como un actor con capacidad crítica para pronunciarse sobre el alcance de los productos que estamos desarrollando.

6. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones del trabajo son:

- Se obtuvo la implementación operativa, de frecuencia mensual, de tres productos de valor agregado interoperables de interés para la evaluación de la calidad del aire en Argentina, mediante el modelado Random Forest y el uso de información geoespacial de distribución libre.
- La interacción con usuarios de procedencia académica y de instituciones de gestión ambiental posibilitó la definición de las características de los productos de valor agregado que se presentaron.
- La colaboración con los usuarios permitirá la evaluación de los productos, en términos espacio-temporales de modo que puedan incluirse en el monitoreo regular de los contaminantes atmosféricos e incluso ser utilizados para la estimación de indicadores ODS.
- Luego de la evaluación, la publicación de los productos se realizará en el GeoPortal y GeoCatálogo de metadatos de la CONAE, para acceso libre de los usuarios, incluso con servicio *Web Map Service*.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo se realizó en el marco de un proyecto presentado en la convocatoria Empatia.la2020 y financiado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID).

REFERENCIAS

Danielson, J. J. y Gesch, D. B. (2011). Global multi-resolution terrain elevation data 2010 (GMTED2010) (p. 26). Washington, DC, USA: US Department of the Interior, US Geological Survey. https://pubs.usgs.gov/of/2011/1073/pdf/of2011-1073.pdf

Gelaro, R., McCarty, W., Suárez, M. J., Todling, R., Molod, A., Takacs, L., Randles, C. A., Darmenov, A., Bosilovich, M. G., Reichle, R., Wargan, K., Coy, L., Cullather, R., Draper, C., Akella, S., Buchard, V., Conaty, A., da Silva, A. M., Gu, W., Kim, G., Koster, R., Lucchesi, R., Merkova, D., Nielsen, J. E., Partyka, G., Pawson, S., Putman, W., Rienecker, M., Schubert, S. D., Sienkiewicz, M. y Zhao, B. (2017). The modern-era retrospective analysis for research and applications, version 2 (MERRA-2). Journal of climate, 30(14), 5419-5454. https://doi.org/10.1175/JCLI-D-16-0758.1

International Agency for Research on Cancer, Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. (2016). Outdoor Air Pollution. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 109, 9.

Lyapustin, A., Wang, Y., Laszlo, I., Kahn, R., Korkin, S., Remer, L., y Reid, J. S. (2011). Multiangle implementation of atmospheric correction (MAIAC): 2. Aerosol algorithm. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 116(D3).

Román, M., Wang, Z., Sun, O., Kalb, V., Miller, S. D., Molthan, A., Schultz, L., Bell, J., Stokes, E. C., Pandey, B., Seto, K. C., Hall, D., Oda, T., Wolfe, R. E., Lin, G., Golpayegani, N., Devadiga, S., Davidson, C., Sarkar, S., Praderas, C., Schmaltz, J., Boller, R., Stevens, J., Ramos González, O. M., Padilla, E., Alonso, J., Detrés, Y., Armstrong, R., Miranda, I., Conte, Y., Marrero, N., MacManus, K., Esch, T. y Masuoka, E. J. (2018). NASA's Black Marble nighttime lights product suite. Remote Sensing of Environment, 210, 113-143.

Shaddick, G., Thomas, M. L., Jobling, A., Brauer, M., van Donkelaar, A., Burnett, R., Chang, H., Cohen, A., Van Dingenen, R., Dora, C., Gumy, S., Liu, Y., Martin, R., Waller, L. A., West, J., Zidek, J. V. y Prüss-Ustün, A. (2016). Data Integration Model for Air Quality: A Hierarchical Approach to the Global Estimation of Exposures to Ambient Air Pollution. Real Sociedad Estadística, arXiv:1609.0014 [stat.AP]

World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2. 5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide: executive summary. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/345329/9789240034228-eng.pdf

BLOQUE 8
Información Geográfica y Universidades

El potencial de las IDE para la investigación transdisciplinaria en las universidades como estrategia territorial

Juan Pablo Bossa[1]

[1]Instituto de Geografía, Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). Coronel Gil 353, 2° Piso, Santa Rosa (6300), La Pampa. Tel.: 02954 584203
juanpablobossa2013@gmail.com

Resumen: Las instituciones universitarias ponen en marcha, investigaciones de diversas índoles, mediante las cuales requieren o bien, aportan numerosos datos georreferenciados, los cuales se constituyen como recursos estratégicos para la investigación transdisciplinaria. Pensar en la articulación que la misma requiere, permite establecer ciertos canales de interconexión digital de la información geográfica resultante. He aquí donde la ejecución de nuevas plataformas vinculadas a los datos geoespaciales, tales como las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), se muestran como una herramienta potencial, al momento de requerir de recursos confiables y eficaces para asistir a las pesquisas de los institutos y demás dependencias universitarias. Las IDE aseguran la propiedad de la información publicada por parte de las instituciones académicas. Desde esta óptica, el Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), propone una IDE en donde las facultades que constituyen la universidad, mediante sus respectivos Institutos de Investigación, den paso a la integración, interrelación y articulación de datos gráficos y alfanuméricos de diferentes temáticas de la provincia de La Pampa; disponiendo de tal manera de información actualizada, confiable y de fácil acceso para diferentes investigaciones, o usuarios que también la requieran.

Palabras Clave: Investigación Transdisciplinaria, Infraestructura de Datos Espaciales, Estrategia Territorial.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, mediante la Internet, cada ciudadano, dependencia, institución, actores-sujetos sociales, pueden acceder a una amplia diversidad de datos georreferenciados, como así también a una multiplicidad de geoservicios, los cuales se encuentran en las Infraestructura de Datos Espaciales (IDE). Estas no solo alojan, sino que también brindan información geográfica, mediante ciertas normas y estándares, ya definidos por parte de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA).

Mediante las respectivas reglamentaciones y siguiendo con tales lineamientos, es como desde el Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas, Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), mediante la formulación de este trabajo de investigación, se propone como objetivo, lograr la conformación una IDE en la que las diversas facultades que constituyen la universidad, 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 Pampa; disponiendo de tal manera de información actualizada, confiable y de fácil acceso.

Es así, como a través de IDEIGUNLPam, se propone gestionar el conocimiento geográfico y satelital de nuestra provincia, a través de una herramienta interactiva y permanente que permita analizar, explicar e interpretar la realidad territorial.

2. LAS IDE COMO RECURSO GEOTECNOLÓGICO EN LA ERA DE LAS TIG

Tal como lo expresan las autoras Pombo y Martínez Uncal (2017), las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG), son un elemento central de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), las cuales se preestablecen como Geotecnologías, enfocadas en las estrategias de manejos de datos e información. Las TIG, o también denominadas Geotecnologías, brindan diversos recursos de suma importancia para una multiplicidad de disciplinas, por lo que es indispensable el uso de estas herramientas, tales como las IDE.

Las IDE, como recurso geotecnológico, son indispensables para que cada ciudadano logre "acceder a datos, productos y servicios geoespaciales, publicados en Internet bajo estándares y normas definidos, asegurando su interoperabilidad y uso" (LinkedIn IDERA, 2022, párr. 2).

He aquí donde las infraestructuras de datos espaciales (IDE), como recurso geotecnológico, han generado un cambio valioso en la gestión y análisis de la información geográfica. Las mismas constituyen recursos-soluciones tecnológicas que se basan en y aprovechan Internet, permitiendo la globalización en la intercomunicación, e incluso la interoperabilidad, entre los sistemas de información geográfica de cada usuario, dependencia, institución (Iniesto y Núñez, 2014).

La definición clásica de una IDE es básicamente tecnológica, ya que la presenta como una red descentralizada de servidores, que incluye datos y atributos geográficos; metadatos; métodos de búsqueda, visualización y valoración de los datos (catálogos y cartografía en red) y algún mecanismo para proporcionar acceso a los datos espaciales. Pero puede ser útil considerar una definición más de tipo organizativo, que vendría a decir que el término IDE se utiliza para denotar el conjunto básico de tecnologías, políticas y acuerdos institucionales destinados a facilitar la disponibilidad y el acceso a la información espacial (IDE Andalucía, 2022).

De tal manera, lograr gestionar la información geográfica (IG), es permitir dar paso a la interconexión de geoservicios, con el objetivo de evitar la duplicación de datos y llegar a la interoperabilidad entre los sujetos-actores sociales que constituyen la conformación de la IDE.

Según Bernabé-Poveda y López-Vázquez (2012) se debe considerar que: Cuando se dispone de datos georreferenciados, de cierta disponibilidad de recursos informáticos y se quiere o se tiene la necesidad de publicar la IG de la manera más eficaz posible, es necesario contar con una infraestructura que permita compartir, intercambiar, combinar, analizar y acceder a los datos geográficos de forma estándar e interoperable. Esta infraestructura no es más que el conjunto de recursos cartográficos disponibles en la red, sobre la que los datos mismos serán más útiles al formar parte de un todo más completo.

Mediante las fundamentaciones expresadas por los y las autoras identificadas, es importante remarcar que, en Argentina la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA) constituye: Una comunidad de información geoespacial que tiene como objetivo 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 (IDERA, 2022).

Siguiendo la línea de estos fundamentos teóricos, es como desde el Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas (Universidad Nacional de La Pampa), se puso en marcha un sistema de información geoespacial, mediante la plataforma GeoNode[1], cumpliendo con cada uno

de los estándares establecidos por IDERA; pero por, sobre todo, permitiendo a quién lo requiera, el acceso a la información geográfica pública.

3. LAS IDE EN LAS INVESTIGACIONES UNIVERSITARIAS

La era de la digitalización conlleva a que las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) permitan tener acceso 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.).

Las IDE tienen un rol central, siendo un recurso imprescindible, el cual permite desde un análisis transdisciplinario, planificar y gestionar los territorios, buscando de tal manera, implementar propuestas que permitan preservar el ambiente en el que estamos inmersos.

Es por tales motivos que la interrelación de información georreferenciada, considerada como fuente central de datos, sumado a la implementación de nuevas plataformas de datos geoespaciales, 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.

A través de estos lineamientos, es como desde el Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas (UNLPam), se propone una IDE en la 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.

En el marco del Proyecto denominado: “El mapa más que una imagen: la construcción cartográfica de las multiterritorialidades”, el Instituto de Geografía, pretende dar respuesta a la necesidad de disponer de información confiable, actualizada y de fácil acceso para diferentes usuarios. El objetivo es hacer visibles opciones para cartografiar, que permitan a la población lograr distintas formas de aproximación y conocimiento de un lugar, de un territorio posibilitando el acceso a herramientas adecuadas a la situación y a las condiciones del caso de estudio.

Se pretende 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; en donde cada instituto, mediante la información geográfica de sus respectivas investigaciones, permitan analizar el territorio pampeano.

Por lo tanto, mediante la plataforma GeoNode (Figura 1), instalado dentro del servidor de la Facultad de Ciencias Humanas, cada Instituto de Investigación formará parte de un grupo de trabajo, en donde cada investigadora, investigador, o bien equipos de investigación, conformarán una base datos geográficos, permitiendo no solo el acceso de la información a cada uno de los ciudadanos que así lo requieran, sino que también, tener una amplia visión del territorio pampeano.

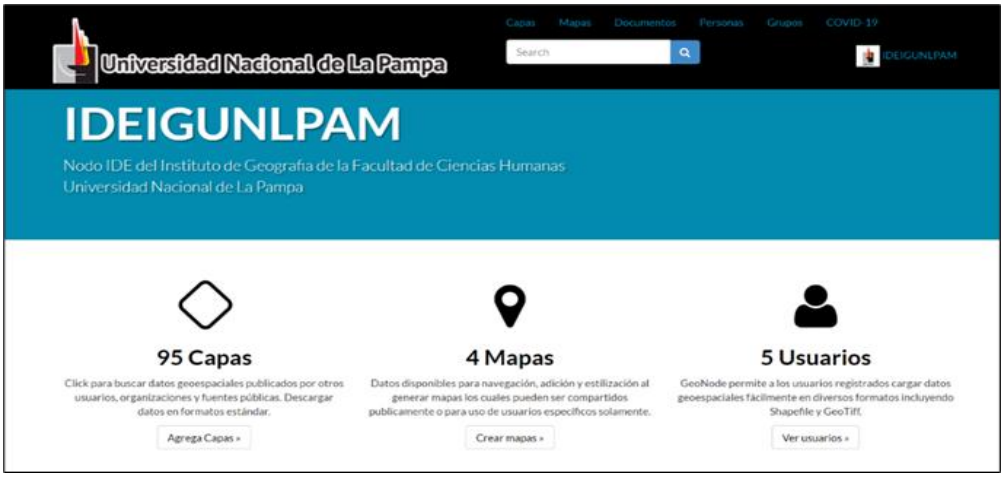


Figura 1. Plataforma GeoNode del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional de La Pampa

Es imprescindible establecer también que mediante GeoServer (Figura 2), el cual 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, 2021).

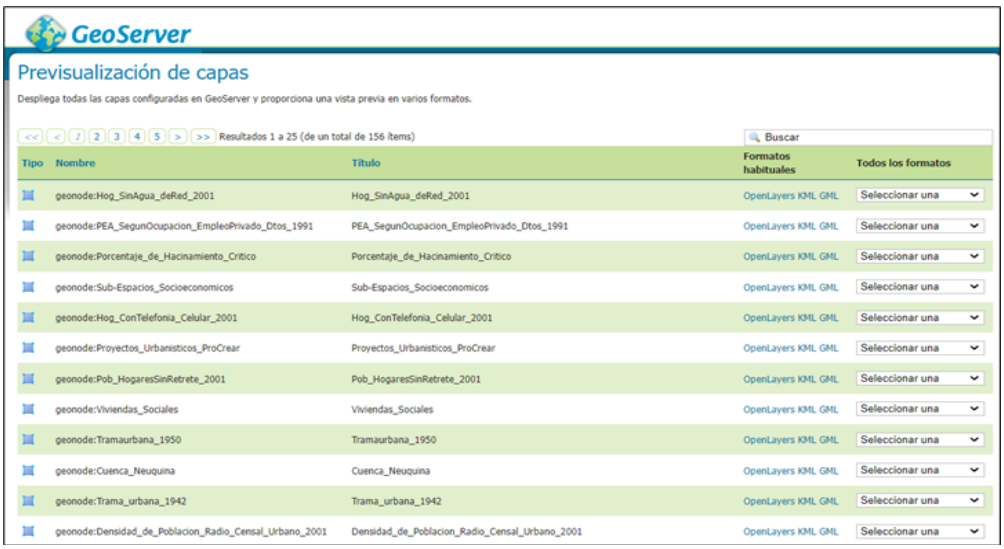


Figura 2. Servidor GeoServer del Instituto de Geografía de la Universidad Nacional de La Pampa

Por otro lado, GeoServer, tal como actualmente se está implementando, permite establecer el intercambio de datos espaciales, por medio de ciertos Geoservicios como WFS, o bien, WMS (Organización GeoServer, 2021).

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).
La IDEIGUNLPam desde esta perspectiva, se predispone como una herramienta interactiva al servicio de cada instituto de investigación, sujeto-actor social, mediante el cual, se 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.

4. ENFOQUE DE ANÁLISIS TERRITORIAL MEDIANTE LA IDEIGUNLPAM

Frente a diversas 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.
El propósito principal de las IDE, es constituirse en 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).
Actualmente desde el nodo IDE del Instituto de Geografía, siguiendo los lineamientos propuestos en los objetivos, se busca de forma conjunta y articulada, brindar información geoespacial (formato vector y raster) de calidad, la cual se visualiza en la plataforma GeoNode en categorías (Figura 3), tales como ambiente, economía, sociedad, salud, hidrografía, planificación catastral, entre otras.

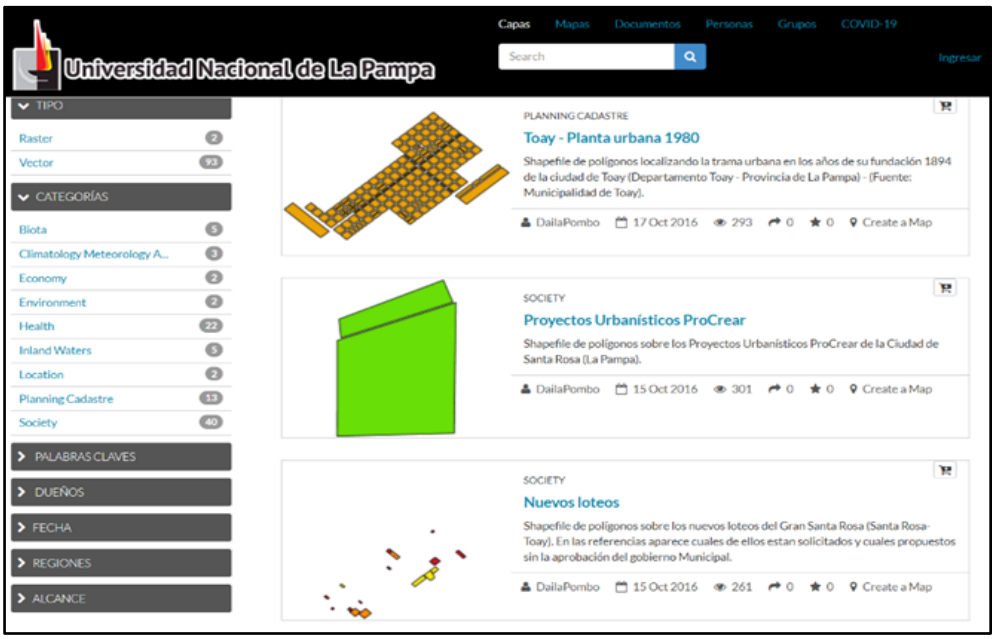


Figura 3. Categorización de la Información Geográfica Publicada

La IDEIGUNLPam como herramienta al servicio de la comunidad, es un elemento indispensable para el desarrollo económico y social de la provincia (Figura 4), 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.
Es así como la cartografía se constituye una herramienta fundamental para el establecimiento de políticas de desarrollo nacional, regional y municipal. Por tal motivo, es necesario contar con cartografía actualizada de todo el territorio nacional, lo que implica disponer de aerofotografías recientes, imágenes de satélites y las más modernas técnicas de producción cartográfica (Rey Martínez, 2007).
De tal manera, las Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) nos permiten asociar a la representación gráfica de cualquier lugar del planeta todos aquellos datos que consideremos interesantes, de forma que podamos analizar diferentes parámetros o estudiar distintos aspectos sobre los objetos, fenómenos o acontecimientos que tienen lugar en cualquier territorio, así como las relaciones entre ellos. Las ventajas que esto supone para conseguir un conocimiento más preciso y para aumentar la eficacia en la gestión de una región, de sus recursos y de las actividades que en ella se pueden desarrollar, hacen de las TIG un instrumento imprescindible en prácticamente cualquier ámbito de trabajo, y por supuesto en la cooperación al desarrollo (Puig y Varela, 2009).

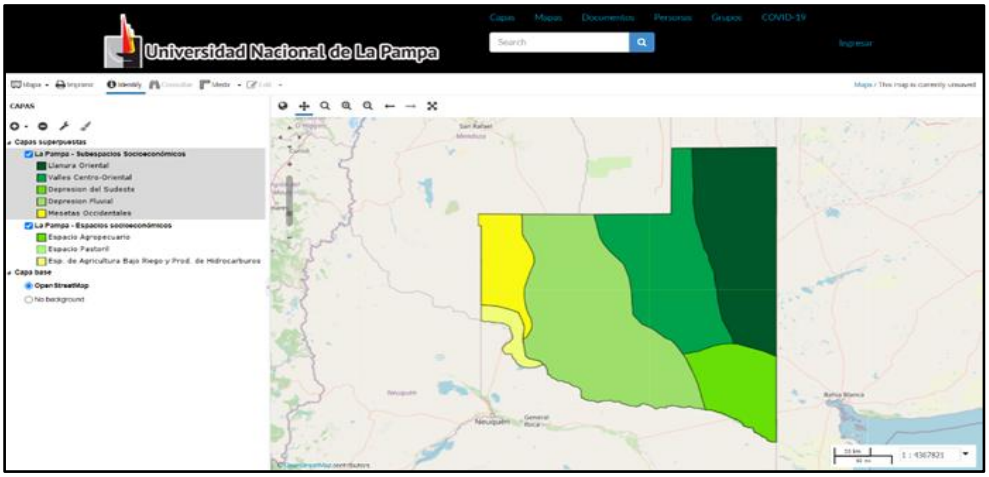


Figura 4. Geoexplorer. Espacios Económicos y Subeconómicos de La Pampa

Dentro de la plataforma GeoNode, se identifican diversas temáticas, tales como las evoluciones de los cuerpos de agua, los incendios acaecidos en la temporada estival de los últimos años, casos de COVID-19 por localidades pampeanas y departamentos, cantidad de camas provistas en contexto de pandemia por departamento de la provincia de La Pampa, índice de movilidad, índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) del Parque Nacional Lihue Calel a partir de imágenes satelitales Landsat 8 OLI suministradas por USGS, edificaciones en altura, avances en la trama urbana de Santa Rosa y Toay, espacios y subespacios socioeconómicos de La Pampa, regiones y subregiones fisiográficas, sitios arqueológicos, lugares históricos, uso de la tierra al sur del departamento Rancúl (Figura 5), entre otras.

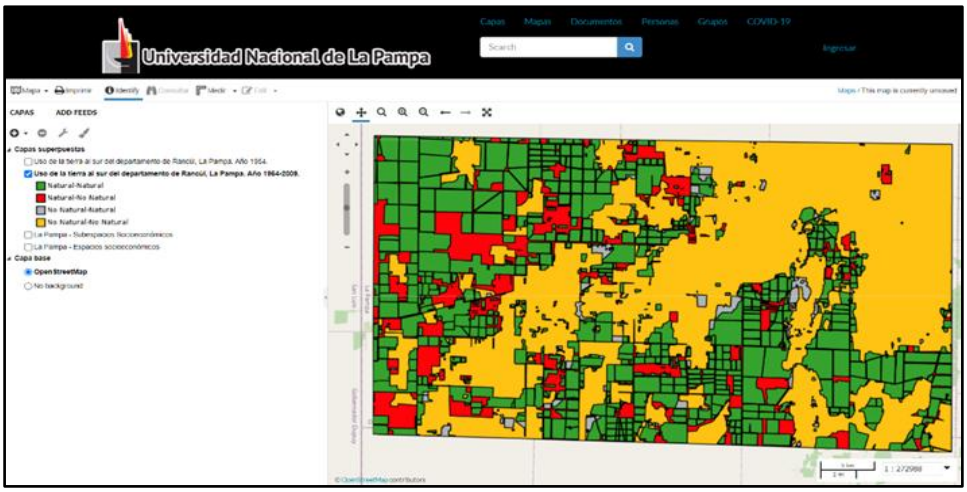


Figura 5. Geoexplorer. Uso de la tierra al sur del departamento Rancúl, La Pampa

Por tales motivos, disponer de información geográfica de diversas investigaciones transdisciplinarias que se desarrollan en el ámbito universitario e incorporadas en el nodo IDEIGUNLPam, permitirá dar soporte a la toma de decisiones en varios aspectos ante ciertas problemáticas, tanto de índole social, económica, política, ambiental, entre otros aspectos. A su vez, 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.

5. CONCLUSIONES

Sobre la base de los fundamentos teóricos propuestos a lo largo de la presentación, cabe destacar que las IDE, como recurso geotecnológico, favorecen al desarrollo social, económico y ambiental del territorio pampeano, democratizando la producción y el acceso a la información geográfica. He aquí, donde la interrelación de información georreferenciada, considerada como fuente central de datos, sumado a la implementación de nuevas plataformas de datos geoespaciales como lo son GeoNode, GeoNetwork, 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 diversos ámbitos universitarios. Por tales motivos, es como desde el Instituto de Geografía de la Facultad de Ciencias Humanas (UNLPam), se propone una IDE en la 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, logrando de tal manera analizar la realidad territorial pampeana.

NOTAS

[1] Actualmente el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional de La Pampa, se encuentra en proceso de actualización de la plataforma Geonode, al igual que la incorporación del catálogo Geonetwork.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la labor realizada por medio del soporte técnico e informático al Departamento de Tecnología de la Información, de la Facultad de Ciencias Humanas de la Universidad Nacional de La Pampa; como así también, al analista en sistemas Sánchez Marco, por los servicios brindados para la actualización y soporte de los sistemas instalados. Ambos dan cuenta del trabajo transdisciplinario, siendo este uno de los ejes centrales de la nueva propuesta de la IDEIGUNLPam.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bejar, R.; Muro-Medrano, P. R.; Zarazaga, J.; Nogueras-Iso, J.; Latre, M. A.; López, F. J. (2010). "Las Infraestructuras de Datos Espaciales y su aplicación en proyectos de investigación en la Universidad de Zaragoza". GT-IDEE: Las IDE y sus aplicaciones en proyectos de investigación científico-tecnológicos. Madrid, Feb. 2010. En Bernabé-Poveda, M. A. y López-Vázquez, C. M. (Universidad Politécnica de Madrid). Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Recuperado de http://redgeomatica.rediris.es/Libro_Fundamento_IDE_con_pastas.pdf.

Cardús Monserrat, A. y Ruiz, M. C. (2012). "Atlas digital del medio ambiente de la ciudad de San Juan". República Argentina. En el Sexto Congreso de la Ciencia Cartográfica. Buenos Aires, 25 al 29 de junio.

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. Open-Source Geospatial Content Management System. En https://geonode.org/

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

IDE ANDALUCIA (2022). Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía. En https://www.ideandalucia.es/

IDERA. (2022) Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina. En https://www.idera.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. 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

Pombo D. y Martínez Uncal M. C. (2017) "Fundamentos de las Geotecnologías". 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/Geotecnolog%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. Recuperado de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/7408/08_TIG_02_introduccion.pdf

Rey Martínez, D. I. (2007). Informe de Gestión. ICAG - Instituto Geográfico Agustín Codazzi. República de Colombia.

50 años de la UNCo: Tableros de Control con información geográfica de la Universidad Nacional del Comahue

Luis Reynoso[1], Lucía Eldeinstein[2], Christian Lopes[2] y Luis Coralle[1]

[1]Facultad de Informática, Universidad Nacional del Comahue (UNCo), Buenos Aires 1400, Neuquén. Tel.: 299 449-0326.
{luis.reynoso, luis.coralle }@fiuncoma.edu.ar
[2]Secretaria de Planeamiento y Desarrollo Institucional, Universidad Nacional del Comahue (UNCo), Buenos Aires 1400, Neuquén. Tel.: 54 0299 4490300 int. 356.
secretaria.planeamiento@central.uncoma.edu.ar

Resumen: En conmemoración de los 50 años de la Universidad Nacional del Comahue, la Secretaría de Planeamiento y Desarrollo Institucional en conjunto con la Facultad de Informática han desarrollado un tablero de control sobre la información sustantiva de la oferta académica, grupos de investigación, e información sobre recursos humanos de estas dependencias. Dicho tablero fue socializado a través de una nota a todos los decanos de las unidades académicas. Este importante recurso público permite localizar sedes en una de las universidades con mayor cobertura geográfica del país. Asimismo, se encuentran en desarrollo dos tableros adicionales: uno de la vinculación de la UNCo con universidades extranjeras y otro, con una línea del tiempo de los hitos de la universidad y sus rectores en este medio siglo de vida. El estado de situación y detalle de estos tableros, descritos en la presente ponencia, comprendió, hasta ahora, más de un año de trabajo conjunto, acopiando información espacial e institucional, lo cual ha permitido concientizar a las autoridades académicas sobre la importancia de administrar, visualizar y publicar información académica y espacial en un tableros, aplicaciones e infraestructuras. Esta información está siendo transformada en geoservicios de la Infraestructura de Datos Espaciales de la UNCo (IDEUNCo).

Palabras Clave: información académica institucional, investigación, Leaflet, Shiny, tableros de control.

1. INTRODUCCIÓN

Con excepción de la implementación de los modulos SIU universitarios, una de las mayores dificultades en la tarea de gestión de información de las universidades, es que cada unidad académica y cada sector dentro de éstas almacena información en múltiples formatos (planillas Excel, base de datos u otros archivos), sin acopiar los mismos en un sistema central o troncal. De esta forma, se generan compartimentos estancos, donde muchas veces con el cambio de gestión estos cúmulos de datos no crecen a través del tiempo, o incluso desaparecen. Este es el caso de la Universidad Nacional del Comahue, con su valiosa información académica tanto alfanumérica como gráfica.

En este artículo se describen tres tableros de control construidos luego de más de un año de trabajo conjunto entre docentes e investigadores de la Secretaria de Planeamiento y Desarrollo institucional y la Facultad de Informática. Estos tableros, construídos en conmemoración de los 50 años de la UNCo (una de las universidades con mayor extensión territorial luego de la UTN)

tienen diferentes objetivos: (1) mostrar la oferta académica y grupos e investigación de la UNCo; (2) visualizar una línea del tiempo de hitos principales en los 50 años de vida de la universidad y los rectores de la UNCo; y (3) visualizar convenios internacionales con otras universidades extranjeras, pero todos ellos persiguen una estrategia común: acopiar información espacial, visualizar la misma, y concientizar a las autoridades en la importancia del uso y gestión de información espacial en tableros y geoservicios a partir del nodo de infraestructura de datos espaciales.

La presente ponencia describe estos tableros, y se estructura de la siguiente forma: la sección 2 detalla el tablero estático de la oferta académica e investigación de la UNCo; la sección 3 visibiliza en un tablero dinámico que incluye dos líneas del tiempo: una de los hitos más importantes en los 50 años de la UNCo y otra de los rectores de la universidad; la sección 4 estructura los convenios internacionales con universidades extranjeras en un mapa mundial y en una línea del tiempo en conjunto con los convenios (pdf) en sí. La sección 5 puntualiza en la tecnología utilizada para generar estos productos, mientras que la sección 6 enuncia las conclusiones principales alcanzadas luego de más de un año de trabajo conjunto.

2. TABLERO DE OFERTA ACADÉMICA E INVESTIGAICÓN DE LA UNCO

El tablero puede ser accedido desde las siguientes páginas web:
https://opendata.fi.uncoma.edu.ar/MapaWebUNCOma.html
https://planeamiento.uncoma.edu.ar/?p=3721

El tablero cuenta con dos opciones de menú: Mapa de Unidad Académica, y Listados. Además cuenta con una opción de menú en la parte superior derecha de compartir en redes el tablero, con las opciones de compartir en: (1) Twitter, (2) Facebook, (3) Google+, (4) Linkedin y (5) Pinterest.

La opción de menú Mapa de Unidad Académica permite visualizar dos mapas:

1. Mapa de Unidades Académicas y Ofertas Académicas
2. Mapa de Investigación de la UNCo

Las características particulares de estos mapas se describirán a continuación, cada una en una subsección (ver subsección 2.2 y 2.3). Se decidió dividir el mapa de la oferta académica respecto del de investigación debido a que existían distintos componentes a visualizar y en lugar de intentar colocarlos todos en la pantalla al mismo tiempo, se optó por un diseño empleando un conjunto de pestañas (tabset).

De sus características comunes podemos observar lo siguiente:

- Todos los mapas incluyen un logo de los 50 años de la UNCo, ubicado en la parte superior izquierda de la ventana.
- Los mapas cuentan con dos botones de acercamiento de información, comúnmente denominada *zoom*: *Zoom in* (+) y *Zoom out* (-).
- Un botón para volver a la vista inicial (en inglés "*reset view*").
- Un buscador por unidad académica. El mismo permite escribir el nombre de una unidad académica. Ejemplo: al tipear "Facultad de Ciencias", se despliega un menú con el nombre de cuatro unidades académicas cuyos nombres coinciden en su primera parte con la opción escrita y al seleccionar una de estas cuatro unidades se puede hacer un acercamiento en el mapa a dicha opción seleccionada.
- La tarea de recopilar la ubicación espacial de cada unidad académica, unidades ejecutoras y centros, implicó un tiempo prolongado de trabajo, y luego de acopiar la misma se validaron dichos datos espaciales. Esta información básica de ubicación es necesaria tanto para el mapa como para el desarrollo de geoservicios IDE.
- Una leyenda al pie del mapa que incluye una descripción de la fuente de información, que proviene por lo general de diferentes *software* SIU.

- Un mini-mapa que permite visualizar el contexto de ubicación del mapa actual, ubicado en la parte inferior a la derecha.
- Un selector de distintas vistas del mapa ubicado en la parte superior a la derecha. El contenido de cada selector, al depender del mapa se describe en la subsección correspondiente.

La opción de Menú de Listados permite

2.1 Indicadores Institucionales de la UNCo

Ambos mapas comparten una serie de indicadores. Para ello se emplearon Cajas de Valores (ValueBox del paquete flexdashboard). Con esta facilidad se pueden mostrar valores individuales junto con un título y un icono.

La SPDI decidió incluir los siguientes indicadores institucionales:

- Carreras: Cantidad de carreras ofrecidas por la UNCo. La fuente utilizada sobre la información de carreras vigentes y no vigentes con actividad corresponde a la oferta académica 2022 de SIU ARAUCANO.
- Unidades Académicas: Cantidad de unidades académicas (también denominadas facultades).
- Estudiantes: Cantidad de Estudiantes de la UNCo. La información sobre estudiantes se extrajo de SIU ARAUCANO correspondiente a total de estudiantes ingresantes y reinscriptos de grado y posgrado, provisoria carga del primer semestre del año 2021.
- Docentes: cantidad de docentes de la UNCo (*).
- No docentes: cantidad de no docentes de la UNCo (*).
- Carreras de pregrado: cantidad de carreras de pregrado.
- Carreras de grado: cantidad de carreras de grado.
- Carreras de posgrado: cantidad de carreras de postgrado.
- Proyectos de investigación: cantidad de proyectos de investigación.
- Unidades ejecutoras: cantidad de unidades ejecutoras.
- Centros Interjurisdiccionales: cantidad de centros de este tipo.
- Institutos UNCo.

(*) La información de Recursos Humanos se extrajo de SIU MAPUCHE cantidad de cargos activos y liquidados por dependencia de designación a enero de 2022.

2.2 Mapa de Unidades Académicas y Ofertas Académicas

El mapa muestra tres capas de puntos. Cada una de ellas se puede seleccionar a partir de un selector (*radio buttom*) (Figura 1):

1. **Oferta Académica:** Si esta opción es seleccionada, al hacer click en una unidad académica es posible ver en un popup, el listado de carreras de acuerdo a si las mismas son pregrado, grado o posgrado. Ejemplo:

Carreras de PREGRADO
Tecnicatura Auxiliar Universitaria en Nutrición
Tecnicatura en Control e Higiene de los Alimentos
Carreras de GRADO
Licenciatura en Gerenciamiento Gastronómico
Licenciatura en Tecnología de Alimentos
Carreras de POSGRADO
Especialización en Calidad e Inocuidad de Alimentos

2. **Datos de Contacto de las Unidades Académicas:** Si esta opción es seleccionada, al hacer click en una unidad académica el popup muestra el nombre de la Facultad, la sede a la cual pertenece y la url de la unidad académica. Ejemplo:

Facultad: Facultad de Ciencias y Tecnología de los Alimentos

Sede: Sede Villa Regina
url: http://factaweb.uncoma.edu.ar/

3. **Población Estudiantil y RRHH por Unidad Académica:** Si esta opción ha sido seleccionada se muestra el nombre de la unidad académica y la cantidad de: Estudiantes de pregrado y grado, docentes, no docentes y autoridades. Ejemplo:

Unidad Académica: Facultad de Ciencias y Tecnología de los Alimentos
Estudiantes de pregrado y grado: 859
Docentes: 53
No Docentes: 16
Autoridades: 9

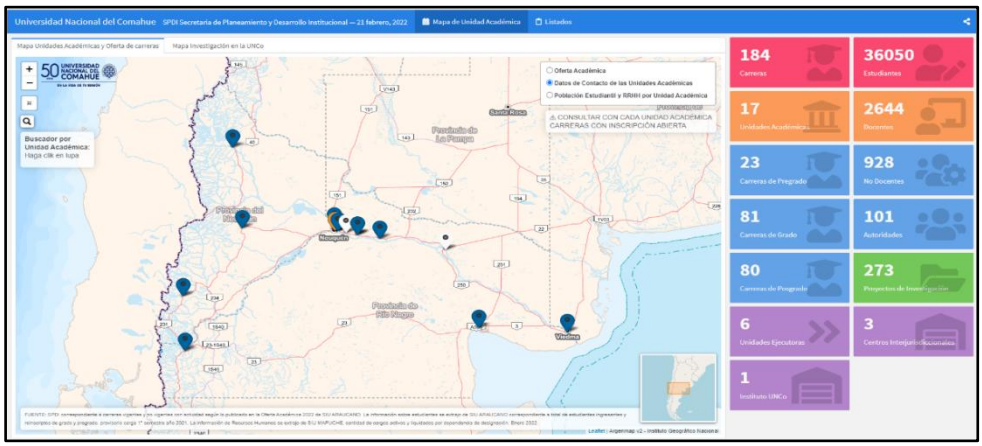


Figura 1. Mapa Unidades Académicas y Oferta Académica

2.3 Mapa Investigación de la UNCo

El mapa muestra dos capas de puntos. Cada una de ellas se puede seleccionar a partir de un selector (radio buttom) (Figura 2):

1. **Proyectos de Investigación por UUAA:** Si esta opción es seleccionada, al hacer *click* en una unidad académica, un popup permite ver el nombre de los grupos de investigación de la unidad académica.

2. **Institutos y Unidades Ejecutoras:** Si esta opción es seleccionada es posible ver marcadores con diferente color para distinguir: institutos, unidades ejecutoras e institutos interjurisdiccional. Al hacer *click* en uno de estos marcadores se mostrará un *popup* con información del nombre del instituto, la sede en la cual se encuentra, área, líneas de trabajo y la *url*. Ejemplo:

Nombre: Instituto Andino Patagónico de Tecnologías Biológicas y Geoambientales (IPATEC).
Sede: San Carlos de Bariloche IPATEC.
Área: Ciencias Agrarias, de la Ingeniería y de Materiales.
Líneas de Trabajo: Ictiología y acuicultura experimental, microbiología de suelos, interacción planta microorganismos, bioinoculantes para agricultura, bioremediación, eficiencia energética y energías renovables, biodiversidad y biotecnología microbiana, tecnología de los alimentos (calidad, inocuidad e innovación), modelado matemático de fenómenos de transferencia térmica, turismo científico y educativo, riesgos volcánicos, limnogeología, reconstrucción de eventos geológicos postglaciales, tsunamis lacustres,

procesos hidrogeomórficos en cuencas fluviolacustres de la Patagonia y geología ambiental.
url: https://ipatec.conicet.gov.ar/

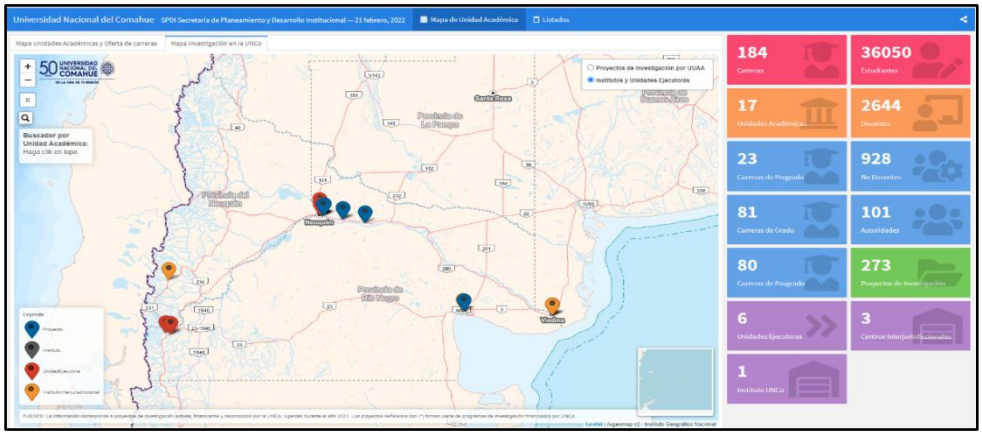


Figura 2. Mapa Investigación de la UNCo

2.4 Opción de Menú Listados

La opción de Menú Listados permite visualizar tres listados (Figura 3):

1. Estudiantes y Recursos Humanos por Unidad Académica. Incluye cuatro columnas: a) Nombre de la Unidad Académica, b) Cantidad de Estudiantes de la Unidad Académica, c) Cantidad de Docentes de la Unidad Académica, d) Cantidad de No Docenes y e) Cantidad de Autoridades.
2. Oferta académica por Unidad Académica. Incluye cuatro columnas: a) Unidad académica, b) Sede, c) Nivel -una variable nominal con tres niveles “Pregrado”, “Grado” y “Posgrado”- y d) Nombre de la carrera.
3. Proyectos de investigación por Unidad Académica. Incluye tres columnas: a) Unidad Académica y Sede, b) Nombre del proyecto de investigación y (c) Tipo de proyecto.

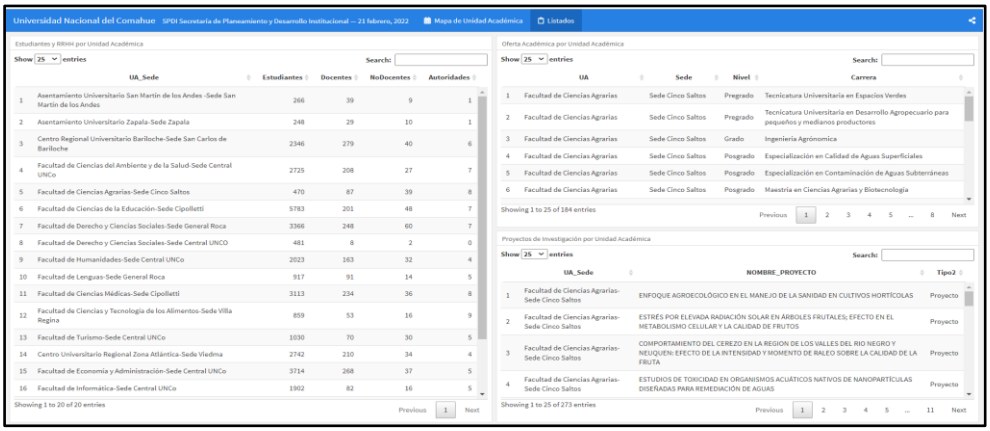


Figura 3. Opción de Menú Listados

Todos los listados fueron generados con el paquete DT de R, el cual permite:

- Visualizar la información por página e incluye una barra para navegar por cada página.
- Ordenar los datos al hacer *click* en la etiqueta de la columna.
- Buscar por palabras.
- Seleccionar la cantidad de filas (10, 25, 50, 100) que se visualizan en la tabla.
- Desplazar (*scroll*) sobre las líneas de la table y por sus páginas.

2.5 Línea del Tiempo de la UNCo: hitos y rectores

En conmemoración de los 50 años de la Universidad Nacional del Comahue, se diseñaron dos líneas de tiempo (timeline): una de los hitos más significativos de la UNCo y otra de los distintos rectores de la Universidad Nacional del Comahue. El tablero se puede acceder en:
http://opendata.fi.uncoma.edu.ar:3838/UNCoTimeline/
El tablero es dinámico, a diferencia del tablero anterior que es estático.

¿Cómo navegar la línea del tiempo (timeline)?

1. Como mencionamos anteriormente existen dos líneas de tiempo que se acceden en distintas solapas: Una línea sobre la universidad y unidades académicas y otra línea sobre los rectores de casa de altos estudios.

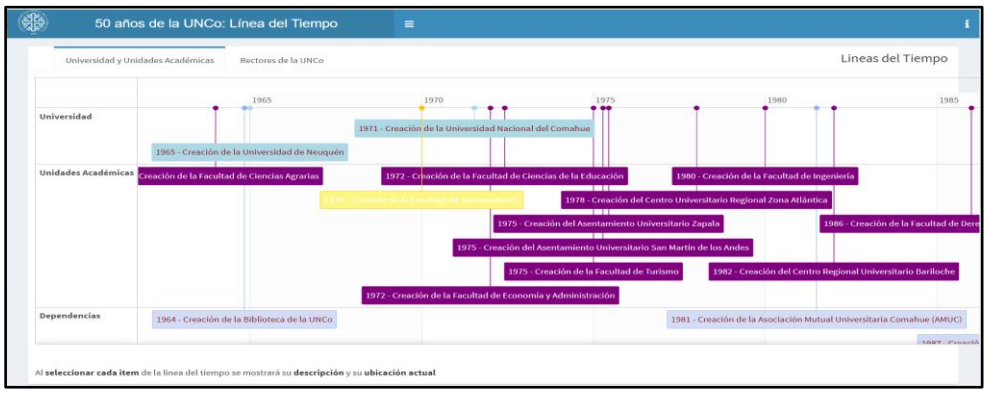


Figura 4. Línea del tiempo de hitos

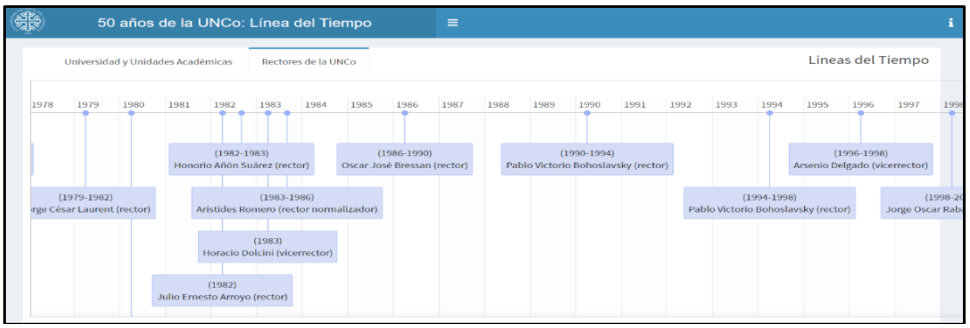


Figura 5. Línea del tiempo de rectores de la UNCo

2. Para visualizar distintos años de la línea del tiempo se puede arrastrar la línea del tiempo hacia la derecha o izquierda.
3. Al hacer click en cada caja de la línea del tiempo de hitos es posible visualizar en la parte inferior de la ventana: (1) un detalle del hito, el cual incluye: titulo, sede, logo,

descripción y una dirección web para mayor detalle; (2) la ubicación actual de la unidad académica o dependencia, y hacienda click en el marcador es posible visualizar el nombre del hito seleccionado en la línea del tiempo, la sede en la cual se encuentra y la url (Figura 6).

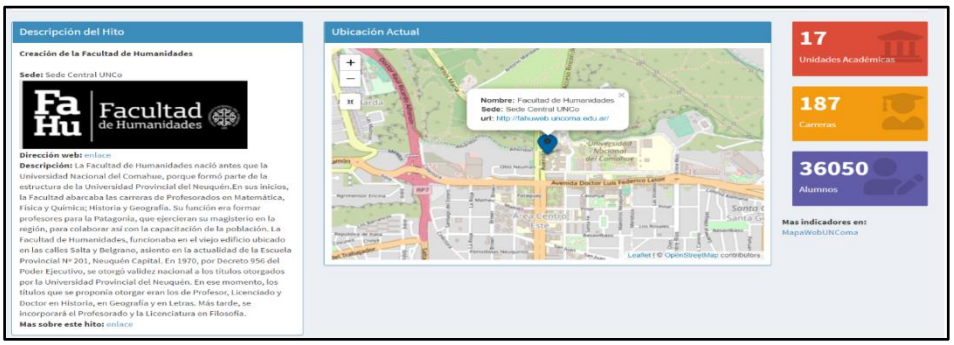


Figura 6: Información asociada a cada hito de la línea del tiempo

4. El mapa muestra como mapa de teselas a OpenStreetMap y no ArgenMap para visualizar bloques constructivos de los edificios principales, los cuales no figuran en ArgenMap para la UNCo.

2.6 Tablero de Convenios Internacionales con Universidades

El tablero dinámico de Convenios con Universidades permite visualizar un mapa mundial, en el cual una capa de polígonos de aquellos países en los cuales hay al menos una universidad que ha firmado convenio de cooperación con la UNCo. La url del tablero es: http://opendata.fi.uncoma.edu.ar:3838/UNCoRelInt/

Al hacer click en un marcador de una universidad extranjera con convenio es posible ver un popup que incluye el nombre de la universidad, el país, la fecha en la que se firmó el convenio, el número de la ordenanza y el tipo de convenio. Adicionalmente, una ventana a la derecha muestra el pdf del convenio.

El tablero cuenta con la opción de seleccionar un país, y una vez seleccionado éste permite la selección de una universidad con convenio en dicho país.

El tablero presenta dos vistas: una del mapa global y otra, en forma de línea del tiempo. En esta última las cajas representan diferentes universidades con convenios, y al hacer click sobre las mismas es posible visualizar uno o más pdfs de los convenios firmados. La línea del tiempo permite visualizar la información de las universidades agrupadas por continente.



Figura 7. Tablero de Convenios entre la UNCo y Universidades Extranjeras

2.7 Tecnología Utilizada

El tablero fue desarrollado con el software R Studio, utilizando un conjunto de paquetes de R: (1) leaflet para generar los mapas, (2) DT para generar tablas, (3) shiny para producir tableros dinámicos, (3) R Markdown, (4) ggplot2, (4) sf, (5) dplyr, (6) readxl, readr, entre otros.
Todos los tableros muestran información geoespacial utilizando el Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS) WGS84.
El servidor de datos R fue desarrollado sobre una máquina virtual Linux.

3. CONCLUSIONES

Involucrar a las autoridades académicas de una universidad acerca de la importancia de acopiar, administrar y publicar información espacial sobre la universidad, sus unidades académicas e institutos y proyectos de investigación es una tarea compleja. En esta ponencia se describieron tres tableros que permitieron dar los primeros pasos en el acopio y publicación de geoinformación a partir del trabajo conjunto entre docentes e investigadores de la Facultad de Informática y la Secretaría de Planeamiento y Desarrollo Institucional de la Universidad Nacional del Comahue. Luego de validar la información principal, consultar las fuentes y referentes indicados, y finalizar la tarea de construcción del tablero de oferta académica y grupos de investigación, se envió una nota a todos los decanos de todas las unidades académicas de la UNCo para socializar este producto bajo el nombre de “Mapa Web UNCo”:
https://opendata.fi.uncoma.edu.ar/imagenes/notaSPDIDecanos-asyDirectores-asUUAAfd.pdf
Una vez que se valide la información asociada al tablero de hitos y rectores, como así también del tablero de Convenios internacionales, se procederá de igual manera con la difusión institucional de estos dos últimos tableros.
Es importante mencionar que la fuente de información de estos tableros proviene de la suite de softwares SIU (Guaraní, Mapuche, entre otros), y del resultado de haber acopiado información espacial de la localización de Unidades Académicas y de institutos, unidades ejecutoras e institutos interjurisdiccionales. La evaluación institucional llevada adelante por la Secretaría de Planeamiento (López *et al.*, 2021) ha facilitado la validación de los datos, con referentes de las mencionadas unidades e institutos.
El desarrollo de estos tableros al igual que otros tableros y reportes sobre información espacial y ciencia de datos disponibles en http://opendata.fi.uncoma.edu.ar/, han permitido generar conocimiento e investigación, que posibilitaron el dictado de un curso de posgrado en el marco de

la Maestría de Ciencias de Computación, dictado en mayo de 2022, titulado: “Análisis de datos, Mapas web y Tableros con Lenguaje R” al cual participaron 32 participantes de diferentes organismos y provincias.
Todos estos tableros utilizan tablas de información estructurada en dataframes (del lenguaje R) los cuales han sido exportados a formatos shp, y a partir de ellos, se generarán geoservicios para su publicación en la IDE de una UNCo (IDEUNCo).
Se ha logrado concientización de las autoridades académicas sobre la importancia del valor de la información geoespacial, su administración conjunta y publicación, empleando una estrategia: producir tableros de control con aplicaciones útiles que concentran información espacial sustantiva académica. A partir de estos tableros se ha difundido la importancia de continuar trabajando en el nodo de Infraestructura de Datos Espaciales de la Universidad.

REFERENCIAS

Leland, W. (2005). *The grammar of graphics* (Statistics and Computing). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

Lopes, C., Burgos, H. F., De Angelis, R., Edelstein, L., Monzón, M. F., Novoa, L. A., & Aranda Mercado, M. del R. (2021) Informe de Autoevaluación de la UNCo. [consultado en mayo de 2022:] https://autoevaluacion.uncoma.edu.ar/wp-content/uploads/2021/06/UNCo_informe-de-autoevaluacion_20_21.pdf

Sievert, C., Iannone, R., Allaire, J., & Borges, B. (2022). Flexdashboard: R Markdown Format for Flexible Dashboards. [consultado en mayo de 2022:] https://pkgs.rstudio.com/flexdashboard/, https://github.com/rstudio/flexdashboard/

Wickham, H. (2021), Mastering Shiny. O'Reilly Media, Inc. ISBN: 9781492047384

Wickham, H. y Grolemund, G. (2017). R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data. O'Reilly Media, 1 edition.

Wickham, H. 2016. Ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis. Springer-Verlag New York. https://ggplot2.tidyverse.org.

Xie, Y., Dervieux, C., & Riederer, E. 2020. R Markdown Cookbook. Boca Raton, Florida: Chapman; Hall/CRC. https://bookdown.org/yihui/rmarkdown-cookbook.

Aplicación de cartografía web en proyectos de investigación relacionados a energía y ambiente

Paola Cardozo[1], Camila Binda[1], Emilce López[1] y Silvina Belmonte[1]

[1]Instituto de Investigaciones en Energía no Convencional (INENCO), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) - Universidad Nacional de Salta (UNSa).
Avenida Bolivia 5150, Salta (4400), Salta. Tel.: 0387-4255423.
paola.cardozo@conicet.gov.ar, camilabindag@gmail.com, {emigemy, silvina_belmonte}@yahoo.com.ar

Resumen: La cartografía, al igual que otras disciplinas, ha ido evolucionando en función de las innovaciones tecnológicas disponibles. En este contexto, se han buscado nuevas tecnologías para representar y difundir información de los distintos proyectos relacionados a energía y temáticas ambientales ejecutados por el Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional. Éste trabajo presenta la cartografía web desarrollada a tal fin. Se cartografiaron 27 proyectos vigentes y recientemente finalizados. La tecnología de cartografía web posibilitó el acceso a la información actualizada de las acciones e investigaciones que realizan los distintos grupos en la provincia de Salta y región del noroeste argentino, en un formato asequible e interactivo de amplio alcance. Generar información institucional mediante cartografía digital en el entorno web permite actualizarla en tiempo real y ponerla a disposición de un abanico de usuarios potenciales de una forma rápida, sencilla y amigable.

Palabras Clave: sistema de información geográfica, mapa web, energía, ambiente.

1. INTRODUCCIÓN

En el marco de la gran revolución de la información del presente, se han impulsado grandes cambios en la oferta y demanda de datos en general y datos georreferenciados en particular. Es de destacar el papel que juega la cartografía y la interdisciplina científico-tecnológica en el logro de la producción y difusión de representaciones espaciales en diferentes ámbitos (Montes Galbán, 2018).

Desde sus primeras versiones en formato papel, los mapas constituían los primeros elementos con componente geográfico. En la actualidad éstos han evolucionado en la *web* hasta convertirse en verdaderas aplicaciones que pueden convertir un navegador en una plataforma SIG completa (Olaya, 2016).

En este contexto, se han buscado nuevas alternativas y herramientas para representar y difundir información sobre los distintos proyectos ejecutados por el Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), perteneciente al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y a la Universidad Nacional de Salta (UNSa).

El INENCO nace con un grupo de trabajo que, motivado por la crisis petrolera mundial de 1973, refuerza su idea de que las energías renovables sustituirían a las convencionales en el largo plazo, por lo que era necesario emprender un plan de investigación y formación de recursos humanos en este tema. La creación formal del instituto se estableció en 1980 a partir de un convenio UNSa-CONICET. A lo largo de los años el instituto fue incrementando sus recursos humanos y

diversificando las áreas de investigación, por lo que actualmente podemos encontrar doce grupos especializados en distintas temáticas, entre ellas: energía solar; otras fuentes renovables (biomasa y bioenergía, energía eólica y geotermia); hábitat, ambiente y sustentabilidad; educación y TIC (Belmonte *et al.*, 2016a).

Para poder integrar, representar y difundir la diversidad de temas de investigación que se están abordando en la institución como así también las zonas de trabajo, colaboradores y destinatarios surge la propuesta de realizar una representación espacial de los proyectos en marcha. Esta iniciativa se enmarca en el desarrollo del Proyecto Unidades Ejecutoras (PUE)-INENCO denominado "Innovaciones tecnológicas en Energía y Ambiente en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la Agenda 2030", en el cual participan diversas líneas de investigación del instituto.

El objetivo de éste trabajo es presentar la cartografía web de los proyectos ejecutados por el INENCO principalmente en la provincia de Salta y región NOA. El trabajo se estructura de la siguiente manera: en la sección 2 se describen algunas experiencias previas y lecciones aprendidas; la sección 3 especifica los datos utilizados y la metodología adoptada; en la sección 4, presentamos los resultados obtenidos y finalmente, en la sección 5 se presentan las conclusiones.

2. EXPERIENCIAS PREVIAS Y LECCIONES APRENDIDAS

Los proyectos institucionales son difundidos por los grupos de investigación mediante la utilización de diversos medios y formatos, particularmente publicaciones científicas, congresos, notas periodísticas y otros materiales de divulgación. En los últimos años se está dando importancia, además, a producciones audiovisuales, sitios *web*, mapas interactivos y redes sociales para comunicar los avances y resultados de los trabajos realizados. Estos espacios de comunicación son importantes para llegar a diversos sectores y grupos de interés, entre ellos pares científico-académicos como así también tomadores de decisiones y la sociedad en su conjunto. Sin embargo, son pocas las instancias de comunicaciones colectivas en las que se logra integrar las líneas de trabajo y trayectorias realizadas en conjunto por los diversos equipos de investigación. En este sentido, desde hace varios años se realizan seminarios institucionales internos como una de las acciones alternativas que posibilitan el intercambio de información principalmente hacia adentro de la propia comunidad institucional.

La publicación del libro institucional de divulgación científica "Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional: Ciencia y tecnología para un futuro sustentable. 1980-2015" (Belmonte, *et al.*, 2016b) también fue un paso destacable en la comunicación institucional. El proceso de elaboración del libro (2014-2016) fue una experiencia colectiva que posibilitó la reconstrucción y revalorización de la historia del instituto y de su recorrido científico-tecnológico en energías renovables y otros temas ambientales. Asimismo, fortaleció el sentido de pertenencia de sus integrantes, motivando la participación e integración de los diversos grupos de trabajo (Belmonte *et al.*, 2016). El libro permitió también abrir una ventana hacia afuera, mostrando a toda la sociedad el trabajo que se viene realizando en investigación, docencia, vinculación y transferencia al medio. Actualmente es nuestra carta de presentación en encuentros interinstitucionales y académicos.

La necesidad de contar con materiales de integración y difusión del trabajo institucional siempre está vigente. Así, el diseño de una aplicación de mapa web se visualiza como una oportunidad para la comunicación, divulgación y consulta de los proyectos ejecutados por el INENCO.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Fuente de datos

Los datos fueron obtenidos mediante una consulta a los referentes de los grupos de investigación a través de fichas que consignaba la siguiente información: a) relacionada al grupo de investigación: investigador/a responsable, nombre del grupo de investigación y tema de investigación; b) respecto al proyecto específico: nombre del proyecto, director, período de ejecución, integrantes, fuente de financiamiento, línea/s de acción, instituciones participantes, localización geográfica (localidad, municipio, departamento y/o latitud/longitud) y además se solicitaron imágenes o videos referentes al proyecto.

La convocatoria para completar este formulario fue enviada dos veces, la primera en el mes de agosto y posteriormente en el mes de octubre del 2021. Finalmente, en noviembre se sistematizó la información recibida en una base de datos para la posterior selección y representación en el mapa interactivo institucional.

3.2 Tecnología de cartografía web

Primeramente, se exploró la oferta de plataformas y tecnologías de web *mapping* disponibles para la creación de cartografía web, evaluando sus características, requisitos, ventajas y desventajas.

La elaboración del mapa interactivo en la web se realizó a partir de un proyecto elaborado en el *software* libre QGIS v. 3.10 (QGISg, 2022), mediante la utilización del complemento QGIS2web (Chadwin *et al.*, 2020) y Leaflet, biblioteca JavaScript de código abierto (Agafonkin, 2011). La Figura 1 muestra la metodología general adoptada en este trabajo.

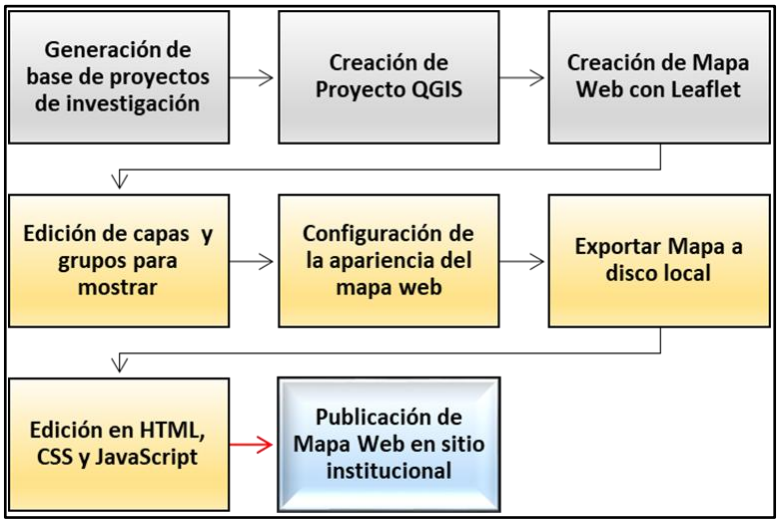


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología general adoptada para la elaboración del mapa web de proyectos de investigación del INENCO

4. RESULTADOS

Se generó el mapa web de proyectos de investigación del INENCO-CONICET, desarrollados principalmente en la provincia de Salta y región del noroeste argentino (NOA). Fueron cartografiados 27 proyectos vigentes y recientemente finalizados, entre los cuales se registró también el proyecto PUE institucional (Figura 2, versión web disponible en http://inenco.unsa.edu.ar/mapas/).

La tecnología de cartografía web posibilitó el acceso a la información actualizada de las acciones e investigaciones que realizan los distintos grupos, en un formato asequible e interactivo de amplio alcance.

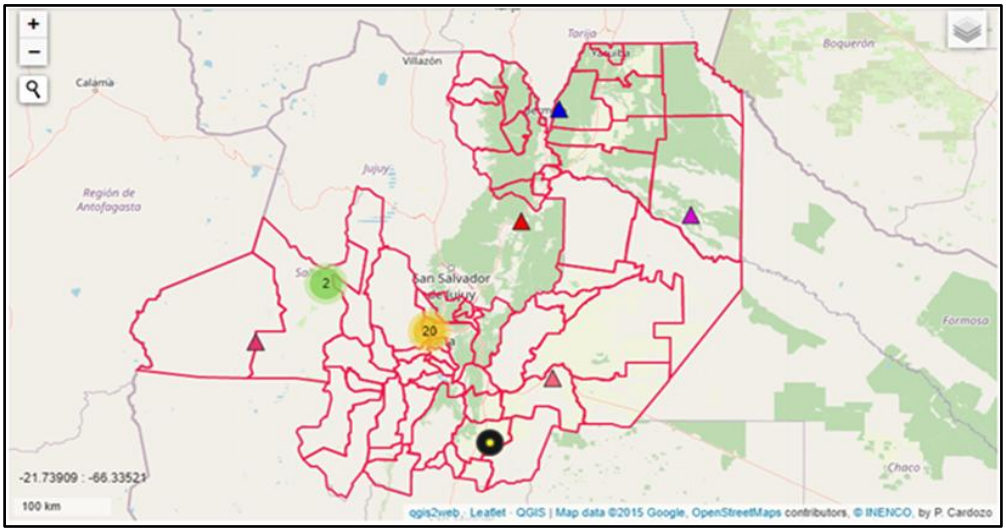


Figura 2. Visualización del mapa web de proyectos de investigación del INENCO

La información disponible en la cartografía web puede ser agrupada en cuatro elementos principales:
a) Ventana emergente: cada proyecto cuenta con una ficha, en la cual se brindan datos del grupo del INENCO al que pertenece la investigación, nombre del proyecto, investigador responsable, integrantes, fuente de financiamiento, período de ejecución, instituciones participantes, localización geográfica en la que se desarrolla y una foto alusiva.
b) Mapa Base: es posible elegir dos tipos de mapas base provistos por Google Earth y OpenStreetMap.
c) Organización administrativa provincial: datos del municipio y departamento en el que se desarrolla cada proyecto están disponibles.
d) Interacción: el usuario tiene la posibilidad de desplazarse por la cartografía digital y conocer las coordenadas geográficas de cada punto, implementar distintos niveles de zoom y realizar búsqueda de localizaciones geográficas.
Luego de exportar el proyecto a mapa web se reprodujeron varios elementos del proyecto QGIS original, tales como: capas, estilos y extensión. Otras características no se pudieron representar debido a una limitación del complemento utilizado, por lo que fue necesario editar algunos rasgos que son fundamentales en el mapa actuando directamente mediante códigos en el HTML (del inglés HyperText Markup Language, lenguaje que describe los contenidos y estructura de las páginas web), CSS (del inglés de Cascading Style Sheets, lenguaje que sirve para especificar el estilo y apariencia) y códigos de programación en JavaScript (lenguaje de programación que permite agregar una variedad más amplia de instrucciones y definir el comportamiento interactivo). A pesar de lo mencionado y de acuerdo a Roth *et al.*, (2013) Leaflet resultó muy útil por su naturaleza de código abierto y documentación clara y completa.

5. CONCLUSIONES

El trabajo presentado muestra la cartografía web de los proyectos ejecutados por el INENCO principalmente en la provincia de Salta y en la región del noroeste argentino.

La producción del mapa representó un espacio para la generación de nuevos conocimientos, posibilitando la interacción entre los diferentes miembros del instituto. Asimismo, facilitó la difusión de nuevas alternativas geoespaciales de comunicación y una mayor visibilidad del trabajo científico-tecnológico en plataformas digitales.
QGIS2Web resultó ser un complemento útil para QGIS ya que permitió exportar el mapa generado para que pueda ser visto de forma interactiva en la web por una amplia variedad de usuarios. A pesar de ser bastante completo, fue necesario incluir elementos que no fueron representados en el mapa web final, por lo que se requirieron conocimientos de programación para incorporarlos.
Una de las ventajas de generar información institucional mediante cartografía digital en el entorno web es que permite actualizarla en tiempo real y ponerla a disposición de un abanico de usuarios potenciales de una forma rápida, sencilla y amigable. A futuro, se pretende continuar utilizando esta tecnología de cartografía web actualizándose anualmente.
Si bien el mapa web representa un instrumento de utilidad para integrar y dar a conocer los múltiples proyectos de investigación que se realizan en el INENCO, nuevas herramientas digitales deberían explorarse, desarrollarse y promoverse a fin de dar mayor visibilidad al trabajo institucional sumando conciencia y aliados para la construcción de soluciones colaborativas y más sustentables para nuestra región del noroeste argentino y el país.

AGRADECIMIENTOS
Se agradece especialmente la colaboración de todos los integrantes del INENCO por poner a disposición la información de base de los proyectos de investigación desarrollados. Asimismo, agradecemos el apoyo brindado por el director del instituto, el Consejo Directivo del INENCO y el personal administrativo que vinculó la cartografía digital a la página web institucional.

REFERENCIAS
Agafonkin, V. (2011). Leaflet. An open-source JavaScript library for mobile-friendly interactive maps. Recuperado el 12 de abril de 2022 de https://leafletjs.com/SlavaUkraini/

Belmonte, S., Balderrama, B., Flores Larsen, S. y Caso R. (2016a). Elaboración del libro del INENCO: Proceso de reconstrucción histórica, valoración científica tecnológica y proyección institucional. Acta de la XXXIX Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente. La Plata. Argentina, 4(10.01-10.07). ISBN 978-987-29873-0-5.

Belmonte S., Caso R., Balderrama B. y Flores Larsen, S. (2016b). Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional: ciencia y tecnología para un futuro sustentable. 1980-2015. Argentina. Editorial Instituto de Investigación de Energía No Convencional - INENCO.160 p. ISBN 978-987-20105-6-0 (Versión impresa). ISBN 978-987-20105-5-3 (DVD-ROM). ISBN 978-987-20105-7-7 (Archivo digital online).

Chadwin; T., Klinger, R., Olaya, V. y Dawson, N. (2020). QGIS Python Plugins Repository. Complemento qgis2web. Recuperado el 11 de abril de 2022 de https://plugins.qgis.org/plugins/qgis2web/

Google Earth. (s.f.). Brand Resource Center. Recuperado el 7 de abril de 2022 de https://about.google/brand-resource-center/

Montes Galbán, E. (2018). La cartografía en la era digital: desarrollo y perspectiva. Anuario de la División Geográfica, 7(6): 181-192.

Olaya, V. (2016). Sistemas de Información Geográfica. España. Ed. Create Space Independent Publishing Platform.

OpenStreetMap (s,f). OpenStretMap. Recuperado el 7 de abril de 2022 de https://www.openstreetmap.org/copyright.

QGIS.org, (2022). QGIS Geographic Information System. QGIS Association. Recuperado el 11 de abril de 2022 de http://www.qgis.org.

Roth, R., Donohue, R., Sack, C., Wallace, T. y T. Buckingham. (2013). A Process for Assessing Emergent Web Mapping Technologies. En Buchroithner M. F. (Ed.), Proceedings of the 26th International Cartographic Conference (pp. 58-59). International Cartographic Association - Deutsche Gesellschaft für Kartographie e.V. [Extended abstract version] https://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2013/_extendedAbstract/380_proceeding.pdf

Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense Componentes operativos y fundamentos normativos en nodo IDE universitario

Alejandra Geraldi[1], Federico Barragán[1], Johanna Arias[1], Lucia Laffeuillade[1], Fernando Martinez[1], Ladislao Potoki[2], Guillermo Martinez[2], Leandro Palmeyro[1], Victor Hugo Peñas[1] y Nicolas Vidal Quini[1]

[1]Laboratorio de Geotecnologías (LabGeot), Departamento de Geografía y Turismo (DGyT), Universidad Nacional del Sur (UNS).
[2] Departamento de Física, Universidad Nacional del Sur (UNS).

Resumen: Las Infraestructuras de Datos Espaciales permiten acceder a datos, productos y servicios geoespaciales, publicados en Internet bajo estándares y normas, asegurando su interoperabilidad y la normalización para su uso 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. El objetivo del presente trabajo es analizar los componentes operativos y los fundamentos normativos en el nodo universitario Infraestructura de Datos Espaciales Sudoeste Bonaerense (IDESoB). Se pretende además establecer los principios que rigen este nodo. En este sentido y enlazando articulando con los usos antes mencionados la IDESoB es un conjunto articulado de capital humano, políticas, acuerdos, recursos, tecnologías y procedimientos estandarizados de trabajo, cuya meta principal es asegurar mecanismos para integrar, compartir, intercambiar y acceder a información-conocimiento geoespacial confiable. La IDESoB es la plataforma integradora de la información-conocimiento geoespacial producida en las diferentes unidades académicas de la Universidad Nacional del Sur.

Palabras Clave: IDESoB, nodo universitario, componentes, normativas

1. INTRODUCCIÓN

Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) permiten acceder a datos, productos y servicios geoespaciales, publicados en Internet bajo estándares y normas, asegurando su interoperabilidad y la normalización para su uso 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.

En este sentido y enlazando articulando con los usos antes mencionados la Infraestructura de Datos Espaciales Sudoeste Bonaerense (IDESoB) es un conjunto articulado de capital humano, políticas, acuerdos intra e interinstitucionales, recursos, tecnologías y procedimientos estandarizados de trabajo, cuya meta principal es asegurar mecanismos para integrar, compartir, intercambiar y acceder a información-conocimiento geoespacial confiable (Barragan *et al.*, 2018). La IDESoB es la plataforma integradora de la información-conocimiento geoespacial producida en las diferentes unidades académicas de la Universidad Nacional del Sur (UNS). Como antecedente inmediato el Laboratorio de Geotecnologías (LabGeot) representa a la Universidad Nacional del Sur en la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina desde el 2015, año en el

cual el Rector adhiere a la comunidad de información geoespacial. El LabGeot participa activamente y de manera ininterrumpida en lo referente a los distintos grupos de trabajo, la Asamblea y en la Coordinación Ejecutiva.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la determinación de los componentes se trabajó a partir de tres puntos; la gestión de la información-conocimiento geoespacial, la conformación de capital humano y la plataforma tecnológica. En tal sentido se articularon entrevistas con las diferentes unidades académicas necesarias.

Se analizaron las normativas a nivel nacional, provincial, municipal y de la universidad que dan sustento al nodo IDE universitario. Se realizó una investigación cualitativa descriptiva que permita: a) Caracterización global de las normativas en los distintos niveles administrativos y tabulación de la misma; b) se realizó la descripción del contexto en el cual se presenta la normativa que permitirá establecer la conexión y secuencia de las mismas, a partir de tablas y esquemas de relación y c) se identificaron las directrices generales para manejo de información geográfica (IG).

3. RESULTADOS

Desde el año 2015, los integrantes del nodo IDESoB vienen trabajando en la institucionalización de un nodo IDE en la Universidad Nacional del Sur para capitalizar la IG producida en el ámbito académico. Como antecedente inmediato el Laboratorio de Geotecnologías (LabGeot) representa a la Universidad Nacional del Sur en la Infraestructura de Datos espaciales de la República Argentina desde el 2015, año en el cual el Rector adhiere a la comunidad de información geoespacial. El LabGeot participa activamente y de manera ininterrumpida en lo referente a los distintos grupos de trabajo, la Asamblea y formó parte en algunos de los años de la Coordinación Ejecutiva de IDERA. En el año 2021, el nodo universitario IDESoB se institucionalizó a partir de la firma del rector de la Universidad con base en los antecedentes presentados. Así, el grupo de trabajo que lo constituye definió la misión y la visión del nodo; los mismos se presentan a continuación.

La misión de la IDESoB es promover la publicación de IG y generación de geoservicios, de manera eficiente y estandarizada para la democratización del acceso a la información geoespacial producida en el ámbito de la Universidad Nacional del Sur y el área de influencia, Sudoeste Bonaerense, como aporte estratégico a la planificación y el manejo prospectivo del territorio. Siguiendo esta línea la visión de la IDESoB es potenciar el manejo interoperable de la información-conocimiento geoespacial para mejorar la toma de decisiones basadas en evidencia con referencia al territorio.

Los componentes operativos de la IDESoB (Figura 1) configuran una red de trabajo multidisciplinaria e interdisciplinaria entre diferentes unidades académicas (departamentos) que comparten sus saberes y colaboran con los objetivos. Estos componentes son la gestión de la información-conocimiento geoespacial (I-C G) y la plataforma tecnológica. La primera, tiene que ser organizada e implementada por los integrantes del LabGeot para asegurar la disponibilidad, la integridad y confidencialidad de la información. La segunda, la tecnología, es la que da soporte a esta gestión y que permitirá el intercambio electrónico de la información-conocimiento geoespacial.

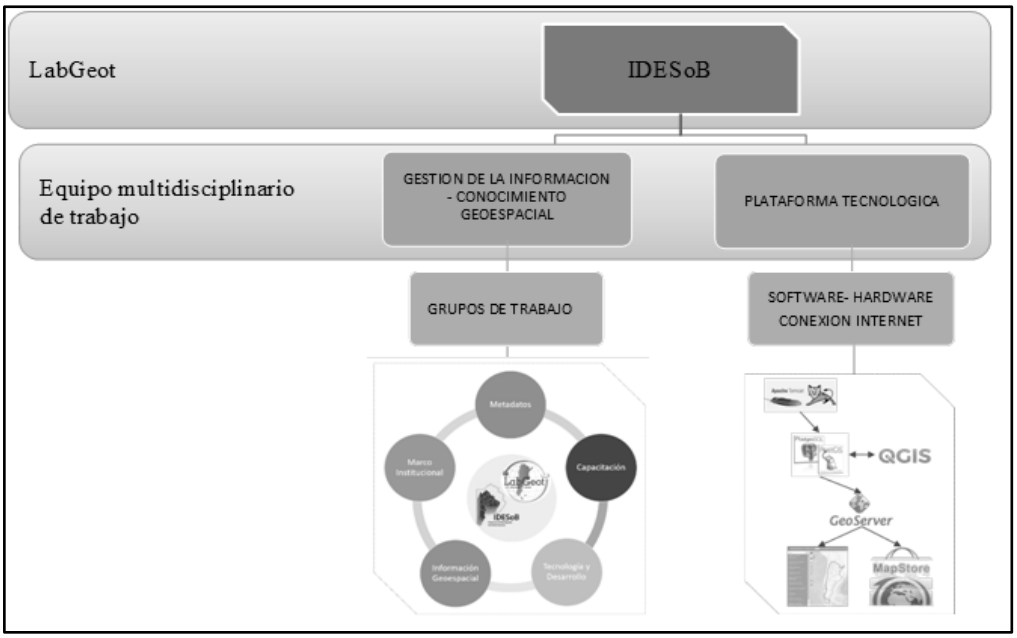


Figura 1. Componentes operativos del nodo universitario IDESoB

El nodo IDESoB funciona dentro del LabGeot, en el Departamento de Geografía y Turismo (DGyT). En este sentido se considera que todo Nodo de carácter universitario necesita de una unidad consolidada que tenga conocimiento y saberes no solo en el soporte tecnológico sino también y fundamentalmente en el manejo de la Información Geográfica dado que esta última debe estar adaptada a las normas nacionales e internacionales correspondientes para su uso de manera interoperable y de calidad.
En una primera instancia el nodo IDESoB se encuentra alojado en los servidores dentro del Departamento de Física. Los integrantes de este departamento colaboran en el soporte tecnológico. La infraestructura tecnológica necesaria, así como la seguridad informática que requiere el nodo IDESoB se encuentra bajo la administración del especialista del área de servicios web y seguridad (personal no docente).

3.1 Fundamentos normativos de la Infraestructura de Datos Espaciales del Sudoeste Bonaerense

El fundamento normativo que da sustento a las políticas de información geográfica (IG) se apoya en una serie de normas de diferente jerarquía. La IDESoB se alinea en el nivel nacional a la Constitución, legislación y políticas generales mediante su representación en IDERA (Figura 2). Cabe mencionar que, si bien estas normativas nacionales no mencionan de manera tácita a la IG, sí lo hacen con la información y su forma de producción, gestión y uso. En este sentido, se presenta a manera de cuadro las normativas vigentes.

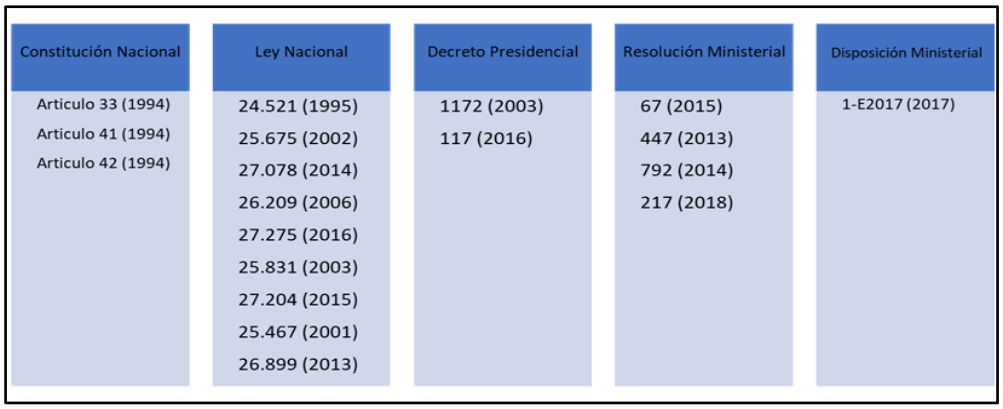


Figura 2. Fundamentación en la política nacional. Elaborado por: Federico Barragán, 2021

Alineados a los ejes transversales de la política de modernización se encuentran: Gobierno Abierto, País Digital, Gobierno Electrónico y Gobierno Inteligente. En cuanto al sustento de la política provincial que da sustento al manejo de la información tanto general como geoespacial se establecen en la Figura 3.

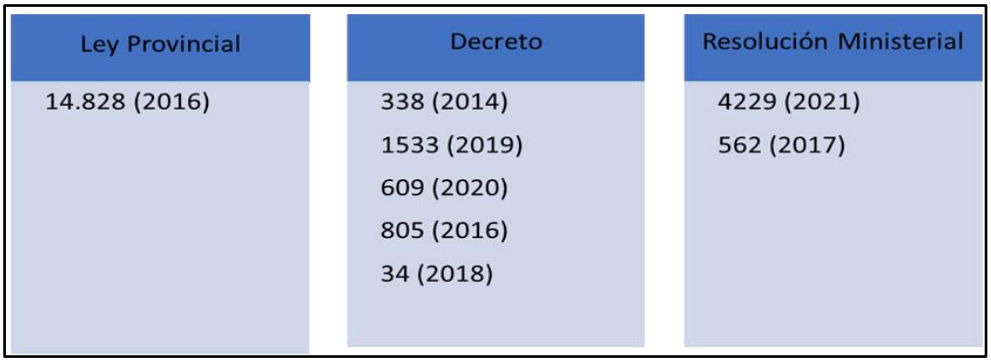


Figura 3. Fundamentación en la política provincial. Elaborado por: Federico Barragán, 2021

Finalmente dan sustento al nodo las normas de la Universidad Nacional del Sur (Figura 4).



Figura 4. Fundamentación en la normativa de la Universidad Nacional del Sur
Elaborado por: Federico Barragán, 2021

Las directrices generales para manejo de IG se estructuran a partir de los roles para la gestión de la información de la IDESoB, a saber:

1.Unidad orgánica productora de información: es la que, por el ejercicio de sus funciones, levanta información geoespacial. Estas pueden ser productoras permanentes o temporales de datos y tienen la responsabilidad de producir la información de acuerdo a los estándares aprobados para tal fin, así como de enviarla hacia la unidad orgánica responsable de la información. En el caso de la IDESoB, hay 3 categorías de unidades productoras, a saber:
Categoría I: productora madre es la carrera de Geografía del DGyT, integrada por los proyectos y grupos de investigación, gabinetes, tesistas, becarios, pasantes. Categoría II: gabinetes del DGyT de otras carreras. Categoría III: otros departamentos de la UNS y Categoría IV: otras instituciones, por ejemplo, Municipio de Bahía Blanca. El trabajo se realiza de forma secuencial en etapas (Figura 5).
2. Unidad orgánica responsable de la información: es la que, sin perjuicio de cualquier otro rol, es propietaria y responsable administrativa de la información, así como encargada de su custodia, integración, clasificación y otorgamiento de validez para su distribución (Vilchez Inga, 2015). Forma parte de sus responsabilidades monitorear el proceso de producción de datos de las capas de información que son de su competencia. En el caso de la IDESoB, el LabGeot es responsabilidad de sus directivos.
3. Unidad orgánica centralizadora: es la que tiene a su cargo la centralización de la información geoespacial validada y clasificada, para ser posteriormente distribuida. Estas monitorean que las unidades responsables la remitan en los plazos estipulados en la estructura y de acuerdo a los estándares definidos (Vilchez Inga, 2015). El Laboratorio de Geotecnologías a través del servidor propio organiza las capas y bases de datos, se propone como primera opción comenzar por IG producida por los integrantes del LabGeot, luego por departamentos, otra, general SOB.
4. Unidad orgánica distribuidora de información: es la que tiene a su cargo la distribución de la información conforme los requerimientos de las partes interesadas, sus perfiles, niveles de acceso y la normatividad vinculante (Vilchez Inga, 2015). En el caso de la IDESoB, la Dirección General de Telecomunicaciones (DGT).

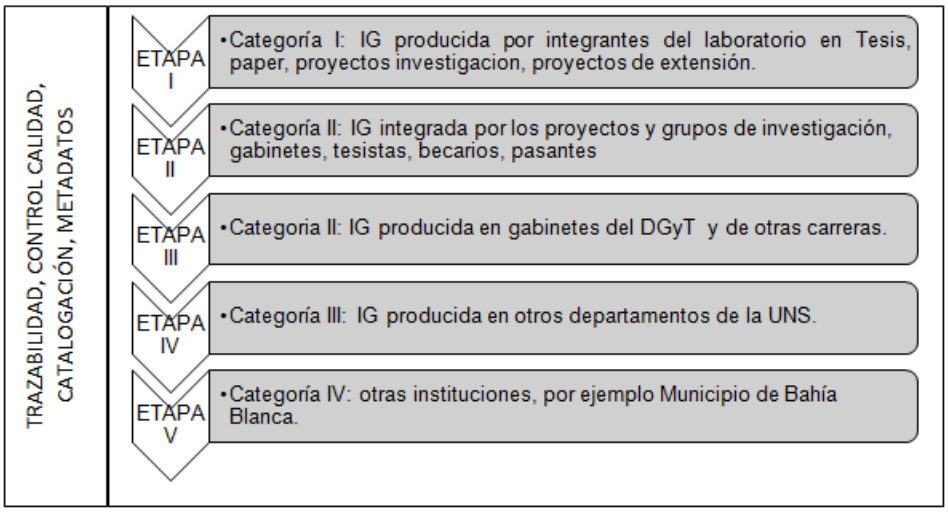


Figura 5. Etapas de trabajo para la incorporación de información geográfica a la IDESoB

4. CONCLUSIONES

Los componentes operativos y los fundamentos normativos son clave en un nodo IDE universitario. Estos nodos tienen la gran responsabilidad de publicar información geográfica con conocimiento y sabiduría, razón por la cual deben garantizar la interoperabilidad, la calidad de la información geográfica a partir de fundamentos normativos sólidos. En este sentido, el nodo IDE IDESoB tiene las bases institucionales, las normativas sobre las que se da fundamento, el capital humano, a través de un grupo interdisciplinario y la infraestructura tecnológica necesaria.

REFERENCIAS

Barragán, F., Laffeuillade, L., Arias, J., Palmeyro, L., Vidal Quini, N., Geraldi, A. y Angeles, G. (2018). Documento para la consecución de una red vial de calidad para estudios geográficos según los parámetros IDESoB. En L. Reynoso y C. Massera (Eds.), *Ponencias de las XIII Jornadas de IDERA* (pp. 201-218). Editorial Instituto Geográfico Nacional

León Pereira, C. E., López Guerrero, X. y Díaz Núñez, M. (2015). *Gestión de la información geoespacial: guía de buenas prácticas para la implementación de infraestructuras de datos espaciales institucionales.* Presidencia del Consejo de Ministros, Oficina Nacional de Gobierno Electrónico e Informática. https://siar.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/guia_buenas_practicas_final_180116.pdf

BLOQUE 9
IDE, GIS, VANT y Catastro

IDE y Catastro, una sinergia que fortalece el acceso a los datos públicos

Mario Piumetto[1], Hernán Morales[1], Gustavo García[2], Sergio Sosa Quilaleo[3] y Steffi Giraudo[4]

[1]IDECOR (Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba) – Universidad Nacional de Córdoba, Facultad Ciencias Exactas Físicas y Naturales.
[2]Dirección General de Catastro, Ministerio de Finanzas
[3]Universidad Nacional de Córdoba, Facultad Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Centro de Estudios Territoriales.
[4]Proyecto Estudio Territorial Inmobiliario, Secretaría de Ingresos Públicos y Dirección General de Catastro.
{marioandres.piumetto, gustavomarcelo.garcia, sergio.quilaleo, steffi.giraudo}@cba.gov.ar, hernan.morales@unc.edu.ar

Resumen: El acceso a la Información pública es un derecho y tiene exigencia legal en Argentina. La Ley Nacional de Derecho de Acceso a la Información Pública N° 27275 y la Ley de Catastro de la Provincia de Córdoba N°10454 contemplan la accesibilidad a la información en formatos abiertos.
En los últimos años el uso de datos abiertos se ha incrementado en la medida de la disponibilidad de plataformas creadas ad hoc, y dentro de estas, la base de datos catastral puede convertirse en una herramienta eficaz para realizar análisis espaciales y determinar diversas valoraciones sobre el territorio.
A los fines de que los datos sean utilizables es necesario cumplir con los Principios de la Carta Internacional de Datos Abiertos, que establecen que los datos deben ser: abiertos por defecto, oportunos, exhaustivos, accesibles, utilizables, comparables e interoperables con la premisa de mejorar la gobernanza y la participación ciudadana, permitiendo el desarrollo incluyente y la innovación.
En este artículo se ponderan los beneficios y la potencialidad del uso de los datos públicos y su integración a las IDEs, analizando brevemente la integración del Catastro provincial a IDECOR junto con algunas aplicaciones específicas.

Palabras Clave: IDE, Datos abiertos, Información pública.

1. INTRODUCCIÓN: ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LAS IDES EN ARGENTINA Y EN CÓRDOBA

Desde el año 1999 se debate sobre los Sistemas de Información Geográfica, con el grupo interinstitucional impulsado por el IGM (Instituto Geográfico Militar): SIGRA (Sistema de Información Geográfica de la República Argentina), creado con el propósito de conformar una base única nacional de datos geográficos.
En el año 2004, se firma un convenio de cooperación técnica para desarrollar en forma conjunta un SIG Nacional, PROSIGA (Proyecto Sistema de Información Geográfica de la República Argentina), integrado con datos aportados por los organismos participantes (IGM, Secretaría de Energía de la Nación, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires y la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación).

En noviembre de 2005, se lanzó el portal del proyecto y en el año 2006 se inició la segunda fase, abriéndolo a otros organismos. Además, se adoptaron las tecnologías y filosofía de las IDEs junto con las normas que permitieron resolver los problemas técnicos de integración de datos que se habían presentado inicialmente, llegando así al año 2007, donde comienzan las jornadas nacionales sobre IDERA que continúan hasta la fecha. Actualmente IDERA cuenta con la adhesión de una importante cantidad de organismos nacionales, provinciales, municipales y de investigación, que publican información.
Dentro del ámbito de la administración pública provincial, la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR) tuvo su origen en 2004 con el proyecto ETISIG (Equipo de Trabajo Interinstitucional en Sistemas de Información Geográfica). En el año 2013 se institucionaliza su creación a través del Decreto n°1075, definiendo su objetivo: "(…) contribuir a perfeccionar la gestión pública y fortalecer la transparencia, potenciando la accesibilidad y disponibilidad del conjunto de los datos geoespaciales en todo el ámbito del Estado Provincial y la sociedad." Actualmente, su coordinación depende de la Secretaría de Ingresos Públicos del Ministerio de Finanzas.

2. LEGISLACIÓN

Las instituciones estatales deben fortalecer la relación entre el Estado y la sociedad civil asegurando los mecanismos necesarios para incrementar la transparencia de actos de gobierno, permitiendo un acceso igualitario a la información pública y aportando a la eficiencia de su propio desarrollo y funcionamiento. En Argentina estos principios son una obligación de los organismos del Estado, garantizada por el Decreto PEN n° 1172/2003, que reglamenta el acceso a la información pública producida por el Estado Nacional. Este decreto establece, dentro de sus considerandos: "Que el derecho de Acceso a la Información Pública es un prerrequisito de la participación que permite controlar la corrupción, optimizar la eficiencia de las instancias gubernamentales y mejorar la calidad de vida de las personas al darle a éstas la posibilidad de conocer los contenidos de las decisiones que se toman día a día para ayudar a definir y sustentar lo propósitos para una mejor comunidad".
La Ley Nacional 27275/2016 garantiza que toda persona, sin explicar por qué o para qué, pueda acceder a registros o documentos producidos por cualquier organismo, empresa o sociedad estatal. Contiene dentro de su Art. 1 el principio de Apertura donde expresa: "(…) la información debe ser accesible en formatos electrónicos abiertos, que faciliten su procesamiento por medios automáticos que permitan su reutilización o su redistribución por parte de terceros."
La nueva Ley de Catastro 10454/2017 de la Provincia de Córdoba contempla un lineamiento semejante. El principio de Apertura de los datos en su Art. 2 inc. b sostiene: "(…) los datos catastrales son públicos y, en la medida que los medios técnicos lo permitan, deben ser accesibles en formatos electrónicos abiertos que faciliten su procesamiento por medios automáticos o por consulta directa de los antecedentes documentales, conforme lo disponga la Dirección General de Catastro. La reglamentación podrá restringir el acceso a ciertos datos en resguardo de intereses o derechos individuales y de incidencia colectiva y, asimismo, establecer mecanismos de identificación del solicitante."

3. INFORMACIÓN PÚBLICA: LOS DATOS ABIERTOS

Se puede definir a la información pública como todo tipo de documento (sea su soporte físico, escrito, impreso, sonoro o electrónico) en el que se plasma información producida o bajo la guarda, de cualquier organismo estatal. Si se asume la necesidad de construir una mayor transparencia institucional a través de la apertura de la información a la comunidad, los agentes estatales deben contar con herramientas vinculadas a los datos abiertos.

La Carta Internacional de Datos Abiertos (ODC, 2015[1]) define los datos abiertos como "(...) datos digitales que son puestos a disposición del público con las características técnicas y jurídicas necesarias para que puedan ser usados, reutilizados y redistribuidos libremente por cualquier persona, en cualquier momento y en cualquier lugar." Establece seis principios sobre la publicación de datos:

- Abiertos por defecto: expresa que hay una presunción de publicación para todos. Para que esto funcione, los ciudadanos también deben confiar en que los datos abiertos no comprometen su derecho a la privacidad.
- Oportunos y exhaustivos: los datos abiertos sólo son valiosos si implican relevancia, se debe consultar a los usuarios qué datos priorizar para su liberación. Es fundamental que la información se publique de forma rápida y completa para su potencial de éxito. Para que los datos sean valiosos, estos deben ser pormenorizados, precisos y de alta calidad. En la medida de lo posible, los gobiernos deberían proporcionar datos en su forma original y sin modificaciones.
- Accesibles y utilizables: cuando son liberados deben ser fácilmente visibles y asequibles, poniéndose a disposición sin barreras burocráticas o administrativas que puedan disuadir a las personas de utilizar los datos. Asegurarse de que los datos sean legibles por dispositivos digitales y fáciles de encontrar hará que los datos lleguen más lejos, siendo los portales una forma de lograrlo. Los datos deben ser gratuitos bajo una licencia abierta.
- Comparables e Interoperables: los datos deben ser fáciles de comparar dentro y entre sectores, a través de localizaciones geográficas y del tiempo. Deben ser presentados en formatos estructurados y estandarizados para apoyar la interoperabilidad, trazabilidad y reutilización efectiva.
- Para mejorar la Gobernanza y la Participación Ciudadana: la liberación de datos abiertos fortalece la gobernanza y la confianza en las instituciones públicas, refuerza la obligación de los gobiernos de respetar el Estado de Derecho y provee un fundamento transparente y de rendición de cuentas para mejorar la toma de decisiones e incrementar la prestación de servicios públicos. Además, permiten la participación cívica y una mejor colaboración informada entre los gobiernos y los ciudadanos.
- Para el Desarrollo Inclusivo y la Innovación: cuantos más gobiernos, ciudadanos y organizaciones de la sociedad civil y del sector privado usen los datos abiertos, mayores serán los beneficios sociales y económicos generados. Permiten identificar desafíos sociales y económicos, así como integrar programas de monitoreos y de desarrollo sostenible. También pueden ayudar a enfrentar retos globales como la pobreza, el hambre, el cambio climático y la desigualdad.

El Kit de Datos Abiertos formulado por el Ministerio de Modernización de la Nación los define como "(...) aquellos a los que cualquier persona puede acceder, usar y compartir libremente." Establece una diferenciación conceptual entre dato e información: Dato es un elemento descontextualizado que puede ser una letra, un número o cualquier símbolo que represente una cantidad o medida, en tanto que Información es un conjunto de datos dotados de relevancia y utilidad. Para obtener información es necesario aplicar una transformación o procesamiento sobre los datos. Convertir datos en información es generar algo nuevo que se desconocía.
Esta guía caracteriza a los datos abiertos por tres atributos básicos, a saber:

- Disponibilidad y acceso: los datos están disponibles y no tienen costo de reproducción, se pueden descargar de forma libre.
- Reutilización y redistribución: se pueden realizar productos derivados, combinándolos con otras fuentes y distribuirlos libremente.

- Participación universal: todas las personas deben poder utilizar, reutilizar y redistribuir la información.

4. EVOLUCIÓN DEL ACCESO A LA INFORMACIÓN CATASTRAL

Desde su creación y durante un largo periodo, la tradición del Catastro era controlar "quién y para qué" accedía a su información, exigiendo a los interesados una consulta expresa y presencial en el organismo mediante una acreditación profesional o demostración de interés legítimo, para finalmente acceder a los datos registrados en soportes analógicos.

Esta modalidad impedía a otra persona u organismo acceder simultáneamente, hasta tanto el documento fuera desocupado. Además, el acceso permitía revisar los datos uno por uno siendo imposible un análisis en conjunto de todos los datos de una zona o localidad específica.

El archivo de documentación en formato papel crecía al punto de ocupar una parte importante de los edificios donde se almacenaba y, por otro lado, el almacenamiento y consulta de los mismos tenía una serie de inconvenientes como el deterioro, tanto del soporte como de la información contenida por efecto de la luz, debilidades en la seguridad, por la facilidad para la adulteración y posibilidades de extravío. Por otra parte, a fin de contar con la información de planos para diversas áreas (atención al público, registración parcelaria, archivo de planos, expediente, etc.) se requerían varias copias del mismo plano con el consiguiente incremento de espacio dedicado a la guarda.

A partir de la modernización/digitalización de los Catastros, que progresa en la región desde hace más de dos décadas, esta situación fue cambiando paulatinamente. En el documento "El rol del catastro en la nueva administración territorial de América Latina" (2012), los Agrimensores Mario Piumetto y Diego Erba, manifiestan que "El acceso a los datos catastrales pasó a ser más eficiente, sobre todo en lo que se refiere a accesos simultáneos, dentro del organismo catastral o desde otros organismos o empresas, o incluso desde las oficinas de los agrimensores o notarios." Sin embargo, es necesario expresar que, a pesar de estos avances, el modelo de control (quién y para qué) continuaba limitando el acceso bajo los principios de los datos abiertos.

Los cambios reflejados en la legislación vigente, que obliga a los Estados a ser transparentes y llevar adelante políticas que aseguren la accesibilidad de la información abierta y la apertura de bases de datos, sumados a la aparición de las IDE, significan una novedad ingeniosa para disponibilizar los datos libremente. Además, los avances tecnológicos permiten que los Catastros publiquen datos a través de aplicaciones SIG en la web, incluyendo geo servicios a través de WMS, WFS, etc. La libre disposición de la información pública abierta, en principio, significa ajustarse a la ley vigente y auspicia beneficios mayores para los organismos catastrales, en términos de visibilidad institucional, usabilidad de los datos, mejoras en la prestación de servicios a profesionales y otros beneficios particulares, como las posibles sinergias con otras instituciones tales como las IDE y sus servicios.

Esto significa que los Catastros dejarán de controlar rigurosamente quien accede a su información, democratizando el acceso a la sociedad en general, produciendo un cambio de paradigma en el tradicional control del acceso a la información, ya que al estar publicada no hay un control sobre quién la realiza y el uso que le otorga.

Tabla 1: Uso de los datos: modelos viejos, actuales y futuros Erba, Piumetto (2012)

Tipo de catastro / Estadios	Manejo de datos e información	Control de quién accede	Control de para qué accede	Modalidad y volumen de uso	Condiciones de acceso
Tradicional, analógico	Datos analógicos, consulta física y personal	SI	SI	Uno a uno (secuencial)	Restringido y pago
Cartografía digital	Datos digitales (CAD o GIS), consulta física y personal	SI	SI	Simultáneo (muchos usuarios)	Restringido y pago
SIT	Datos digitales (GIS), consulta vía web a usuarios habilitados	SI, pero más orientado a determinado grupo de usuarios	SI, pero más orientado a determinado grupo de usuarios	Incorp. usuarios externos (aumento de uso)	Restringido y gratuito
Catastro como parte de las IDEs	Datos digitales (GIS), servicios de información (WMS por ejemplo)	NO	Tal vez, a nivel de roles (para consulta por ej.) o para obtener una trazabilidad (en caso de uso inapropiado)	Masivo, usuarios y aplicaciones	Libre y gratuito
Catastro como parte de la sociedad de la información	Datos abiertos (no necesariamente todos)	NO	NO	Universal	Licencia abierta para ciertos datos

5. CLAVES DEL CATASTRO EN CÓRDOBA

Encontrando un correlato entre la creación de normas que promueven la apertura de datos y la aparición de nuevos paradigmas, como por ejemplo el Catastro Multifinalitario, es posible observar que algunos organismos estatales están avanzando en esa dirección.

Un caso que puede testimoniar este proceso es la Dirección General de Catastro (DGC) de la Provincia de Córdoba. Luego de un largo trabajo de digitalización y modernización, que empezó en la década del ‘80 y continúa hasta la actualidad. El Sistema de Información Territorial (SIT) fue puesto en marcha entre el 2004/2005, en principio como una plataforma para uso interno y, posteriormente, entre los años 2010 y 2015 se masifica su uso como una aplicación gratuita ofrecida por la DGC (Figura 1) para consultar información catastral de las parcelas de la provincia, aunque el acceso es exclusivo para ciertos usuarios autorizados (Agrimensores, Ingenieros, Escribanos, Municipios, etc.).

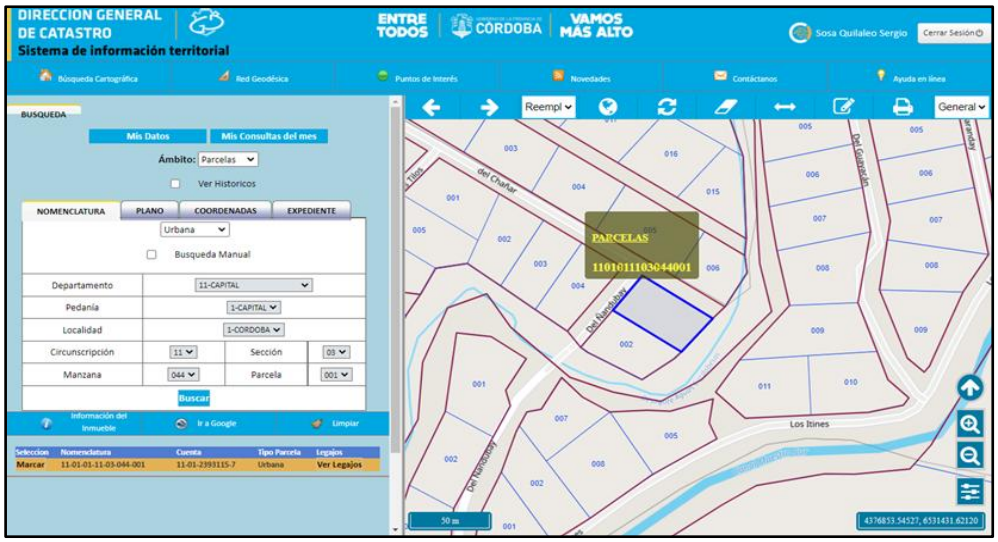


Figura 1. Sistema de Información Territorial (SIT/DGC) - Interfaz de usuario

En el año 2017 se llega a la declaración de apertura de datos a través de la nueva ley de Catastro y a partir del año 2018 la Dirección General de Catastro se integra a IDECOR y pública, a través de la IDE provincial, el mapa “Catastro Online” (Figura 2) con información descriptiva y cartográfica de los inmuebles, límites administrativos y políticos, etc. Las consultas pueden realizarse desde una PC de escritorio o dispositivo móvil. El portal ofrece también la descarga completa de los datos catastrales en formatos estándares o bien su consumo en línea a través de geo servicios.

Entre las funcionalidades del mapa “Catastro Online” destacan las diversas formas de identificar una parcela, ya sea mediante una búsqueda espacial (identificando la parcela sobre el mapa y seleccionando la misma para ver sus atributos), por domicilio (utilizando el motor de búsqueda de Google), nomenclatura catastral o cuenta tributaria. Sin perjuicio de lo anterior, no es posible realizar búsquedas utilizando nombres de personas o contribuyentes, cuidando el acceso a los datos referidos al patrimonio de cada ciudadano.

Es necesario destacar que el acceso a los datos catastrales corresponde a las características propias de las parcelas, tales como: estado, tipo de parcela, tipo de valuación, superficie de terreno, superficie edificada, valuación. Teniendo en cuenta la Legislación de Protección de Datos Personales Ley 25326/2000, no se publican nombres de los titulares o de los contribuyentes impositivos, ni datos asociados a su identificación (DNI, CUIT, etc.)

De esta manera, los usuarios que antes debían gestionar un perfil especializado para acceder al SIT o que no estaban habituados a trabajar con datos catastrales, pueden utilizar la información provista por la DGC de manera fácil, libre, masiva y aplicarlos de formas diversas. Se facilita el acceso a la comunidad en general, permitiendo una mayor utilización de los datos catastrales a partir del uso del Catastro integrado a IDECOR, mejorando la prestación y performance a los profesionales especializados ya que disminuyen las solicitudes al SIT de consultas generales.



Figura 2. Catastro Online (IDECOR - Mapas Córdoba) - Interfaz de usuario

La base parcelaria, entre otros datos abiertos del Catastro, se encuentra integrada como un dato básico y fundamental (DByF) en 55 mapas publicados en IDECOR lo que representa casi un uso del 90 % en el total de mapas existentes en el geo portal.
Las estadísticas de los últimos dos años demuestran que las visitas al mapa de Catastro Online se han incrementado considerablemente (Tabla 2). Los accesos totales a Mapas Córdoba durante 2020 fueron más de un millón de visitas mientras en el 2021 hubo poco más de 1.7 millón de visitas representando un aumento del 62 %[2].

Tabla 2. Número de visitas al mapa "Catastro Online" - Estadísticas descriptivas comparadas entre los años 2020 y 2021

Catastro Online	Año		Variación absoluta %
	2020	2021	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	117
Total Anual	**181.002**	**415.66**	**130**
Promedio por mes	**15.084**	**34.638**	

Adicionalmente, el acceso y grado de uso de los datos catastrales se multiplica y la integración de datos se acelera a través de aplicaciones y soluciones que consumen los servicios en línea.

6. APLICACIÓN DE LA INFORMACIÓN PÚBLICA EN PROCESOS VALUATORIOS

El acceso a la información pública genera nuevas oportunidades que pueden ser capitalizadas para la gestión y planificación del territorio.

A modo de ejemplo se menciona el proyecto de Estudio Territorial Inmobiliario que surgió a mediados del 2017, cuyo propósito fue llevar adelante un estudio integral de los mercados inmobiliarios a los fines de actualizar los valores de la tierra urbana y rural de la provincia de Córdoba. Del proyecto participó un equipo multidisciplinario de más de 30 personas, entre profesionales contratados ad-hoc y personal de la Dirección General de Catastro; de los trabajos participaron también la Universidad Nacional de Córdoba (a través del Centro de Estudios Territoriales de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales), CONICET Córdoba, la Dirección de Catastro de la Municipalidad de Córdoba, el Consejo de Tasaciones de la Provincia y el Banco de Córdoba.

En cuanto a la apertura de información territorial, se realizaron numerosas gestiones que facilitaron el acceso y disponibilidad a importantes conjuntos de datos útiles en la construcción de variables territoriales referidas a datos catastrales, condiciones edafológicas, tipos de suelos, infraestructura vial, recursos hídricos, zonas ambientales, entre otras temáticas.

La oportunidad de acceder a una valiosa fuente como el catastro, implicó un desafío al momento de capitalizar sus datos públicos. La amplia potencialidad que posee la base catastral radica en sus propias características; representando una única fuente de datos, con información completa del territorio, actualización periódica (incorporando nuevos objetos territoriales y renovación de atributos) y de sencilla accesibilidad.

Para este proyecto se estudió la información en su conjunto aplicando un análisis dentro de un entorno acotado donde se combinan datos de superficie de terreno, superficie edificada, cantidad de inmuebles, estado y tipo de valuación, para obtener como resultado las siguientes variables:

- Porcentaje de Edificación: representa la intensidad de ocupación del suelo en el entorno (Figura 3).
- Promedio edificado: corresponde a la cantidad promedio de metros cuadrados construidos por parcela edificada en el entorno.
- Porcentaje de baldíos: indica el porcentaje de parcelas baldías en relación con el total de parcelas en el entorno.
- Porcentaje de m^2 baldíos: indica la cantidad de metros cuadrados vacantes respecto del total de tierra desarrollada en el entorno.
- Promedio de lote: corresponde al tamaño promedio de las parcelas en el entorno.
- Porcentaje de cuentas de PH: corresponde al porcentaje de cuentas ph sobre el total de cuentas en el entorno.
- Porcentaje de valuación urbana: corresponde al porcentaje de parcelas con valuación urbana sobre el total de parcelas en el entorno.
- Incidencia de Edificación: corresponde a la valuación total de terreno sobre el total de metros cuadrados edificados en el entorno (Figura 3).

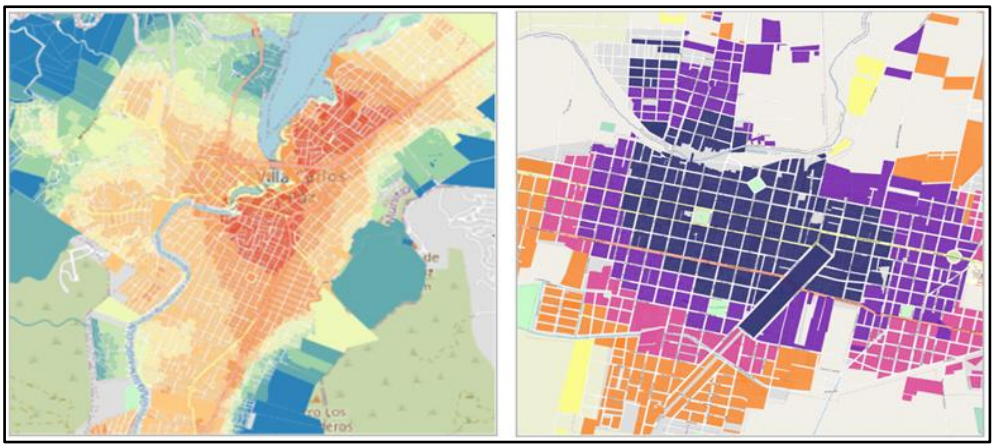


Figura 3. Izq.: Variable Porcentaje de edificación, localidad de Villa Carlos Paz.
Der.: Variable incidencia de edificación, localidad de Villa Dolores

El volumen de datos disponible y su actualización permanente permiten realizar un análisis para identificar parcelas con características semejantes de modo que aquellas parcelas no representativas, ante la posibilidad que puedan distorsionar el resultado, son excluidas del análisis (Figura 4).

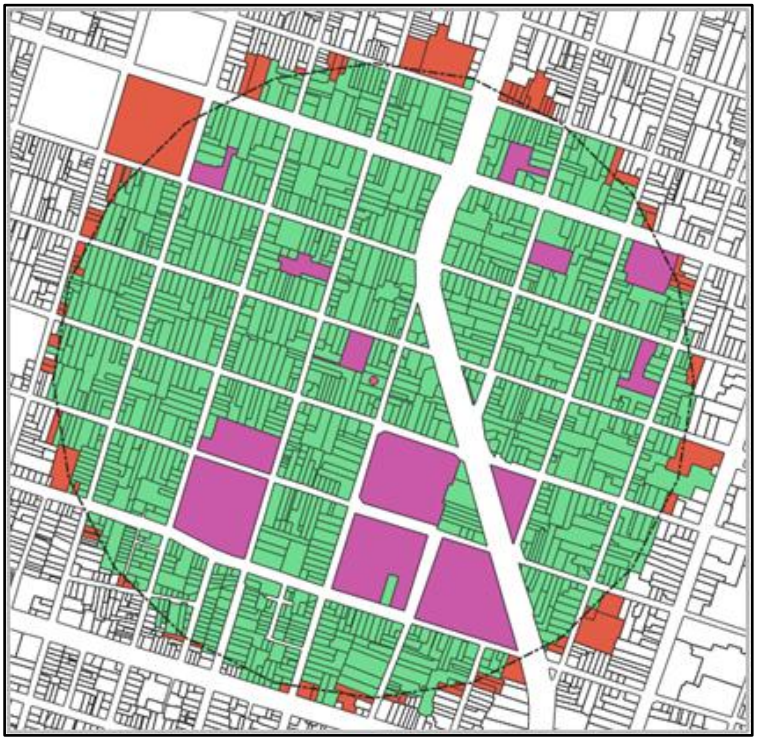


Figura 4. Identificación de parcelas representativas: en color violeta, atípicas por su tamaño; en color naranja, fuera del dominio de estudio (menos de 30 % de superficie dentro del radio de análisis); en color verde, representativas en su entorno

7. OTRAS APLICACIONES

La disponibilidad de datos catastrales ha permitido realizar análisis adicionales para estudios complementarios obteniendo como resultado dos mapas publicados en el geoportal Mapas Córdoba.

El mapa de Tierra Urbana Vacante (Figura 5), es un mapa que representa la proporción de suelo vacante por manzana para todas las localidades de la provincia de Córdoba. Esto permite construir indicadores de tierra disponible entre distintos sectores de una ciudad o incluso entre diferentes ciudades y fue elaborado a partir del procesamiento de la base de datos del Catastro Provincial.

El universo de análisis incluyó las parcelas definidas con metodología de valuación urbana y la unidad espacial de los resultados fue la manzana catastral. Dentro de cada manzana se determina el porcentaje de suelo vacante, teniendo en cuenta la superficie total de las parcelas con estado baldío, respecto de la superficie total de la manzana.

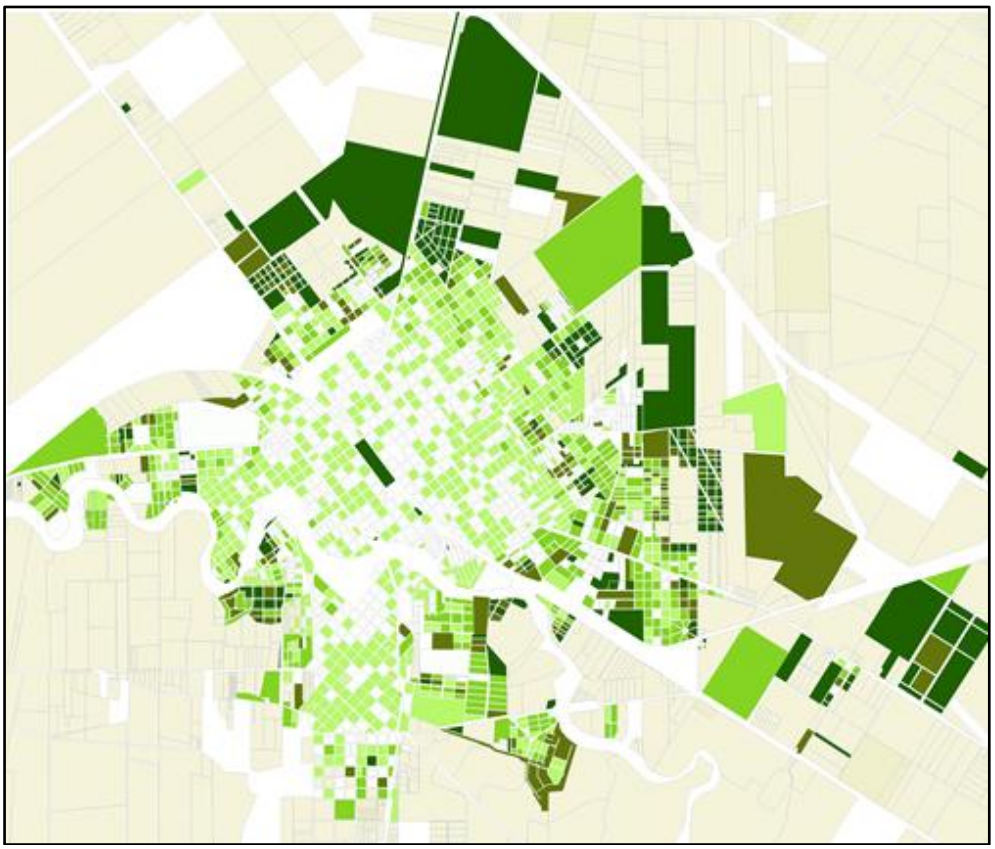


Figura 5. Mapa de Tierra Urbana Vacante, Ciudad de Villa María

El mapa de Ocupación del Suelo Urbano (Figura 6), también basado en el procesamiento de datos abiertos, es determinado a partir de la superficie cubierta de cada inmueble registrado por el Catastro provincial.
Este análisis permite conocer indicadores de ocupación de suelo y su distribución espacial, siendo una herramienta para tomar decisiones vinculadas a la gestión urbana, actualización de normativas, desarrollo de infraestructura y servicios, localización de equipamientos, etc.
El universo de análisis incluyó las parcelas definidas con metodología de valuación urbana y la unidad espacial de los resultados es la manzana catastral. Dentro de cada manzana se determina la relación entre la superficie construida total y la superficie de la manzana, a la que denominamos "Factor de Ocupación real".

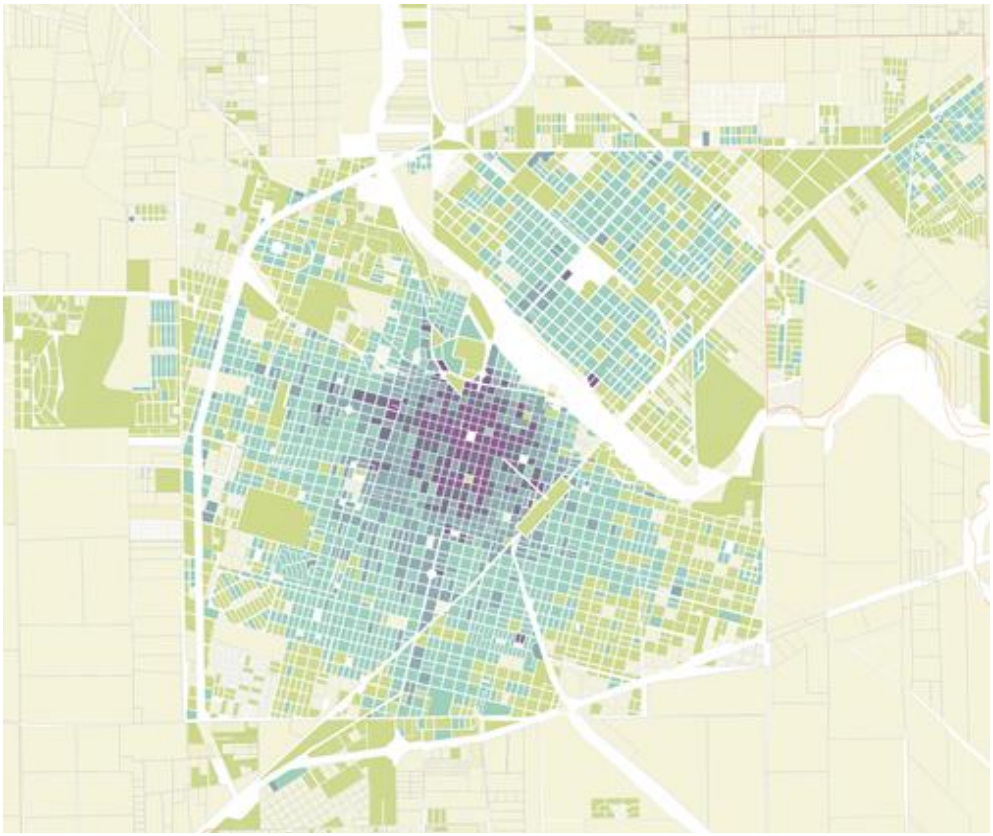


Figura 6. Mapa de Ocupación del Suelo Urbano, Ciudad de Río Cuarto

8. CONCLUSIONES

Los datos abiertos y libres constituyen una herramienta poderosa que permite mejorar la calidad de la información para todos los ciudadanos, apoyar la toma de decisiones con sustento sólido y multiplicar el uso de la información pública, generando un impacto positivo en la sociedad.
Estos datos públicos, siempre que no pongan en riesgo datos personales, pertenecen a todos y son valiosos para distintos sectores de la sociedad, ya que posibilitan tomar decisiones relevantes. De allí la importancia de transformarlos en datos abiertos, disponibles sin costo, para su libre uso, posibilitando nuevas oportunidades y conocimientos.

El uso dado a los datos catastrales en procesos valuatorios y en análisis de ocupación de suelo demuestran que a partir de la publicidad y accesibilidad masiva implementada en las IDEs se incrementa la reutilización y transformación de datos a nueva información, contribuyendo a su vez a su libre distribución y participación universal.

Algunos organismos de la Administración Pública, que producen grandes volúmenes de datos públicos, están progresando de forma paulatina hacia la apertura de su información para fortalecer la transparencia administrativa, sumar a la participación de la sociedad en la toma de decisiones, aportar al desarrollo y el funcionamiento eficiente.

Si bien es cierto que estos procesos de apertura requieren de inversiones en desarrollos tecnológicos e infraestructura, teniendo en cuenta los beneficios que generan, siendo realizados de forma ordenada, sustentado por una legislación acorde y prácticas adecuadas, no sólo son posibles, sino que resultan sustentables a través del tiempo y posibilitan la mejora continua de la información pública.

NOTAS

[1] Disponible en https://opendatacharter.net/

[2] Queda por explorar esta progresión en los próximos años, teniendo en cuenta que 2020 y 2021 se caracterizaron por el uso masivo de plataformas on line debido a la contingencia sanitaria por Covid 19.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece todo el equipo de Estudio Territorial Inmobiliario, dependiente de la Dirección General de Catastro y el Ministerio de Finanzas de Córdoba, por su participación en las distintas instancias del proyecto mencionado.

REFERENCIAS

Boletín oficial del Gobierno de la Provincia de Córdoba (2013). Creación de la IDECOR - Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba. Recuperado de https://boletinoficial.cba.gov.ar/wp-content/4p96humuzp/2014/10/011113_BOcba_1s.pdf en marzo 2022.

Carta Internacional de Datos Abiertos (2015). Principios. Recuperado de https://opendatacharter.net/principles-es/ en marzo 2022.

García Gustavo, Piumetto Mario (2020). 3 claves del Catastro de Córdoba hoy: 100 % digital, abierto e integrado a la IDE provincial. Recuperado de https://idecor.cba.gov.ar/3-claves-del-catastro-de-cordoba-hoy-100-digital-abierto-e-integrado-a-la-ide-provincial/ en marzo 2022.

Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA). Antecedentes de la Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina. Recuperado de https://www.idera.gob.ar/index.php?option=com_jxtctimeline&view=timeline&Itemid=584 en marzo del 2022.

Marta Lidia Stiefel (2008). La Infraestructura de Datos Espaciales de Santa Fe. Recuperado de https://www.santafe.gob.ar/idesf/recursos/documentos/eventos/2010/1%20Congreso%20IDE-Uruguay/Articulo.pdf en marzo 2022.

Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, Presidencia de Nación (2003). Acceso a la Información Pública Decreto 1172/2003. Recuperado de http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/90000-94999/90763/norma.htm en marzo 2022.

Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, Presidencia de Nación (2016). Derecho de acceso a la información pública Ley 27.275/2016. Recuperado de http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/265000-269999/265949/norma.htm en marzo de 2022.

Ministerio de Justicia y Derechos Humanos, Presidencia de Nación (2000). Protección de los datos personales Ley 25326/2000. Recuperado de http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/60000-64999/64790/norma.htm en marzo 2022.

Ministerio de Modernización, Presidencia de la Nación (2017). Kit de datos abiertos. Recuperado de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2._kit_de_datos_abiertos.pdf en marzo 2022.

Muente Arturo, Serale Florencia (2018). Los datos abiertos en América Latina y el Caribe. Recuperado de https://publications.iadb.org/en/los-datos-abiertos-en-america-latina-y-el-caribe en marzo 2022.

Piumetto Mario, Erba Diego (2012). El rol del catastro en la nueva administración territorial de América Latina. Recuperado de https://www.oicrf.org/-/el-rol-del-catastro-en-la-nueva-administracion-territorial-de-america-lati-1 en marzo 2022.

Piumetto Mario, Morales Hernán, Rojas Mara, Fuentes Luz, Garmendia Camila, Polo Renzo. (2019). La IDE como facilitadora en los procesos de valuaciones masivas automatizadas. Recuperado de https://www.idera.gob.ar/images/stories/downloads/jornadas/XIV_EntreRios/Libro_Ponencias_XIV_IDERA_EntreRios_OK.pdf en marzo 2022.

Sobre el uso de VANT en la actualización de información económica y física del Catastro

Alejandro González[1], Monica Villalba[1], Mario Robledo[1], Mario Roldan[1], Mariana Olivera[1,], Fabián Dominguez[1] y Luis Reynoso[1]

[1]Dirección Provincial de Catastro e Información Territorial, Secretaría de Ingresos Públicos, Ministerio de Economía e Infraestructura. Alcorta y Misiones, (8300), Neuquén. Tel.: 54 0299 4496979

Resumen: Es ampliamente conocido que la información obtenida por Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) contribuye significativamente en la generación de cartografía municipal, provincial y nacional, "en la ejecución de obras civiles e hidráulicas, el desarrollo de los catastros provinciales, la prospección de hidrocarburos y la investigación aplicada dentro de las ciencias de la Tierra". La presente ponencia describe la visión estratégica de la Dirección Provincial de Catastro e Información Territorial (DPCeIT) en el uso de su done actual y en la adquisición de dos drones más, con el fin de mantener un catastro económico actualizado. Se describe el proceso exitoso que el organismo lleva a cabo durante fines de 2021 y el primer semestre de 2022, incrementando: la cantidad de mejoras, los metros cuadrados edificados, la base imponible y por ende en el impuesto inmobiliario. Asi mismo la ponencia aborda una descripción de cómo diferentes productos de vuelos VANT es publicada en la tabla de contenido del sistema ITC (que hoy es consultada por más de 1500 usuarios), en visores del IGN, y en geoservicios WCS que se están terminando de desarrollar para su publicación en la IDE provincial y los cuales estarán disponibles para la fecha de realización de las próximas jornadas IDERA.

Palabras Clave: Vuelos Aéreos No Tripulados (VANT), modelos digitales de terreno (MDE), catastro económico, actualización económica del catastro

1. INTRODUCCIÓN

La provincia del Neuquén ha sido una de las primeras en adquirir para el catastro provincial Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT) o comúnmente conocidos como drone. Otras provincias fueron Tucumán y Santa Fé. En el caso de Santa fé el año pasado adquirió dos VANT para el uso catastral.

Un VANT o drone permite obtener información detallada acerca de diferentes zonas urbanas y rurales de una provincia, permite detectar mejoras (edificaciones) no declaradas, identificar viviendas informales, delimitar zonas (urbanas, suburbanas y rurales), identificar el uso del suelo, entre otras capacidades.

De este modo los catastros provinciales y municipales pueden mantener actualizada en forma permanente la cartografía digital y brindar datos certeros para planificar políticas de ordenamiento territorial, además de aportar datos sobre la situación irregular de las construcciones. En cuanto a su contribución al ordenamiento territorial permite detectar, y relevar incorporación de infraestructura (apertura de calles, caminos, desagües, tendido eléctrico, riesgo hídrico) indispensable para los municipios. Un aporte que redunda sin duda en un mejor uso del suelo y en mayor equidad fiscal y contributiva.

Algunos catastros del país han consolidado un grupo de técnicos y profesionales para explotar el uso de drones. No podemos dejar de mencionar la actividad diseñada y coordinada por el IGN a partir de una demanda del Ministerio del Interior, en el marco del Programa "ImpaCT.AR" del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, que está actualmente utilizando tecnología de VANT para fortalecer la información municipal en la construcción de diez IDE municipales de la Argentina, con el fin de mejorar la producción, administración y publicación de la información territorial como aporte clave para la gestión local.
La presente ponencia presenta un caso de éxito en el uso de vuelos VANT para la actualización económica del catastro provincial y municipal en la provincia de Neuquén. La misma se estructura de las siguiente manera: la sección 2 enuncia los VANT o drone con los que cuenta la DPCeIT, la sección 3 detalla la metodología de trabajo con los drone y la sistematización del proceso de la incorporación de la información digitalizada así como su impacto estimado en el impuesto inmobiliario, la sección 4 describe el visor del IGN que permite visualizar vuelos drone y Modelos Digitales del Terreno, y el sistema ITC que incluye una capa de los vuelos, y actualmente se encuentra en desarrollo un geoservicio WCS para incluir una cobertura en la IDE de la provincia. La sección 5 finalmente enuncia conclusiones y trabajo futuro.

2. VANT

La Dirección Provincial de Catastro de la provincia del Neuquén, adquirió en el año 2014 un drone de ala fija eBee, con el cual ha desarrollado numerosas misiones de vuelo en forma continua en los últimos años. En la actualidad la DPCeIT ha adquirido dos drones más:

- Un drone multirotor industrial Marca DJI Modelo Matrice 300 (PPK/RTK) cámara fotogramétrica Zenmuse P1
- un drone de ala fija Wingtra.

La adquisición de cada uno de los drones incluye capacitación para 6 agentes de la DPCeIT en cuanto a su configuración y uso.
La comparativa de estos dos drones puede obtenerse de:
https://wingtra.com/best-drones-for-photogrammetry-wingtraone-comparison/dji-matrice-300-vs-wingtraone/
Como se enuncia en tal comparativa, las diferencias principales son:
“Si se necesita una alta calidad de imagen y precisión confiables en proyectos topográficos y cartográficos en todas las industrias, con una curva de aprendizaje mínima para la mayoría de los proyectos, WingtraOne es el drone ideal. Se perfecciona continuamente como una solución integral de cartografía aérea optimizada, desde la planificación hasta el procesamiento de datos. Si bien no está optimizado para inspecciones o proyectos que requieren la captura de datos en modo de vuelo estacionario, se describe repetidamente como una opción para aplicaciones que exigen una cobertura confiable y de alta precisión combinada con despegues y aterrizajes ágiles y seguros”.
En cambio si se necesita un drone que proporcione una carga útil para cualquier cantidad de aplicaciones variadas, vale la pena mirar más de cerca el M300. Este drone es más útil en casos que no sean críticos en cuanto al tiempo. Dado que su interfaz de planificación está diseñada para una variedad de modos y situaciones de vuelo, la curva de aprendizaje alrededor del M300 para la cartografía puede ser considerable, lo que exige más tiempo en proyectos que presentan desafíos inusuales como terreno mixto, zonas geográficas, señales limitadas y 3D. Más allá de esto, la configuración puede ser bastante voluminosa para proyectos grandes, con todos los requisitos de batería. Finalmente, el nivel de ruido en el vuelo hacia adelante podría afectar la vida silvestre y las personas”.

Los drones de ala fija como eBee y Wingtra son aptos para realizar vuelos fotogramétricos con fines cartográficos y topográficos, tienen un bajo costo de operatividad, su traslado y montaje es sencillo y al tener alas fijas, su despegue y aterrizaje se realiza de manera vertical y en espacios reducidos.

Por otra parte, poseen alta resolución de imágenes, una destacada precisión planimétrica y la capacidad de procesar la información ni bien se concluye el vuelo, lo que genera independencia y rapidez a la hora de confeccionar la cartografía georreferenciada.

2.1 Vuelos realizados en 2022 por la DPCeIT

La incorporación de mejoras en la DPCeIT siempre ha sido un asunto institucional y genera importantes indicadores del progreso y éxito de un proyecto de inversión. Las fuentes de incorporación de mejoras como lo muestra el siguiente tablero: http://www.dpcneuquen.gov.ar/graficosEstadisticas/estadisticasM2.html, son: información proveniente de actuaciones como mensuras y Verificación de Subsistencia del Estado parcelario, vuelos drone e inspecciones por administración.

En el transcurso del año 2022 se han realizado 32 vuelos VANT cubriendo una superficie de 2816,45 hectáreas (Tabla 1). Esta tabla incluye el identificador del vuelo, y su descripción: indicando la zona, la fecha y la escala del vuelo, la cantidad de vuelos en dicha zona, y la superficie en hectáreas cubiertas.

Cada uno de estos vuelos fueron procesados sistemáticamente: una vez digitalizadas aquellas mejoras que no figuran en el sistema ITC, esto es, mejoras no declaradas, se generó un archivo CAD el cual fue procesado vía una solicitud web, que permite transferir la información detectada en el sistema de capas correspondiente, a la base de datos para su auditoría e impacto final en la base de datos. El proceso de tramitación vía solicitudes web garantiza que los datos son cargados respetando la información mínima y necesaria respecto de las mejoras.

Tabla 1. Descripción general de Vuelos VANT

VUE_ID	VUELO DESCRIPCIÓN	CANT	SUP. (Ha)
D090040	Vuelo Dron Neuquén - Río Neuquén (16/03/2022) - Escala 1:200	5	377,04
D090041	Vuelo Dron Plottier - Chacra Kovalik - (22/03/2022) - Escala 1:200	3	203,14
D090042	Vuelo Dron Plottier - Barrio Los Canales de Plottier - (30/03/2022) - Escala 1:200	4	338,55
D090050	Vuelo Dron Centenario - Barrio El Vergel - (05/05/2022) - Escala 1:200	2	100,26
D090051	Vuelo Dron Centenario - Barrio Santa Angela - (05/05/2022) - Escala 1:200	1	70,01
D090052	Vuelo Dron Plottier- Barrio Las Brisas (10/05/2022) - Escala 1:200	1	23,72
D080005	Vuelo Dron Zapala - Zapala Oeste - (13/05/2022) - Escala 1:200	4	345,38
D030002	Vuelo Dron Rincón de los Sauces (01/04/2022) - Escala 1:200	1	93,45
D090053	Vuelo Dron Plottier- Barrios Las Lilas y La Dolfina (10/05/2022) - Escala 1:200	3	268,51
D090054	Vuelo Dron Plottier - Barrios varios al Sur de la Ruta 22 - (11/05/2022) - Escala 1:200	4	299,36
D090055	Vuelo Dron Neuquén- Colonia Nueva Esperanza - (06/05/2022) - Escala 1:200	4	697,02

32	2816,45

Se llevó un control riguroso de la incorporación de esta información económica al ITC vía solicitudes web.

De cada solicitud ingresada se registró su número de solicitud, el vuelo VAN al cual pertenecía, el expediente administrativo asociado (ya que es necesario una tramitación administrativa de rigor para su incorporación), la cantidad de parcelas o unidades funcionales implicadas, la superficie incorporada (sea esta cubierta, semicubierta u otros, ej. de esto último una pileta), la valuación anterior (discriminando valuación de tierra, valuación de mejoras, valuación total), la valuación actual producto de la incorporación (discriminando nuevamente tierra, mejoras, y total), el incremento en edificación (expresado en metros cuadrados), el incremento en valuación (expresado en pesos), el impuesto inmobiliario estimado anterior y el nuevo. La Tabla 2 incluye la información de estos campos para cada uno de los vuelos.

Los resultados obtenidos hasta la fecha (debido a que su actualización es permanente y falta procesar información de vuelos recientemente realizados), son:

- Se procesaron 798 parcelas o unidades funcionales.
- Se incrementaron 180.140,71 m^2.
- Se incrementó a $2.062.738.629,85 la base imponible.
- Se pasó de un impuesto inmobiliario de $11.336.062,06 a $37.951.585,28.

Estos resultados obtenidos permiten no solo una incorporación futura de dinero a las arcas del erario público, sino que han permitido justificar la inversión realizada en la adquisición de dos nuevos drones o VANT

Tabla 2. Control de incorporación de información económica a partir de vuelos VANT

#	VUELO DRON	SOLICITUD	EXPEDIENTE	Cantidad de PARCELAS/UF	SUPERFICIE INCORPORADA (m^2)			VALUACION ANTERIOR ($)			VALUACION ACTUAL ($)			INCREMENTO		IMPUESTO ($)	
					CUBIERTA (m^2)	S/CUB (m^2)	OTROS (m^2)	TERRENO ($)	MEJORAS ($)	TOTAL ($)	TERRENO ($)	MEJORAS ($)	TOTAL ($)	EDIFICACION (m^2)	VALUACION ($)	ANTERIOR ($)	NUEVO ($)
1	VUELO DRON NEUQUEN - ZONA CONFLUENCIA (12/11/2021)	133895	8224-EXPA 25253/2022	54	11.188,68	264,04	470,99	$ 13.017.824,42	$ 0,00	$ 13.017.824,42	$ 13.017.824,42	$ 137.865.445,40	$ 150.883.269,82	11.791,69	$ 137.865.445,40	$ 364.499,08	$ 2.200.373,85
2	VUELO DRON NEUQUEN - ZONA CONFLUENCIA (12/11/2021)	133898	8224-EXPA 25254/2022	43	8.248,47	216,22	324,55	$ 10.251.047,00	$ 0,00	$ 10.251.047,00	$ 10.251.047,00	$ 103.260.690,00	$ 113.511.737,00	8.681,13	$ 103.260.690,00	$ 287.029,54	$ 1.954.591,17
3	VUELO DRON NEUQUEN - ZONA CONFLUENCIA (12/11/2021)	133896	8224-EXPA 25255/2022	21	6.425,66	312,57	390,98	$ 23.117.490,57	$ 0,00	$ 23.117.490,57	$ 23.117.490,57	$ 98.236.398,10	$ 121.353.888,67	6.972,93	$ 98.236.398,10	$ 647.289,74	$ 1.953.495,26
4	VUELO DRON BUTA RANQUIL (12/12/2021)	134165	8224-EXPA 25282/2022	53	16.861,38	0,00	0,00	$ 10.492.296,19	$ 0,00	$ 10.492.296,19	$ 10.492.296,19	$ 161.668.137,20	$ 172.160.433,39	16.861,38	$ 161.668.137,20	$ 293.784,29	$ 2.715.920,77
5	VUELO DRON NEUQUEN - Bº BOCAHUE (14/03/2022)	135978	8224-EXPA 25722/2022	4	1721,61	0,00	115,05	$ 13.685.257,51	$ 0,00	$ 13.685.257,51	$ 13.685.257,51	$ 33.637.066,00	$ 47.322.323,51	1.836,66	$ 33.637.066,00	$ 383.187,21	$ 822.505,75
6	VUELO DRON NEUQUEN - Bº RINCON CLUB DE CAMPO (16/03/2022)	136137	8224-EXPA 25769/2022	23	6.088,98	613,61	471,06	$ 73.494.384,89	$ 0,00	$ 73.494.384,89	$ 73.494.384,89	$ 132.353.326,74	$ 205.847.711,64	6.867,85	$ 132.353.326,74	$ 2.057.842,78	$ 3.502.133,47
7	VUELO DRON PLOTTIER - KOVALIK - Bº ALDEA DEL VALLE (22/03/2022)	136929	8224-EXPA 26062/2022	1	4.904,41	872,76	352,67	$ 1.787.375,98	$ 32.798,51	$ 1.820.174,49	$ 10.888.774,65	$ 52.530.925,76	$ 63.419.700,41	5.673,46	$ 61.599.525,92	$ 304.885,89	$ 1.205.020,30
8	VUELO DRON NEUQUEN - Bº RINCON DE EMILIO (16/03/2022)	136108	8224-EXPA 26065/2022	97	19.840,93	496,36	614,40	$ 49.681.000,44	$ 0,00	$ 49.681.000,44	$ 49.681.000,44	$ 262.472.461,59	$ 312.153.462,03	20.703,51	$ 262.472.461,59	$ 1.391.068,01	$ 4.700.939,04
9	VUELO DRON PLOTTIER - KOVALIK - Bº RINCON DE MARIA (22/03/2022)	137287	8224-EXPA 26142/2022	10	1.517,47	96,05	86,06	$ 10.171.626,20	$ 0,00	$ 10.171.626,20	$ 10.171.626,20	$ 12.827.442,13	$ 22.999.068,33	1.651,56	$ 12.827.442,13	$ 284.805,53	$ 342.290,33
10	VUELO DRON PLOTTIER - KOVALIK - Bº SANTA RITA (22/03/2022)	137228	8224-EXPA 26143/2022	16	3.951,92	189,45	212,17	$ 21.650.294,05	$ 0,00	$ 21.650.294,05	$ 21.650.294,05	$ 40.729.343,90	$ 62.379.637,95	4.248,82	$ 40.729.343,90	$ 606.208,23	$ 954.004,22
11	VUELO DRON PLOTTIER - KOVALIK - Bº PARQUE NAUTICO (22/03/2022)	137420	8224-EXPA 26145/2022	6	593,34	78,22	0,00	$ 943.654,26	$ 0,00	$ 943.654,26	$ 943.654,26	$ 5.831.834,38	$ 6.775.488,64	632,45	$ 5.831.834,38	$ 26.422,32	$ 90.244,35
12	VUELO DRON PLOTTIER - KOVALIK - Bº DON LUIS (22/03/2022)	137456	8224-EXPA 26146/2022	17	2.541,81	0,00	54,92	$ 4.673.650,64	$ 0,00	$ 4.673.650,64	$ 4.673.650,64	$ 20.308.155,95	$ 24.981.806,57	2.576,73	$ 20.308.155,95	$ 130.862,22	$ 338.064,81
13	VUELO DRON PLOTTIER - BP LOS CANALES DE PLOTTIER (30/03/2022)	138270	8224-EXPA 26451/2022	38	8.872,60	358,37	386,68	$ 78.686.270,65	$ 0,00	$ 78.686.270,65	$ 78.686.270,65	$ 121.652.829,77	$ 200.339.100,42	9.438,47	$ 121.652.829,77	$ 2.289.215,58	$ 3.187.286,21
14	VUELO DRON PLOTTIER - KOVALIK - LOTEO EL FLOREAL (22/03/2022)	137461	8224-EXPA 26578/2022	39	5.945,49	678,76	158,64	$ 9.705.751,99	$ 0,00	$ 9.705.751,99	$ 9.705.751,99	$ 61.336.682,14	$ 71.042.434,13	6.441,51	$ 61.336.682,14	$ 271.761,06	$ 971.451,12
15	VUELO DRON RINCON DE LOS SAUCES (01/04/2022)	138725	8224-EXPA 26549/2022	141	16740,1	957,79	63,4	$ 10.068.210,23	$ 0,00	$ 10.068.210,23	$ 10.068.210,23	$ 155.982.962,56	$ 166.051.172,79	17.282,40	$ 155.982.962,56	$ 281.999,89	$ 2.088.552,79
16	VUELO DRON RINCON DE LOS SAUCES (01/04/2022)	138859	8224-EXPA 26547/2022	142	21058,46	932,77	11,83	$ 11.367.024,46	$ 0,00	$ 11.367.024,46	$ 11.367.024,46	$ 214.737.585,93	$ 226.104.710,39	21.536,68	$ 214.737.585,93	$ 318.276,68	$ 3.075.521,22
17	VUELO DRON RINCON DE LOS SAUCES (01/04/2022)	138886	8224-EXPA 26548/2022	70	17439,28	964,95	34,82	$ 19.403.204,86	$ 0,00	$ 19.403.204,86	$ 19.403.204,86	$ 184.620.938,52	$ 204.024.143,38	17.956,58	$ 184.620.938,52	$ 534.289,74	$ 3.230.041,21
18	VUELO DRON NEUQUEN - BP RINCON DEL RIO (16/03/2022)	139578	8224-EXPA 26755/2022	18	3063,60	239,01	62,50	$ 5.756.852,52	$ 0,00	$ 5.756.852,52	$ 5.756.852,52	$ 35.043.511,25	$ 40.800.363,77	3.245,60	$ 35.043.511,25	$ 161.191,87	$ 572.673,99
19	VUELO DRON CENTENARIO - BP EL VERGEL (05/05/2022)	140339	8224-EXPA 26946/2022	1	14821,64	627,64	605,87	$ 4.676.359,18	$ 2.098.793,60	$ 6.775.152,78	$ 28.126.171,32	$ 197.223.173,85	$ 225.349.345,17	15.741,33	$ 218.574.192,39	$ 787.532,80	$ 4.346.455,41
20	VUELO DRON CENTENARIO - BP SANTA ANGELA (05/05/2022)	141064							$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
21	VUELO DRON PLOTTIER - BP LAS LILAS (10/05/2022)								$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
22	VUELO DRON PLOTTIER - BP LAS BRISAS (10/05/2022)	140554							$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
23	VUELO DRON PLOTTIER - BP AMANCAY (10/05/2022)								$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
24	VUELO DRON PLOTTIER - BP LA DOLFINA (10/05/2022)								$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
25	VUELO DRON PLOTTIER - LAGUNAS DE PLOTTIER (10/05/2022)								$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
26	VUELO DRON PLOTTIER - ALCAZAR (11/05/2022)								$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
27	VUELO DRON PLOTTIER - LOTEO LA ENCANTADA (11/05/2022)								$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
28	VUELO DRON PLOTIER - BP DON ANTONIO (11/05/2022)								$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
29	VUELO DRON PLOTTIER - BP JARDIN DEL CEIBO (11/05/2022)								$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
30	VUELO DRON PLOTTIER - LOTEO ALDEA DEL SUR (11/05/2022)								$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
31	VUELO DRON PLOTTIER - LOTEO ECOR I (11/05/2022)								$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
32	VUELO DRON PLOTTIER -LOTEO EL MANZANAR (11/05/2022)								$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
33	VUELO DRON PLOTTIER - LOTEO VILLA LIDA (11/05/2022)								$ 0,00	$ 0,00	$ -		$ 0,00	0,00	$ 0,00		
				794	171823,83	7878,57	4377,59	$ 372.629.576,04	$ 2.131.592,11	$ 374.761.168,15	$ 405.180.786,85	$ 2.032.319.011,15	$ 2.437.499.798,00	180.140,71	$ 2.062.738.629,85	$ 11.336.062,06	$ 37.951.585,28

2.2 Visores de vuelos VANTs y geoservicios

El Instituto Geográfico Nacional (IGN), dependiente del Ministerio de Defensa, publica en su página web una serie de Modelos Digitales de Elevaciones (MDE) confeccionados a partir de relevamientos aerofotogramétricos realizados con vehículos aéreos no tripulados (VANT), diseñados con fines cartográficos y topográficos. En la siguiente página del IGN se puede obtener información de los vuelos VANT realizados por la provincia del Neuquén con fecha anterior al año 2018: https://mapa.ign.gob.ar/?zoom=4&lat=-40&lng=-59&layers=argenmap

El visor mencionado estructura la información en dos capas:

En la **capa fotografías áreas**, seleccionando "Mosaico vuelos VANT" es posible visualizar los vuelos realizados por vuelos VANT previos al 2018.

De cada vuelo se puede obtener su información asociada; en la Figura 1 se presenta un ejemplo de información asociada correspondiente al vuelo realizado en Añelo (Figura 1).

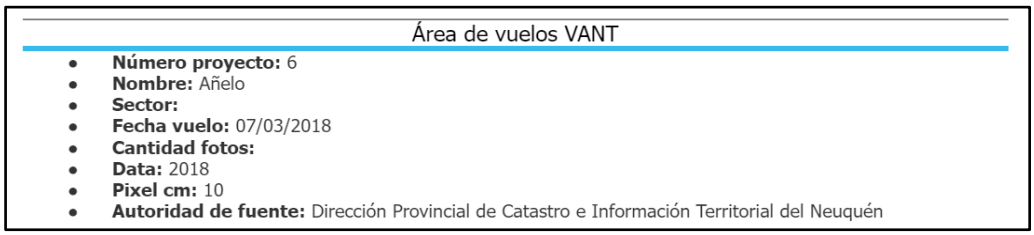


Figura 1. Información asociada al vuelo realizado en Añelo

En la capa **Modelos Digitales de Elevaciones (MDE)**, es posible seleccionar distintas capas de información de MDE de distintas precisiones: MDE 0,5 m, MDE 5 m, MDE 30 m, MDT 0.5 m, MDT 5 m y MDT externos. Los MDE son de acceso libre y gratuito para todo el público a través de la página web del IGN con una resolución espacial de 50 cm y una precisión altimétrica del orden decimétrico.

De cada MDE es posible obtener información particular del mismo; en la Figura 2 se presenta como ejemplo de información asociada al MDE del sector de vaca muerta.



Figura 2. Información asociada, ejemplo de MDE 5 m del sector de vaca muerta

Las fotos obtenidas de los últimos vuelos realizados por la DPCeIT, una vez georreferenciadas fueron subidos a la base de datos ORACLE del organismo, y las mismas están disponibles en la tabla de contenido del sistema ITC (infraestructura territorial catastral) (Figura 3).

Los vuelos también serán accesibles a partir de un geoservicio WCS de la DPCeIT para la IDE de la provincia del Neuquén (de la misma forma que hoy se encuentran disponibles vuelos VANT y MDE en el visor señalado del IGN, el geoservicio WCS permitirá obtener información de los mismos con idéntica información asociada). El geoservicio WCS está terminando de ser desarrollado y para la fecha de la realización de las jornadas se presentará el mismo y se publicará la dirección url en la versión final que se enviará de este documento.

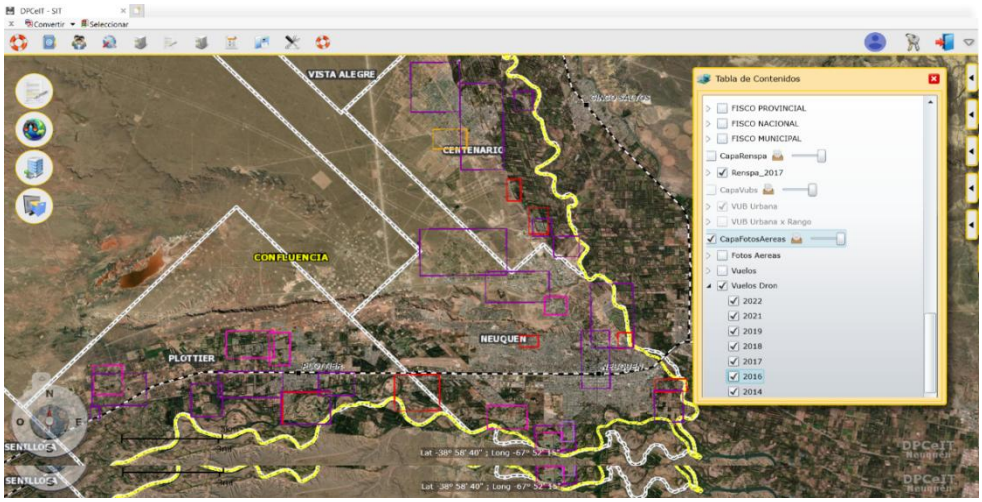


Figura 3. Tabla de contenidos con vuelos drone por año (2014:2022)

2.3 Tecnología Utilizada

Para el procesamiento de las fotos obtenidas por el vuelo VANT se utilizan dos equipos con las siguientes características: Core i7, memoria 16 Gb, disco 4Tb, dos monitores conectados a cada equipo.

La previsión de crecimiento en el storage del organismo es, al menos, por año, de 1,5 Tb. Teniendo en cuenta que cada vuelo drone ocupa entre 10 y 20 Gb y que por año se realizarán como mínimo 50 vuelos (y como máximo 120), incluyendo la información institucional.

3. CONCLUSIONES

Un atributo que caracteriza el territorio es su constante cambio, y la incorporación de VANT o drones a los procesos catastrales permite realizar programación de misiones de levantamiento en forma continua, manteniendo la información geográfica y catastral al día. El uso del dron permite la obtención de cartografía catastral y fotografías aéreas en zonas específicas que presenten un crecimiento urbano y cambios en la infraestructura con gran nivel de detalle. Del mismo modo como se describió en esta ponencia permite asegurar contar con un proceso dinámico para la actualización ágil y oportuna de la información cartográfica del Estado.

Esta tecnología puede utilizarse también en la gestión de emergencias por fenómenos climáticos para obtener información para la cuantificación de daños y toma de decisiones. La DPCeIT ha realizado misiones de vuelos drone al servicio de otros organismos que han requerido un vuelo específico cuando esta tarea es debidamente justificada. En resumen, podemos afirmar que la disponibilidad de información sobre los vuelos VANT y los modelos digitales del terreno busca contribuir en la generación de cartografía que es valiosa en distintos niveles jurisdiccionales (nacional, provincial y municipal), colabora con la ejecución de obras civiles e hidráulicas, y permite el desarrollo de los catastros provinciales, la prospección de hidrocarburos y la investigación aplicada dentro de las ciencias de la Tierra.

Desarrollar un proceso de tratamiento de información, su incorporación sistemática y publicación de los datos asociados, tanto en el sistema ITC de la DPCeIT como a partir de geoservicios, garantiza un flujo de información acertado a disposición de múltiples actores (miles) que actualmente consultan el sistema catastral y la infraestructura de datos espaciales de la provincia.

El visor de vuelos VANT y MDE es un recurso público y es importante difundir este tipo de información. En particular el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y la Federación Argentina de Agrimensores (FADA) invitan a todos los profesionales de la Agrimensura a validar y compartir aquellos trabajos fotogramétricos que cumplan con los estándares del IGN, de modo de ampliar el repositorio público y digital del Organismo y dar a conocer las actividades de los profesionales a través del sitio web del Organismo.: https://agrimensores.org.ar/valida-tu-vuelo-ign/

El trabajo futuro involucra la recepción de dos drones mencionados y la capacitación sobre su uso, teniendo en cuenta que sus características y sus usos son diferentes. Por otro lado, otros agentes del organismo realizarán el curso de piloto de drone y se completará la tramitación del registro de los nuevos VANT adquiridos, y del registro del certificado de explorador VANT ante el Ministerio de Transporte, Administración Nacional de Aviación Civil (Ministerio de Transporte 2022a, 2022 b). Todas estas acciones apuntan a fortalecer un proyecto de uso de VANT que se emprendió en el año 2014 y se espera potencia en el 2022.

AGRADECIMIENTOS

Uno de los drones fue adquirido en el marco del Préstamo BID 3835/OC-AR, Proyecto "Fortalecimiento de la Gestión Provincial", "Mejora de la Infraestructura Territorial Catastral (ITC) de la Dirección Provincial de Catastro e Información Territorial (DPCeIT) de la Provincia del Neuquén", cuyo organismo ejecutor es el Ministerio del Interior, Secretaría de Provincias y el organismo subejecutor es la DPCeIT.

REFERENCIAS

Ministerio de Transporte, Administración Nacional de Aviación Civil (2022a). Reglamento de vehículos aéreos no tripulados (VANT) y de sistemas de vehículos aéreos no tripulados (SVANT)

Ministerio de Transporte, Administración Nacional de Aviación Civil (2022b). Registro de VANT/SVANT y tramitación del certificado de explotador VANT (CEVANT)

Nuevo módulo de edición gráfica catastral utilizando *software* libre QGIS de la Dirección General de Catastro de la provincia de Córdoba, Argentina

Gustavo García[1], Jorge Green[1], Nerina Serantes[1] y Diego Cid[2]

[1]Dirección General de Catastro de la provincia de Córdoba. Rivera Indarte 650 piso 2, Córdoba (X5000), Córdoba. Tel.: 0351-5910101.
Jorge.Green@cba.gov.ar
[2]Geosystems SA. Esteban de Luca 2223, Ciudad Autónoma de Buenos Aires (C1246ABS), Buenos Aires. Tel.: 11-56183080.
diego.cid@geosystems.com.ar

Resumen: Las herramientas tecnológicas *open source* disponible en el mercado, en este caso QGIS, han madurado y se afianzan como un producto tecnológico moderno y abierto que permite desarrollar nuevos sistemas reemplazando a productos que conllevan altos costos de licenciamiento en moneda extranjera que deben ser erogados por los organismos todos los años. La experiencia en la utilización de este tipo de herramienta nos permite dar un salto tecnológico con un lenguaje de programación moderno y que a través del desarrollo de APIs y la utilización de Geoservicios nos permite no solo facilitar la intercomunicación de los datos espaciales sino también su edición o actualización de manera descentralizada, siempre permitiendo integrarse con datos de las Infraestructuras de Datos Espaciales y de otras fuentes de información. La Dirección General de Catastro de la provincia de Córdoba dispone de un sistema de información territorial de hace más de 15 años, el cual siempre ha estado actualizando y mejorando. En este caso se abordó la reingeniería de uno de los módulos de dicho sistema y previendo a futuro continuar con la reingeniería de otros módulos del sistema.

Palabras Clave: IDE, edición datos espaciales, catastro, QGIS

1. INTRODUCCIÓN

Históricamente, las herramientas o sistemas de actualización de datos espaciales disponibles en muchas organizaciones, tanto públicas como privadas, han sido productos de grandes empresas de *software* que abarcan gran parte del mercado con altos costos de licenciamiento y mantenimiento.
Debido a esta imposición del mercado, los usuarios han aprendido a utilizarlos sin tener posibilidad de explorar otros productos del mercado *open source* que en su momento no eran conocidos o estaban en una etapa de evolución en el mercado.
En este contexto y dado el crecimiento y maduración de productos de *software* con código abierto, se optó por QGIS que responde a esta necesidad y se transforma en una herramienta fundamental no solo en el ámbito comercial sino también en el ambiente universitario.
Este desarrollo que se está ejecutando en el ámbito de la Dirección de Catastro de la provincia de Córdoba, más la experiencia adquirida de otros casos similares exitosos demuestra la posibilidad de orientar el desarrollo de los sistemas de edición de datos espaciales con excelentes resultados, reduciendo de manera significativa los costos de adquisición y mantenimiento recurrente de *software* muy costosos.

Finalmente, este tipo de herramientas y desarrollo pone a disposición una nueva era de edición de datos espaciales de manera descentralizada, basada en un estándar y dejando disponible la información de manera instantánea.
En las próximas secciones se describirán los siguientes puntos:

- Experiencias o trabajos similares,
- Metodología de implementación de la solución,
- Tecnologías utilizadas (QGIS, GeoServer, Python), y
- Los resultados del desarrollo del módulo de edición gráfica.

2. EXPERIENCIAS DE TRABAJOS DESARROLLADOS SIMILARES

Geosystems ha desarrollado un módulo de edición gráfica catastral para el proyecto de sistema de información territorial de la provincia de Corrientes en el marco del financiamiento del BID.
Otra experiencia con la misma solución fue en el ambiente privado para British Telecom empresa de comunicaciones en donde no solo se realiza edición de cartografía sino todo lo relacionado a la gestión de redes y fibra.

3.METODOLOGÍA

Para abordar el desafío de cambio del editor gráfico de la provincia de Córdoba denominado Módulo de Soporte Parcelario (MSP) pensado solo para las modificaciones a nivel parcelario en base a los trámites recepcionados, se realizaron relevamientos con todas las áreas de la organización que intervienen con los datos espaciales o cartográficos para crear una solución de edición gráfica a nivel global en la organización.
Luego se plantearon diagramas de proceso y a través del análisis se diseñaron las funciones que contemplaran la posibilidad de permitir tener distintos niveles de acceso a los datos de acuerdo al perfil de usuario.
En base al diseño detallado y las tecnologías disponibles utilizando la herramienta QGIS como interfaz de usuario y los geoservicios provistos por la IDE de la provincia de Córdoba (IDECOR) se desarrolló el nuevo módulo de edición gráfica Catastral con la aplicación de metodologías ágiles para ir validando con el usuario final (*product owner*) las funcionalidades y operaciones.

4. TECNOLOGÍA UTILIZADA

Las tecnologías utilizadas en esta solución son las siguientes:

- Base de datos: Oracle Spatial.
- Publicador de capas: GeoServer.
- Búsqueda datos: SolR.
- Lenguaje de programación: Python.
- Api: Servicio Python.
- Geoservicios: *Web Map Service* (WMS) y *Web Feature Service* (WFS).

Todo basado en el estándar de las IDE y del Open Geospatial Consortium (OGC). Disponible en: https://www.ogc.org/.

5. RESULTADO

Como resultado del proyecto se obtuvo el nuevo Módulo Edición Gráfico Catastral el cual está pensado para ser utilizado por todas las áreas involucradas, las cuales son:

- Área de Cartografía,
- Área de Saneamiento Parcelario,
- Área de Reclamos,
- Área de Valores,

- Área de Unidad Técnica Territorial,
- Área de Mensura, carga Gráfica y Alfanumérica, y
- Área de sistemas.

De acuerdo al perfil de cada área se puede acceder a los geoservicios que se definan y cada uno de ellos pueden ser de acceso solo lectura o edición según se requiera (Figura 1).

Este módulo será utilizado por una cantidad estimada de 50 usuarios que se calcula realizan transacciones espaciales diariamente sobre el mismo reservorio de datos (Figura 2).

Dada esta solución y una vez afianzada en la organización se espera a futuro distribuir esta solución a otras áreas de gobierno u organizaciones para descentralizar más aún utilización o manipulación de los datos espaciales que representan el territorio de la provincia de Córdoba.

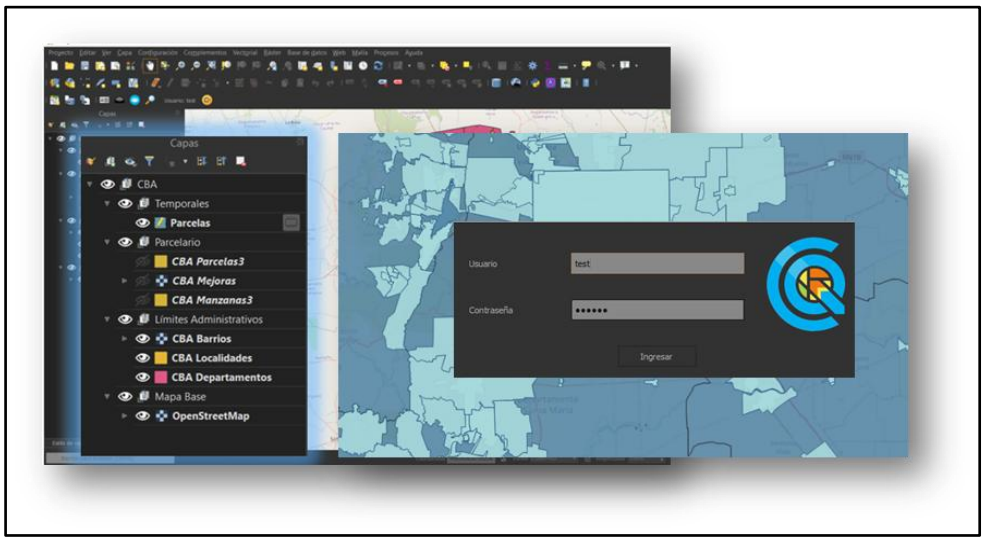


Figura 1.Imagen de acceso al Módulo Edición Gráfico Catastral

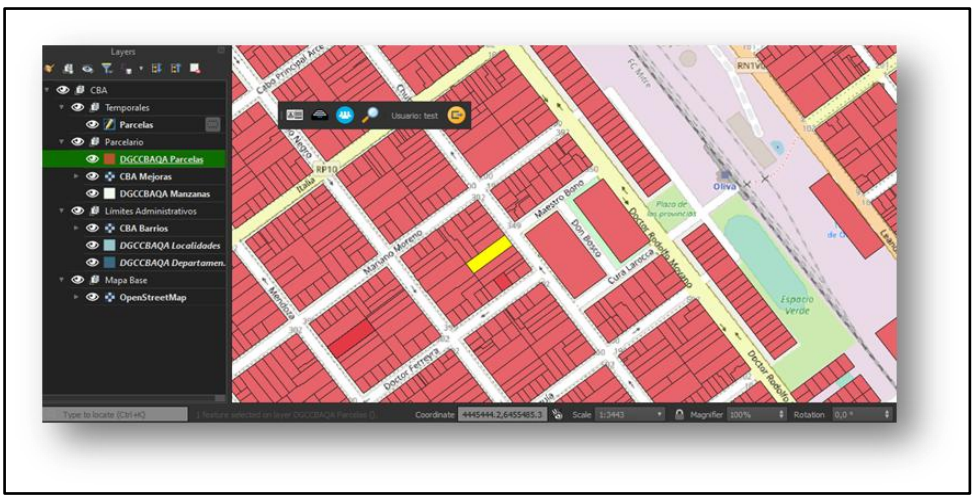


Figura 2. Imagen del mapa del Módulo Edición Gráfico Catastral

6. CONCLUSIONES

Esta experiencia nos arroja un resultado positivo con herramientas *open source* y permite abrir una nueva manera de actualización de datos espaciales descentralizada con único reservorio de datos espaciales e integrando a todas organizaciones del gobierno o áreas con bajos costos de licenciamiento o mantenimiento de *software* de base.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a todo el equipo de la Dirección General de Catastro de la provincia de Córdoba y a Geosystems S.A., empresa que se dedica al desarrollo de *software* GIS, con especial mención al equipo de trabajo del área de Tecnología Informática, Jorge Green, Nerina Serantes, Carlos Gauchat, Fernando Rosa y a todos los entrevistados de dicha organización, con los cuales se ha analizado y diseñado la solución como así también al equipo de desarrollo. También se agradece al equipo de Geosystems S.A.que ha participado del proyecto, Jesica Hassen Isse, Anabel Berestein, David Pendenza y el equipo de desarrolladores. Igualmente, se hace extensivo el agradecimiento a Gustavo García (Director de Catastro), Mario Piumetto (Coordinador de IDECOR) y al Ministerio de Finanzas de la provincia de Córdoba por brindar la posibilidad de desarrollar este tipo de soluciones.

Modernización Funcional y Actualización Catastral de la Municipalidad de Colonia Benítez -Chaco

Héctor Alejandro Parvanoff[1], Daniel Francisco Sanguinetti[2], Nilda Mercedes Fleitas[3] y Enrique José Gómez Giménez[4]

[1]Colonia Benítez (3505), Chaco. Tel.: 362 4213592.
alejandroparvanoff@gmail.com
[2]Resistencia (3500), Chaco. Tel.: 362 4255838.
danielfsanguinetti@gmail.com
[3]Margarita Belén (3505), Chaco. Tel.: 362 4659361.
nilfleitas@gmail.com
[4]Resistencia (3500), Chaco. Tel.: 362-4538575.
enriquejosegomez@gmail.com

Resumen: El proyecto consistió en fortalecer la capacidad institucional y técnica de las áreas de Catastro, Obras Particulares, Obras Públicas y afines del Municipio, a partir de la integración de forma sistémica de la Información Catastral con la totalidad de las parcelas del ejido municipal. Contó con una serie de actividades para mejorar procedimientos administrativos, modernizar procesos sistémicos, capacitar y sensibilizar los recursos humanos en el uso de las tecnologías y provisión de ortomosaicos para la restitución y actualización de las bases de datos. En los resultados finales de la implementación del proyecto se refleja la incorporación del total de las parcelas del ejido municipal y la superficie construida (en m2), posibilitando la toma de decisiones estratégicas. Como principales logros del proyecto se planteó el aumento de la recaudación, mayor información geográfica y catastral, mejora de procesos administrativos con su consecuente disminución de costos y tiempos de relevamiento, procesamiento y liquidación. Como beneficiarios directos se consideran a los contribuyentes del Municipio, los empleados internos y externos. Como beneficiarios indirectos se consideran a los Organismos Provinciales, Municipios de la Región, y la Provincia en general.

Palabras Clave: Catastro, parcelas, restitución, superficie construida, información geográfica.

1. INTRODUCCIÓN

Las necesidades de los Municipios han ido en crecimiento paralelamente al número de habitantes y de las formas de intercambio comercial y social. Esta dinámica de los pueblos y ciudades requiere que las instituciones gubernamentales locales trabajen permanentemente en la generación y gestión de información que verifique y refleje ese proceso de cambios.

Para ello, el Municipio debe contar con sistemas de información y diagnóstico que se actualicen de forma continua con el fin de resolver las crecientes responsabilidades que le impone un contexto complejo y cambiante. También se ve obligado a realizar cambios organizacionales que potencien la eficiencia y efectividad de sus administraciones.

Es así que se genera una demanda de soluciones a esta compleja problemática, para lo cual este Proyecto ofrece una alternativa práctica y eficaz, teniendo en cuenta las experiencias de este tipo que han sido exitosas a nivel de municipios.

2. ÁREA DE TRABAJO

El área de estudio se circunscribe a una superficie aproximada de 4.800 hectáreas correspondientes al ejido municipal de la localidad de Colonia Benítez de la Provincia del Chaco.
La localidad se encuentra ubicada en el Departamento Primero de Mayo, en territorio de la cuenca baja del río Tragadero, aproximadamente a 20 kilómetros de la ciudad de Resistencia.
Si bien no forma parte del área metropolitana del Gran Resistencia, la dependencia funcional del mismo la convierten en un pueblo satélite.

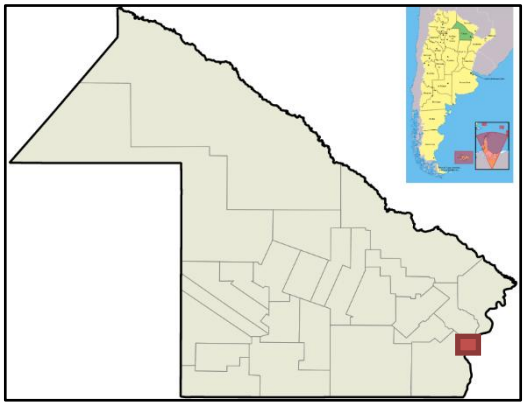


Figura 1. Ubicación Geográfica del Municipio de Colonia Benítez en referencia a la Provincia del Chaco

La actividad económica más representativa es la horticultura, destinada a satisfacer la demanda local y del Gran Resistencia; pueden verse numerosas chacras y quintas a lo largo de los caminos de acceso que aprovechan para trasladar su producción.
La superficie de su ejido municipal ha sufrido una expansión significativa a partir del año 2017, ya que por Ley Provincial Nº 7.930 se amplía el ejido, pasando de 4 km^2 a 48 km^2 y de contener aproximadamente 2.000 parcelas a 4.000 parcelas actualmente, con una variada distribución espacial de zonas urbanizadas y densidad de edificaciones de viviendas, en una topografía con diferentes grados de riesgo hídrico en base a precipitaciones y crecidas de sistema fluvial Paraná-Tragadero.

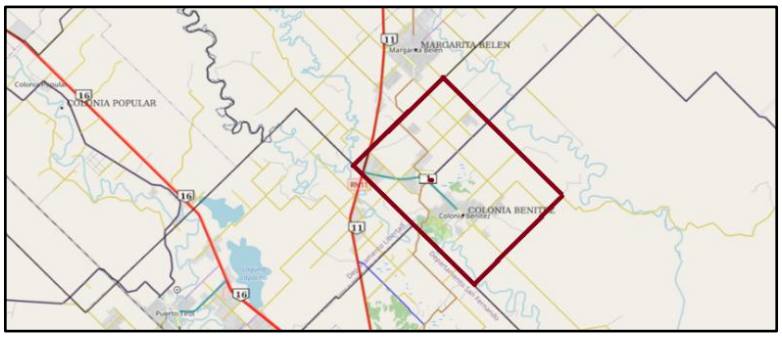


Figura 2. Zona de trabajo. Ejido municipal Colonia Benítez

3. SITUACIÓN ACTUAL Y ESPERADA

Las áreas de Catastro y Obras Particulares/Privadas tienen importantes retrasos en la disponibilidad de información y poca efectividad de gestión por diferentes motivos, que son, entre otros, que los contribuyentes no acostumbran a cumplir con la normativa local de actualizar los cambios sucedidos en sus inmuebles (tenencia, subdivisiones/unificaciones, edificaciones) y/o no disponen de los recursos materiales, tecnológicos y humanos que se requieren para cumplir estas funciones.

En este contexto, la administración local evidencia situaciones diversas que dificultan la gestión. Casos como la desactualización de información catastral (jurídica, geométrica y económica); escasos ingresos fiscales (impuesto inmobiliario, tasas de servicios, contribución de mejoras y derechos varios relacionados); crecimiento "espontáneo" de la urbanización sin planificación; uso indebido del suelo (desorden territorial); distorsión en la valuación fiscal de los inmuebles; inequidad social y alteración de derechos, restricciones y responsabilidades sociales.

En ese sentido, el aporte de soluciones ejecutando el Proyecto permite que el Municipio disponga de un sistema catastral para identificar la localización y extensión de todos los derechos, restricciones y responsabilidades de las personas, relacionadas con la propiedad inmueble de una manera confiable, rápida y de mínimo costo. Esto significa para el Municipio, generar e integrar información con diversos datos provenientes de diferentes fuentes y gestionar esa información para optimizar la toma de decisiones en términos de políticas públicas de ordenamiento territorial, crecimiento y desarrollo local sostenible, ecuanimidad impositiva y aumento de ingresos genuinos en conceptos de impuesto inmobiliario, tasas de servicios, y otros derechos relacionados.

4. DESARROLLO

Las actividades llevadas adelante consistieron en:

4.1 Diagnóstico – Relevamiento

Para la redacción de éste se han realizado tres visitas al Municipio y reuniones el Intendente, el Secretario de Gobierno, el Presidente del Concejo y con el personal de la Dirección de Catastro y Obras Particulares.

Organización funcional

Se observa que, si bien el Municipio cuenta con una organización funcional, el esquema de trabajo de la Dirección de Catastro no se corresponde de manera eficaz, lo cual implica una situación cuanto menos inadecuada para el óptimo ejercicio y prestación de servicios.

Misiones y funciones

Como se verifica en el apartado precedente, el hecho de que el personal afectado al área no refleje la estructura funcional formal deviene en el desconocimiento de las misiones y funciones que le son propias. Esto no significa que no sepan cuál es su trabajo, sino que realizan actividades y tareas mayoritariamente de forma reactiva, en función de las demandas y sin una planificación adecuada.

Actividades y tareas

La Dirección realiza actividades y tareas registrales, tributarias e impositivas:

- **Catastrales:** inscripciones, registros, inspecciones y verificaciones referentes a todos los actos y hechos jurídicos que produzcan modificaciones y/o cambios en la titularidad del dominio y/o el estado parcelario.
- **Liquidación de impuestos y tasas:** se realizan en el momento en que los contribuyentes se acercan al municipio con intenciones de abonar o conocer el costo de tales.
- **Circuitos administrativos:** el personal operativo de la Dirección no dispone de circuitos administrativos formalmente definidos, aunque se cursan trámites con circuitos cortos y

con la intervención de la Mesa de Entradas y Salidas del Municipio según se considere pertinente, como en casos de respuesta de oficio judiciales y notificaciones externas varias.

- **Recursos físicos:** en cuanto a la infraestructura disponible, la Dirección cuenta con una oficina de reducidas dimensiones en la que se desarrollan todas las tareas, dos escritorios, sillas, mesas pequeñas, ficheros y un armario de chapa de dos puertas.
- **Recursos humanos:** en la Dirección prestan servicios de manera permanente dos funcionarios en relación de dependencia y de la planta permanente del Municipio: el Director y un colaborador. Asimismo, en calidad de Asesor Técnico cumple funciones un profesional Arquitecto.
- **Recursos tecnológicos:** en cuanto al equipamiento informático, posee dos computadoras y dos impresoras. Asimismo, se utiliza un software denominado Sistema de Gestión Municipal, provisto, desarrollado, y mantenido por la empresa ECOM Chaco.

4.2 Adquisición y puesta a punto del equipamiento

Se realizaron las tareas pertinentes a la adquisición del equipamiento propuesto (dispositivos informáticos y muebles), que incluyó la definición de las características técnicas y solicitud de presupuestos a diferentes empresas comercializadoras de los mismos.

4.3 Capacitaciones

En función de la necesidad de conocimientos y capacidades operativas del personal del Municipio dependiente y vinculado a la Dirección de Catastro y Obras Particulares se definió la ejecución de una capacitación en el manejo de aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (QGIS) y una capacitación en el manejo de aplicaciones de Diseño Asistido por Computadora (AutoCad 2D).

4.4 Sensibilización: Planificación Estratégica Municipal

Estas jornadas consisten en reuniones programadas con Intendente, Secretario de Gobierno, Presidente del Concejo, Concejales y Funcionarios del Municipio con el objeto de socializar los términos del proyecto, sus alcances, la mecánica de ejecución y los beneficios que genera. Asimismo, analizar las utilidades de la sistematización de la información recolectada y gestionada, toda ella relacionada con la ubicación geográfica, teniendo en cuenta que los mapas y el análisis espacial ayudan a comprenderla rápidamente, para que sean fáciles de usar y tomar decisiones basadas en datos que mejoran la calidad de vida.

4.5 Actualización del Sistema de Gestión Municipal y Adecuación del Sistema Valuatorio

Teniendo en cuenta que el Municipio de Colonia Benítez utiliza el Sistema de Gestión Municipal SGM ECOM Chaco S.A., se realiza un análisis del mismo. Este permite la automatización de las tareas realizadas en el área de recaudación del Municipio, agilizándolas y generando información consolidada sobre las cuentas de los contribuyentes. Éste está adecuado a lo dispuesto por la Resolución Nº 14 del Tribunal de Cuentas de la Provincia del Chaco.

En términos de beneficios, el SGM permite la sistematización de tareas, la optimización en gestión de trámites, la obtención de resultados inmediatos, adaptabilidad, otorga módulos integrados o independientes, es de fácil manejo, brinda seguridad de la información, optimiza los tiempos de respuesta a contribuyentes y promete calidad de servicio.

4.6 Actualización Catastral y Obras Particulares

Selección de las zonas a actualizar - 17 km^2 - Proceso de generación del Mosaico.

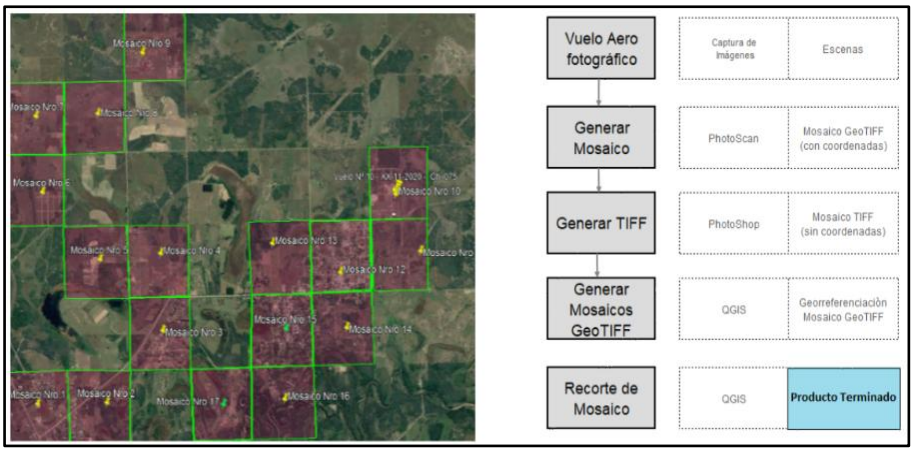


Figura 3. Selección de áreas a relevar y procedimiento de obtención del Mosaico Georreferenciado

Flujo de trabajo

Las chacras "A" y "B" son productos que se encuentran en desarrollo por el personal del Área de Catastro Municipio como parte de la "Práctica supervisada", que continuará hasta su finalización. Como se observa se han restituido 1.514 construcciones y un total de 168.211 m^2 construidos (Tabla 1).

Tabla 1. Control de productividad en tareas de restitución

Restitución								
Nro de Chacra	Total Parcelas x Chacra SHP Parcelario	Total Parcelas Construidas (Parcelario y Shp Restituidos)	Total Parcelas sin construccion (TPCh - TPCo) Cálculo automático	Total construcciones x Chacra (SHP Restituidos)	**Total** M2 superficie de Parcelas x Chacra (SHP Parcelario)	**Total** M2 restituidos x Chacra (SHP Restituidos)	**Total** superifice consruidas en % (TRCh/TSPCh)	**Estado**
126	269	145	124	283	730.321 m^2	38.154 m^2	5,22%	Finalizada
127	221	81	140	162	884.686 m^2	18.284 m^2	2,07%	Finalizada
109	373	121	252	253	780.350 m^2	24.880 m^2	3,19%	Finalizada
90	399	53	346	91	900.489 m^2	8.432 m^2	0,94%	Finalizada
89	91	26	65	52	942.788 m^2	5.332 m^2	0,57%	Finalizada
69	243	30	213	54	912.854 m^2	3.907 m^2	0,43%	Finalizada
50	45	10	35	28	958.745 m^2	3.060 m^2	0,32%	Finalizada
51	61	11	50	20	959.015 m^2	1.698 m^2	0,18%	Finalizada
35	153	42	111	86	888.456 m^2	9.648 m^2	1,09%	Finalizada
75	324	79	245	105	878.673 m^2	7.836 m^2	0,89%	Finalizada
93	128	22	106	55	921.756 m^2	5.665 m^2	0,61%	Finalizada
A					0 m^2			En proceso
92	105	22	83	58	830.986 m^2	12.580 m^2	1,51%	Finalizada
111	330	85	245	143	892.422 m^2	16.118 m^2	1,81%	Finalizada
B					0 m^2			Pendiente
130	106	49	57	97	875.934 m^2	9.358 m^2	1,07%	Finalizada
129	11	8	3	27	922.537 m^2	3.260 m^2	0,35%	Finalizada
TOTAL	2.859	784	2.075	1.514	13.280.012 m^2	168.211 m^2	20%	

Generación de fichas de relevamiento

El proceso de generación automatizado permite incorporar en un documento digital los datos alfanuméricos de cada Contribuyente, si estuviera registrado, los datos de la Parcela según la base de datos del Parcelario Urbano, el cálculo de superficie obtenido en el proceso de restitución.

Además, el proceso incorpora los distintos elementos gráficos que fueron generados durante el proceso de restitución y que complementan la información de la Parcela y los objetos detectados en ella.
Elementos visualizados en la ficha:

- imagen con el parcelario indicando la localización de la parcela,
- planimetría,
- foto del frente de la vivienda o parcela, y
- recorte de la imagen obtenida en el proceso de restitución de la parcela correspondiente.



Figura 4. Ficha modelo en formato PDF

5. EQUIPO DE TRABAJO

Se contó con un equipo de trabajo interdisciplinario compuesto por profesionales en Ciencias de la Administración, Ingeniería Gerencial, Sistemas de Información, Tecnologías de la Información

Geográfica, Arquitectura y Urbanismo con conocimientos avanzados en el manejo de Catastros Municipales y también con la participación de los Agentes pertenecientes a la Dirección de Catastro y Obras Particulares del Municipio.
Asimismo, participó un equipo para realización de la captura de imágenes áreas y el procesamiento de las mismas a efectos de obtener los mosaicos georreferenciados.

6. CONCLUSIONES

La actualización de datos catastrales y dominiales de los inmuebles del ejido municipal permite una gestión de la información adecuada a los tiempos y a la demanda de servicios por parte de los contribuyentes. Asimismo, se mejoran los ingresos financieros del Municipio y sirve como insumo para el ordenamiento territorial y la planificación del crecimiento y desarrollo local.

La capacitación de los recursos humanos mejora su capacidad y la aumenta la eficacia en el cumplimiento de las actividades y tareas de cada dependencia y área de la estructura municipal.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Intendente Municipal de Colonia Benítez, Sr. Sergio Phipps, al Concejo Municipal y al personal municipal; a la Ministra de Ambiente y Desarrollo Territorial Sostenible de la Provincia del Chaco, Lic. Marta Soneira; y al Subsecretario de Desarrollo Territorial, Arq. Alan Strusiat.

REFERENCIAS

Balbo, E. H. (2009). El Catastro Multifinalitario: Un estudio exploratorio. Cuadernos del Instituto AFIP. Instituto de Estudios Tributarios, Aduaneros y de los Recursos de la Seguridad Social. AFIP. ISSN: 1851-9873.

Código de Ordenamiento Territorial Ciudad de Colonia Benítez. (2019). Colonia Benítez. Chaco.

Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia del Chaco. (s.f.). Infraestructura de la IDE Chaco. http://idechaco.gob.ar/sigide

Molina, A. M., López, L. F. y Villegas, G. I. (2005). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Planificación Municipal. Revista EIA, (4p): 21-31. Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia). ISSN 1794-1237. https://www.redalyc.org/pdf/1492/149216912002.pdf

Ordenanza General Tributaria e Impositiva. (2020). Colonia Benítez. Chaco.

Ruiz de Erenchun, Alberto (2008). "El Registro de la Propiedad Inmueble en la República Argentina"- Foro Internacional de Modernización de los Registros Públicos de la Propiedad. México.

Valuación de Inmuebles. (2022). (2da Ed). Compilador y Adaptador Rodolfo H Pellice. https://www.academia.edu/44337410/Valuaci%C3%B3n_de_inmuebles_tomo_2

El Observatorio del Mercado Inmobiliario en el marco de la IDE de la provincia de Córdoba

Mario Andrés Piumetto[1], Tomás Nasjleti[1], Elena Toccacieli[1], Juan Cruz Fabatia[1], Fernando Galarza[1], María Soledad Zavala[2] y Nadia Llarrull[1]

[1]Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR) y Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Rivera Indarte 748, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.: 0351-4286048.
[2]Dirección General de Catastro de la provincia de Córdoba.
mpiumetto@yahoo.com.ar, {tominasjleti, elenatoccacieli, juancruzfabatia, galarzafm93, arqzavala}@gmail.com, nadia_llarrull@hotmail.com

Resumen: En el presente trabajo se pretende visibilizar la potencialidad del Observatorio del Mercado Inmobiliario de Córdoba que, con su estructura compleja, articula numerosas instituciones públicas y privadas y genera información para múltiples fines a través de su IDE local, IDECOR. También, se destaca el origen y objetivos perseguidos de su implementación desde el año 2017, reconstruyendo sus etapas iniciales hasta la actualidad.

Palabras Clave: observatorio, observatorio del mercado inmobiliario, IDE

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el conocimiento del territorio es fundamental para la planificación y el desarrollo de políticas públicas, que implica saber, no sólo la distribución espacial de los recursos, sino también cuál es su valor. En este contexto, la toma de decisiones que favorezcan el desarrollo territorial y la equidad tributaria se sustentan en la interrelación de distintos actores e instrumentos, como un impuesto inmobiliario y un catastro actualizado (Carranza *et al*., 2018; Carranza et al., 2019; Eguino y Erba, 2020; Arango, 2021; Pérez Burgos y Restrepo Rodríguez, 2018; Erba y Piumetto, 2013).

Con este fin, en el marco de la definición de Observatorio cómo herramienta creada para analizar la evolución de un fenómeno de interés general, el Ministerio de Finanzas y la Dirección General de Catastro impulsaron un proyecto especial que fijó dos objetivos centrales: la actualización de los valores del suelo urbano y la tierra rural a niveles de mercado en toda la provincia y la implementación de métodos que asegurasen la sustentabilidad del proceso de actualización de valores. Asimismo, en el marco del acuerdo firmado entre la Nación y las provincias, se creó el Organismo Federal de Valuaciones de Inmuebles (OFeVI), cuyo objetivo es establecer metodologías comunes de valuación para todas las provincias (Erba y Piumetto, 2013; Eguino y Erba, 2020).

Mientras los observatorios territoriales se estructuran con la finalidad de definir políticas públicas en general, los observatorios de valores son más específicos, y se orientan a definir las políticas de financiamiento urbano como la tributaria y las de recuperación de plusvalías y de valorización (Erba y Piumetto, 2013). Desde las administraciones públicas como de instituciones académicas, sindicatos, empresas, fundaciones y organizaciones de la sociedad civil se ha promovido y apoyado la creación de estos órganos coadyuvantes al desempeño institucional. La figura del observatorio lleva implícita la condición que su operatividad sea confiable y creíble ya que de ello depende no solo la pertinencia del procesamiento de datos cuantitativos sino también la

recolección y análisis de opiniones que exige independencia y transparencia de la investigación.
En la provincia de Córdoba, para el año 2017, los últimos estudios técnicos en áreas urbanas se habían ejecutado en 1987, con una actualización parcial en 1992, mientras que en el ámbito rural, en 1994. Los valores urbanos se encontraban en promedio al 4 % del valor de mercado y la tierra rural al 13 %. Por su parte, los coeficientes de dispersión, que miden el grado de uniformidad horizontal, exhibían niveles 15 veces por encima de los estándares sugeridos por la Asociación Internacional de Peritos Valuadores (IAAO, 2013[1]; Erba y Piumetto, 2013; Eguino y Erba, 2020).
Frente a esta situación, y en aplicación del consenso fiscal firmado entre Nación y las provincias[2] con el objetivo de actualizar las valuaciones de todas las provincias a valores de mercado, asegurando su sustentabilidad de manera eficaz y eficiente, el gobierno provincial llevó adelante el proyecto de revalúo inmobiliario masivo del territorio. El mismo se extendió por 165.000 km² y más de 2 millones de parcelas donde el 40 % de la población se concentra en la capital, el resto se distribuye en 423 ciudades y zonas rurales. Bajo esta propuesta, en 2017 surgió la construcción del Observatorio del Mercado Inmobiliario[3] (OMI) de Córdoba cómo herramienta de manejo y difusión de valores de inmuebles actualizados en el tiempo.
La implementación de esta aplicación marca un antecedente de relevancia en el desarrollo de sinergias entre la IDE y la Dirección de Catastro como institución referente del estudio llevado a cabo por el Estudio Territorial Inmobiliario de Córdoba (ETI) para el revalúo inmobiliario de la provincia. Además, posibilitó construir el conocimiento necesario para avanzar en el plan de otras aplicaciones y brindar soporte a demás áreas e instituciones en el marco de la IDE provincial (Piumetto *et al.*, 2019).

2. OBSERVATORIO DEL MERCADO INMOBILIARIO E IDE

La aplicación *web* OMI fue desarrollada por la Infraestructura de Datos Espaciales de Córdoba (IDECOR) para profundizar en el conocimiento sistematizado del mercado inmobiliario y facilitar la aplicación de nuevas metodologías que aseguren la sustentabilidad del proceso de actualización de valores. La IDE integró este observatorio con una serie de acciones que dieron forma a esta herramienta desde el desarrollo inicial, pasando por etapas de crecimiento, hasta llegar a las fases de mantenimiento y mejora continua.
Entre los objetivos principales, para el desarrollo del OMI, se destacan: brindar soporte en el conocimiento del mercado inmobiliario para la gestión de políticas públicas; registrar de manera sistemática información en una base georreferenciada para analizar la evolución y la dinámica de precios de inmuebles; proporcionar una fotografía del estado actual del mercado inmobiliario a través del relevamiento continuo. Además, busca aportar a la transparencia del mercado inmobiliario y generar información para diferentes estudios como: elasticidad del valor de la tierra respecto de los cambios del dólar, determinación de coeficientes de comercialización de inmuebles en propiedad horizontal, valor del metro cuadrado de alquiler, entre otros. Desde su inicio, OMI brinda información abierta como herramienta de apoyo y fuente de consulta para diversas investigaciones, la actividad profesional y académica (Figura 1).
La etapa fundacional implicó la conformación de un equipo multidisciplinar integrado por más de 25 profesionales que se dedicaron por más de seis meses a la investigación de la problemática y el análisis técnico de las particularidades del mercado local. Se desarrollaron pruebas piloto que permitieron evaluar cuáles eran las características más relevantes de los datos, y así determinar los atributos a incorporar en cada formulario para el levantamiento de muestras.
En paralelo, se desarrolló una plataforma web dando soporte tecnológico a las actividades de recolección de datos. Esta plataforma con tecnología *open source*[4] se desplegó en un servidor nube del nodo IDECOR donde se incorporan capas base a través de geoservicios como la base parcelaria del Catastro y capas externas de acceso libre, como Open Street Map (OSM) e imágenes

satelitales (Figura 1 y 2).

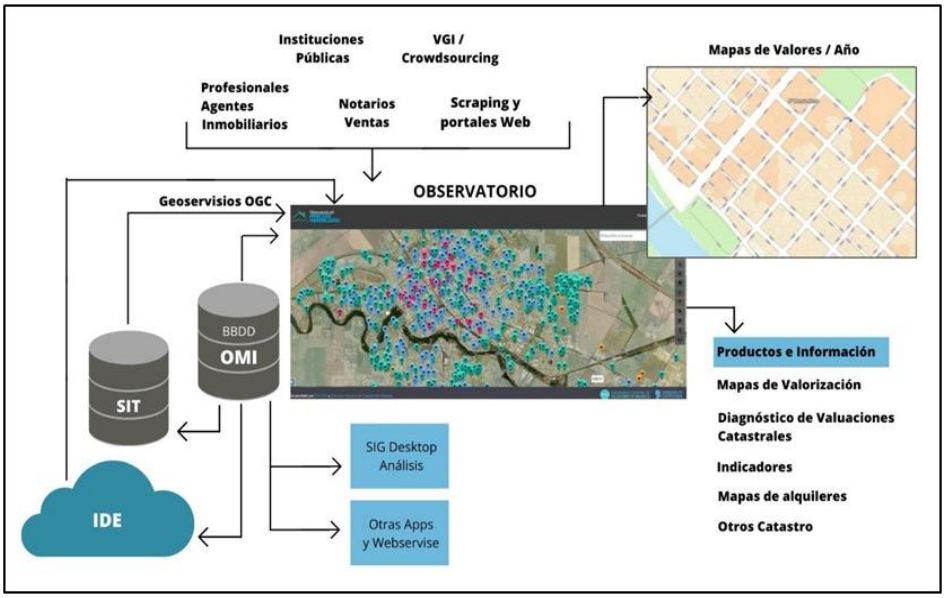


Figura 1. Desarrollo de la plataforma del Observatorio del Mercado Inmobiliario



Figura 2. Plataforma del Observatorio del Mercado Inmobiliario. Fuente: https://omi.mapascordoba.gob.ar

Una vez alcanzado ese estado se lanzaron diferentes campañas de relevamiento masivo de datos que permitieron consolidar una base de datos georreferenciada. Así se logró sumar experiencia y

paulatinamente incorporar mejoras al observatorio en una retroalimentación constante.
En este contexto, el OMI provee los datos para realizar investigaciones sobre la dinámica urbana y rural desde las perspectivas económica, arquitectónica y geográfica. Los datos levantados se clasifican en tipo de oferta (compra, venta, alquiler, tasaciones o remate), uso del inmueble ofertado (departamento, casa, comercio, cochera, industria, baldío, oficina), estado de conservación de la edificación (muy bueno, bueno, regular, entre otros) y fuente (*url* de anuncio *web*, datos del oferente, dirección de correo electrónico, teléfono, entre otros) (Figura 3).

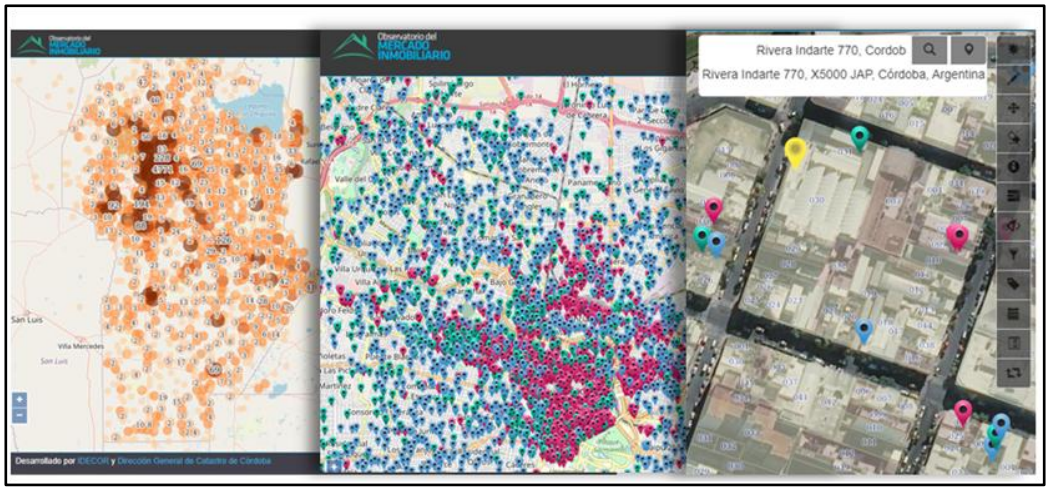


Figura 3. Mosaico del navegador web OMI
Fuente: Observatorio del Mercado Inmobiliario de la provincia de Córdoba

En su funcionamiento, el OMI refleja el equilibrio entre los actores que concurren a la formación de los valores de los inmuebles, condicionan las dinámicas del mercado y la conformación del territorio. La red OMI promueve un enfoque participativo siendo parte, actualmente, de la misma distintos organismos públicos como municipios que trabajan con políticas públicas locales, organismos privados como entidades bancarias, profesionales de ingeniería, arquitectura y corretaje inmobiliario en distintas zonas y ciudades de la provincia que se dedican a la tasación inmobiliaria o el desarrollismo y la construcción de viviendas.
En el marco de la interoperabilidad de organismos públicos, IDECOR gestiona el OMI, accediendo a datos abiertos y oficiales vinculados con distintas temáticas territoriales. Tomando el OMI cómo fuente primaria de datos, IDECOR ejecuta anualmente estudios sobre el territorio y la estimación del valor de la tierra en toda la provincia, para las más de 400 localidades y todo el territorio rural. Los resultados técnicos son implementados por la Dirección General de Catastro y la Dirección General de Rentas conforme disposiciones administrativas que se dictan a tales efectos para aportar a la transparencia del mercado inmobiliario y facilitar la equidad tributaria.

3. NÚMEROS DEL OBSERVATORIO DEL MERCADO INMOBILIARIO

Desde la puesta en marcha del OMI, en el año 2017, donde se incorporaron los primeros usuarios y se recopilaron los primeros datos, hasta marzo del corriente año, se han registrado en la plataforma más de 60.000 datos de mercado donde el 50 % corresponden a ofertas de inmuebles urbanos baldíos, el 23 % a urbanos edificados, el 17 % a inmuebles en ofrecidos en propiedad horizontal y el 10 % restante a terrenos rurales.

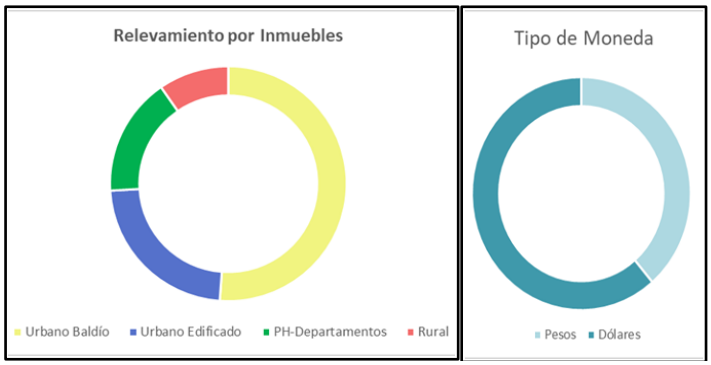


Figura 4. Indicadores de la plataforma del Observatorio del Mercado Inmobiliario. Fuente: https://omi.mapascordoba.gob.ar

Con este volumen de información, como se mencionó antes, se pueden realizar diversos análisis temáticos. Algunos estudios, ya realizados, y que se actualizan periódicamente son: procesos como la expansión reconociendo nuevos sectores de desarrollo urbano, análisis en torno a la formalidad / informalidad del mercado, entre otros. Si tomamos como muestra los 31.468 datos baldíos, a la fecha, y los clasificamos según su situación jurídica podemos decir que el 83 % corresponde a inmuebles con escritura, el 13 % a inmuebles en pre venta y el porcentaje restante a inmuebles sin título.

Si estudiamos los registros de ofertas de terrenos baldíos, se puede determinar que la superficie mediana de los lotes ofrecidos en la provincia de Córdoba es de 550 m². Este número puede variar si analizamos otras zonas o unidades administrativas.

Otro atributo interesante del OMI, para las 13 mil ofertas de inmuebles edificados, permite analizar el estado de conservación que indica casos en condición “a demoler” o bien en “mal estado”. Con ésto se puede inferir qué áreas o zonas de la ciudad son pasibles de renovación urbana.

El OMI también permite realizar análisis de la distribución espacial de la oferta según tipo de moneda (pesos o dólares), que resulta útil para estudiar la posible dolarización del mercado. En el año 2021, se estudió este fenómeno identificando que el 61 % corresponde a ofertas publicadas en dólares y el 39 % restante en pesos, aunque esta proporción varía con los años evidenciando cómo impactan los cambios macroeconómicos en el mercado. La distribución espacial de la oferta en dólares se concentra en Córdoba Capital, Área Metropolitana y localidades serranas con marcada actividad turística. Las ofertas publicadas en pesos son más numerosas en las localidades del interior y en la periferia de grandes ciudades, sobre todo en sectores de barrios populares.

Este breve repaso de resultados y posibilidades de aplicación, dan cuenta del valor del Observatorio, tanto por la información recabada a lo largo de los años, como también, por el detalle de la información adicional recabada y sistematizada en cada registro.

4. CONCLUSIONES

La mayor dificultad en la gestión del OMI gira en torno a lograr la consolidación de una comunidad de usuarios y el fortalecimiento de vínculos institucionales. Esto implica la construcción de redes para sumar nuevos y valiosos aportes al levantamiento de información inmobiliaria de manera voluntaria y consciente. Es decir, generar un sentido de pertenencia por parte de los usuarios que garantice la sostenibilidad del observatorio.

En este escenario, la gestión del Observatorio en el marco de la IDE local posibilita establecer relaciones entre distintos actores para generar información más completa y detallada sobre el

mercado inmobiliario.
La experiencia de integrar el OMI a la IDE de la provincia de Córdoba pone en evidencia el potencial de esta conexión permitiendo, entre otras cosas, el desarrollo de estudios sobre el mercado inmobiliario local, la difusión del conocimiento y el mantenimiento del soporte digital para su publicación. Esta relación entre infraestructura y herramienta hace accesible la información a través de la cooperación del sector público y el sector privado, para mejorar la gestión de las políticas públicas vinculadas al territorio y como fuente de consulta para la actividad profesional y académica.
El trabajo de IDECOR con el OMI pone en valor el rol que una IDE puede adoptar en instancias de estudios de mercado inmobiliario donde se generan sinergias y aportes dando soporte tecnológico y científico para el estudio del fenómeno. Vale destacar el empleo de técnicas geomáticas y algoritmos de análisis espacial avanzado.
De esta manera el OMI se convierte en un recurso para la gestión del territorio en apoyo a las actividades de distintas dependencias públicas, siendo una herramienta de análisis, sistematización y tratamiento de valores, aportando a la aplicación de políticas fiscales, actualización catastral, gestión del suelo y conocimiento del territorio.
En cuanto a las transformaciones del OMI en el territorio, podemos decir que, tras los procesos de valuación masiva de la tierra, se obtienen como resultado los mapas de valores. Estos mapas son publicados en el portal de IDECOR donde su consulta es abierta y gratuita, lo que permite el acceso a la información de manera rápida y eficaz por parte de diferentes actores que utilizan esta información para la toma de decisiones en territorio desde diferentes ópticas y ámbitos profesionales.
Por todo esto, es relevante entender la necesidad de incorporar los observatorios de valores dentro de las IDE y potenciarlos como instrumento de gestión del territorio que proveen de insumos esenciales para conocer los mercados inmobiliarios locales.

AGRADECIMIENTOS
Se agradece a todo el equipo del Estudio Territorial Inmobiliario, dependiente del Ministerio de Finanzas de Córdoba, por su participación en las distintas instancias del proyecto mencionado, con especial mención al Analista de Sistemas Carlos Salinas, al Ingeniero Civil Aldo Algorry y al Analista de Sistemas José Jachuf.
Como así también se extiende el agradecimiento a miembros de la Dirección General de Catastro de la provincia de Córdoba, en especial, a su Director el Ingeniero Agrimensor Gustavo Marcelo García.

NOTAS
(1) El estándar mencionado sugiere valores entre 5 % y 25 % para el coeficiente de dispersión (COD), según el tipo de inmueble (residenciales, terrenos vacantes, entre otros).
(2) En 2017 se aprueba el Consenso Fiscal suscripto entre el Estado Nacional, las provincias (a excepción de la provincia de San Luis) y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, aprobado por Ley N° 10.510 de la provincia de Córdoba. Este consenso estableció entre otros puntos, que "… las valuaciones fiscales de los inmuebles tiendan a reflejar la realidad del mercado inmobiliario" (puntos II.p y III,g, Consenso Fiscal Nación – Provincias, 2017).
(3) Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI) de la provincia de Córdoba es una plataforma web donde se sistematizan datos georreferenciados del mercado inmobiliario, con el fin de analizar la evolución y dinámica de los precios de inmuebles urbanos y rurales, y dar soporte a diversos estudios territoriales en la provincia. Actualmente, el OMI cuenta con más de 60.000 datos registrados; https://omi.mapascordoba.gob.ar.

(4) *Open source* o fuente abierta se refiere a aquellos programas informáticos disponibles para cualquier usuario que poseen acceso a su código de programación, provisto por los programadores ajenos a la modificación del mismo.

REFERENCIAS

Arango, M. E. (2021). El catastro, herramienta poderosa para la administración del territorio. Revista Territorios, 3(22,23). Recuperado de https://bibliotecadigital.findeter.metabiblioteca.com/server/api/core/bitstreams/ae8e014f-ef5d-4e57-bfd5-3b228a68e1bc/content

Carranza, J. P., Salomón, M. J., Piumetto, M. A., Monzani, F., Montenegro Calvimonte, M. G., y Córdoba, M. A. (21-24 de octubre de 2018). Random forest como técnica de valuación masiva del valor del suelo urbano: una aplicación para la ciudad de Río Cuarto, Córdoba, Argentina [Ponencia]. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário (COBRAC). Florianópolis, Brasil. http://ocs.cobrac.ufsc.br/index.php/cobrac/cobrac2018/paper/view/608.

Carranza, J. P., Piumetto, M. A., Salomón, M. J., Monzani, F., Montenegro, M. G. y Córdoba, M. (2019). Valuación masiva de la tierra urbana mediante inteligencia artificial: El caso de la ciudad de San Francisco, Córdoba, Argentina. *Vivienda Y Ciudad*, (6), 90–112. Recuperado de https://revistas.unc.edu.ar/index.php/ReViyCi/article/view/27090.

Eguino, H. (Ed.), Erba, D. (Ed.), Da Silva, E., Piumetto, M., Iturre, T., Rodríguez, A., De Oliveira, A. (2020). Catastro, valoración inmobiliaria y tributación municipal: Experiencias para mejorar su articulación y efectividad. Informe del Banco Interamericano de Desarrollo. http://dx.doi.org/10.18235/0002437

Erba, D. A. y Piumetto, M. (2013). Catastro territorial multifinalitario. Lincoln Institute of Land Policy. Recuperado de https://www.lincolninst.edu/app/uploads/legacy-files/pubfiles/erba-wp14de1sp-full_0.pdf

Pérez Burgos, J. I. y Restrepo Rodríguez, S. (2018). Catastro como instrumento para el desarrollo territorial. Revista de Ingeniería, (46), 32-39.

Piumetto, M. A., Morales, H., Rojas, M., Fuentes M.L., Garcia, C.G. y Polo, R. (2019). La IDE como facilitadora en los procesos de valuaciones masivas automatizadas. Recuperado de https://idecor.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2019/08/la-ide-como-facilitadora-en-los-procesos-de-valuaciones-masivas-automatizadas.pdf.

Piumetto, M. A., Nasjleti, T., Sosa Quilaleo, S., Toccacieli, E. y Galarza, F. M.(2021). Observatorio del Mercado Inmobiliario de la Provincia de Córdoba, una herramienta para la gestión de suelo. Recuperado de https://idecor.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2021/11/Congreso_Suelo_Fuentes_Monayar_Piumetto.pdf.

Piumetto, M. A., Nasjleti, T., Llarrull, N., Fabatia, J. C., Zavala, M. S. y Menendez, A. (2021). ¿Cómo ejecutar un relevamiento del mercado inmobiliario? Lecciones aprendidas del Observatorio del Mercado Inmobiliario de Córdoba 2017- 2021. Recuperado de https://idecor.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2021/11/Congreso_Suelo_Nasjleti-EJE-2.pdf.

Sanchez, D. A. (2021). Observatório de Valores Imobiliários como instrumento de política fiscal e urbana para os municípios. [video]. Repositorio Institucional Universidade Federal de Santa Catarina. Recuperado de https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/226157

Depuración del inmobiliario cumplidor del Geoportal de la provincia de Córdoba

Lucrecia López Diez[1]

[1]Dirección General de Rentas de la provincia de Córdoba. Dirección de servicios y atención al ciudadano.
lucrecia.LopezDiez@cba.gov.ar

Resumen: Con el propósito de potenciar el geoportal de la provincia de Córdoba visualizado en el mapa de Inmobiliario Cumplidor, se desarrolló en el año 2019 el presente trabajo en el cual el objetivo era identificar y corregir las inconsistencias que surjan de los datos que alimentan el mapa IDECOR y los que resulten del relevamiento efectuado. El trabajo se desarrolló segmentando la provincia de Córdoba por regiones: Villa María, Río Cuarto, Carlos Paz, San Francisco, Capital y Sierras Chicas y éstas a su vez se subdividieron por zonas. Cada región distribuyó las zonas a los colaboradores, con la característica que éstos pertenecían a distintas organizaciones, para su análisis acorde a su lugar de trabajo, lo cual reflejó un trabajo con sentido de pertenencia, que logró un valioso aporte por vivir y conocer el lugar objeto de estudio. Por tal motivo, este documento muestra los resultados de una experiencia concreta de integración y trabajo coordinado inter organizacional conformado por la Dirección General de Rentas, Dirección General de Catastro y Dirección del Registro de la Propiedad y municipios intervinientes. El trabajo se demuestra focalizando una zona en particular Región Villa María, a los efectos de ampliar la exposición, lo que se replicó en todas las zonas del interior de la provincia de Córdoba. El trabajo se hizo con aporte de colaboradores de los organismos provinciales.

Palabras Clave: depuración, beneficio impositivo, gestión, recaudación

1. INTRODUCCIÓN

El mapa Inmobiliario Cumplidor nos llevó a tener una visión amplia de nuestra provincia en la gestión impositiva y provocando así un n accionar interno y externo en la gestión, para lo cual elaboramos una planificación en los objetivos que nos habíamos propuesto, para sumar valor a lo que se visualizaba en el geoportal, corrigiendo inconsistencias entre los datos que alimentan el mapa y los que resultaban del relevamiento efectuado. Elaboramos una metodología de trabajo, plazo y tiempo de devolución de informes.

Desde el 2019 que comenzamos con el presente trabajo, pasamos por distintas interacciones con los organismos que colaboraron de la provincia y municipios, intercambiando datos de manera digital, gráficos, planos, variedad de información georeferenciada con aspectos sociales, culturales, productivos y económicos en las regiones objeto de estudio.

Puntualmente, el presente trabajo es un ejemplo de integración entre organismos de la Secretaría de Ingresos Públicos que trabajamos en un mismo objeto: “Inmuebles” con todas las aristas calificativas que regulan cada uno, como lo son: titularidades, localizaciones y mediciones y generación de obligaciones impositivas.

Se suma a esta integración, la concordancia con la información de municipios que colaboraron, que también regulan sus tasas municipales en dichos inmuebles y determinan los espacios públicos

como plazas, que diversifican la conformación de parcelas en las ciudades, barrios municipales que ya están en posesión de terceros y dejan de ser propiedad municipal, entre otras.
Además, para realizar la experiencia partimos de Mapas Córdoba, donde contábamos con los mapas objetos de estudio: inmobiliario cumplidor, cuarteles de bomberos voluntarios, escuelas, también contamos con bases de datos de entidades sin fines de lucro como clubes entre otros, de nuestro sistema tributario.

2. ZONA DE TRABAJO

Para mostrar la experiencia que realizamos en todo el interior de Córdoba, seleccionamos una región, la de Villa María (Figura 1), que pertenece al Departamento General San Martín.
Utilizamos el nomenclador único de localidades para armar las zonas de acuerdo a la ubicación de nuestras delegaciones regionales de Rentas, focalizando en las ciudades de: Villa María, Bell Ville, Marcos Juárez y Canals.
Se integró así: Villa María con las pedanías: Algodón, Chazón, Mojarras, Villa Nueva, Yucat, Impira, Calchin, San José, Pilar, Matorrales, Los Zorros, Punta del Agua. Bell Ville con las pedanías: Litin, Ballesteros, Ascasubi. Marcos Juárez con las pedanías: Colonias, Espinillos, Saladillo, Cruz Alta, Liniers, Calderas. Canals con las pedanías: Loboy, Las Tunas. La Carlota con las pedanías: Chucul, Reducción.

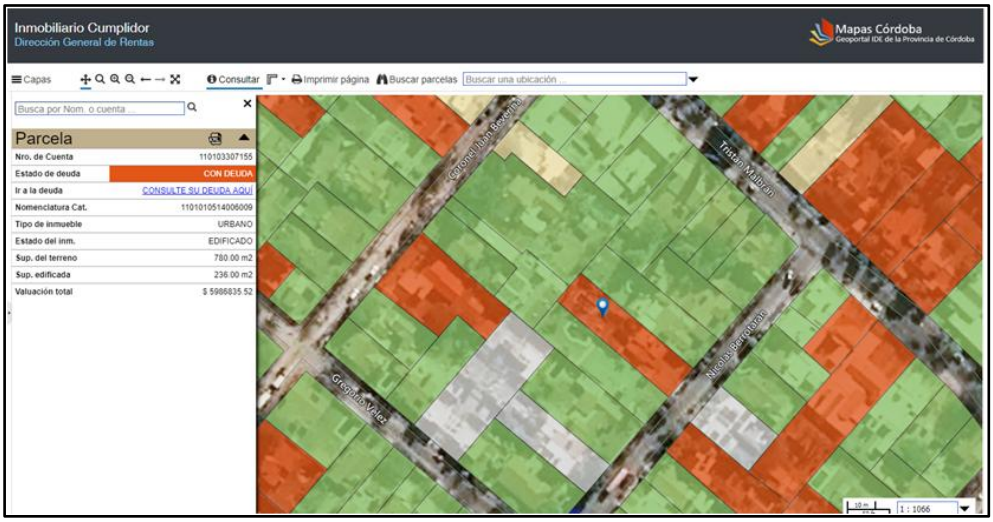


Figura 1: Zona de trabajo Región Villa María

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Primeramente, conformamos el equipo de trabajo con coordinadores y 30 colaboradores de los 3 organismos (Rentas, Catastro y Registro) de las localidades de Villa María, Bell Ville, Marcos Juárez, Canals y Rosario de la provincia de Santa Fe.
Determinamos casuísticas por prioridad de análisis y grado de avance del proyecto, por reparticiones y el circuito de información. Focalizamos el análisis de parcelas exentas y sin datos que mostraba el mapa.
Así en parcelas Exentas (color naranja claro) los organismos relevan:
-Rentas: diferencias los tipos de exenciones: asociaciones civiles, clubes, municipios, barrios privados o cerrados o con característica, adulto mayor y vulnerabilidad.

-Catastro: identificar en los barrios cerrados las exenciones cargadas y pasar el análisis a Rentas.
-Registro: aporta folios y/o matrículas por inconsistencia de titularidades para su carga.
Así en parcelas sin dato (color gris del mapa) los organismos relevan:
-Catastro: hace un análisis exhaustivo con información del sistema información territorial (SIT), conocimiento local de los usuarios, para lograr replicar los datos de medición, carga de metros cuadrados y dibujo. En propiedad horizontal se verifica si tienen exenciones y se pasa informe a Rentas para su análisis.
-Rentas: con los datos provistos de Catastro se continúa el análisis y también se hace búsqueda local de información con los recursos y socios claves.
Hicimos contacto mediante consultas con los municipios de Arroyo Algodón, Arroyo Cabral, Etruria, Chazón, Tío Pujio, La Playosa, Bell Ville, Ausonia, La Laguna para determinar en parcelas de estudio el registro de poseedores y barrios privados, que el mapa no tenía datos o mostraban de su titularidad y los colaboradores conocían que ya no eran de su propiedad por vivir en dichas localidades.
Operativamente coordinamos secuencias de tareas, descentralización y señalización de parcelas trabajadas para una segunda instancia no volver a trabajar con las mismas.
Posteriormente se analizó los 3 lotes de trabajo de casuísticas: clubes y asociaciones civiles en 57 localidades, iglesias en Villa María, bomberos en 62 localidades y barrios cerrados para determinar correcta visualización de información en mapa inmobiliario o determinar inconsistencia.
Como resultado de los lotes trabajados con el estudio, análisis, acciones realizadas desde: hacer cargar los dibujos de las parcelas en Catastro en donde IDECOR las mostraba en gris sin datos también se procesó la carga en el sistema de gestiones de Rentas: se armaron modelos de notificaciones a los contribuyentes trabajados para que regularicen su situación de persona jurídica para seguir gozando de una exención, atento a que se observó varias cargas masiva sin contemplar presentaciones con requisito para gozar de las mismas.

4. INFRAESTRUCTURA INFORMÁTICA

Dispusimos de todos los sistemas informáticos: Otax (Rentas), SIT (Catastro), SIR (Registro Propiedad), Nosis, Info experto y disposición de permisos de internet para todos los colaboradores.
Asimismo, establecimos canales únicos de comunicación y reuniones inter regionales como: e-mail exclusivo proyecto donde diariamente reportamos la información, canal social en Yammer y reuniones presenciales en Villa María, Bell Ville y Marcos Juárez a lo largo del todo el periodo del proyecto, para fortalecer el resultado del mismo.

5. RESULTADO DE PARCELAS ANALIZADAS TOTAL

El resultado general del interior provincial arrojó un análisis de 5697 parcelas que 74 colaboradores suministraron información en la temática, de los cuales (Figura 2):

- Más de 2000 parcelas con diferentes casuísticas reportadas por Catastro, que luego se solicitó datos al Registro y posteriormente se procesó en Rentas.
- 165 parcelas con exenciones municipales, pero que son barrios y tienen edificaciones, los cuales están sin identificación de los poseedores en: San Antonio de Litin, Noetinger y Cintra.
- 110 parcelas de exenciones de bomberos voluntarios, que generaron acciones por inconsistencias.
- 779 parcelas de Asociaciones civiles y clubes, donde se realizaron acciones de notificación, generando trámites en Jelou para su trazabilidad.
- 88 parcelas de iglesias en Villa María con acciones de requerimientos.
- 145 parcelas rurales con mejoras sin cargar.

- 9 parcelas de barrios cerrados sin loteo y con mejoras (viviendas y piletas).
- 4 parcelas grandes con 400 viviendas sin cargar.
- 196 parcelas sin dibujar que se gestionaron con el Director de Catastro.



Figura 2. Acciones realizadas

6. CONCLUSIONES

Producto del proyecto realizado podemos identificar un marco de referencias de Catastro y Rentas para una posterior acción que se llevó a cabo, logrando depurar la visualización del mapa Inmobiliario cumplidor (Tabla 1).

También se accionó hacia el ciudadano con notificaciones para seguir gozando beneficios impositivos como entidades sin fin de lucro y acción recaudatoria en plasmar parcelas no registradas para la generación de obligaciones.

Tabla 1. Acciones Rentas-Catastro

Referencias de casuística detectada	**Acción**
1) Dibujar parcela	1) Gestión con Catastro Córdoba masivamente
1) Edificado y no está cargado metros	2) Gestión con Catastro Local para cargar y/o verificar en municipios planos.
2) Exentos ingresados con error	3). Levantamiento de la exención e intimación a regularizar su situación fiscal.
3) Exento por vulnerabilidad de titulares menores de edad (en propiedades de contribuyentes de capacidad contributiva alta, bases imponibles muy altas)	4) Verificación en Syntis y vinculación con la obligatoriedad del sujeto en el tutor de tributar, de acuerdo a lo establecido en el CTP.
4) Exentos adulto mayor	5). Identificación en sistema de la DGR, de contribuyentes con más de 1 propiedad y levantamiento masivo.
6) Barrios municipales sin subdividir	6). Generación de una acción conjunta con los municipios a fin de subdividir y posterior escrituración con profesionales de los organismos.
7). Superposición de parcelas.	7). Verificar situación en Catastro y Registro.

REFERENCIAS

Cámara de Comercio Internacional. (2019). Gestión territorial y tributaria: Análisis del uso de los sistemas de información geográfica (SIG). Editorial Jurídica.

Castellanos, F. & Moreno, A. (2017). Sistemas de información geográfica y su aplicación en la gestión pública. Editorial Tesis.

Dirección General de Catastro de la Provincia de Córdoba. (2018). Guía para la depuración y análisis de inconsistencias en catastro municipal. Gobierno de Córdoba.

IDECOR. (2019). Manual del Geoportal IDECOR: Inmobiliario Cumplidor. Instituto de Desarrollo Urbano y Regional de Córdoba.

López, M., & Hernández, R. (2018). El impacto de los SIG en la gestión territorial: una mirada a la provincia de Córdoba. Revista de Gestión Pública y Territorial, 5(2), 45-67.

BLOQUE 10
IDE y Calidad de datos, Modelos de predicción y Trazabilidad

La Importancia de la calidad y evaluación de la Información Geográfica en el marco de una IDE

Lujan Ghione Matias[1] y Suarez Federico Cristian[1]

[1]Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Avenida Vélez Sarsfield 1611, Córdoba (X5000), Córdoba. Tel.: 0351 535-3800.
{matias. lujan, federico.suarez}@mi.unc.edu.ar

Resumen: Este documento tiene por objetivo presentar los aspectos relevantes de la Norma ISO N° 19.157, la forma de implementación y un ejemplo de evaluación de consistencia lógica sobre la información geográfica brindada por la Dirección General de Catastro de Córdoba. Siendo este documento una pequeña parte del trabajo final en curso que se está realizando para obtener el título de grado de la carrera ingeniería en Agrimensura en la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), el cual aborda la importancia de la calidad en la Información Geográfica y su evaluación a través de la Norma ISO N° 19.157. La Información Geográfica (IG) es un bien destinado a la sociedad, que se obtiene del mundo real mediante un proceso de abstracción, modelización, captura y depuración. Esta IG se somete a un análisis y vinculación a través de la intervención de las IDE, para luego llevar a cabo políticas, planes y proyectos. Por lo tanto, contar con información de calidad facilitará la toma de decisiones. Para ello es necesario estandarizar y evaluar la IG por medio de la norma internacional ISO 19.157 la cual establece los principios para describir la calidad de los datos. La zona de estudio es el Departamento Colón de la Provincia de Córdoba, y los datos con los cuales se trabajará son aportados por los siguientes organismos provinciales: Dirección General de Catastro, Vialidad y la Administración Provincial de Recursos Hídricos.

Palabras Clave: evaluación y calidad, datos geográficos, información geográfica, Norma ISO 19.157, datos básicos y fundamentales

1. INTRODUCCIÓN

La importancia de esta temática está en que el territorio es dinámico y las necesidades cambian, por ende, si la IG no se actualiza periódicamente, los datos se degradan y pierden calidad a medida que pasa el tiempo.

Por tanto, las IDE permiten evidenciar las grandes incoherencias existentes entre los distintos organismos que generan la IG, pero, además, la gran conclusión de esta situación es que las IDE pueden ser grandes estructuras con bases poco sólidas si las informaciones no interoperan adecuadamente, y aquí es fundamental la calidad y normalización para conseguir este objetivo.

En un futuro las distintas reparticiones van a ir incorporando la IG de los distintos Web Service de la IDE provincial, y la situación con la que se encontrarán las capas vectoriales serán:

- Superposición,
- Huecos,
- Diferencia de Escala,
- Faltante de datos,
- Excedentes datos, etc.

Por estas razones es importante evaluar la calidad de los DByF aportados por los organismos, para así conocer la calidad actual de los mismos.
Los DByF de los diferentes organismos provinciales, con los cuales se llevará a cabo los análisis y evaluación de calidad son:

- *Parcelas* y *Ejidos municipales* suministrado por la Dirección General de Catastro,
- *Cursos de agua* aportados por la Administración Provincial De Recursos Hídricos (APRHI), y
- *Red vial provincial* proporcionada por Vialidad Provincial.

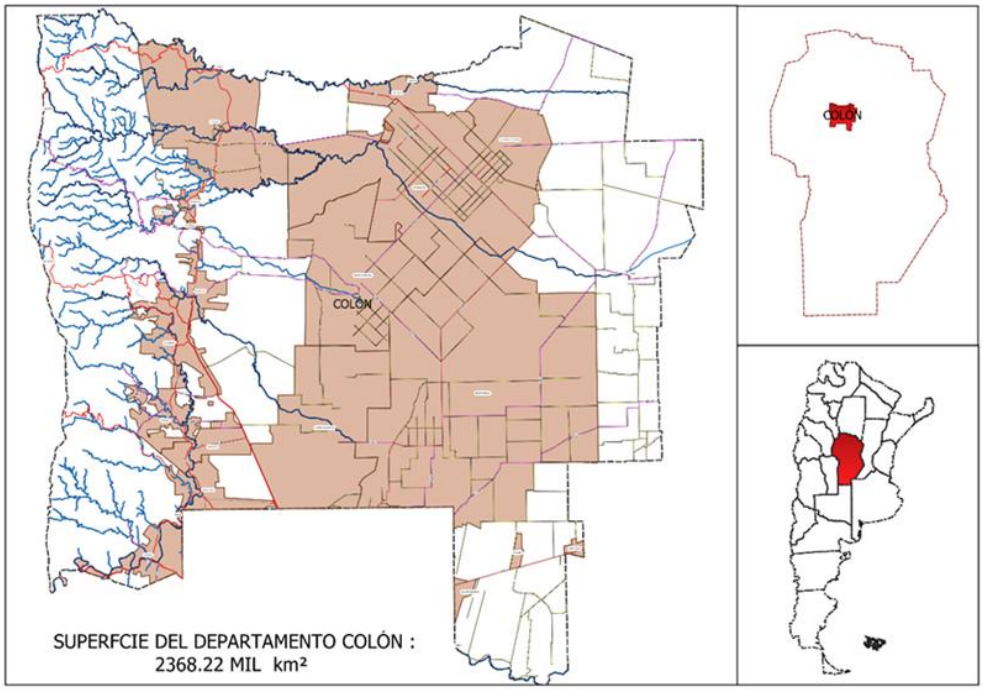


Figura 1. Zona de estudio Departamento Colón. Elaborado en base a Web Service pertenecientes a IDECOR e IDERA

La superficie del departamento Colón representa el 1.47 % del total de la provincia de Córdoba, siendo el 3ª departamento más chico y el 4ª más poblado, conformada por las sierras chicas y la llanura pampeana.

2. ESTANDARIZACIÓN

La estandarización se logra a través de un conjunto de normas que regula la realización de procesos para garantizar la inalterabilidad (el intercambio universal de los datos geoespaciales) y calidad (conjunto de características de los datos geográficos que describen su capacidad para satisfacer necesidades establecidas o implícitas).
El objetivo de la estandarización es la:

- Simplificación: Se trata de reducir los modelos quedando únicamente con los necesarios,
- Unificación: Para permitir el intercambio a un nivel determinado,
- Especificación: Se persigue evitar errores de identificación o proceso creando un lenguaje claro y preciso.

Se debe estandarizar la IG para reducir costos y tiempo a la hora de compartir información, aumentar la utilidad y estabilidad de la producción de la información, facilitar los procesos de evaluación de la calidad y gestión de la información y para obtener estos beneficios debe obtener el consenso entre los grupos multidisciplinarios.
Por lo tanto, la estandarización internacional es llevada a cabo a través de la familia de normas ISO (International Organization for standardization) las cuales son de gran importancia a nivel mundial por diversos aspectos ya que buscan la manera de estandarizar todo tipo de procesos ya sea en la producción de bienes y servicios como así también en la elaboración de productos y el mantenimiento de la calidad de los mismos.
Dentro de la normativa ISO encontramos la familia de las normas ISO 19100 "*Normas de Información Geográfica*", en el cual el aspecto fundamental es tratar sobre los *"métodos, herramientas y servicios para la gestión de datos, adquisición, análisis, acceso, presentación y transferencia de información geográfica en formato digital entre diferentes usuarios, sistemas y localizaciones".*
Las normas que abordan la temática de la calidad de una manera específica son:

- **ISO 19113:2002:** Información Geográfica - Principios de calidad.
- **ISO 19114:2003:** Información Geográfica - Procedimientos para la evaluación de calidad.
- **ISO 19138:2006:** Información Geográfica - Medidas de calidad de los datos.

Las normas ISO: 19113/2002, 19114/2003 y 19138/2006 fueron retiradas y en su reemplazo se publicó la Norma ISO 19157/2017, la cual está en vigencia al día de hoy y será reemplazada en el futuro por la Norma ISO/CD 19157-1.



Figura 2. Familia de Normas ISO 19.000 sobre Normas de IG. Fuente: ISO

3. NORMA ISO 19.157
La norma ISO 19.157 del año 2013: Información Geográfica - Calidad de los datos, establece los principios para describir la calidad de los datos y:

- Define componentes para describir la calidad de los datos,
- Especifica los componentes y la estructura del contenido de un registro para las medidas de calidad de los datos,
- Describe los procedimientos generales para evaluar la calidad de los datos geográficos,
- Establece principios para informar sobre la calidad de los datos.

Además, define un conjunto de medidas de calidad de datos para su uso en la evaluación y presentación de informes sobre la calidad de los datos. Es aplicable a los productores de datos que brindan información de calidad para describir y evaluar qué tan bien un conjunto de datos se ajusta

a la especificación de su producto y a los usuarios de datos que intentan determinar si los datos geográficos específicos son de calidad suficiente para su aplicación particular.
La evaluación de la calidad de los datos se puede aplicar a series de conjuntos de datos, a un conjunto de datos o solo a un subconjunto de datos dentro de un conjunto de datos, siempre que compartan características comunes.
Como se puede apreciar, la norma tiene como objetivo estandarizar los aspectos relativos a la identificación, evaluación y expresión de la calidad de la IG, a fin de dar transparencia a los procesos de gestión de la calidad y facilitar el entendimiento entre productores y usuarios.
La Norma establece los principios para describir la calidad de los datos geográficos y especifica los componentes para reportar información de calidad. También proporciona un enfoque para organizar la información sobre la calidad de los datos.
Esta norma identifica dos tipos de información a la hora de describir la calidad de la IG:

- **Información no cuantitativa de la calidad:** Es de carácter general, de gran interés para conocer el objetivo e historial de la información y para considerar otros posibles usos en aplicaciones distintas a las consideradas comúnmente. Se describe mediante los denominados "elementos generales de la calidad".
- **Información cuantitativa de la calidad:** Esta información se describe mediante los denominados "elementos de la calidad", que vienen a ser los denominados tradicionalmente como componentes de la calidad del dato geográfico o meta-calidad.

3.1 Información no cuantitativa: elementos generales de la calidad de datos
Los siguientes tres elementos generales de calidad de los datos se deben utilizar para describir la calidad no cuantitativa de un conjunto de datos (siempre que se pueda):

- El **"propósito"** debe describir la justificación para la creación de un conjunto de datos y contener información sobre la utilización prevista.
- El **"uso"** debe describir la aplicación o aplicaciones para las cuales el conjunto de datos geográficos se ha empleado. Describe el uso del conjunto de datos realizado por el productor de los datos o por otros usuarios de datos.
- El **"linaje"** debe describir la historia de un conjunto de datos, en la medida en que se conozca, referir su ciclo de vida, desde su captura y adquisición pasando por su compilación y derivación hasta su forma actual, (es decir, la descripción de la historia de un conjunto de datos geográficos, atendiendo fundamentalmente a las fuentes y pasos del proceso de producción).

3.2 información cuantitativa: elementos de calidad de datos
Estos elementos vienen a ser los denominados componentes de la calidad del dato geográfico. Los elementos de la calidad son:

- **Compleción:** Describe los errores de omisión/comisión en los elementos, atributos y relaciones.
- **Consistencia lógica**: Adherencia a reglas lógicas del modelo, de la estructura de datos, de los atributos y de las relaciones.
- **Exactitud posicional:** Exactitud alcanzada en la componente posicional de los datos.
- **Exactitud temporal:** Exactitud alcanzada en la componente temporal de los datos.
- **Exactitud temática:** Exactitud de los atributos cuantitativos o no cuantitativos y de la corrección de las clasificaciones de los elementos y de sus relaciones

3.2.1 Información cuantitativa: subelementos de calidad de datos
Para cada uno de los elementos anteriores se establecen subelementos que permiten concretar el aspecto de la calidad al que se refieren dichos elementos. Los subelementos considerados por la norma son:

- **Compleción - Comisión y omisión:** Es decir, la presencia de elementos que no deberían estar presentes o la ausencia de otros que sí deberían estarlo.

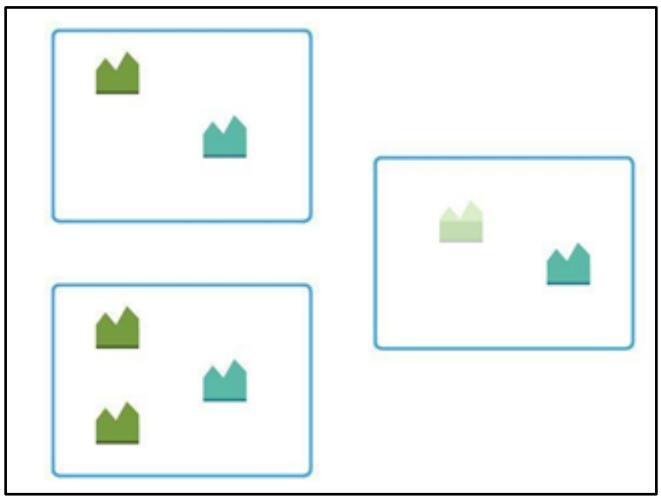


Figura 3. Compleción

- **Consistencia lógica:** Consistencia conceptual, consistencia de dominio, consistencia de formato, consistencia topológica. En este caso hay un modelo "lógico" cuyas reglas se violan con: alteraciones del modelo conceptual, valores fuera de dominio, registros que no se adhieren al formato establecido, o relaciones no consideradas en la topología.
- **Exactitud posicional:**
  - Ø Exactitud posicional externa: Indica la proximidad de los valores de las coordenadas de los objetos en el conjunto de datos, respecto a las respectivas posiciones consideradas como verdaderas referidas a un marco de referencia externo.
  - Ø Exactitud posicional de datos raster: Proximidad de los valores de posición de los datos raster respecto a los valores considerados como verdaderos. Ejemplo: diferencia o error entre las posiciones de los píxeles en un mosaico de ortofotos o imagen satelital de alta resolución respecto a sus homólogas en el terreno.
- **Exactitud temporal:** Exactitud de la medida del tiempo, consistencia temporal, validez temporal. Hace referencia a la corrección de: las referencias temporales asignadas a un elemento (informe del error en la medida del tiempo asignado), los eventos o secuencias ordenadas, si se indican, y a la validez de los datos respecto al tiempo.
- **Exactitud Temática:** Corrección de la clasificación, corrección de los atributos cualitativos, exactitud de los atributos cuantitativos. Por tanto, se observan dos niveles distintos de corrección, el de las clases y el de los atributos, con distinción de si éstos últimos son cualitativos o cuantitativos.

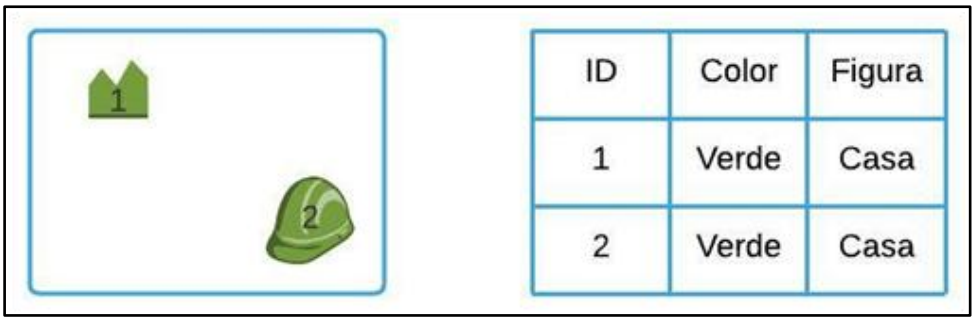


Figura 4. Exactitud Temática

4. PASOS PARA LLEVAR ADELANTE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD SEGÚN LA NORMA ISO 19.157

Los pasos para realizar un proceso de evaluación de calidad son los siguientes:

1. **Identificar un elemento, subelemento y ámbito aplicables.**
   Se deben identificar el elemento, subelemento y ámbito de la calidad a evaluar. Esto se repite para todas las diferentes pruebas que sean requeridas por las especificaciones del producto, o los requisitos de usuario.
2. **Identificar una medida de la calidad.**
   Para cada prueba a desarrollar se debe identificar: una medida de la calidad, el tipo de valor y si es de aplicación, la unidad de medida. El anexo D de esta norma presenta ejemplos de medidas para los elementos y subelementos.
3. **Seleccionar y aplicar un método de evaluación de la calidad.**
   Se debe seleccionar un método adecuado para la evaluación de la calidad para cada medida que se haya identificado.
4. **Determinar el resultado de la calidad de los datos.**
   El resultado de aplicar el método es: un resultado cuantitativo, un valor o conjunto de valores, una unidad de medida y la fecha de la prueba.
5. **Determinar la conformidad.**
   Siempre que se haya especificado un nivel de conformidad para la calidad, bien en las especificaciones del producto o en los requisitos de usuario, el resultado de la calidad se compara con aquel para determinar la conformidad. El resultado de la conformidad (cumple/no cumple) es la comparación del resultado cuantitativo de la calidad con un nivel de conformidad para la calidad.

En este caso, el paso 5 “Determinar la conformidad” para ver si la IG cumple/ no cumple, o si la IG es aceptada/ Rechazada por parte de los usuarios o productores de datos no se llevará a cabo ya que no hay especificaciones o requisitos a la hora de producir la información.

Esto se debe a que la IG a lo largo de los años fue modificando su fuente de información (producción), su finalidad y su uso por parte del usuario, es decir que las escalas, precisiones, detalles, controles, etc. fueron variando y no es una información estandarizada.

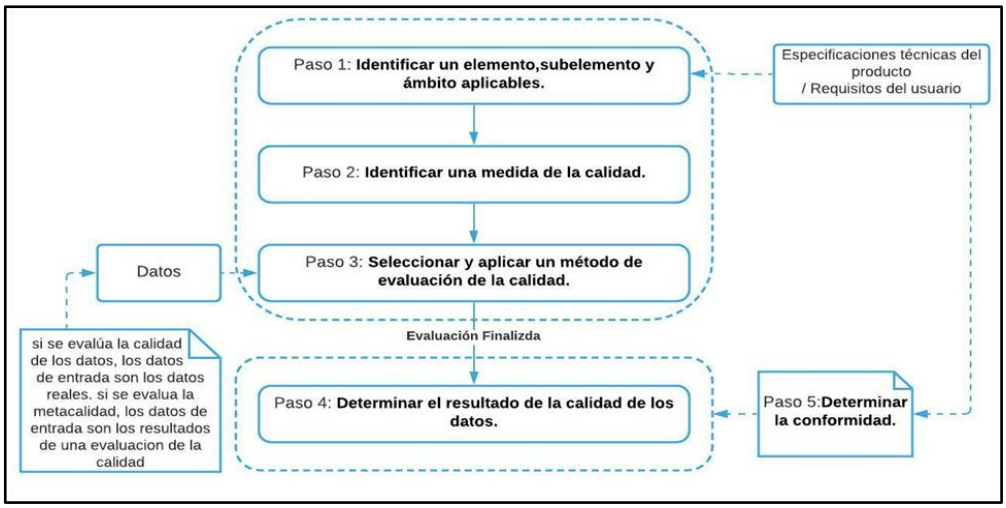


Figura 5. Pasos para el proceso de evaluación. Elaborado en base a la ISO,2013

5. EJEMPLO SOBRE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD

En este prototipo se realizó la labor sobre la capa vectorial "Ejidos Urbanos" perteneciente a la Dirección General de Catastro, en la cual se analizó el elemento Consistencia Lógica - Topología.

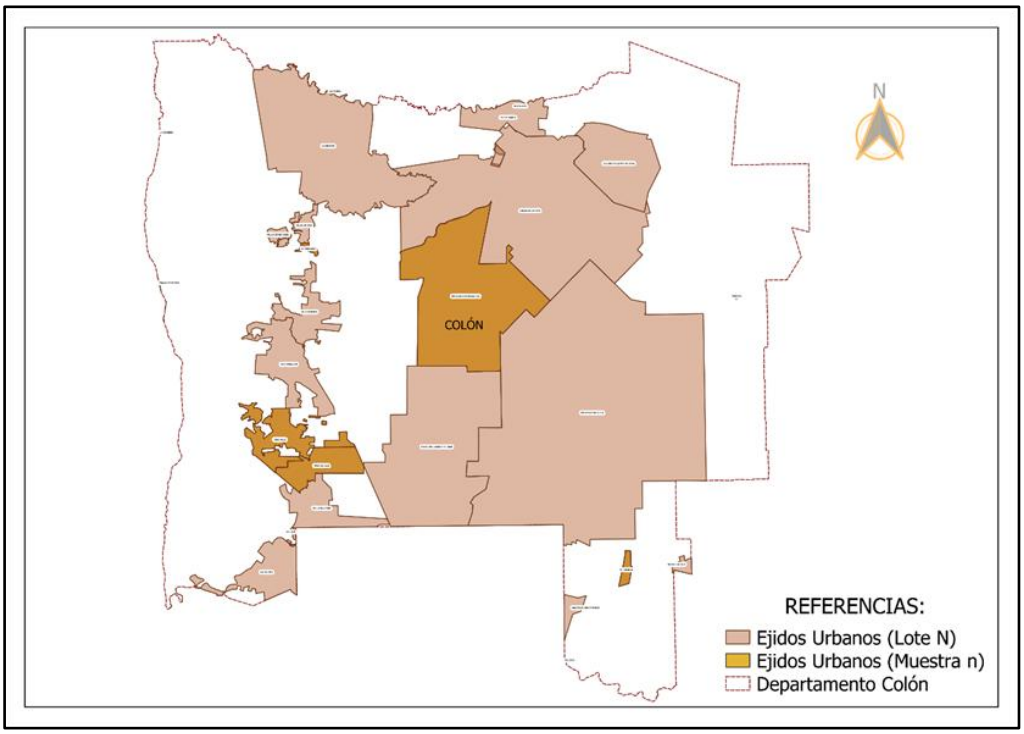


Figura 6. Ejidos Urbanos del Departamento Colón. Elaboración en base a Web Service de IDECOR

En la Figura 6 se puede apreciar la totalidad de los “Ejidos urbanos” del departamento Colón y de manera destacada se encuentran los “Ejidos Urbanos” seleccionados por la muestra aleatoria simple.
Para llevar a cabo este ejemplo se definió el elemento (Consistencia lógica) y la subelemento (Topología) para la capa Ejidos urbanos perteneciente a la Dirección General de Catastro de la provincia de Córdoba.
Posteriormente se conectó a los Web service de la IDE provincial, mediante el siguiente enlace: https://idecor-ws.mapascordoba.gob.ar/geoserver/idecor/wfsa través del Software Qgis (Software libre).
Allí se cargaron:

- **Departamentos,** en cual se filtró el departamento Colón,
- **Ejidos Urbanos,** en el que se filtraron los Ejidos Urbanos que están dentro del departamento.

Consultada la tabla de atributos, se verificó que esté en su totalidad, para luego contabilizarlos, siendo un total de 26 Ejidos Urbanos dentro del departamento Colón.
Para este tamaño de lote (N=26), y con un nivel de inspección general o normalde nivel II, la norma ISO indica que el tamaño de muestra (n) tiene que ser de 8 Ejidos.

Tabla 1. Niveles de inspección general y tamaño de muestra

Tamaño del lote	Nivel general		
Desde - Hasta	I	II	III
2-8	A	A	B
9-15	A	B	C
16-25	B	C	D
26-50	C	D	E
51-90	C	E	F
91-150	D	F	G
151-280	E	G	H
281-500	F	H	J
501-1.200	G	J	K
1.201-3.200	H	K	L
3.201-10.00	J	L	M
10.001-35.000	K	M	N
35.001-150.000	L	N	P
150.001-500.000	M	P	Q
500.001- y más	N	Q	R

CODIGO	TAMAÑO MUESTREO
A	2
B	3
C	5
D	8
E	13
F	20
G	32
H	50
J	80
K	125
L	200
M	315
N	500
P	800
Q	1.250
R	2.000

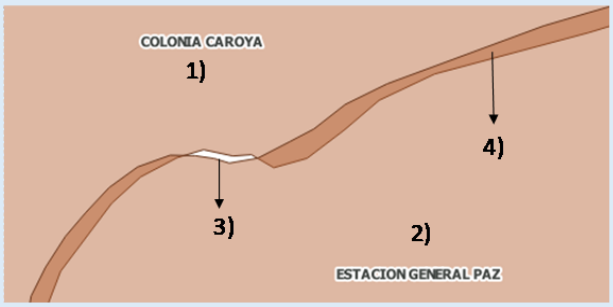
Fuente: Seanpedia AQL

Luego, se utiliza la herramienta de QGIS "Selección Aleatoria", la cual realiza una muestra aleatoria simple de n Ejidos Urbanos, en este caso n=8.
A posteriori se creó una capa nueva con la muestra, y se le controló la topología a través del complemento de QGIS “Comprobación de Topología”, defiendo dos reglas:

- No debe tener huecos o saltos
- No debe superponerse

En el primer caso (huecos) se realizó un control de cada error arrojado por la regla, ya que cada hueco debía darse dentro de un mismo Ejido Urbano y no entre Ejidos Urbanos.
Concluido este control, se procedió a computar cada error y a completar la tabla de evaluación de calidad, arrojando el resultado que se presenta en Tabla 2.

Tabla 2. Ejemplo de análisis topológico a la capa Ejidos urbanos del Departamento Colón

CONTROL DE CALIDAD - RADIOS O EJIDOS URBANOS	
Polígonos ficticio no válidos	
Definición: Recuento de todos los ítems del conjunto de datos que son polígonos ficticios no válidos	
Descripción: Un polígono ficticio es un área que aparece accidentalmente cuando no se cdigitalizan correctamente superficies adyacentes. Los límites de las superficies adyacentes pueden provocar pequeños huecos o superposiciones que causan un error topológico.	
Nombre del Elemento: Consistencia lógica	
Nombre del Subelemento: Consistencia Topoloógica	
Organismo: Dirección General de Catastro de la provincia de Cordoba	
Fuente: Dirección General de Catastro - Área Cartografía	
Tipo de Producto: Vectorial (Poligono)	
Nivel de Inspeccion: Nivel II - D	**Plan de Muestreo:** Aleatoria
Tamaño de Lote: 26	**Tipo de Muestra:** Muestreo Aleatorio Simple (m.a.s)
Medida Basica: Recuento de errores	**Tamaño de Muestra:** 8
Tipo de Valor: Entero	
Ejemplo:  1) Radio Urbano Colonia Caroya 2) Radio Urbano Estación General Paz 3) Polígono ficticio (Hueco) 4) Polígono ficticio (Superposición)	
Huecos: 3	
Superposiciónes: 1	
Total de Polígonos ficticios no válidos: 4	

6. CONCLUSIONES

Para concluir se destaca la importancia de la estandarización, y el conocimiento de la calidad de la IG que se genera mediante normas internacionales de jerarquía, para así conocer la realidad con la que se encuentran actualmente las capas vectoriales de los organismos, además del papel importante de los metadatos al momento de analizar los elementos no cuantitativos. Estos son los pasos primordiales para lograr una regularización adecuada y posterior vinculación de la IG generada por los diferentes organismos y la IDE provincial a través de los Web Service.

Obtener una calidad aceptable y una estandarización de la IG permite relacionar los DG en un mismo sistema de información, logrando un único mapa continuo y coherente, en el cual optimizar recursos, realizar consultas, etc.

En este punto, con los organismos produciendo su información geográfica específica bajo parámetros claros de calidad, se logrará la ansiada optimización de recursos y disminución de tiempos de producción de datos, ya que los organismos se centrarán en generar sus DG utilizando un mapa base con datos oficiales de otros organismos producidos bajo los mismos estándares de calidad.
Este sería el punto donde, partiendo de un mapa base de calidad y estandarizado, incorporar IG de otros Servicios como: distribución de Gasoductos, Electroductos, acueductos, etc. beneficiando a la sociedad, a través de su utilización en:

- Proyectos y anteproyectos de intervención directa sobre el territorio y/o infraestructuras
- Uso de suelo y planificación
- Defensa nacional y protección nacional
- Ordenamiento territorial
- Defensa de la naturaleza
- Planificación de vías de acceso y comunicación
- Planificación de servicios
- Entre otros.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el seguimiento constante de nuestros profesores universitarios de la cátedra: Trabajo Final, la predisposición y colaboración de los organismos provinciales: IDECOR, Dirección General de Catastro, Vialidad Provincial y APHRI, y de los organismos nacionales: CONAE e IGN.

REFERENCIAS

Alonso Velasco Lucas J. y Vera Mauricio C. - “Evaluación de calidad de un conjunto de datos geográficos en el marco de la familia ISO 19100” - año 2013 - (Tesis de Grado)

Ariza López,F. J.; García Balboa, J. L.; Ureña Cámara, M. A. ; Rodríguez Avi, J.; Alba Fernández, M.V.; Pinilla Ruiz, C. y Pinilla Ruiz,C. - Fundamentos de Evaluación de la Calidad de la Información Geográfica - Publicaciones de la Universidad de Jaén - Edición Biblioteca 23071 Jaén (España)

Ariza López, F.J. y Rodriguez Pascual A.F. - Introducción a la Normalización de la Información geográfica: la familia ISO 19100 - Año 2008 - [en línea] - [Consultado el: 20 de Noviembre de 2021] - la familia ISO 19100

Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Santa Fe - [en línea] - [Consultado el:13 de octubre de 2021] - Pautas para la generación de Información Geográfica - ✓¿Qué es la Información Geográfica? 1/4

Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina [en línea] - [Citado el:13 de octubre de 2021] - ¿Qué es una IDE? - ¿Qué es IDERA?

Grupo de trabajo de Información Geoespacial. Descripción de Datos Básicos y Fundamentales,Version 2.0 - 22/04/2016

Infraestructura de Datos Espaciales de la provincia de Córdoba [en línea] - [Citado el:15 de octubre de 2021] -Qué es?

Instituto Geográfico Nacional. Resumen ISO 19113. Información Geográfica: Principios de calidad, Año 2020.

Instituto Geográfico Nacional. Resumen ISO 19114. Información Geográfica: Procedimientos para la evaluación de calidad, Medidas de calidad de los datos, Año 2020.

Ivars Leonardo B. - Estándares aplicados a la evaluación de la calidad de datos catastrales - Agosto 2021

Mapas Córdoba- Mapa Base de la provincia de Córdoba [en línea] - [Citado el:20 de octubre de 2021] - Visualizador

Modelo predictivo de servicios ecosistémicos en una cuenca hidrogeográfica

Mariano Córdoba[1], Pablo Paccioretti[1], Franca Giannini Kurina[1], José Robledo[2], Marcelo Romero[3] y Mónica Balzarini[1]

[1]Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), Universidad Nacional de Córdoba (UNC), Cátedra de Estadística y Biometría, Ing. Agr. Félix Marrone 746, Ciudad Universitaria, Córdoba.
[1]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Unidad de Fitopatología y Modelización Agrícola (UFYMA). Avenida 11 de Septiembre 4755, Córdoba (X5014MGO), Córdoba.
{marainoacba, pablopaccioretti, mbalzari, fgkurina}@agro.unc.edu.ar
[2]Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Centro Atómico Bariloche. Avenida Exequiel Bustillo 9500, Bariloche, Río Negro.
jorobledo2@gmail.com
[3]Instituto de Investigación de la Comisión de Enlace de Entidades Agropecuarias Regional Córdoba.
romero_marcelo@hotmail.com

Resumen: Se recolectaron múltiples capas de datos espaciales publicados en fuentes de dominio público para construir un Sistema de Información Geográfico que alberga variables edáficas, climáticas, topográficas y de vegetación para la Cuenca del río Carcarañá, Provincia de Córdoba. Se optimizó un proceso de segmentación multidimensional obteniendo 4676 unidades homogéneas (UH). Para cada UH se calcularon índices de servicios ecosistémicos (SE): productividad de los suelos (IP), provisión de servicios ecosistémicos (ESPI), almacenamiento de carbono orgánico en suelo (sCOS) y en biomasa vegetal (COV). Todos los índices se modelaron combinando algoritmos de aprendizaje automático y modelos estadísticos para datos espaciales. Los modelos ajustados tuvieron alta capacidad predictiva y sugieren, entre otras relaciones, que sCOS, COV y ESPI registraron mejores (mayores) valores en zonas altas de la cuenca coincidente con mayor presencia de vegetación boscosa. Con mayor proporción de superficie de actividades productivas estivales los SE decayeron. Por el contrario, IP aumentó con aumento de la superficie de actividad agrícola ya sea estival o de doble ciclo, principalmente en suelos no arenosos. La construcción de modelos predictivos, desde datos espaciales a escala de cuenca, no solo permite mapear la variabilidad de la respuesta sino también identificar relaciones informativas para la gestión regional.

Palabras Clave: SIG, segmentación, predicción, mapeo

1. INTRODUCCIÓN

En el marco de trabajo conjunto entre la Universidad Nacional de Córdoba a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, el CONICET a través de la UFYMA (Unidad de Fitopatología y Modelización Agrícola) y el Instituto de Investigación de la CEEA (Comisión de Enlace de Entidades Agropecuarias) Regional Córdoba, se desarrolló un Sistema de Información Geográfica (SIG) para la Cuenca del río Carcarañá (Provincia de Córdoba). El mismo tuvo como objetivo

construir conocimiento para la gestión ambiental y productiva integral de la región a través del desarrollo de modelos estadísticos que permitan identificar relaciones con potencialidad de predecir riesgos emergentes en relación con la degradación de recursos naturales y la agricultura.
El SIG generado (https://cuencaencifras.fca.unc.edu.ar) cuenta con información sistematizada y unificada de variables de suelo, topografía y cobertura del suelo. Los datos utilizados provienen de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) nacionales, principalmente Mapas Córdoba y geoportal del IGN, y de geoservicios y plataformas para procesar y analizar datos geoespaciales como Google Earth Engine (GEE) (Gorelick et al., 2017). También se generaron mapas específicos para la cuenca en estudio sobre rotaciones de los cultivos en el último quinquenio. El mapeo de rotaciones de cultivo en la cuenca de estudio fue inédito y constituye valiosa información porque es una práctica agrícola que cambia en el tiempo y con la cual es posible mitigar impactos sobre los recursos naturales (Aoki, Robledo, Izaurralde, & Balzarini, 2021). Luego de obtener cada capa de información, las mismas fueron depuradas y re-escalada previo a la conformación del SIG. Posteriormente se llevó a cabo una segmentación multidimensional que permitió obtener 4676 unidades homogéneas. A partir de cada una de ellas se calcularon índices que describen servicios ecosistémicos (SE). El concepto de SE hace referencia a los beneficios, tangibles e intangibles, que se derivan de la naturaleza para provecho del ser humano y que, de acuerdo con ciertos criterios, pueden ser valorados económicamente. De esta forma podrán ser equiparados con actividades económicas que implican cambios en los usos de suelo y de esta manera contar con argumentos adicionales para su conservación y manejo (Camacho-Valdez & Ruiz-Luna, 2012). Los SE pueden ser clasificados en diferentes categorías según MEA (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), incluyendo servicios de aprovisionamiento, regulación, culturales y de soporte. Estos últimos hacen referencia a servicios que son necesarios para la producción de todos los demás SE. Entre ellos se encuentra la formación de suelos, el ciclo de nutrientes y la producción primaria. En este estudio se calcularon índices de SE de soporte entre los cuales se destacan: índice de fertilidad de los suelos (IP), almacenamiento de carbono orgánico en suelo (sCOS) y almacenamiento de carbono en biomasa vegetal (COV). Además, se calculó un indicador global de SE basado en la dinámica de series de 30 años de NDVI (índice ESPI) (Teich, Roglich, Corso, & García, 2019).
A partir del cálculo de estos índices se generaron modelos predictivos que permiten cuantificar y explorar relaciones entre las distintas capas de información integradas en el SIG de la cuenca piloto. Estos modelos fueron evaluados en su capacidad predictiva mediante procesos de validación cruzada, aunque su validación a campo aún no fue realizada. La validación de su funcionamiento permite explicar y predecir la variabilidad en la provisión de SE, bajo diferentes escenarios ambientales y productivos, lo que posibilita dimensionar el impacto sobre éstos de distintos cambios en las capas de información que simulan decisiones de gestión de la producción agropecuaria. La plataforma SIG desarrollada aún continúa con su actualización. Se pretende que la misma sea de acceso libre y que provea un espacio, diseñado para que un público amplio (técnicos, productores capacitados, tomadores de decisión, investigadores) pueda ingresar información ambiental y productiva de manera sistematizada y de utilidad para retroalimentar los modelos ajustados, así como para ajustar nuevos modelos estadísticos para otras variables respuesta distinta a los SE. En este trabajo se presenta las actividades y resultados derivados del trabajo conjunto entre el ámbito académico y el ámbito privado en la producción de investigación interdisciplinaria basada en el análisis de datos geoposicionados que dieron origen al SIG que se denominó “Cuenca Carcarañá en Cifras”.

2. ÁREA DE ESTUDIO

La región de estudio comprende el territorio del sistema hidrológico del Carcarañá dentro de los límites jurisdiccionales de la Provincia de Córdoba. Como unidad de análisis para la etapa de

caracterización se presentan los sistemas de gestión hídrica elaborados por la Administración de Recursos Hídricos de la Provincia de Córdoba. Los mismos contienen información sobre la delimitación de las unidades hidrográficas para la gestión del recurso según la cuenca a la que pertenecen. Para la cuenca de Carcarañá se definen 17 sistemas de gestión hídrica (Figura 1). La información sobre el límite de la provincia, cuenca y unidades de gestión se obtuvo del portal Mapas Córdoba (https://mapascordoba.gob.ar/).

3. CAPAS DE DATOS

3.1. Topografía e Hidrología

Se extrajeron datos de elevación (Figura 2) y pendiente utilizando el modelo digital de elevación MDE-Ar v2.0, el cual cuenta con una resolución espacial de 30m y una precisión vertical de aproximadamente 2m. Este producto ha sido generado a partir de una combinación de datos capturados por las misiones satelitales SRTM y ALOS por el IGN para la totalidad del territorio continental nacional, y cuya referencia vertical coincide con el Sistema de Referencia Vertical Nacional (SRVN16). En cuanto a la hidrología del área se obtuvieron datos de recurrencia de anegamiento los cuales derivan del programa Copernicus (Pekel, Cottam, Gorelick & Belward, 2016). La recurrencia de anegamiento indica el porcentaje de años (1984 a 2018) con cobertura de agua. Cuando el índice toma un valor de 100 se considera permanentemente cubierto con agua, mientras que si su valor es 0 indica que ese lugar no estuvo anegado en el periodo de estudio (Figura 2).

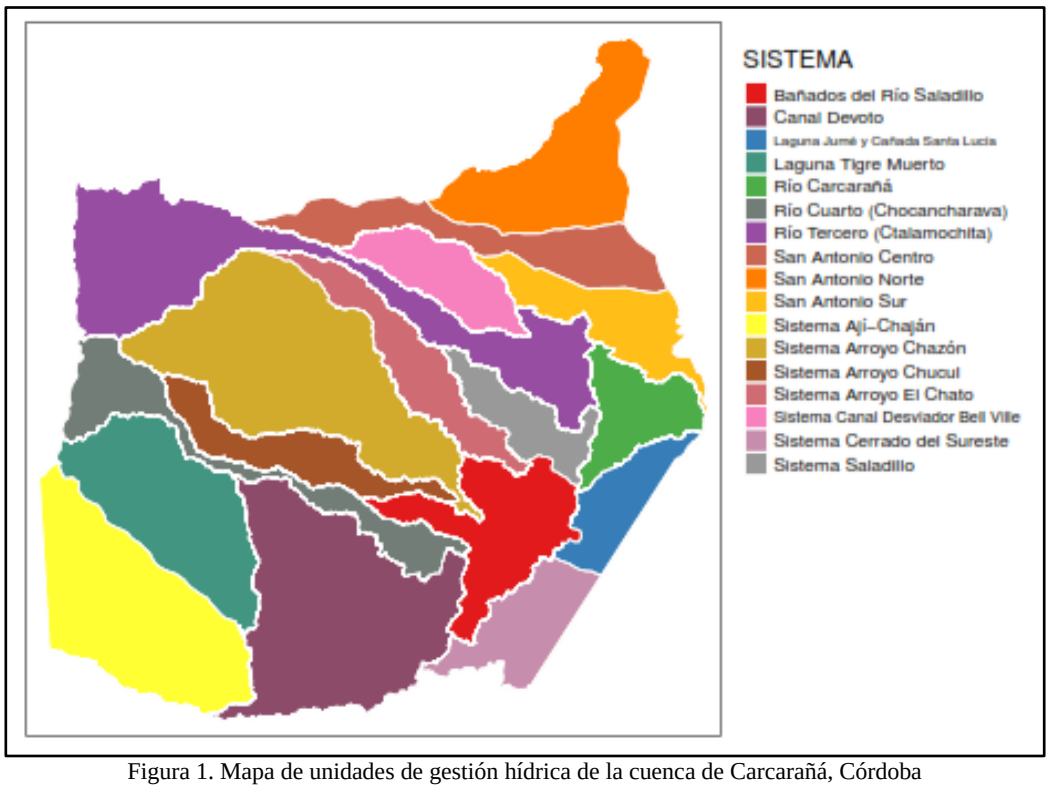


Figura 1. Mapa de unidades de gestión hídrica de la cuenca de Carcarañá, Córdoba

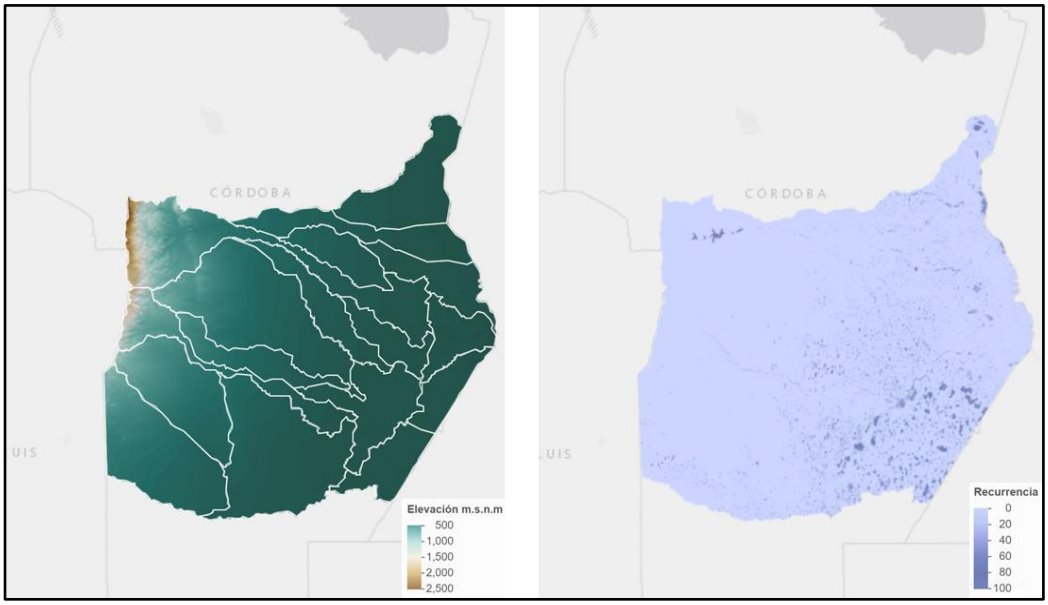


Figura 2. Mapa de elevación y recurrencia de inundación de la cuenca de Carcarañá, Córdoba

3.2 Uso de Suelo

Se utilizó el mapa de cobertura y uso del suelo de la provincia de Córdoba 2017-2018 realizado por el equipo técnico de IDECOR y disponible en el portal Mapas Córdoba (https://www.mapascordoba.gob.ar/#/mapas). El mismo ofrece tres niveles de clasificación con diferente grado de detalle. El mapa de cobertura del suelo Nivel 2.5 cuenta con 24 categorías y el mapa Nivel 3 presenta 27 categorías de cobertura. El primero de estos permite clasificar las zonas identificadas en el Nivel 2 como "Cultivos anuales de secano" en subcategorías que describan el comportamiento fenológico de las parcelas. En la Figura 3a se presenta el porcentaje de superficie correspondiente a la categoría "Actividades estivales" (cultivos anuales o de grano para cosecha, cultivos anuales para forraje) en cada unidad de gestión hídrica. El mapa del Nivel 3 permite obtener un mejor detalle en el mapeo de especies de cultivos de secano en la provincia de Córdoba. La Figura 3b presenta el porcentaje de superficie correspondiente a la categoría "Cultivo de Soja" en cada unidad de gestión hídrica.

En este trabajo también se estimaron las rotaciones de agrícolas durante el período 2014-2020. Para ello se utilizaron mapas de cobertura desarrollados en el marco de este estudio para las campañas agrícolas 2014-2015, 2015-2016 y 2016-2017. Además, se utilizaron los datos disponibles en IDECOR para las campañas 2017-2018, 2018-2019 y 2019-2020. Las rotaciones delimitadas fueron: "Rotación Agrícola", "Rotación Ganadera", "Monocultivo de Soja", "Soja – Maíz", "Monocultivo Maíz" y "Otros". La Figura 3c muestra el porcentaje de superficie correspondiente a la categoría "Rotación Agrícola".

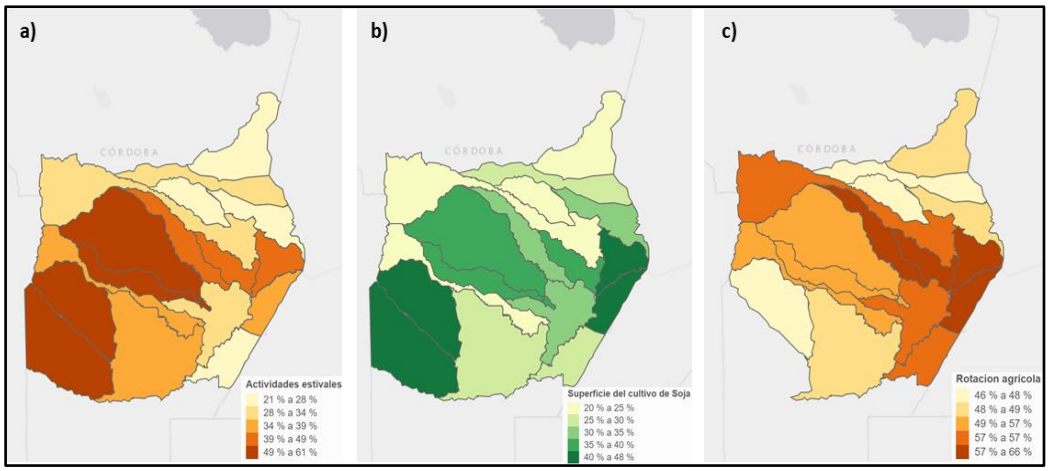


Figura 3. Mapa de cobertura y suelo del suelo Nivel 2.5 (a) y 3 (b); Mapa de rotaciones agrícolas (c), para cada unidad de gestión hídrica de la cuenca de Carcarañá, Córdoba

3.3 Edafología

Se utilizaron datos de la carta de suelo de la Provincia de Córdoba 1:500.000 disponibles en el portal GeoInta y Mapas Córdoba. En la Figura 4 se presenta el mapa de unidades cartográficas según Gran grupo de suelo predominante en la unidad cartográfica (a) y el mapa de unidades cartográficas según limitante en la serie predominante (b). También se recopilaron datos de propiedades del suelo, entre ellos materia orgánica del suelo (Figura 4c), obtenidos del portal Mapas Córdoba. En este mapa se informa los niveles de MO del suelo en el horizonte superficial (en p/p %) a escala provincial para una resolución de 500x500 m.

Otras propiedades relevadas del horizonte superficial (profundidad 15 cm), fueron obtenidas del portal https://sueloscordoba-agrounc.opendata.arcgis.com. Con estos datos se realizaron las predicciones con técnicas geoestadísticas en una grilla de resolución espacial 2,5×2,5 km. Entre estas se destacan pH, CIC, CE, micronutrientes (Fe, Mn, Cu y Zn) y variables texturales.

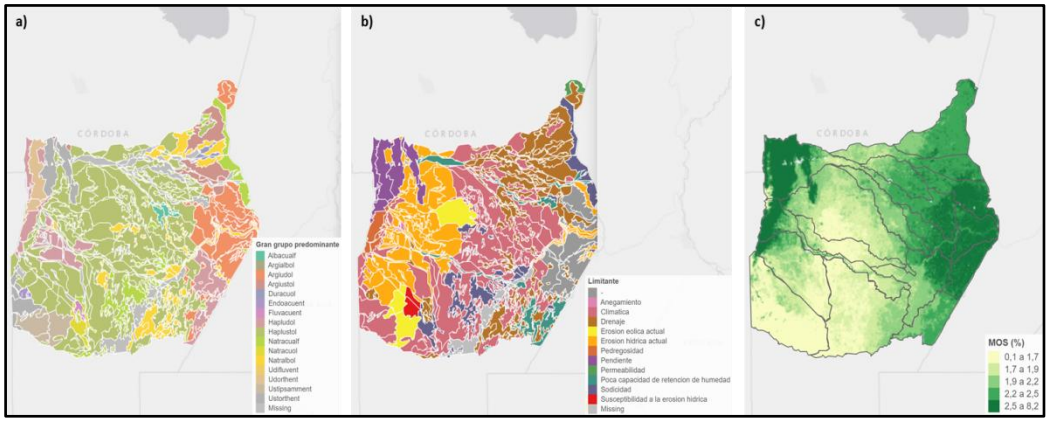


Figura 4. (a) Mapa de gran grupo de suelo predominante en la unidad cartográfica, b) mapa de unidades cartográficas según limitante en la serie predominante, c) mapa de materia orgánica del suelo. Cuenca de Carcarañá, Provincia de Córdoba

3.4 Vegetación

Se realizó el cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) promedio para el periodo 2000/2020 (considerando los años fenológicos) a 250 m de resolución. El mismo se obtuvo utilizando el producto de la NASA MOD13Q, versión 6. Este índice es usado para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación, ya que está directamente relacionado con la capacidad fotosintética y, por lo tanto, la absorción de energía de las plantas vivas y productivas. El NDVI promedio para el área de la cuenca se presenta en la Figura 5. También se estimó la tendencia de NDVI para el mismo periodo calculada con el método Mann Kendall y con un nivel de significancia del 0.05, siguiendo la metodología desarrollada por Teich *et al.* (2019). Se identificaron tres categorías: tendencia creciente, tendencia decreciente y sin tendencia.

Como alternativa al uso de la media anual del NDVI, se calculó el índice de provisión de servicios ecosistémicos (ESPI, Paruelo et al., 2016) el cual permite considerar la estacionalidad intra-anual de una manera sencilla (Figura 6a). Al igual que con el NDVI también se estimó su tendencia temporal siguiendo la misma metodología. Otro de los índices calculados fue la Dinámica de la productividad (LPD, Land Productivity Dynamics) (Figura 6b). El mismo se calculó en base a un análisis de series temporales de índices de vegetación para los últimos 20 años, que incluyen mediciones de tendencias lineales (paramétricas y no paramétricas), detección de cambios de estados y consideración del valor de base. Se informan 5 categorías: Deterioro, Deterioro incipiente, Estable pero con stress, Estable, Enriquecimiento). Esta metodología (Cherlet & Ivits, 2016) es usada por la FAO y la convención de las Naciones Unidas para la Lucha Contra la Desertificación como un indicador de degradación de tierras en el contexto de la Agenda 2030 y el objetivo de Neutralidad en la Degradación de Tierras al que adhiere Argentina.

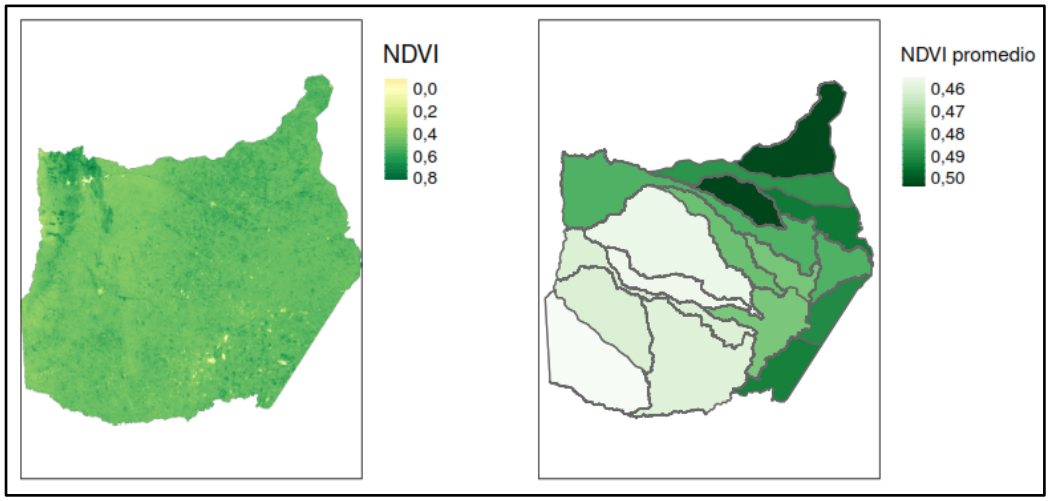


Figura 5. NDVI promedio de la cuenca de Carcarañá, Provincia de Córdoba

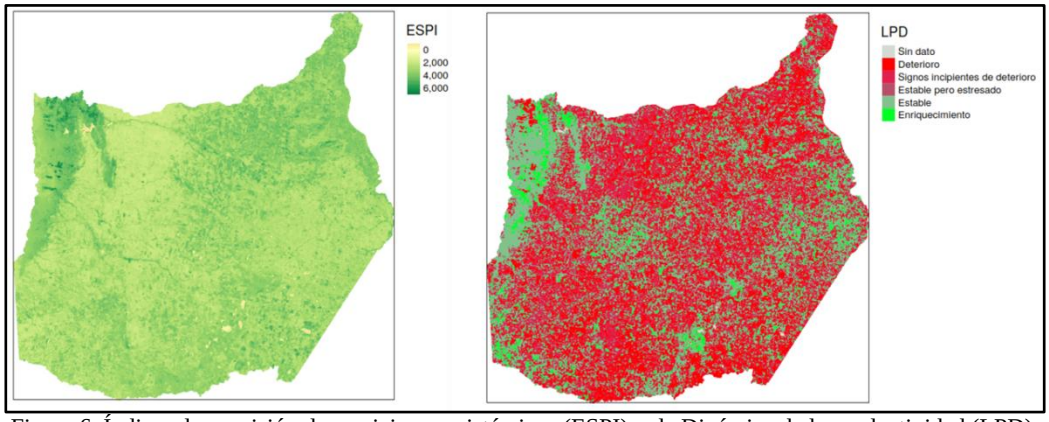


Figura 6. Índices de provisión de servicios ecosistémicos (ESPI) y de Dinámica de la productividad (LPD), para la cuenca de Carcarañá, Provincia de Córdoba

4. SEGMENTACIÓN MULTIDIMENSIONAL

La segmentación de imágenes involucra la detección y clasificación de objetos individuales o unidades dentro de una imagen. Se propuso segmentar el área de la Cuenca del Carcarañá en unidades cuyas características topográficas y propiedades de suelo sean homogéneas dentro de la misma. Esto puede resultar más conveniente para el modelado de la cuenca que utilizar una partición por reticulados de área determinada y constante.

4.1 Datos de entrada

Las variables utilizadas para generar las unidades de análisis de la región de la Cuenca del Carcarañá fueron:

- NDVI: Mapa del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada. Escala nominal: 250 m.
- Elevación: Mapa de elevaciones provisto del modelo digital de elevaciones. Escala nominal: 30 m.
- Materia Orgánica: Mapa de predicción del contenido de materia orgánica en suelo. Escala nominal: 500 m.
- Arcilla: Mapa del contenido de arcilla en suelo. Escala nominal: 500 m.
- Temperatura: Mapa del promedio anual de temperatura obtenido de la base de datos WorldClim Bio de la Universidad de California, Berkley, USA. Escala: 30 arcsec.
- Precipitación: Mapa del promedio anual de precipitación obtenido de la base de datos WorldClim Bio de la Universidad de California, Berkley, USA. Escala: 30 arcsec.

4.2 Método de clustering utilizado

La región se segmentó en unidades de análisis utilizando el algoritmo generador de conglomerados llamado SNIC (del inglés *Simple Non-Iterative Clustering*). El análisis se llevó a cabo en la plataforma GEE. El interés en este algoritmo radica por un lado en la métrica que utiliza para establecer el criterio de aglomeración teniendo en cuenta la variabilidad tanto espacial como de las distintas variables y por otro lado en la manera en la que aglomera únicamente a píxeles vecinos (con cierta definición de vecindad), logrando así unidades llamadas superpixeles (conjunto de píxeles colindantes con la misma clasificación). La métrica utilizada por el algoritmo SNIC como medida de distancia entre píxeles es:

$$d_{j,k} = \sqrt{\frac{\|x_j - x_k\|_2^2}{s} + \frac{\|c_j - c_k\|_2^2}{m}}$$

donde s y m son factores de normalización para las distancias espaciales ($\|x_j - x_k\|$) y las distancias de las capas correspondientes a las variables de interés ($\|c_j - c_k\|$). En la práctica $s = \sqrt{N/K}$, donde N es el número de píxeles en la imagen y K es la cantidad de superpixeles esperados. Dado a que N está fijado por las imágenes utilizadas, los parámetros que quedan por elegir son m y s (m es llamado el parámetro de compactación, mientras que s es el número de semillas, que estima la cantidad K de superpixeles esperados). Por otro lado, el algoritmo SNIC precisa de una grilla de "semillas", o centroides de inicio para el algoritmo, el cuál posteriormente irá iterando para optimizar los centroides de los superpixeles. Esta característica es controlada con el parámetro s.

4.3 Optimización de parámetros

Para optimizar los hiperparámetros del algoritmo SNIC elegido, se utilizó como función de error $\delta(m, s)$ el cociente entre la variabilidad entre superpixeles o unidades de análisis (B, del inglés between) y la variabilidad dentro de cada unidad de análisis (W, del inglés within). Se utilizó la suma de cuadrados entre (SCE) como medida de variabilidad entre superpixeles y la Suma de Cuadrados Dentro (SCD) como medida de variabilidad dentro de los superpixeles, es decir:

$$\delta(m, s) = \frac{B(m, s)}{W(m, s)} = \frac{SCE(m, s)}{SCD(m, s)}$$

Esta función resulta máxima cuando la selección de los hiperparámetros es óptima, debido a que se maximiza la variabilidad entre superpixeles y se minimiza la variabilidad dentro de cada superpixel. La optimización se llevó a cabo barriendo el parámetro s de 7 a 10 en pasos de 1 unidad. Para cada valor de s se calculó el cociente B/W para valores de m entre 0 y 8, de a pasos de 0.1, resultando en un total de 4 × 81 = 324 segmentaciones. Con los valores de B/W para cada segmentación (combinación de m y s) se generó un gráfico de superficie de los hiperparámetros. Esta función de error puede no presentar un máximo global, o bien tener máximos locales cercanos al global, lo cual complica la elección de los hiperparámetros. Es por esto que se agrega como criterio extra y a modo de desempatar la cantidad de superpixeles resultantes deseados. Las tres mejores segmentaciones fueron obtenidas con $s = 7$ con $m_1 = 3$ (con $B/W = 12.91$), $s = 7$ con $m_2 = 1.9$ (con $B/W = 12.29$) y $s = 10$ con $m_3 = 1.9$ (con $B/W = 8.9$). Las segmentaciones con $s = 7$ resultaron en un total de 4676 unidades de análisis, mientras que la segmentación con $s = 10$ resultó en un total de 2383 unidades de análisis. Para determinar entre las segmentaciones con $s = 7$, se procedió a la inspección visual entre ambas segmentaciones, observando que la segmentación con $m_2 = 1.9$ se ajusta levemente mejor a las características topográficas de la cuenca del Carcarañá. Un parámetro de compactación muy grande, como m_1, genera superpixeles muy cuadrados lo que evita que se conserven características rugosas, como ser bordes de lagos, o ciudades, entre otras. Se decide utilizar la segmentación resultante del algoritmo SNIC con hiperparámetros $s = 7$ y $m = 1.9$. Se obtuvieron un total de 4676 unidades de análisis (Figura 7). El 50 % de las unidades delimitadas cuentan con una superficie igual o menor a 1456 ha. La superficie promedio fue de 1421 ha.



Figura 7. Resultado de la segmentación de la Cuenca del Carcarañá, Provincia de Córdoba, utilizando el algoritmo SNIC en Google

5. ÍNDICES DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

5.1 Almacenamiento de carbono orgánico en suelo

Se estimaron las toneladas de carbono orgánico en suelo (COS) en los primeros 20 cm de profundidad de suelo, utilizando la predicción de MOS. Se consideró que el 58 % de la MOS corresponde al COS, luego, el porcentaje de COS en los que se multiplicó por la masa de suelos de cada segmento a 20 cm de profundidad. La masa de suelo se obtuvo utilizando la densidad aparente a partir de funciones de pedotransferencia.

En la Figura 8a se presenta el mapa que muestra las toneladas de C por unidad de superficie (ha) para cada unidad de paisaje.

5.2 Almacenamiento de carbono en vegetación

Se estimaron las toneladas de carbono en biomasa (COV) (carbono arbóreo, arbustivo y herbáceo y hojarasca sobre el suelo) (Figura 8b). Se asignó un valor de contenido de carbono en biomasa a cada tipo cobertura, para definir estos valores se recurrió a una serie de datos locales obtenidos por bibliografía de acuerdo con la recomendación del IPCC (Tabla 1).

Tabla 1. Valores de referencia para el contenido de carbono en biomasa según tipo cobertura

Cobertura	**t C ha^{-1}**
Cultivo	2,80
Bosque	38,80
Forestación	26,00
Pastura Natural	4,68
Pastura Implantada	2,36
Arbustal	12,00
Humedal	0,00
Bajo inundable	0,00
Urbano	0,00

5.3 Fertilidad en suelo

Como estimador de la fertilidad se mapea el Índice de Productividad (IP) el cual permite establecer una valoración numérica de la capacidad productiva de los suelos (asumiendo que bajo condiciones óptimas de manejo la capacidad productiva de los suelos depende de sus propiedades intrínsecas). El IP se obtuvo para cada segmento como un promedio ponderado según la participación en superficie de cada una de las unidades cartográficas obtenidas a partir de las cartas de suelo de la provincia de Córdoba (Figura 8c).

5.4 Índice de provisión de servicios ecosistémicos

El índice de provisión de servicios ecosistémicos (ESPI) fue obtenido para cada uno de los segmentos tomando la mediana de los valores de ESPI estimados a partir del producto MOD13Q, versión 6 (resolución de 250 m). La Figura 8d presenta el mapa del ESPI para cada unidad de análisis.

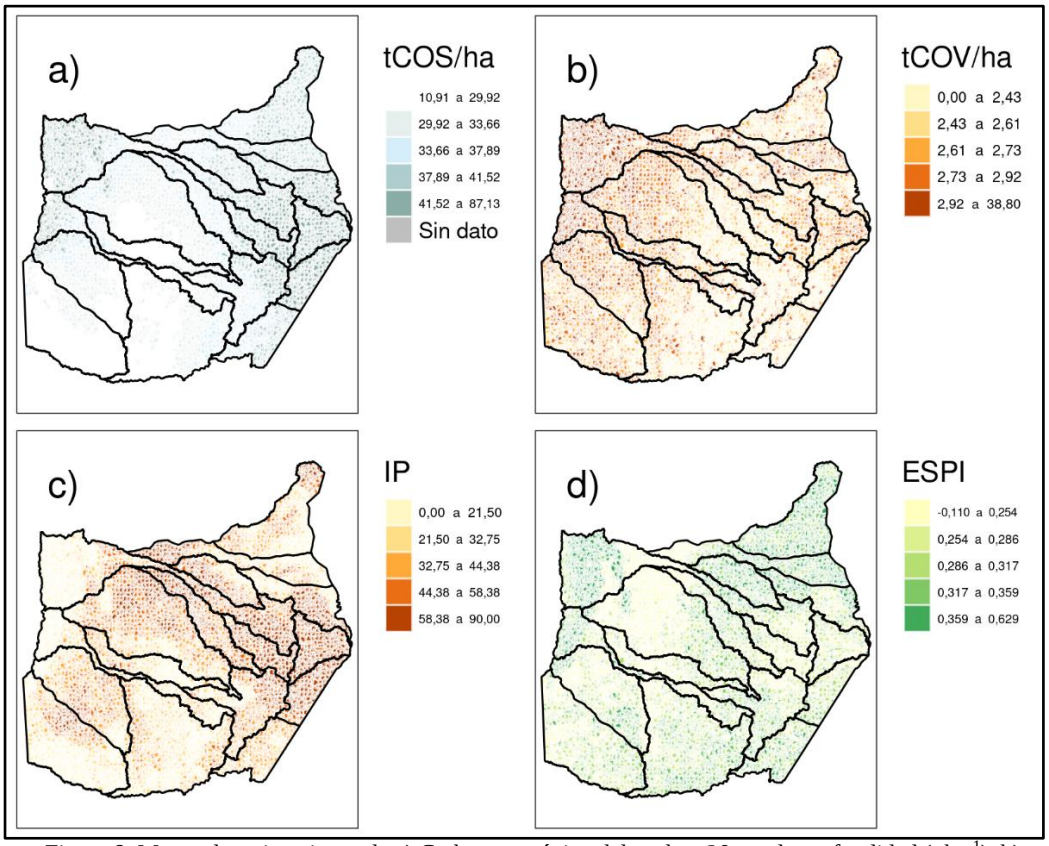


Figura 8. Mapas de estimaciones de a) Carbono orgánico del suelo a 20 cm de profundidad (t ha^{-1}), b) Carbono orgánico en vegetación (t ha^{-1}), c) índice de productividad (IP) del suelo y d) Índice de provisión de servicios ecosistémicos (ESPI) para 4676 unidades de análisis de la Cuenca del Carcarañá, Provincia de Córdoba

6. PREDICCIONES DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Se ajustaron modelos de regresión utilizando el algoritmo Random Forest (Breiman, 2001) para la predicción de los índices de servicios ecosistémicos ESPI, IP, almacenamiento de carbono

orgánico en el suelo (sCOS) y almacenamiento de carbono orgánico en biomasa (COV). Para el ajuste de los modelos predictivos se utilizaron un conjunto de variables explicativas o predictoras que fueron seleccionadas del SIG generado previamente. Para la validación y cuantificación del error de predicción se realizó una validación cruzada del tipo $k - fold$ con $k = 10$. En este procedimiento las observaciones se dividieron aleatoriamente en 10 grupos de igual tamaño. Uno de los grupos se emplea como subconjunto de validación, mientras que el resto de los grupos $(k - 1)$ se emplean para entrenar el modelo. El proceso es repetido durante k iteraciones para finalmente calcular el error promedio del modelo.
En la Tabla 2 se presentan las medidas de ajuste de los modelos predictivos para cada índice de SE. Los errores de predicción (RMSE) para los índices variaron entre 3 % (para ESPI) y 38 % (en COV). Los valores de variabilidad explicada por el modelo (R^2) fueron superiores a 0,85.

Tabla 2. Medidas de ajuste para modelos predictivos del Índice de Provisión de Servicios Ecosistémicos (ESPI), índice de productividad del suelo (IP), almacenamiento de carbono orgánico en el suelo (sCOS) y almacenamiento de carbono orgánico en biomasa (COV)

Índice	**R^2**	**RMSE (%)**
ESPI	0,86	8,30
IP	0,85	16,86
sCOS	0,96	3,13
COV	0,87	37,67

R^2: coeficiente de determinación, RMSE (%): raíz cuadrada del error de predicción promedio relativo a la media de la variable respuesta

Para cada índice de SE, se obtuvieron los rankings de la importancia de las variables explicativas utilizadas en el modelo de predicción, los cuales permiten identificar la influencia que tiene cada predictor sobre una medida de error global de predicción que es el error cuadrático medio de predicción (MSE) del modelo. También se generaron gráficos de dependencia parcial que permiten visualizar el efecto marginal, es decir de cada variable explicativa sobre la variable respuesta. El cambio en la respuesta puede ayudar a identificar cómo una predictora afecta la respuesta y en qué magnitud. El detalle de estos resultados puede encontrarse en la web que aloja el SIG.

7. COMENTARIOS FINALES

El desarrollo y publicación del SIG resume los resultados de actividades conjuntas entre el ámbito académico y el ámbito privado en la producción de investigación interdisciplinaria basada en el análisis de datos geoposicionados. Con esto se busca aportar información precisa y especializada para mejorar el proceso de toma decisión en la gestión agropecuaria, que involucra diferentes actores sociales, de manera objetiva y sustentada por la investigación. El desarrollo de la plataforma aún está en curso, se pretende que la misma permita visualizar mapas digitales a unidades de análisis territorial convenientemente elegidas para evaluar el impacto de diferentes usos y manejos del suelo. Usando modelos estadísticos capaces de explicar y predecir la variabilidad en la provisión de SE, bajo diferentes escenarios ambientales y productivos, se podrá dimensionar el impacto sobre éstos de distintos cambios en las capas de información que simulan decisiones de gestión de la producción agropecuaria. Además, el conocimiento generado sentará las bases para el ajuste e implementación de modelos predictivos en otros territorios.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba, a UFYMA (CONICET-INTA) y a la CEEA.

REFERENCIAS

Aoki, A. M., Robledo, J. I., Izaurralde, R. C., & Balzarini, M. G. (2021). Temporal integration of remote-sensing land cover maps to identify crop rotation patterns in a semiarid region of Argentina. *Agronomy Journal*, *113*(4), 3232-3243. https://doi.org/10.1002/agj2.20758

Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning*, *45*(1), 5-32. https://doi.org/10.1023/A:1010933404324

Camacho-Valdez, V., & Ruiz-Luna, A. (2012). Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Revista Bio Ciencias*, *1*(4).

Cherlet, M., & Ivits, E. (2016). *Land-productivity dynamics towards integrated assessment of land degradation at global scales*. https://doi.org/doi/10.2788/59315

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*. https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031

Millennium Ecosystem Assessment, M. (2005). *Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis*. Washington. D.C.: World Resources Institute.

Paruelo, J. M., Texeira, M., Staiano, L., Mastrángelo, M., Amdan, L., & Gallego, F. (2016). An integrative index of Ecosystem Services provision based on remotely sensed data. *Ecological Indicators*, *71*, 145-154. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.06.054

Pekel, J.-F., Cottam, A., Gorelick, N., & Belward, A. S. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, *540*(7633), 418-422. https://doi.org/10.1038/nature20584.

Teich, I., Roglich, M. G., Corso, M. L., & García, C. L. (2019). Combining earth observations, cloud computing, and expert knowledge to inform national level degradation assessments in support of the 2030 development agenda. *Remote Sensing*, *11*(24). https://doi.org/10.3390/rs11242918.

Estimación de los alquileres para las principales ciudades de Córdoba utilizando información de IDECOR

Rocío Mariel Cerino[1], Vania Caffaratti Donalisio[1], Nadia Llarrull[1], María Soledad Zavala[2], Mario Andrés Piumetto[1] y Juan Pablo Carranza [1,3]

[1]Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR).
[2] Dirección General de Catastro de la Provincia de Córdoba.
[3]Instituto de Investigación y Formación en Administración Pública (IIFAP), Facultad de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Córdoba (UNC).
{rociomcerino, vaniacaffaratti, arqzavala, carranzajuanp}@gmail.com;
nadia_llarrull@hotmail.com; mpiumetto@yahoo.com.ar

Resumen: Se describe la metodología empleada para la predicción de valores de alquileres por metro cuadrado para más de 600.000 inmuebles de las cinco principales ciudades de la Provincia de Córdoba utilizando métodos de econometría espacial y de aprendizaje computacional o Machine Learning. La iniciativa se basó en la utilización de software libre y la premisa de la publicación y apertura de la información en la Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR), buscando dar mayor transparencia al funcionamiento de los mercados inmobiliarios.

Palabras Clave: IDE, alquileres urbanos, aprendizaje computacional

1. INTRODUCCIÓN

Conocer el valor y comportamiento del mercado de alquileres es de gran importancia para la gestión urbana. Sin embargo, su estudio y modelado constituye un desafío en sí mismo, por la escala de trabajo, el comportamiento espacial, la naturaleza del fenómeno bajo estudio y la complejidad inherente al proceso. Más aún en un contexto de elevada inflación y alteraciones del marco normativo del sector (por ejemplo, las modificaciones de la Ley 27.551), como los experimentados en Argentina durante los últimos años. En este sentido, la iniciativa emprendida por IDECOR para estimar de manera masiva el valor de los alquileres urbanos en las principales ciudades de la Provincia de Córdoba, con diferentes fines y aplicaciones, es un proyecto innovador en nuestro país y la región.

El objetivo del trabajo fue predecir el valor de alquileres mensuales en las ciudades de Córdoba, Río Cuarto, Villa María, San Francisco y Villa Carlos Paz a partir de una muestra de mercado de inmuebles en alquiler de diferentes características, conformada por 4.084 observaciones relevadas por el Observatorio del Mercado Inmobiliario (OMI). Se aplicaron técnicas de aprendizaje computacional (machine learning) con el propósito de predecir el valor por metro cuadrado del alquiler en más de 600.000 inmuebles en las ciudades antes mencionadas.

La predicción se realizó utilizando información de IDECOR, la infraestructura de datos espaciales (IDE) de la Provincia de Córdoba, que integra al sector público, la academia y el sector privado con el propósito de ser una herramienta relevante para la mejora en la gestión de las políticas públicas vinculadas al territorio y la promoción del desarrollo económico y social.

Al igual que el resto de los proyectos emprendidos por IDECOR, la iniciativa se basó en la utilización de software libre y la premisa de la publicación y apertura de la información, buscando dar mayor transparencia al funcionamiento de los mercados inmobiliarios. El objetivo de este

trabajo fue generar información espacial de calidad y única en su clase para que luego esté disponible para su consulta on line (como mapa), consumirse vía *web service* y descargarse en forma completa para que los datos puedan ser utilizados por cualquier tipo de usuario en todo tipo de aplicaciones. Este trabajo tiene como insumo y como producto información geoespacial de calidad, generada y puesta a disposición para todos los actores de la sociedad.

2. MUESTRA DE MERCADO

Con el objeto de estudiar las dinámicas de desarrollo y particularidades del mercado de alquileres urbanos se relevaron datos en las localidades de Córdoba, Río Cuarto, Villa María, Villa Carlos Paz y San Francisco. Este relevamiento se realizó a través del OMI de IDECOR, y consistió en 4.084 datos recolectados desde 2019 hasta 2021. El relevamiento se realizó con la participación del equipo de Relevamiento de Mercado Inmobiliario de IDECOR y equipos técnicos de las municipalidades de Córdoba, Río Cuarto, Villa María y Villa Carlos Paz. Todos los datos proceden de distintas fuentes, como portales de páginas web comerciales, relevamientos in situ y tasaciones ad hoc realizados por profesionales y conocedores del mercado del equipo de IDECOR (valor de alquiler de referencia - VAR).

Se definió el objetivo de relevar y sistematizar la mayor cantidad de datos disponibles distribuidos de la mejor y más amplia manera posible sobre las localidades seleccionadas. Con el fin de reflejar lo más fielmente posible el comportamiento del fenómeno, se controlaron estándares de calidad preestablecidos para el posterior procesamiento y homogeneización de los mismos. Estos estándares están apuntados a características intrínsecas de inmueble como lo son: la superficie edificada o propia (para el caso de inmuebles en Propiedad Horizontal - PH), valor de la oferta de alquiler, valor de la expensa, nomenclatura de la parcela, fecha de toma del valor, frente de la parcela, estado de conservación, categoría constructiva, antigüedad de edificación y ubicación en cuadra (para los no PH). En este sentido, se recolectó información de los tipos de inmuebles Edificados en formato Propiedad Horizontal - PH y Edificados comunes. En el relevamiento de datos se incluyó también características extrínsecas que no afectan al estudio del valor, como lo es la fuente de información, la dirección, entre otras.

El control de la información se realizó de manera sistematizada y con base del parcelario de la Dirección General de Catastro de la Provincia de Córdoba. Si bien ciertas características cualitativas de cada oferta no se pueden cotejar de esta manera, información como nomenclatura de la parcela, superficies, estados de edificación, puntaje, antigüedad es información que puede extraerse y contrastarse y, en caso de ser necesario, corregir o desechar el dato, evitando así discrepancias y errores.

Del total de datos de mercado de alquileres mensuales relevados, el 81 % corresponde a la Ciudad de Córdoba, 7 % a Villa Carlos Paz, 5 % a Río Cuarto, 4 % a Villa María y el restante 3 % a San Francisco. La información data entre 2019 y 2021; dado el contexto inflacionario de Argentina, se actualizaron los datos muestrales a septiembre del 2021. Para esto se utilizó el IPC de la provincia de Córdoba; particularmente, se tuvo en cuenta la categoría “alquileres de la vivienda, valor estimado, servicios de alojamiento, expensas y/o gastos comunes” (Código 311000 en la metodología del IPC Córdoba).

En el relevamiento de datos coexisten alquileres de distinta superficie edificada, antigüedad, distintos usos o tipologías (residencial en alta densidad, residencial individual, comercial), calidad constructiva, entre otros. Existen relaciones entre algunas de estas características y el valor por metro cuadrado de alquiler. Por ejemplo, alquileres con una superficie edificada más grande tienden a relacionarse con un valor por metro cuadrado más bajo que inmuebles con superficie más pequeña, manteniendo el resto de las características constantes. De manera similar, alquileres con mayor antigüedad se asocian con precios por metro cuadrado menores. Inmuebles alquilados para

comercios se relacionan con valores por metro cuadrado mayores respecto a lo esperable para un departamento residencial.
Estos efectos en las características mencionadas, y otras, pueden ser aislados mediante una regresión espacial. Con esta información se pueden expresar todos los alquileres en términos de un alquiler típico definido, que se denominará Valor Unitario del Alquiler (VUA), el cual está expresado en pesos mensuales por metro cuadrado, donde los pesos corresponden a septiembre del 2021. Queda por definir, entonces, lo que se entenderá de ahora en adelante como un alquiler típico, es decir las características de un VUA: un departamento de 50 m2, nuevo, de ubicación en la cuadra medial, categoría constructiva estándar, sin patio (en caso de ser una vivienda) y estado de conservación regular.
Para aislar los efectos de las distintas variables mencionadas, y arribar al valor de alquiler para el inmueble típico definido anteriormente, se estimó una regresión espacial con la siguiente ecuación:

ln(valor actualizado m2) = ln(superficie edificada) + tipología + patio + ubicación cuadra + categoría constructiva + estado de conservación + antigüedad + antigüedad2

Donde:

- valor actualizado m2: valores de mercado de la muestra de alquileres, en pesos actualizados a un mismo periodo del tiempo, expresados por metro cuadrado.
- superficie edificada: superficie cubierta propia del inmueble.
- ubicación cuadra: variable categórica que indica la ubicación en la cuadra: 1 = medial, 2 = esquina, 3 = interno, 4 = salida a dos o más calles, 5 = pasillo.
- tipología: variable categórica que indica la tipología del alquiler, las clases son: D = Departamento, C = Comercio, O = Oficina y V = Vivienda.
- categoría constructiva: variable categórica que indica la categoría constructiva donde 0 = Baja, 1 = Estándar, 2 = Media Alta y 3 = Alta.
- estado de conservación: variable categórica que indica el estado de conservación, que puede ser 1= Malo, 2 = Regular o 3 = Bueno.
- antigüedad: antigüedad de la construcción en años.
- antigüedad2: antigüedad de la construcción en años elevada al cuadrado
- patio: variable categórica que indica las características del patio de una vivienda. 1 = patio grande, 2 = patio chico, 3 = no tiene patio. Se construyó realizando el ratio entre superficie edificada y superficie del terreno sólo para la tipología vivienda. Para el ratio menor a 0,5 la categoría asignada fue 3, entre 0,5 y 0,95 categoría 2 y mayor a 0,95 sin patio.

A partir de la realización de diferentes test de hipótesis para capturar la existencia de dependencia espacial y su naturaleza (Moran, 1950; Burridge, 1981; Anselin, *et al.*, 1996), se aplicó un modelo de econometría espacial conocido como SAC (Kelejian, *et al.*, 2010), que incorpora dependencia espacial tanto en la variable dependiente como en los residuos del modelo. Para el cálculo de los impactos de cada variable independiente sobre la dependiente se consideraron los efectos derrame tanto directos como indirectos, el efecto total (Golgher, *et al.*, 2016). Dado que la variable dependiente está expresada en logaritmo, los efectos de cada variable pueden interpretarse como elasticidades o semi elasticidades, según la variable independiente esté o no expresada también en logaritmos; a continuación, se detalla la interpretación de los coeficientes estimados.
Los resultados de la regresión indican que un espacio alquilable de 55 metros cuadrados (es decir, un 10 % superior a la categoría de referencia fijada en 50 m²) tiene, en promedio, un valor 2,5 % más bajo, manteniendo el resto de las características constantes. El precio del alquiler por metro

cuadrado se relaciona con valores un 4,3 % superiores (en promedio) cuando se encuentran en una esquina. Cuando el alquiler es con propósitos comerciales (tipología comercio), el valor por metro aumenta en promedio un 55 %. Dentro del uso residencial, una vivienda (tipología vivienda) se caracteriza por tener un valor por metro cuadrado un 12 % más bajo que un departamento. Adicionalmente, si la vivienda tiene un patio grande, el valor por metro cuadrado tiende a aumentar en un 22,8 %. La antigüedad tiene un efecto negativo no lineal sobre el valor por metro cuadrado del alquiler, donde a mayor antigüedad el efecto negativo pierde fuerza. Cuando la categoría constructiva es mala, el precio de alquiler por metro cuadrado baja en promedio un 20,5 %; cuando la categoría constructiva es buena, el valor aumenta un 17 % y cuando es muy buena el efecto alcanza el 44 %. Finalmente, cuando el estado de conservación del alquiler es bueno se relaciona con valores un 4,5 % mayores respecto al estándar. Algunas de estas relaciones se pueden observar de manera ilustrativa en las Figuras 1 y 2.

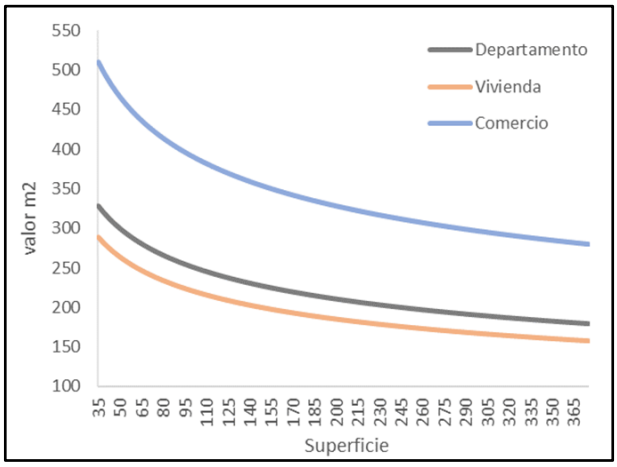


Figura 1. Variación del valor por metro cuadrado de alquiler al variar la superficie y la tipología

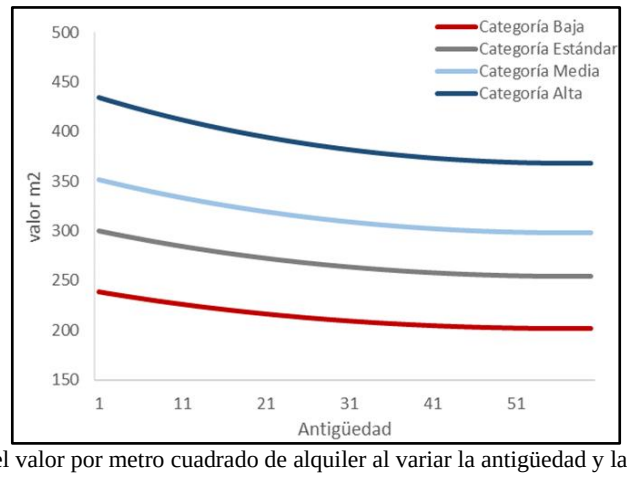


Figura 2. Variación del valor por metro cuadrado de alquiler al variar la antigüedad y la categoría constructiva

Sustrayendo todos los efectos mencionados se llega a un VUA por localidad. En la ciudad de Córdoba la mediana del VUA en la muestra fue de $429, para Río Cuarto $324, en San Francisco

el VUA mediano se calculó en $362, dicho valor fue estimado en $450 para Villa Carlos Paz y $252 en Villa María. La mediana para todo el conjunto de datos llegó a $416. En la figura 3 se presenta una serie de mapas que permiten ver la distribución espacial de los VUA calculados para cada localidad.

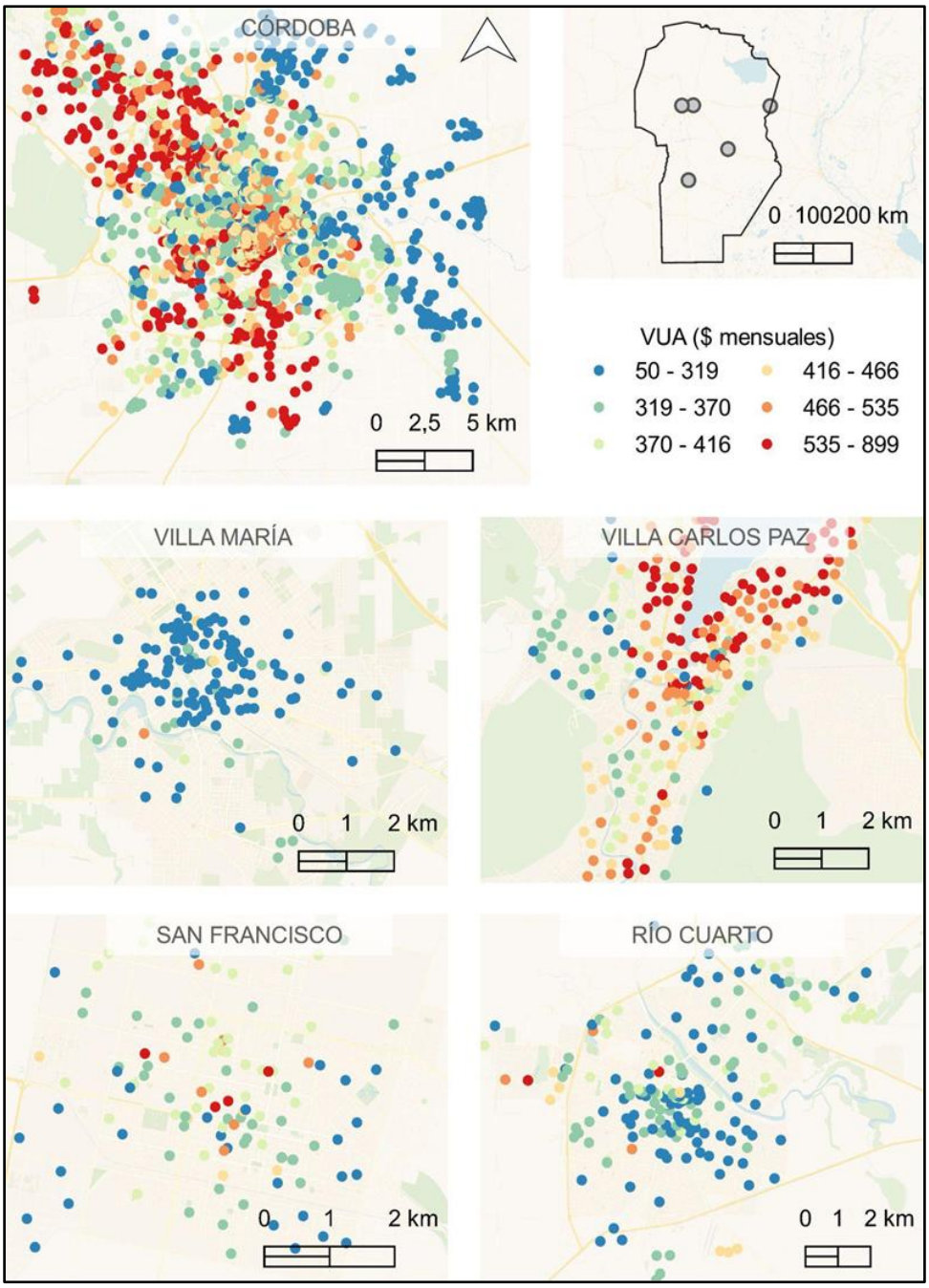


Figura 3. Mapas del VUA muestra de mercado

3. VARIABLES INDEPENDIENTES

Para predecir el valor del alquiler en todo el territorio de las ciudades es necesario contar con un conjunto de variables que a priori expliquen el valor del alquiler. Este grupo de variables se conoce

como variables independientes o explicativas. Las variables independientes utilizadas en este trabajo pueden dividirse en tres grupos generales:

3.1Variables generadas a partir de información libre en IDECOR (IDECOR, 2021)

Considerando los mapas del valor de la tierra urbana se generaron las variables de valor unitario de la tierra para los años 2018 a 2020. Desde los mapas de fragmentación urbana se generaron las variables porcentaje del tipo Urbano Edificado Compacto en un radio de 500 m, porcentaje del tipo Urbano Edificado Disperso en un radio de 500 m, porcentaje del tipo Rural Edificado en un radio de 500 m, porcentaje del tipo Urbano Abierto en un radio de 500 m, porcentaje del tipo Borde Urbano en un radio de 500 m, porcentaje del tipo Espacio Abierto Rural en un radio de 500 m, porcentaje del tipo Agua en un radio de 500 m y una variable categórica que denota la posición en el nivel de consolidación. Partiendo de datos básicos y fundamentales de la Provincia de Córdoba presentes en IDECOR se pueden construir variables como distancia a rutas, distancia a vías principales, distancia a vías secundarias, distancia a principales ríos y cuerpos de agua.

3.2 Variables construidas a partir de información abierta de otras fuentes

Porcentaje de píxeles construidos en un entorno de 500 m, promedio de Biophysical Composition Index en un entorno de 500 m, Promedio de Ratio Normalized Difference Soil Index en un entorno de 500 m, promedio de Urban Index en un entorno de 500 m, promedio de Normal Difference Building Index en un entorno de 500 m, promedio de Normal Difference Vegetation Index en un entorno de 500 m y promedio de densidad de calles ponderadas a partir de información extraída de Openstreetmap.

3.3 ***Cálculos espaciales realizados ad-hoc por la IDE provincial***

Distancia a zona de alto perfil inmobiliario, distancia a zona de bajo perfil inmobiliario, distancia a líneas divisorias de valor, distancia a zonas de bajo perfil inmobiliario, promedio de superficie de lotes en un radio de 500 m, porcentaje de m2 edificados en un radio de 500 m, porcentaje de la superficie de lotes baldíos en un radio de 500 m, porcentaje de m2 baldíos en un radio de 500 m, producto entre densidad de calles ponderadas de OSM y un mapa de calor por ubicación del impuesto de Ingresos Brutos.

4. RESULTADOS

Consolidada la base muestral y definidas las variables independientes queda como paso final elegir el mejor algoritmo para cada localidad, con el objetivo de predecir el valor unitario del alquiler en las parcelas de las ciudades elegidas. De esta manera, se evaluó la performance de cuatro algoritmos de inteligencia artificial:

QRF: Quantile Random Forest (Meinshausen, 2006). Es un algoritmo basado en árboles de regresión, por lo que es un método no lineal. Utiliza un procedimiento de remuestreo que permite generar, a partir de la muestra original, distintas muestras independientes entre sí, donde cada observación muestral tiene la misma probabilidad de ser elegida. El algoritmo entrena distintos árboles con las distintas muestras generadas de manera que el resultado final se compone de la mediana de los resultados de cada árbol de regresión.

GBM: Gradient Boosting Machine (Friedman, 2001). Es un algoritmo basado en árboles de regresión pero que se ensamblan por medio de un método de remuestreo conocido como "boosting", donde se tiene en cuenta el error de estimación para asignarle el peso a las observaciones de la muestra. Mientras mayor error, más probabilidad de aparecer en el siguiente set de entrenamiento con el objetivo de enfatizar los casos difíciles o complejos.

SVR: Support Vector Regression (Cortes & Vapnik, 1995). Este tipo de modelos operan con un clasificador definido por un hiperplano a través de funciones kernel (un clasificador lineal que permite resolver problemas no lineales). En términos simples, el algoritmo no considera como

residuos aquellas observaciones con un error absoluto menor al valor determinado (), sino que se penalizan aquellas que quedan por fuera de esos parámetros. Los elementos que se ubican sobre son los considerados vectores soporte (que le dan nombre al algoritmo). En este contexto, la regresión puede ser penalizada usando un parámetro de costo para evitar el sobreajuste (Hastie, Tibshirani, Friedman & Friedman, 2009).

STK: Stacking (Wolpert, 1992). El algoritmo permite combinar/ensamblar distintos algoritmos. El ensamble se realiza en dos pasos: el primero consiste en predecir y recolectar el resultado de cada uno de los métodos utilizados (QRF, GBM, SVR para este caso en particular) y conformar una nueva base de datos mediante validación cruzada. Luego, la nueva base de datos se utiliza como base para que otro algoritmo (modelo lineal generalizado) se entrene para resolver el problema.

También se evaluó la mejora en la capacidad predictiva incorporando la dependencia espacial en los residuos, es decir modelando los errores en función de las coordenadas mediante el algoritmo K-Nearest Neighbor (kknn). El algoritmo KKNN (Hechenbichler *et al.*, 2004) es una extensión del algoritmo de k-vecinos más cercanos, pero basada en la idea de que las observaciones del set de entrenamiento que se encuentren particularmente cerca de la observación a clasificar deberían tener un peso mayor en la decisión que aquellos vecinos que están más alejados.

Si se detecta que los residuos obtenidos mediante el algoritmo presentan autocorrelación espacial, no corregir este sesgo podría llevar a la aplicación de un modelo que, en términos generales tenga un residuo normalmente distribuido con media igual a cero y desviación estándar , pero que localmente arroje errores considerables. Para salvar este sesgo originado en la estructura de dependencia espacial de los datos, se procede a modelar los residuos y sumarlos a la estimación original en una segunda instancia. Considerando que la naturaleza de la información es espacial, resulta razonable incorporar la autocorrelación espacial en el análisis en caso de que no llegue a ser capturada por los algoritmos antes definidos.

Para evaluar la capacidad predictiva en cada localidad se realizó un proceso de validación cruzada, el cual implica subdividir la muestra en 10 grupos, aislar uno de ellos, estimar los modelos utilizando los datos de los 9 grupos restantes y medir su capacidad predictiva en el grupo extraído. El procedimiento continúa de manera iterativa hasta que cada uno de los 10 grupos fue evaluado fuera de la muestra. Para medir el nivel de precisión de cada modelo se utilizó el error relativo promedio en valor absoluto (MAPE). El MAPE total para la predicción de alquileres resultó igual a 15,2 %. Para el caso de la Ciudad de Córdoba y Río Cuarto el modelo con mejor ajuste resultó ser QRF y el MAPE 15,6 % y 13,3 % respectivamente. El modelo con mejor ajuste para San Francisco fue SVR con un error de 16,2 %. El algoritmo con mejores resultados para Villa Carlos Paz y Villa María fue STK con un mape de 11,5 % y 15,2 % respectivamente; sin embargo, para el caso de Villa Carlos Paz se encontró una fuerte dependencia espacial en los residuos por lo que se aplicó también el algoritmo kknn (STK_KKNN).

Con los algoritmos seleccionados y en base a la muestra de mercado se predicen todas las parcelas de la base catastral de las ciudades, a excepción de aquellas que no se corresponden con las características relevadas, como lo son las grandes superficies industriales y comerciales, espacios verdes, hospitales, entre otras. De esta manera, la base parcelaria queda reducida a aquellos inmuebles que se relacionan estrechamente con los objetivos del estudio.

La Tabla 1 presenta las estadísticas descriptivas del VUA (mensual) predicho. La mediana de la ciudad de Córdoba se estimó en $400, con mínimos de $50 y máximos de $1.000. Por su parte, las ciudades de Río Cuarto, San Francisco y Villa María tienen valores medianos y máximos más bajos que los de la capital cordobesa. Las estimaciones de Río Cuarto oscilaron entre los valores de $36 y $724, con un VUA mediano de $311. En San Francisco la mediana se estimó en $257 con valores mínimos de $257 y máximos de $442, además la desviación estándar de esta ciudad fue

baja ($31). Villa María también fue estimada con un bajo desvío estándar ($30) y la mediana del VUA fue de $253. Por último, el VUA mediano de la ciudad de Villa Carlos Paz fue estimado en $460, el más alto de las ciudades considerados, este fenómeno puede ser explicado por la característica turística de la ciudad, siendo uno de los destinos más importantes de la provincia para vacacionar es razonable esperar una presión estacional a la suba sobre el mercado de inmuebles alquilables. Otra explicación factible de los altos valores de los alquileres en Villa Carlos Paz es la migración de la ciudad de Córdoba hacia lugares más amplios con más accesibilidad a patios que originó la pandemia COVID 19.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de la predicción del Valor Unitario del Alquiler ($/m2)

Ciudad	Parcelas	Mediana	Media	Min	Max	DE
Córdoba	492.634	400	416	50	1.000	68
Río Cuarto	76.080	311	311	36	724	31
San Francisco	28.416	354	346	257	442	34
Villa Carlos Paz	34.784	460	463	260	770	66
Villa María	44.718	246	253	70	381	30
TOTAL	676.632	390	393	36	1.000	81

Considerando el gran tamaño de la ciudad de Córdoba resultó de utilidad agrupar los resultados por barrio. La ciudad posee cerca de 500 barrios, de manera ilustrativa y con finalidad de contrastar los resultados se seleccionaron algunos barrios, lo cual puede apreciarse en la Tabla 2, donde se muestran las estadísticas descriptivas de los resultados del VUA. La mediana del barrio Nueva Córdoba es el máximo de los barrios seleccionados, lo cual se explica por su localización estratégica, su cercanía al centro y a la Universidad Nacional de Córdoba, que tiende a atraer gran cantidad de estudiantes del interior o de otras provincias presionando el precio a la alza. El VUA mediano del barrio General Paz fue de $440, el segundo más alto de los barrios analizados. El barrio en cuestión se presenta como un sector alternativo descongestionando los sectores tradicionales ubicados en el centro de la ciudad.

Tabla 2. VUA barrios seleccionados de la Ciudad de Córdoba ($/m²)

Barrios	Parcelas	Mediana	Media	Min	Max	DE
Alberdi	29.222	400	394	310	460	23
Alta Córdoba	18.385	390	391	300	460	19
Alto Alberdi	11.577	390	385	280	460	22
General Paz	10.501	440	442	360	500	26
General Pueyrredon	8.725	380	394	320	550	47
Guemes	8.372	420	423	360	550	28
Nueva Córdoba	44.223	490	495	420	750	48
TOTAL	131.005	420	433	280	750	59

A continuación, se presenta una serie de mapas que permiten visualizar de manera espacial el valor de los alquileres en las distintas ciudades (Figura 4 y 5). Se advierte que generalmente el centro aglomera alquileres de alto valor; sin embargo, existen patrones particulares en cada una de ellas.

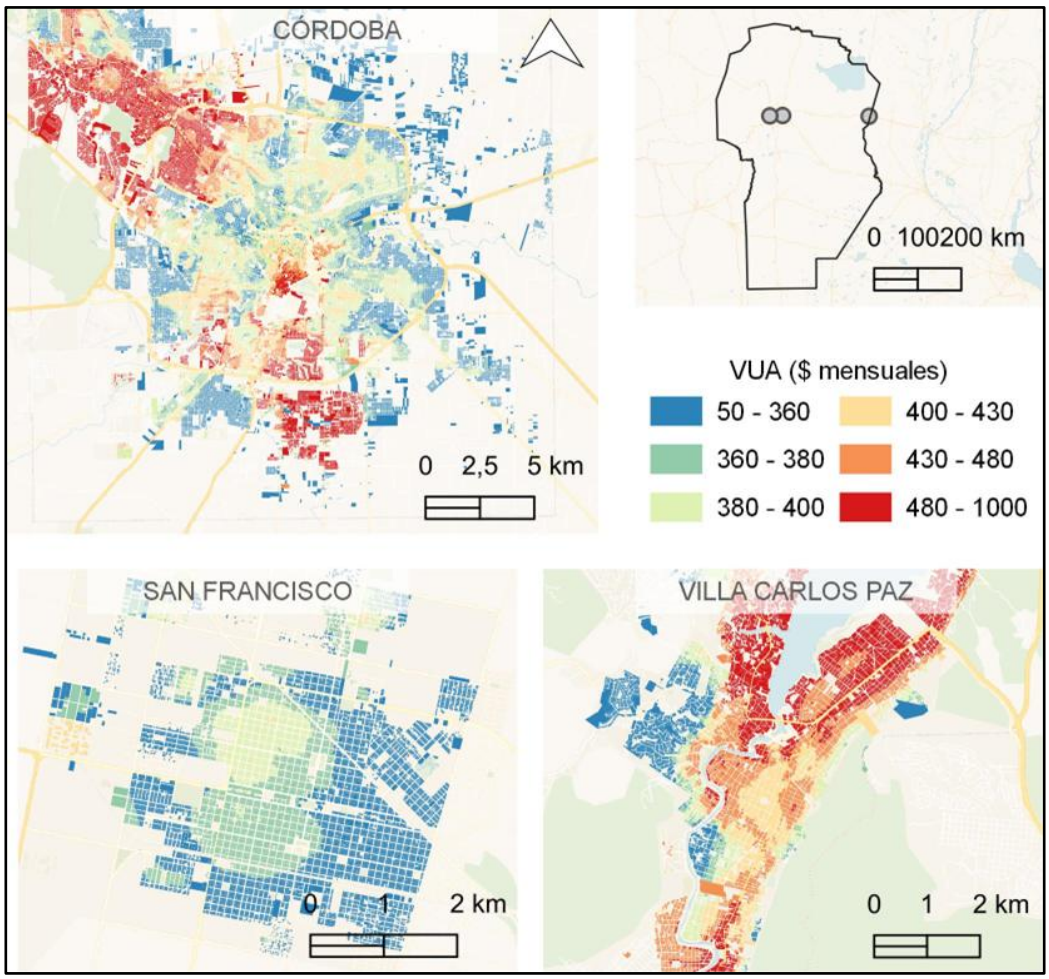


Figura 4. Mapas de Valor Unitario del Alquiler predicho de las ciudades de Córdoba, Villa Carlos Paz y San Francisco

En la Ciudad de Córdoba, además de los altos valores del centro, resaltan las zonas residenciales del noroeste y el sur. Los valores más bajos se relacionan con la periferia poco urbanizada de la ciudad. Particularmente, Villa Carlos Paz tiene una estructura de valor fuertemente influenciada por su cualidad turística, ya que los valores más altos de alquiler se encuentran sobre la costanera del lago. Los mínimos, por su lado, se ubican hacia la periferia oeste.

La estructura de valor de alquileres de la ciudad de Villa María se ve influenciada por el Río Tercero que atraviesa la ciudad de oeste a sureste. La costanera del río actúa como una fuente de aumentos de valor, encontrando en estas zonas los máximos de la ciudad; los valores más bajos se aglomeran en la zona este de la ciudad. Río Cuarto, por su lado, ve influenciados sus alquileres por la ciudad universitaria y las urbanizaciones residenciales que se encuentran al noroeste, donde los VUA alcanzan sus valores más altos. Hacia el sur de la ciudad los valores tienen una tendencia decreciente. Adicionalmente, San Francisco se presenta como una ciudad monocéntrica en torno al valor del alquiler. Sin embargo, se advierte una tendencia creciente en los alrededores de la zona universitaria. Considerando que el VUA tiene en cuenta valores residenciales, se puede apreciar

como la zona industrial (suroeste) se relaciona con bajos valores de alquiler. También, la frontera con la provincia de Santa Fe aparece como una zona de bajos precios.

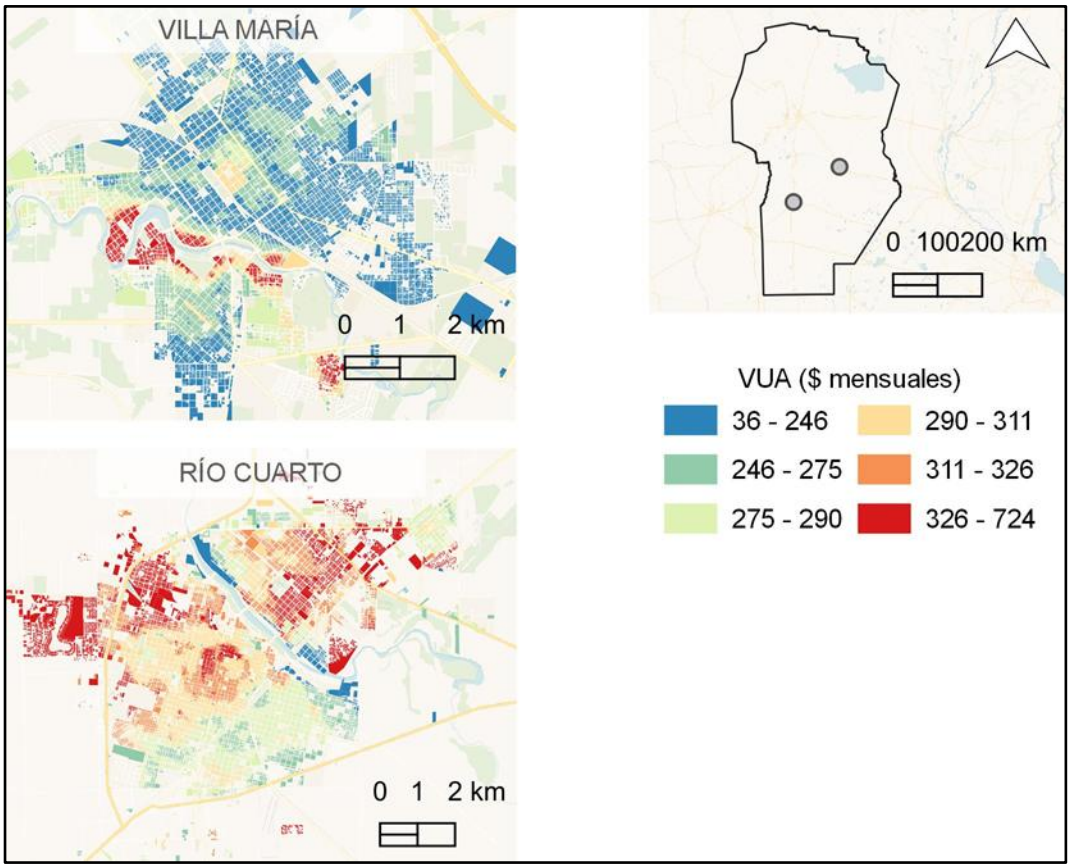


Figura 5. Mapas de Valor Unitario del Alquiler predicho de las ciudades de Río Cuarto y Villa María

5. CÁLCULO DE VM2 A PARTIR DE VUA ESTIMADO

Recordando que el VUA hace referencia a un valor típico de alquiler (departamento, nuevo, de 50 m2, ubicación en la cuadra medial, sin patio, categoría constructiva estándar y estado de conservación regular) con todos los efectos obtenidos de las características de cada inmueble puede calcularse el valor por metro cuadrado, ya no de un inmueble típico, sino con las características de cada propiedad en particular. Entonces, la pregunta que hay que responder es ¿cómo pasar del VUA al valor mensual del alquiler? Para encontrar el valor por metro cuadrado de alquiler final es necesario aplicar una fórmula que combine los distintos efectos estimados en la regresión espacial para cada una de las características propias de cada inmueble:

$$VM2 = VUA \times \left(\frac{superficie\ edificada}{mediana\ superficie}\right)^{-0,25} \times e^{0,04\ esquina - 0,13\ vivienda + 0,44\ comercio} \times$$

$$e^{0,18\ oficina - 0,23\ catgoria\ baja + 0,16\ categoria\ media + 0,37\ catgoria\ alta} \times$$

$$e^{-0,006\ (antiguedad - 1) + 0,00005\ \left(antiguedad^2 - 1\right) + 0,05\ estado\ bueno + 0,21\ patio\ grande}$$

Donde VM2 es el valor por metro cuadrado de alquiler mensual final para cada inmueble.
De esta manera, si un inmueble particular tuviera las siguientes características: tipología comercio, superficie edificada 60 metros cuadrados, categoría estándar, antigüedad 29 años, estado de conservación bueno, no se considera el patio por ser un comercio, con un VUA estimado de $440; la fórmula a aplicar sería:

$$605 \approx 440 \times \left(\frac{60}{50}\right)^{-0,25} \times e^{0,44 - 0,006\ (29 - 1) + 0,00005\ \left(29^2 - 1\right) + 0,05}$$

Para obtener el alquiler mensual final total por el comercio se debe multiplicar el valor por metro cuadrado por la superficie edificada ($605 x 60m^2), resultando en un valor aproximado de $36.300 por mes.
En la Tabla 3 se presentan las estadísticas descriptivas de los valores por metro de alquiler mensual para las distintas localidades tratadas.

Tabla 3. Estadísticas descriptivas del valor por m²

Ciudad	Parcelas	Mediana	Media	Min	Max	DE
Córdoba	492.634	338	350	25	1.264	108
Río Cuarto	76.090	248	258	27	833	75
San Francisco	28.416	256	266	86	632	71
Villa Carlos Paz	34.784	409	419	87	1.026	121
Villa María	44.718	194	204	33	589	61
TOTAL	676.642	315	330	25	1.264	114

6. CONCLUSIONES

El objetivo del trabajo fue exponer la metodología utilizada para estimar el valor del alquiler en cinco importantes ciudades de la Provincia de Córdoba: la ciudad de Córdoba, Río Cuarto, Villa María, Villa Carlos Paz y San Francisco. La base metodológica radica en expresar todos los valores de alquiler en términos de un valor típico (VUA): un departamento de 50 m2, nuevo, de ubicación en la cuadra medial, categoría constructiva estándar, sin patio y estado de conservación regular. Para esto se utilizó un modelo de regresión espacial, con el objeto de capturar los efectos de las distintas variables intrínsecas a cada inmueble sobre el valor por metro cuadrado de alquiler.
A partir de la construcción del VUA se entrenan diferentes algoritmos de aprendizaje computacional (machine learning) para predecir el valor de los alquileres en las parcelas de las distintas ciudades que se corresponden con el objetivo de estudio. La estimación realizada, dada las características de la muestra utilizada, no consideró en la predicción las grandes superficies industriales o comerciales, espacios verdes, hospitales, entre otras. Los resultados fueron

satisfactorios, con un error promedio en valor absoluto de un 15,2 % para todas las ciudades, con un mínimo en Villa María (11,5 %) y un máximo de 16,2 % en San Francisco.
El trabajo resulta de interés por diversos motivos. Primero, es un estudio pionero en Argentina y la región. Segundo, conocer los valores de alquiler es una herramienta de utilidad para diversos agentes de la sociedad: para el estado, para empresas desarrollistas, para inmobiliarias, para particulares, ciudadanos, etc. También se compone como un activo para la toma de decisiones públicas en cuanto a tributación y, particularmente, como control de la evasión o subdeclaración de contratos. Tercero, es un trabajo que utiliza información disponible en la IDE provincial para generar más información para la misma IDE. Esto deja ver un proceso de retroalimentación continua de la IDE y crecimiento propio, denotando la calidad de recursos humanos que pueden conformarse cuando se incentiva a este tipo de programas en un ámbito público.

AGRADECIMIENTOS
Dadas las características transversales del presente artículo, los autores desean destacar el trabajo de todas las personas que hacen IDECOR día a día, y que en buena medida han contribuido a la generación de la información aquí utilizada. También destacan el apoyo brindado por el Ministerio de Finanzas de la Provincia de Córdoba, particularmente en la persona del Secretario de Ingresos Públicos.

REFERENCIAS
Anselin, L., Bera, A. K., Florax, R., & Yoon, M. J. (1996). Simple diagnostic tests for spatial dependence. Regional science and urban economics, 26(1), 77-104.
Burridge, P. (1981). Testing for a common factor in a spatial autoregression model. Environment and Planning A, 13(7), 795-800.
Corrado, L., & Fingleton, B. (2012). Where is the economics in spatial econometrics?. Journal of Regional Science, 52(2), 210-239.
Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-vector networks. Machine Learning, 20 (3), 273–297. https://doi.org/10.1023/A:1022627411411
Friedman, J. H. (2001). Greedy function approximation: a gradient boosting machine. Annals of statistics, 1189-1232.
Golgher, A. B., & Voss, P. R. (2016). How to interpret the coefficients of spatial models: Spillovers, direct and indirect effects. Spatial Demography, 4(3), 175-205.
Harris, R., Moffat, J., & Kravtsova, V. (2011). In search of 'W'. Spatial Economic Analysis, 6(3), 249-270.
Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. H., & Friedman, J. H. (2009). The elements of statistical learning: data mining, inference, and prediction (Vol. 2, pp. 1-758). New York: springer.
Hechenbichler, K., & Schliep, K. (2004). Weighted k-nearest-neighbor techniques and ordinal classification.
Herrera Gomez, M. H. (2015). Econometría espacial usando Stata. Breve guía aplicada para datos de corte transversal.
IDECOR (2021): "Mapa de Valores de Tierra Urbana 2021". Recuperado de: https://www.mapascordoba.gob.ar
Kelejian, H.H. and I.R. Prusha (2010). Spatial models with spatially lagged dependent variables and incomplete data. Journal of geographical systems
Ley 27551. Modificación. CÓDIGO CIVIL Y COMERCIAL DE LA NACIÓN. http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/335000-339999/339378/norma.htm
Meinshausen, N. (2006). Quantile regression forests. Journal of Machine Learning Research, 7(Jun), 983–999.

Moran, P. A. (1950). Notes on continuous stochastic phenomena. Biometrika, 37(1/2), 17-23.
OSM (2022): “Openstreetmaps”. https://www.openstreetmap.org/
Serrano, R. M., & Vayá, E. V. (2002). Econometría espacial: nuevas técnicas para el análisis regional. Una aplicación a las regiones europeas. Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research, (1), 83-106.
Wolpert, D. H. (1992). Stacked generalization. Neural networks, 5 (2), 241–259.

Trazabilidad de fitosanitarios de uso agropecuario en la provincia de Córdoba – Nueva Receta Fitosanitaria Digital (rfd)

Gustavo Balbi[1], Lucia Lamberti[2], Guillermo Goloboff[2], Roxana Gili[1], Rosario Raspa[1], Judith Hid[1], Melani Pepermans[1], Exequiel Ricci[1], Camila Miserere[1], Ana Negrete[1], Diego Farias[1], Lorena Barale[3], Carolina Molina[3] y Irene Mac William[3]

[1]Dirección General de Fiscalización y Control (DGFyC), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAyG).
[2]Administración y Sistemas, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAyG).
[3]Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Sede Córdoba
{gusbal87, lucialamberti01, ggoloboff, gili.roxana, rosarioraspa, hidmariajudith, melani.pepermans, exequielricci420, camilamiserere, anitanegrete04, diegojfarias, lorebarale, molinacarolinaa, mairenmw}@gmail.com

Resumen: La Dirección General de Fiscalización y Control (DGFyC) del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Gobierno de la Pcia. de Córdoba (MAyG), es el área responsable del cumplimiento y control de la Ley 9164 de Productos Químicos o Biológicos de Uso Agropecuario. La mitad del territorio provincial, casi 8 millones de ha, se encuentran destinadas a la agricultura extensiva, que utilizan Fitosanitarios como insumos de producción. A partir del año 2021 la DGFyC, profundiza el proceso de digitalización de las herramientas de gestión de políticas públicas, mediante la implementación de la Nueva Receta Fitosanitaria Digital (RFD). El sistema establece la trazabilidad digital en la recomendación y utilización de fitosanitarios y la generación de datos espaciales de la producción, a partir de las responsabilidades relativas y la articulación entre los participantes públicos y privados. La Nueva Receta Fitosanitaria Digital de la Provincia de Córdoba, permite generar capas georreferenciadas y sistemas de información que aportan a un nuevo modelo de gestión y gobernanza, plural, participativo y tecnológicamente fiable sobre las acciones productivas, sociales y ambientales del territorio.

Palabras clave: RFD, fitosanitarios, digitalización, trazabilidad, Ley 9164

1. INTRODUCCIÓN

La provincia de Córdoba cuenta con 3,5 millones de habitantes (segunda del país), con el 40 % de la población en la Capital. Es la 5ta provincia más extensa. (16, 5 millones de has). Aproximadamente 8 millones de hectáreas se encuentran destinadas a la producción agrícola, valor cercano a la mitad de su territorio provincial. Córdoba aporta 1/3 de la producción de granos del país. Cuenta, además, con una de las mayores distribuciones urbanas del país, contabilizando 427 Municipios y Comunas en todo el territorio provincial, generando importantes áreas de periurbanos en la interface entre áreas rurales (suelo productivo) y urbanas.

La Dirección General de Fiscalización y Control (DGFyC) del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Gobierno de la Pcia. de Córdoba (MAyG), es el área responsable del cumplimiento y control de las Leyes de las cuales el Ministerio es autoridad de aplicación. Entre las leyes a cargo 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° el concepto de trazabilidad en la

cadena de actores que componen el uso de Fitosanitarios en el sector agrícola (extensivo e intensivo) de la Pcia 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. 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.
El sistema de RFD, posibilita consolidar su función como herramienta de trazabilidad entre actores involucrados. El formato de implementación abarca desde la confección por parte de un Asesor Fitosanitario habilitado (Ingeniero Agrónomo), hasta el cierre por parte del Usuario Responsable Solicitante, el Aplicador registrado y/o el Asesor Fitosanitario.
Los ejes centrales del sistema son: el valor otorgado a la georreferenciación, la visualización mediante distintos perfiles, la acreditación de identidad digital, la validación de registros con todos los actores participantes, la identificación de cultivos, tratamientos y dosis, la precarga de lotes, el trabajo de monitoreo en las aplicaciones, la determinación de ejidos municipales y departamentales, la demarcación de buffers de 500 y 1500 mts alrededor de los lotes tratados y la visualización de puntos sensibles como escuelas, apiarios o cultivos orgánicos, entre otros aspectos.
Estas características del sistema, 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 a nivel país y que permite la generación de datos espaciales de múltiples alcances y utilización en la gestión de las actividades del sector agropecuario.

2. DESCRIPCIÓN DE LA RECETA FITOSANITARIA DIGITAL (RFD)

La Receta Fitosanitaria es el documento a emitir por el Asesor Fitosanitario (Ing. Agrónomo Matriculado), toda vez que su recomendación implique la utilización de un producto químico o biológico de uso agropecuario (Ley 9164, CAP. XI). El Usuario Responsable es toda persona física y/o jurídica que explote un cultivo. Es todo aquel que se beneficia con el empleo de un producto químico o biológico de uso agropecuario. El Aplicador es el único responsable de la técnica de aplicación de productos fitosanitarios. (Cap. VIII Ley 9164 de la Pcia. de Córdoba).



Figura 1. Cadena de Trazabilidad en el Uso de Fitosanitarios de uso Agrícola en la Provincia de Córdoba

Una Receta Fitosanitaria, se encuentra enmarcada en el criterio de UNIDAD DE USO (CRITERIO: 1 RFD– 1 UNIDAD DE USO), que se resume en los siguientes puntos:

- Emitida por un Asesor Fitosanitario (Ing Agr registrado)

- 1 U.R. (productor)
- 1 cultivo
- 1 diagnóstico (o conjunto de diagnósticos)
- 1 tratamiento (o conjunto de tratamientos)
- Superficie determinada (lote o conjunto de lotes)
- Temporalidad acotada (30 días de validez en la recomendación de uso)

La RFD cuenta en su estructura con 2 etapas:

1. Apertura o Generación (previo al acto de aplicación de fitosanitarios).
2. Cierre o Conformación (posterior a la acción de aplicación).

En la Apertura, el Asesor Fitosanitario (AF) define un diagnóstico, un tratamiento, y especifica los productos fitosanitarios o fertilizantes recomendados para un cultivo, en una superficie y una temporalidad acotada (Proceso de Apertura en el sistema).

El AF ingresa desde la Plataforma CiDi Nivel 2- Verificado con su CUIL y clave personal.

En la apertura de la RFD una vez que acredita el vínculo digital se presentan cuatro pestañas a completar:

1. Acredita vínculo con el productor (N° DNI) y delimita el lote (definiendo superficie)
2. Define tipo de aplicación, diagnóstico/s y tratamiento/s para un cultivo en una fecha determinada.
3. Identifica productos y dosis recomendadas en el diagnóstico.
4. Condiciones meteorológicas y recomendaciones generales de la aplicación.

De esta manera se genera un documento con un número único, que se puede descargar como archivo PDF y es el medio de vinculación entre los actores involucrados en el proceso, quedando pendiente el cierre que se debe realizar una vez realizada la aplicación recomendada.

El cierre de la RFD se realiza posterior al acto de aplicación a través de la plataforma de CiDi Nivel 2. El UR (productor), el Aplicador o el AF (agrónomo), puede ingresar al Sistema de dos maneras: desde el archivo PDF de la RFD abierta o ingresando a la plataforma CiDi.

En el cierre de la RFD, una vez que acredita el vínculo digital se presentan tres pestañas a completar:

1. Se vincula el aplicador, la fecha y hora de la aplicación y la máquina utilizada.
2. Se confirman los productos comerciales utilizados en la aplicación.
3. Se verifican las condiciones meteorológicas pudiendo agregar alguna observación específica durante la aplicación y consultar los Centros de Acopio Transitorio de Envases Vacíos (CAT) que se encuentran cercanos al lugar donde se realizó la aplicación.

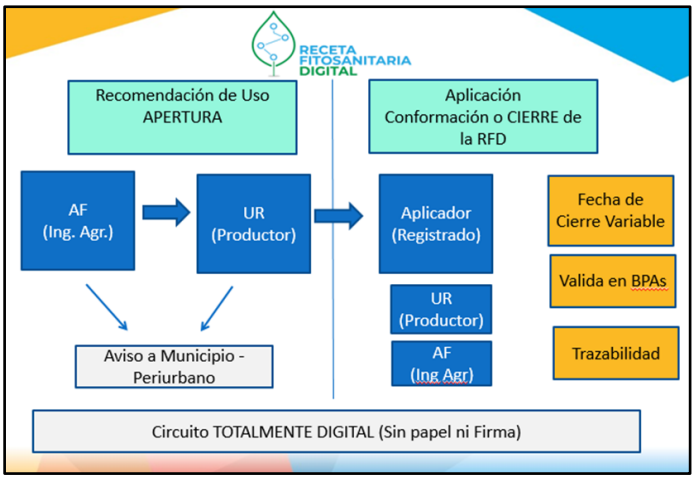


Figura 2. Esquema del funcionamiento operativo de la RFD

Perfiles de Usuarios de la RFD:

El sistema habilita distintos Perfiles de Usuarios los cuales ingresan a través de CiDi Nivel 2 y se les asignan diferentes perfiles según la información y usabilidad que requiera del mismo (Asesor, Productor, Aplicador, Equipo Soporte y Usurario Municipio).

A nivel de vinculación institucional el Sistema cuenta con un perfil de Autorizado Municipio, mediante el cual, un representante autorizado de municipio y/o comuna de nuestra provincia puede acceder a la información sobre las RFD donde los AF hayan referenciado a la localidad y visualizar en tiempo real toda la información sobre las mismas.

Cuenta, además, con un Equipo Soporte de asistencia y consulta permanente por parte de la Dirección de Fiscalización y Control del MAyG.

3. DESARROLLO DEL SISTEMA DE RFD

El Sistema se desarrolló utilizando una arquitectura de micro servicios dockerizados.

La arquitectura de microservicios (del inglés Micro Services Architecture) es un método de desarrollo de software que consiste en construir una aplicación como un conjunto de pequeños servicios, con operaciones bien definidas e independientes entre sí.

Existen dos micro servicios que son los que direccionan las acciones hacia el resto de los micro servicios de la aplicación y realizan las validaciones pertinentes: son el “gateway” y el “verificador de permisos”.

También existe el micro support que es el encargado de validar el ingreso al sistema, se comunica con cidi (también valida nivel de cidi) y con las vistas de aplicadores/asesores.

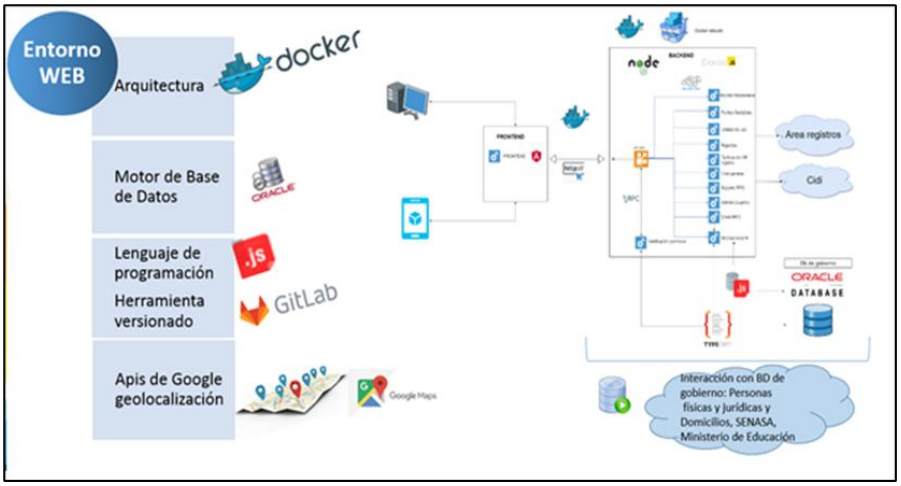


Figura 3: Entorno Web utilizado para el sistema de RFD

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 utiliza el api de Google Maps.

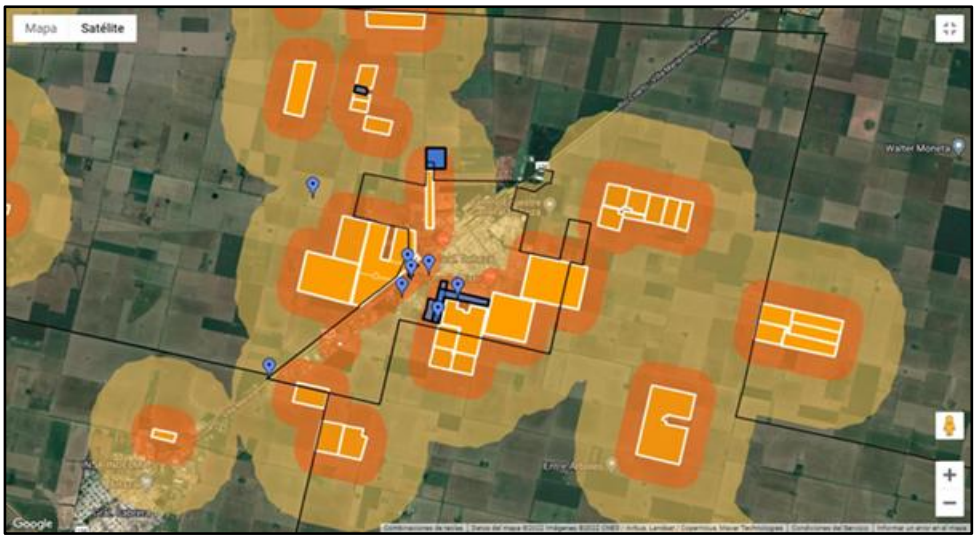


Figura 4: Visualización de RFD en un periurbano con lote cercano a puntos sensibles como escuelas rurales y apiarios

- La funcionalidad del sistema que se desarrolló en entorno web, está disponible en otros dispositivos, como pueden ser tablets o celulares, por ello es web responsive.
- Las escuelas rurales son consideradas puntos sensibles. Para su identificación y geolocalización se consume de una vista que provee el Ministerio de Educación.
- La información para visualizar la delimitación en el mapa de Google Maps 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).

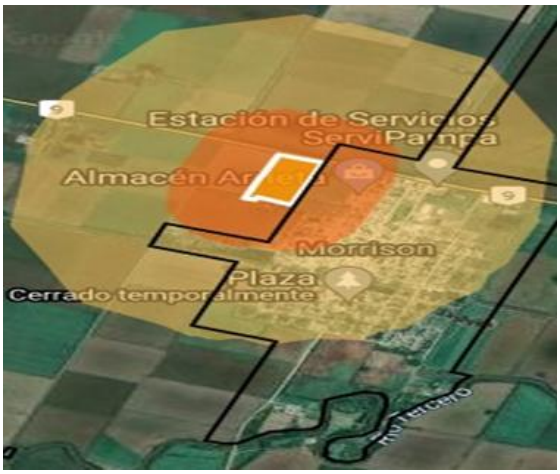


Figura 5: RFD con lote cercano a planta urbana de Morrison

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.

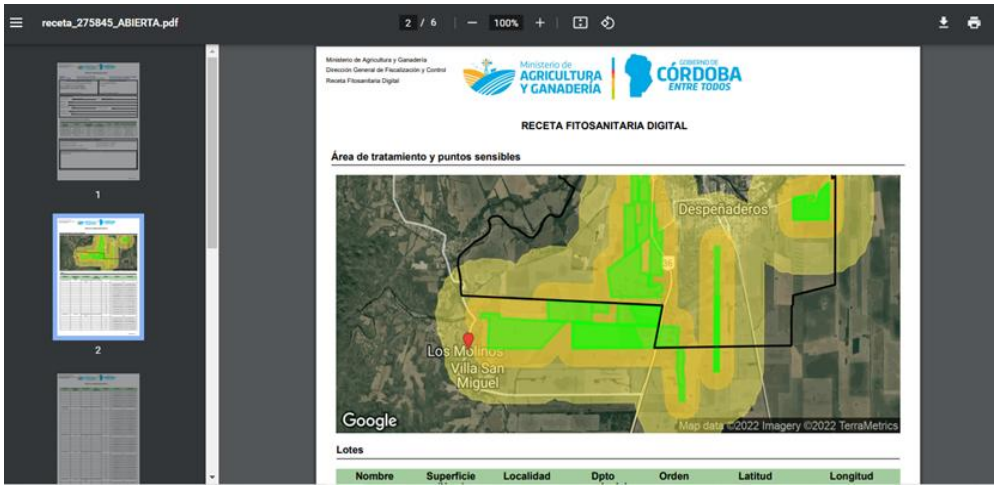


Figura 6: Formulario PDF de Receta Fitosanitaria Digital en estado abierto

4. RFD COMO HERRAMIENTA DIGITAL DE POLÍTICAS PÚBLICAS

El proceso de Digitalización de las herramientas de gestión de Políticas Públicas, en el caso de la Dirección General de Fiscalización y Control del MAyG, se sustenta en la implementación de la Nueva Receta Fitosanitaria Digital (RFD), la trazabilidad digital de los procesos productivos normados por Ley y la generación de complementariedades y sinergias de la información disponible en capas georreferencias y sistemas de información.

Este proceso de 2 años que demandó la generación de la Nueva Receta Fitosanitaria Digital (RFD), comienza a principios del año 2020, en un trabajo articulado de la Dirección de Fiscalización y Control junto a la Universidad Tecnológica Nacional (Córdoba), que fue complementado y consensuado con todos los actores de la cadena agropecuaria, en particular el Colegio de Ingenieros Agrónomos de la Pcia de Córdoba (CIAPC), Universidad Nacional de Córdoba, Universidad Nacional de Villa María, Universidad Nacional de Río Cuarto, Entidades Agropecuarias (CREA, SRRC, Aproduco, y otras entidades y representantes del sector), INTA, equipos técnicos de Municipios y Comunas y en particular los profesionales Ing. Agrónomos responsables de la generación de la recomendación de Uso.

En este contexto, el trabajo de ordenamiento de periurbanos con Municipios, se aborda mediante Convenios de Manejo de Uso Responsable de Fitosanitarios (73 firmados desde finales del 2019 a la fecha). A esto se suma el trabajo de monitoreo de las aplicaciones por parte de los equipos de los Gobiernos Locales, mediante el uso del perfil Usuario Municipio del sistema de RFD, con 40 municipios adheridos a la fecha (junio 2022).

En relación a las Buenas Prácticas Fitosanitarias, el Gobierno de la provincia de Córdoba adhiere y se compromete con la agenda 2030, de 17 ejes de Desarrollo Sostenible de la ONU. El Programa de Buenas Prácticas Agropecuarias (BPAs), promueven la producción responsable de alimentos, el cuidado de los recursos y la sostenibilidad ambiental, mediante la validación de 12 prácticas productivas enmarcadas en los ejes de Desarrollo Sostenible. En este contexto, la RFD, como instrumento legal del uso de productos fitosanitarios, válida la práctica de Trazabilidad Fitosanitaria como parte del Programa de BPAs en la provincia de Córdoba.

Por último, el sistema de RFD, se articula con otras áreas y programas del MAyG que complementan sus acciones, tales como el Programa “Integración a la Comunidad”, el Plan

Provincial Agroforestal, la Red de Agricultura Familiar, las agencias Territoriales del Ministerio y el mencionado Programa de Buenas Prácticas Agropecuarias entre otros.

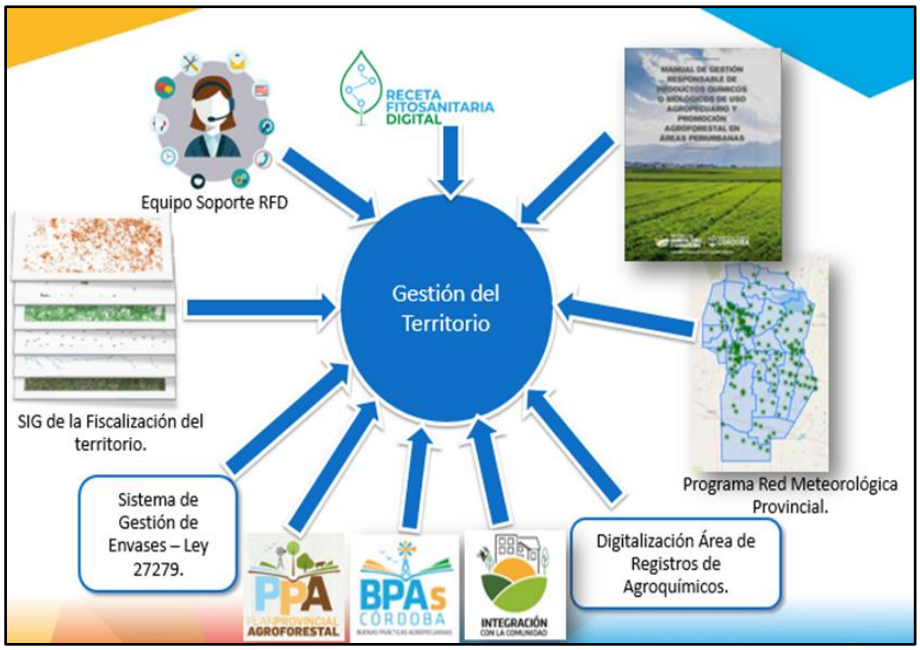


Figura 7. La Receta Fitosanitaria Digital como parte de las Herramientas de gestión del Territorio del MAyG

Cabe destacar que el sistema actúa sobre formato Gobierno y que todos los costos y gastos operativos del sistema están a cargo del MAyG, siendo una herramienta totalmente gratuita para los actores del sector agropecuario y los gobiernos locales.

5. APORTES de la RFD A SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS

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 los requisitos para realizar la RFD y conociendo la superficie total ocupada por la actividad agrícola brindada por la plataforma IDECOR, podemos obtener diversidad de datos y generar distintas capas de información.

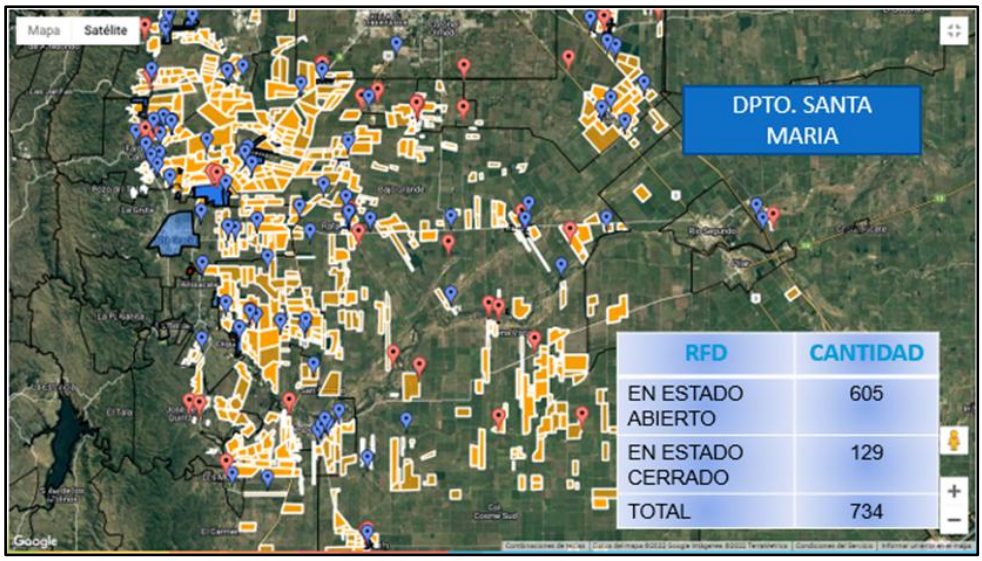


Figura 8: Distribución de RFD del Dto. Santa María de la provincia de Córdoba entre el 20 de septiembre del 2021 y el 9 de junio del 2022

A partir de la geo localización 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 9 de junio del 2022 la superficie ocupada fue de 1.4 millones de hectáreas, que corresponden a más de 27.000 recetas entre generadas y aplicadas, representadas en la Figura 9.

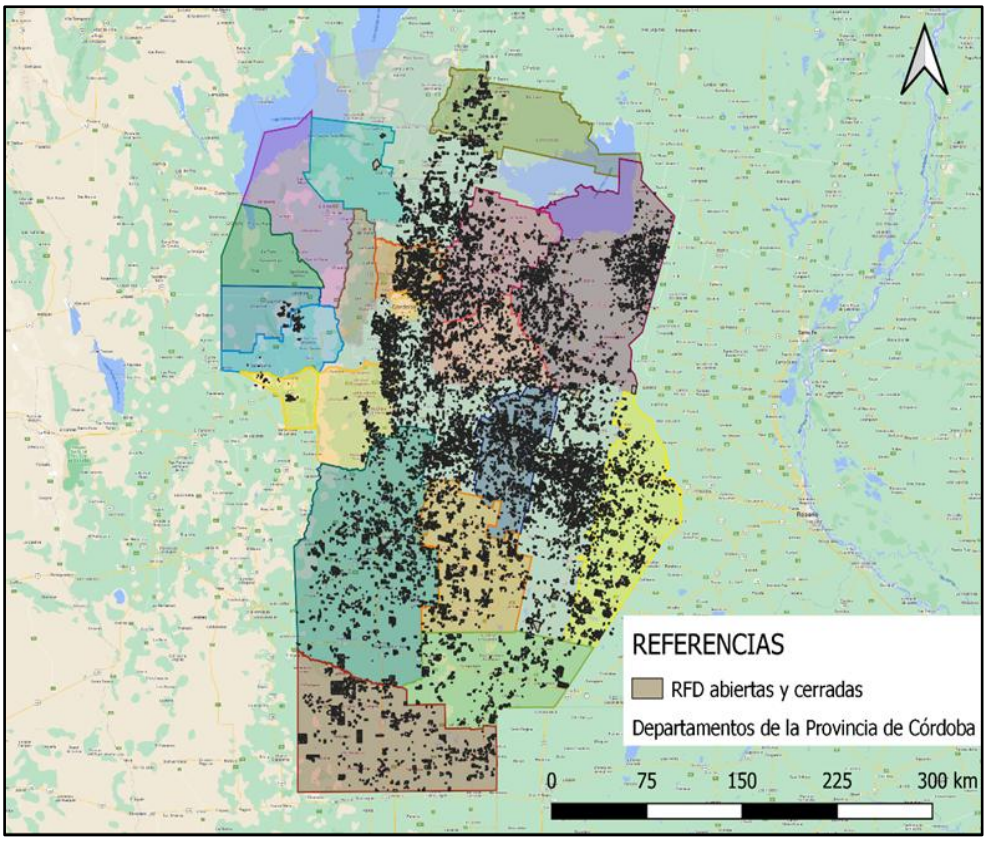


Figura 9: Distribución del Total de RFD de la provincia de Córdoba entre el 20 de septiembre del 2021 y el 9 de junio del 2022

- El sistema permite al responsable de soporte filtrar por cultivos, tipos de diagnósticos y clases toxicológicas lo que facilita realizar análisis con software GIS, pudiendo estimar por ejemplo las superficies ocupadas por cada uno de los atributos filtrados y en diferentes periodos de tiempo.
- Se puede estimar los Departamentos provinciales con mayores superficies ocupada con RFD.
- También, es posible analizar y Geo localizar de plagas predominantes tratadas, en cierto periodo de tiempo.

Distribución de cultivos a partir de RFD (septiembre 2021 - junio 2022)

En los siguientes ejemplos podemos visualizar la distribución espacial de distintos cultivos, mediante la recomendación de uso de la RFD.

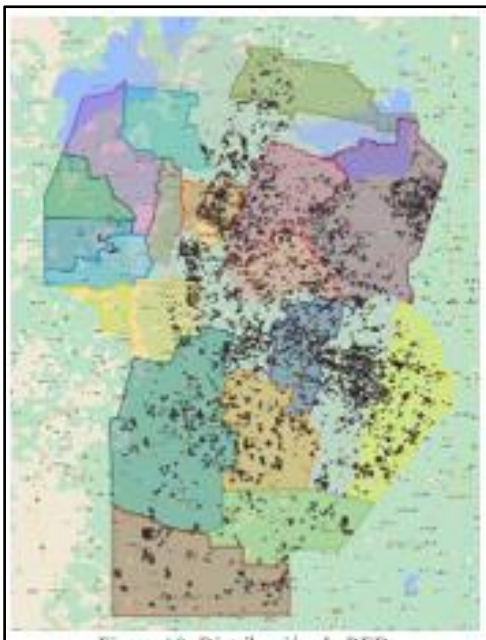


Figura 10: Distribución de RFD correspondientes a Soja

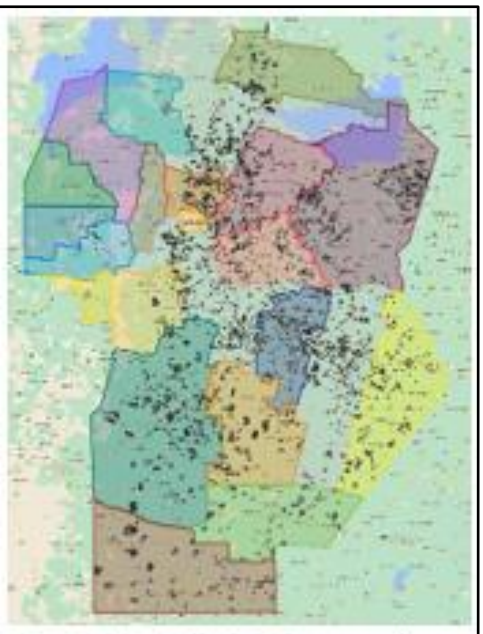


Figura 11: Distribución de RFD correspondientes a Maíz

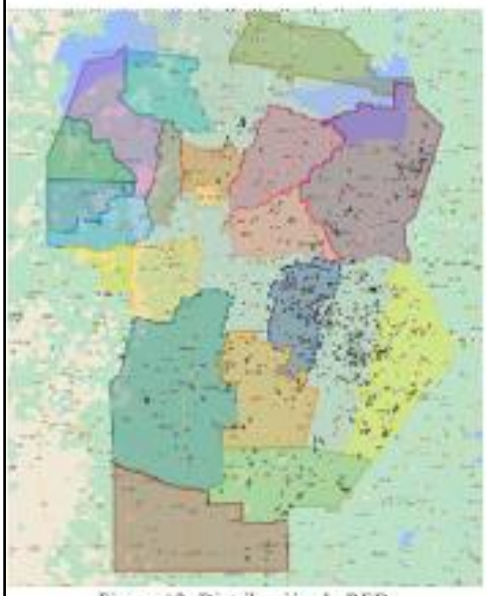


Figura 12: Distribución de RFD correspondientes a Trigo



Figura 13: Distribución de RFD correspondientes a Maní

De este modo, si bien existen restricciones de acceso en resguardo de las normativas vigentes, el sistema permite generar capas de información que puedan ser utilizables por otros actores institucionales y/o usuarios específicos.

Como ejemplo, el MAyG junto a IDECOR, ha puesto a disposición pública, las capas de información referidas a consorcios de conservación de suelos, red de estaciones meteorológicas, buenas prácticas agropecuarias, etc, desarrollando mapas que integran la IDE provincial.
En resumen, la RFD es más que una herramienta legal, porque contiene información fidedigna en cuanto a cultivos por lote, tratamientos realizados, fechas, ubicaciones geográficas, etc., generando un conjunto de información de gran utilidad para todos los actores de la cadena de trazabilidad de fitosanitarios del sector agropecuario de la Pcia. De Córdoba.

6. CONCLUSIONES

La Receta Fitosanitaria Digital (RFD), tiene por objetivo de gestión, sostener y consolidar a la Pcia. de Córdoba, como territorio pionero en la trazabilidad, control y fiscalización del uso de fitosanitarios, a partir de instrumentos fiables, enmarcados legalmente y sostenidos en el consenso de los actores del sector agropecuario en particular y de la comunidad en general.
El sistema de trazabilidad que establece la Ley 9164, promueve (mediante uso de la Receta Fitosanitaria Digital), un sistema de Registros, con autoridad de aplicación normativa, con Asesores Fitosanitarios, Usuarios Responsables, Aplicadores y demás actores, en función de la Producción sostenible de alimentos y el cuidado de los recursos y el ambiente.
El uso de la Receta Fitosanitaria Digital, los acuerdos de gestión con Municipios (73 Convenios Firmados), el monitoreo conjunto con Gobiernos Locales y el desarrollo de programas de gestión, son herramientas que fomentan e incentivan las Buenas Prácticas Agropecuarias que se encuentran (por definición y agenda), intrínsecamente ligadas al ejercicio de las Buenas Prácticas Fitosanitarias.
La agenda 2030 de la ONU, establece 17 objetivos de Desarrollo Sostenible. El objetivo N°12 hace referencia a la producción y consumo responsable. Se promueven a partir de estos ejes, las buenas prácticas en la producción de alimentos, el cuidado de los recursos y la sostenibilidad ambiental
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 trabajo.
También hacer mención a los Ingenieros Agrónomos que, mediante el ejercicio responsable de su labor profesional, generan y sostienen la RFD como instrumento de trazabilidad y gestión normativa de la Ley 9164.
A la Comisión de Fitosanitarios del CIAPC en las personas de la Ing. Agr Mónica Fraresso y del Ing. Agr. Facundo Méndez, como así también en la del Presidente Daniel Cavallín por su permanente participación y apoyo en el proyecto.
A los integrantes de la subcomisión de Capacitación de la Ley 9164, integrada por representantes de Universidades, INTA, SENASA, CIAPC entre otros.
A Mario Piumetto y Hernán Morales de IDECOR, por su apoyo y acompañamiento en la elaboración de esta publicación.
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

REFERENCIAS

Decreto Reglamentario N° 132-05. Boletín Oficial de la Provincia de Córdoba, 30 de mayo de 2005.

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.

Resolución Ministerial N° 238. Boletín Oficial de la Provincia de Córdoba, 23 de noviembre de 2021.

PÓSTER

Sistemas de Información Geográfica para el ordenamiento ambiental del territorio. Aportes desde el proyecto "Incorporación de la conservación de la biodiversidad y el manejo sostenible de las tierras en la planificación del desarrollo: operacionalizar el Ordenamiento Ambiental del Territorio en la Argentina"

Luis Dóvalo[1], Ulloa, Karen[1], Jorge Blanco[1], Pamela Zamboni[1] y Nicolás Caloni [1]

[1]Proyecto ARG PNUD 19/G24, Dirección Nacional de Planificación y Ordenamiento Ambiental del Territorio (DNPyOAT), Secretaría de Políticas Ambientales en Recursos Naturales (SPARN), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF). San Martín 451, Oficina 2° 215 y 214, (C1004AAI), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Tel.: 11-43488200 Int 8332.
{ldovalo, kulloa, jblanco, lzamboni, ncaloni}@ambiente.gob.ar

Resumen: El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, a través de la Secretaría de Políticas Ambientales en Recursos Naturales, ejecuta el proyecto con financiamiento del Fondo Mundial para el Medio Ambiente y con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, como agencia de implementación, y con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, el Instituto Nacional de Asuntos Indígenas y las autoridades ambientales de las provincias de Buenos Aires, Jujuy y Mendoza como socios. Se implementa en 9 sitios piloto con paisajes representativos en las provincias del proyecto. Entre sus resultados se establecerán: "estrategias y un marco federal favorable para afianzar el Ordenamiento Ambiental del Territorio. Apoyar la implementación en hábitats y ecosistemas prioritarios para reducir la presión de sectores clave de producción (agropecuario, minería e infraestructura periurbana)". Para esto se desarrolló un Sistema de Información Ambiental actualizado y estandarizado para soporte del proceso del Ordenamiento Ambiental Territorial y toma de decisiones, en articulación con la IDE Ambiente (Centro de Información Ambiental - Sistema Integrado de Información Ambiental), siguiendo criterios de IDERA. Actualmente, el Sistema de Información Ambiental cuenta con un Geoportal operativo con 90 capas, 6 mapas, 2 documentos y 20 usuarios, en articulación con el Sistema Integrado de Información Ambiental y con la IDE Ambiente. Se cuenta además con un SIG local. Se espera continuar actualizando el Sistema de Información Ambiental en vinculación con los socios del proyecto, la IDE Ambiente y la IDERA.

Palabras Clave: ordenamiento ambiental territorial, sitios pilotos, biodiversidad, GeoNode, GEF, PNUD

Uso de una GeoStory para promoción de un Bus Turístico por la ciudad de Posadas "La Jangada" y la IDE Posadas

Diego Alberto Godoy[1], Nahuel Balletbo[1], Luna Blanco[1] y Lucas Jardín[1]

[1]Dirección General de Estudios de Territorio, Secretaría de Movilidad Urbana, Municipalidad de Posadas. Avenida Cabred 1741, Posadas, Misiones, (3300).
mov.urb{dieogodoy, nahuelballetbo, lunablanco, lucasjardin}@gmail.com

Resumen: En este trabajo se presenta la utilización de una GeoStory para la promoción del City Tour "La Jangada", diseñado y organizado por la Secretaría de Movilidad Urbana de la Municipalidad de Posadas. Una GeoStory (también llamada StoryMap) es una herramienta de MapStore integrada en GeoNode que permite crear historias inmersivas mediante la combinación de texto, mapas interactivos, contenidos multimedia como imágenes, videos u otros contenidos de terceros. En este caso se exponen las características generales del City Tour, con breves descripciones y fotos actuales e históricas de los sitios más importantes de la ciudad de Posadas por donde pasa el bus a fin de dar a conocer la ciudad a todos los visitantes. Para ello, desde el portal del nodo IDE Posadas. Como resultado de la experiencia en la utilización de una GeoStory, se puede decir que es una forma innovadora de reutilizar el contenido típico de un nodo IDE, como son las capas de datos y mapas, agregando contenido multimedia, una forma de navegar el mismo de manera inmersiva y una forma de acercar al público en general a la IDE Posadas.

Palabras Clave: nodo IDE Posadas, GeoStory, GeoNode, La Jangada, City Tour

Portal Federal de los Recursos Hídricos de la República Argentina

César Suaya[1], Gabriela Capdevila[2], Tomás Agustín Moyano Reartes[2], Guido Briones[2] y Martina Franzone[2]

[1]Consejo Hídrico Federal (COHIFe). San Martín 320, Buenos Aires, (C1004AAH). Tel.: 011-31493027.
cesarsuaya@gmail.com
[2]Ciampagna. Pasaje Santo Tomás 341, Córdoba, Córdoba (5000). Tel.: 0351-4259096
{gabriela.capdevila, tomas.moyano, guido.briones, martina.franzone}@ciampagna.com

Resumen: El Portal Federal de los Recursos Hídricos de la República Argentina es un sitio web con información georreferenciada de recursos hídricos naturales y artificiales, convertido en una herramienta de difusión y soporte para la toma de decisiones, que aporta conocimiento territorial a la gestión, otorgando agilidad al análisis y automatización de la información. El Consejo Hídrico Federal está conformado por los Estados provinciales, la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y el Estado Nacional, creado como instancia federal para el tratamiento de los aspectos de carácter global, estratégico, interjurisdiccional e internacional de los Recursos Hídricos. El Portal persigue el objetivo de lograr la integración de la información hídrica del país, con otros sistemas de información, facilitando, a través del conocimiento territorial, la toma de decisiones en los sectores públicos y privados, y potenciar la implementación de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) en todo el País. Para lograrlo, y partiendo de un trabajo previo de Nación, las provincias trabajaron sobre una capa GIS para generar un mapa de cuencas interjurisdiccionales actualizable, constituyéndose en un instrumento fundamental para la gestión de los recursos naturales relacionados con el GIRH, y en información de base para estudios específicos sobre el territorio.

Palabras Clave: seguridad hídrica, GIRH, hídricos, cuencas, SIG

Sistemas de información hidrometeorológica de la Administración Provincial de Recursos Hídricos de Córdoba

César Suaya[1], Alejandro Aleksinkó[1], Victoria Chiodi[1], Tomás Agustín Moyano Reartes[2], Javier Pintos[2], Marcelo Loza[2] y Agustín Cánovas[2]

[1]Administración Provincial de Recursos Hídricos (APRHi). Humberto 1º 607, Córdoba, Córdoba (5000). Tel.: 0351-4321200.
{cesarsuaya, alejandro.aleksinko, victoria.chiodi}@cba.gov.ar
[2]Ciampagna. Pasaje Santo Tomás 341, Córdoba, Córdoba (5000).
Tel.: 0351-4259096
{tomas.moyano, javier.pintos, marcelo.loza, agustin.canovas}@ciampagna.com

Resumen: El Sistema de Información Hidrometeorológica (SIHM) concentra el resultado de más de 25 años de trabajo con datos meteorológicos de la provincia de Córdoba. Las estaciones meteorológicas manuales se tecnificaron fuertemente a partir del año 2017 con la puesta en funcionamiento de la Administración Provincial de Recursos Hídricos, y luego, en 2019, con el lanzamiento del Portal de Información Hídrica de Córdoba. En el SIHM se pueden consultar los valores medidos de variables meteorológicas obtenidas cada 10 minutos, de las 243 estaciones meteorológicas automáticas que la provincia tiene en todo su territorio, y que pertenecen al Ministerio de Servicios Públicos, APRHI, Ministerio de Agricultura y Ganadería, entre otros organismos públicos. A la vez, el SIHM es alimentado por valores que surgen de campañas de mediciones manuales (aforos de caudales y niveles), que se realizan periódicamente desde la APRHI, y que se complementan con la información provista por las estaciones meteorológicas. Dicha información generada, y su vinculación permanente con otros sistemas, permite mejorar la toma de decisiones en la gestión de los recursos hídricos, con el objetivo específico de garantizar la seguridad hídrica de la provincia.

Palabras Clave: seguridad hídrica, GIRH, hídricos, meteorológico, SIG

Estandarización de cartografía histórica y su incorporación a una infraestructura de datos espaciales: el caso de la región metropolitana de Buenos Aires

Marina Miraglia[1] y Daniela Natale[1]

[1]Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS). Juan María Gutiérrez 1150, Los Polvorines, Buenos Aires (1613). Tel.: 011-446977980.
{mmiragli, dnnatale}@campus.ungs.edu.ar

Resumen: Uno de los desafíos planteados en el ámbito de la infraestructura de datos espaciales y las tecnologías de la información geográfica aplicadas a los estudios territoriales es la incorporación y procesamiento de las fuentes secundarias históricas y actuales (documentales y cartográficas, principalmente) de modo que se pueda gestionar y tratar la información histórica mediante el uso de estas geotecnologías y hacer más eficiente el manejo de bases de datos geográficas, datos espaciales y la información descriptiva conexa, como insumos para el análisis espacial del desarrollo histórico del territorio metropolitano. En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivos compartir la metodología de estandarización de datos geográficos históricos para su posterior incorporación a una infraestructura de datos espaciales y exponer la adecuación de los catálogos geográficos utilizados (IGN e IDERA) a la vectorización de información geográfica histórica.

Palabras Clave: cartografía histórica, estandarización, vectorización, infraestructura de datos espaciales

Desarrollo de un nodo IDE universitario en el marco de trabajos finales de posgrado

Laura Balparda[1,2], Agustín Ibars[2], Nahuel Martínez[3], Ramiro Mata[2], Diego Mestre[2,4], Diego López[1,2], María Cristina Pacino[2], Gabriel Barrios[5], María Alejandra Barrera[2], Paola Bongiovani[6], Dardo Delorenzi[4] y María Esteva[6]

[1]Área de Sensores Remotos (ASR), Escuela de Agrimensura, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR). Carlos Pellegrini 250, piso 3, Rosario (2000), Santa Fe. Tel.: 0341-4802649 int. 223.
{balparda, dlopez}@fceia.unr.edu.ar
[2]Especialidad en Infraestructura de Datos Espaciales, Escuela de Posgrado y Educación Continua (EPEC), Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR). Carlos Pellegrini 250, planta baja, Rosario (2000), Santa Fe. Tel.: 0341-4802655.
{agustin.ibars, mataramiro, marita.latingeo}@gmail.com, mpacino@fceia.unr.edu.ar, diego_mestre@hotmail.com
[3]Proyecto Cinturón Verde Rosario (PCV), Dirección de Innovación y Emprendedorismo, Secretaría de Desarrollo Económico y Empleo. Municipalidad de Rosario. (MR). Avenida Belgrano 658, Rosario (2000), Santa Fe. Tel.: 0341-4802288.
n.martinez173@gmail.com
[4]Escuela de Agrimensura, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR). Carlos Pellegrini 250, piso 3, Rosario (2000), Santa Fe. Tel.: 0341-4802649 int. 117.
dmestre@fceia.unr.edu.ar
[5]Subsecretaría de Informática, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA), Universidad Nacional de Rosario (UNR). Carlos Pellegrini 250, piso 1. Rosario (2000), Santa Fe. Tel.: (0341) 4802649 int. 246.
gbarrios@fceia.unr.edu.ar
[6]Datos Abiertos UNR, Universidad Nacional de Rosario (UNR). Maipú 1065. Rosario (2000), Santa Fe.
pbongiovani@gmail.com; maria@tacc.utexas.edu

Resumen: En un contexto de trabajo interdisciplinario –integrado por investigadores, profesionales, docentes y estudiantes– se planteó desarrollar un nodo IDE para la Universidad Nacional de Rosario, con una activa participación de estudiantes de posgrado, donde puedan realizar sus trabajos finales en la Especialidad Infraestructura de Datos Espaciales. A los fines de su implementación y de las pruebas preliminares, se seleccionó como temática de trabajo el monitoreo de predios hortícolas y extensivos, ubicados en el área periurbana de la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina); considerando los antecedentes en materia de detección de cultivos utilizando imágenes satelitales y la experiencia en el marco del Proyecto Cinturón Verde de Rosario. En el diseño del nodo IDE se siguieron las recomendaciones y especificaciones planteadas por IDERA. En tanto que, en las pruebas preliminares se utilizaron datos vectoriales (límite departamental y áreas productivas) y ráster (temperatura superficial obtenida de imágenes satelitales Landsat 8). En una primera instancia,

el proyecto buscó beneficiar directamente a los productores hortícolas ubicados en el cinturón verde de Rosario y a los tomadores de decisiones. A futuro, dado el diseño del nodo IDE, se espera favorecer la difusión de diferentes investigaciones de la Universidad Nacional de Rosario, basadas en el análisis de datos espaciales.

Palabras Clave: creación de infraestructura, datos geográficos, universitario

Inteligencia territorial en la oferta turística de la ciudad de Córdoba

Fernanda Cordón[1], Gabriela Golletti[1], Mauro Santamaría[1], Guido Briones[1] y Natalia Raptópulos[1]

[1]Observatorio Turístico, Dirección General de Turismo, Municipalidad de Córdoba. Avenida Colón 778, piso 5, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.: 0351- 8665766.
observatorioturistico@cordoba.gov.ar

Resumen: La crisis sanitaria ocasionada por el covid-19 mostró la fragilidad del sector turístico a nivel mundial y la ciudad de Córdoba no fue la excepción. En ese contexto, fue clave incluir los avances tecnológicos a todos los procesos de la actividad turística y más en la etapa de organización y planificación, teniendo en cuenta que gestionar destinos de manera inteligente significa innovar e incorporar tecnología, pero también es mejorar los procesos en la administración y el análisis de la información disponible para optimizar las experiencias y el bienestar del turista. El entrenamiento en herramientas GIS permitió analizar el comportamiento de la oferta formal de establecimientos para alojamiento a lo largo del tiempo en términos de plazas, servicios, etc., lo que posibilitó dimensionar, por ejemplo, el efecto covid-19 en la ciudad. A su vez se logró visualizar el crecimiento de la oferta informal de alojamiento versus la oferta registrada. El nuevo diseño del sitio *web* de turismo permitirá acercar a los internautas una solución integral al momento de buscar alojamiento en la ciudad, insertando a su vez la app "cerca de mi" con los múltiples atractivos que brinda la ciudad.

Palabras Clave: gestión territorial, turismo, alojamiento

Portal de Información Hídrica de Córdoba

César Suaya[1], Alejandro Aleksinkó[1], Victoria Chiodi[1], Gabriela Capdevila[2], Tomás Agustín Moyano Reartes[2], Lucas Bonacossa[2], Natalia Raptópulos[2] y María Emilia Nigro[2]

[1]Administración Provincial de Recursos Hídricos (APRHI). Humberto 1º 607, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.: 0351-4321200.
{cesarsuaya, alejandro.aleksinko, victoria.chiodi}@cba.gov.ar

[2]Ciampagna. Pasaje Santo Tomás 341, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.: 0351-4259096.
{gabriela.capdevila, tomas.moyano, lucas.bonacossa, natalia.raptopulos}@ciampagna.com

Resumen: El Proyecto Portal de Información Hídrica de Córdoba surge de reconocer la relevancia del agua para la sociedad, su valoración como recurso vital para la vida y el desarrollo, y la necesidad de gestionarla de manera integrada. El objetivo general es lograr la implementación de un portal web, con información hídrica de la provincia de Córdoba, disponible en forma permanente, con acceso según nivel de usuario, desde cualquier lugar y momento, y que se adopte como herramienta soporte para la toma de decisiones. Los objetivos específicos sobre los que se trabajó, fueron: el desarrollo de visualizadores temáticos y aplicaciones de edición específicas; integración de datos procesados y validados por diferentes áreas; desarrollo de un registro y catastro de las aguas; implementación de buenas prácticas de trabajo para el manejo de datos. Como resultado del manejo sistematizado de la información geográfica de los recursos hídricos, a través de aplicaciones web, móviles y tableros de control, ha permitido identificar su interrelación territorial, con otras áreas de las ciencias, en pos de planificar, implementar, y evaluar políticas públicas que contribuyan, y promuevan, el cumplimiento del Objetivo del Desarrollo Sostenible 6 para garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible.

Palabras Clave: GIRH, gestión, hídricos, portal, SIG

Herramientas geoespaciales en la gestión de la salud de la ciudad de Córdoba

Julieta Durán[1], Helios García Dolz[1], Alicia Díaz[1], María Eugenia Peisino[1], Cecilia Muñoz Del Toro[1], Ariel Aleksandroff[1], Guido Briones[1], Diana Díaz[1] y Martina Franzone[1]

[1]Dirección de Epidemiología, Secretaría de Salud, Municipalidad de Córdoba. Sarmiento 480, Córdoba (X5000EYJ), Cordoba. Tel.: 0351-4332754 o 0351-4285600 int.4530 al 4533.
epidemiologiamunicipalcba@gmail.com

Resumen: La tuberculosis (TB) es una infección bacteriana potencialmente grave y contagiosa que afecta a los pulmones, y que puede propagarse a otros órganos. Se contagia entre personas al toser o estornudar. Es un importante problema de salud pública, por lo que está regulada por un programa de alcance nacional que delimita objetivos y acciones para su control. El Sistema Integrado de Información Sanitaria Argentina (SISA) es un instrumento de recolección de datos de diferentes eventos de salud, entre ellos la tuberculosis. Para contenerla se debe desarrollar una estrategia ágil y dinámica de control basado en conocimientos actualizados de alcance a todos los habitantes del área a vigilar. Por esto, se desarrolló un tablero de gestión donde son georreferenciados los casos que se notifican a través del SISA en el departamento Capital de la provincia de Córdoba. Se presentan los datos a través de un mapa en conjunto con sus características epidemiológicas y clínicas. El tablero proporciona la agilidad requerida de monitorizar el evento permitiendo la visualización integrada de los datos recopilados en territorio y recuperados a través de la herramienta SISA que alimenta. De esta manera, es posible diseñar medidas oportunas de intervención para lograr los objetivos de los programas diseñados para control de enfermedades.

Palabras Clave: tuberculosis, salud, control de enfermedades

Implementación de herramientas geoespaciales en la emergencia sanitaria en Villa Páez, ciudad de Córdoba

Helios García Dolz[1], Alicia Díaz[1], María Eugenia Peisino[1], Cecilia Muñoz Del Toro[1], Ariel Aleksandroff[1], Carlos Alejandro Benazzoli[1], Martín Cristian Ángel Chavarini[1] y Martina Franzone[1]

[1]Dirección de Epidemiología, Secretaría de Salud, Municipalidad de Córdoba. Sarmiento 480, Córdoba (X5000EYJ), Córdoba. Tel.: 0351-4332754 o 0351-4285600 int.4530 al 4533
epidemiologiamunicipalcba@gmail.com

Resumen: Los SIG son un insumo fundamental para la gestión de riesgos en un territorio. En el presente póster compartimos nuestra experiencia de implementación de herramientas de análisis geoespacial para gestionar la emergencia de desborde cloacal, producida en octubre de 2021 en la zona del barrio Villa Páez (noroeste de la ciudad de Córdoba). Si bien desde la Dirección de Epidemiología de la Municipalidad de Córdoba dependiente de la Secretaría de Salud se venía trabajando con herramientas SIG de escritorio, recientemente se incorporaron nuevas herramientas *web* y móviles conectadas a una misma base de datos integrada y alojada en la nube. Esto permitió que múltiples actores, sin conocimientos en SIG, rápidamente se apropiaran de dichas herramientas, generaran información espacial, interactuaran, analizaran y tomarán decisiones basada en evidencia de base territorial, logrando reducir los tiempos de acción ante la emergencia. La respuesta generada a la zona fue ajustada a la realidad, teniendo un monitoreo de la salud de la población afectada en tiempo real. Contar con un mapeo de la situación epidemiológica, permitió también detectar que la distribución espacial del impacto se extendía de los límites del desborde cloacal a zonas muy alejadas, debido al traslado de las personas.

Palabras Clave: gestión de riesgos, salud, control de enfermedades, desborde cloacal, epidemiología

Relevamiento de incendios forestales mayores a 50 hectáreas en la provincia de Catamarca en el año 2020, mediante uso de imágenes satelitales y aplicación de sistema de información territorial

Fernanda Romero[1], Matías Seco[1], Serapio Bravo[1], Marcela Montivero[1] y Marcelo Savio[1,2]

[1]Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas (FTyCA), Universidad Nacional de Catamarca (UNCA). Avenida Maximio Victoria 55, Catamarca (4700), Catamarca.
[2]Instituto de Monitoreo y Control de la Degradación Geoambiental (IMCoDeG), Catamarca.
{eliromero2811, matute.seco94, bravo.agrim}@gmail.com, mmontivero@tecno.unca.edu.ar, msavio@unca.edu.ar

Resumen: Catamarca fue la provincia más afectada respecto a incendios forestales en el noroeste argentino en el año 2020, se encuentra sexta a nivel país, donde la superficie afectada por las llamas supera las 30000 ha. Los incendios generan un impacto ambiental porque afectan a la biodiversidad, tanto de forma directa como indirecta. El fuego origina una alteración significativa en el sistema natural que provoca la pérdida de biomasa y estructura vegetal, fragmentación de hábitats y pérdidas de especies de la región. La provincia cuenta con la Ley N° 5311 de "Bosques nativos. Ordenamiento ambiental y territorial". Tiene como finalidad promover y garantizar la protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación, aprovechamiento y manejo sostenible del bosque nativo, así como la valoración de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad. En este estudio se establecen los criterios para el ordenamiento territorial de los bosques nativos y la zonificación resultante en la provincia. Debido a la falta de un registro gráfico por parte de los organismos encargados de esta problemática, se realizó este trabajo, para representar las zonas dañadas y mostrar las superficies afectadas en un Sistema de Información Territorial.

Palabras Clave: incendios, sistema de información territorial, bosques nativos, biodiversidad

Sistema de información territorial para el análisis de la infraestructura y señalización vial en el sector norte de la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca

Ana Cecilia Cedrón[1], María Alejandra Perna[1], Marcela Elizabeth Montivero[1] y Marcelo Ernesto Savio[1,2]

[1]Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas (FTyCA), Universidad Nacional de Catamarca. Avenida Maximio Victoria 604, Catamarca (4700), Catamarca.
[2]Instituto de Monitoreo y Control de la Degradación Geoambiental (IMCoDeG). Avenida Maximio Victoria 604, Catamarca (4700), Catamarca. Tel.: 3834-935744, 3834-659850.
{anacedron43, pernaale1}@gmail.com, mmontivero@tecno.unca.edu.ar, msavio@unca.edu.ar

Resumen: La ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca está conformada por diversos sectores urbanos y algunos de ellos con accesos precarios y circulación insegura, debido a que sus calles y principales avenidas se encuentran desprovistas de elementos necesarios para una correcta circulación de vehículos y peatones bajo las normas vigentes de seguridad vial, y en vista de que contempla faltantes de elementos necesarios para alcanzar los estándares de confort mínimos correspondientes, se propone este sistema de información territorial para el análisis de la infraestructura y señalización vial como una herramienta para caracterizar y evidenciar esas limitantes y potencialidades del territorio, así como de las posibles mejoras barriales, y diagnosticar la situación actual del espacio urbano y las necesidades de accesibilidad existentes, obteniendo un proyecto piloto, que podrá ser utilizada en otras zonas de la ciudad.

Palabras Clave: sistema de información territorial, señalización, estándares, proyecto

Sistema de información territorial para el análisis de ocupación de parcelas registradas a nombre del Estado provincial

Romina de los Ángeles Ortega[1], Jorge Luis Soria[1], Marcela Elizabeth Montivero[1], Marcelo Ernesto Savio[1,2], Erlinda del Valle Ortiz[1,3]

[1]Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas (FTyCA), Universidad Nacional de Catamarca (UNCA). Avenida Maximio Victoria 55, Catamarca (4700), Catamarca.
[2]Instituto de Monitoreo y Control de la Degradación Geoambiental (IMCoDeG), Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas (FTyCA), Universidad Nacional de Catamarca (UNCA).
[3]Consejo Nacional de Investigación Científicas y Técnicas (CONICET).
romiortega52@gmail.com, {mmontivero, valleortiz}@tecno.unca.edu.ar , msavio@unca.edu.ar

Resumen: En el presente trabajo se propone una metodología para alcanzar el orden territorial jurídico y de registración parcelaria en el distrito catastral Nº 22, San Fernando del Valle de Catamarca. Se adoptó como principal herramienta para generar el sistema de información territorial, a los programas Qgis y AutoCAD Map, quienes proveen herramientas de análisis, actualización y gestión, lo que facilita la realización de consultas sobre los folios catastrales e identifica a las parcelas registradas a nombre del estado, manteniendo siempre visible el vínculo con el registro gráfico correspondiente. Para la elaboración del trabajo, se utilizó información brindada por la Dirección General de Catastro de la provincia de Catamarca (DGC). En la actualidad, esta dirección cuenta con información catastral de las parcelas a nombre del estado en formato digital y con manzanas y secciones digitalizadas en archivos de extensión dxf. La información brindada por este organismo guarda algunas inconsistencias y desactualizaciones, las cuales fueron salvadas y depuradas. Se hizo énfasis en los inmuebles identificados del estado para el análisis parcelario, dominial y para la definición de la base de datos.

Palabras Clave: sistema de información territorial, estado provincial, análisis, catastral

Evaluación de la calidad en la cartografía catastral conforme ISO 19157

Ana Paula Ríos[1], Fernanda Elizabeth Romero[1], Paula Quirelli[1], Marcela Elizabeth Montivero[1] y Erlinda del Valle Ortiz[1,3]

[1]Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas (FTyCA), Universidad Nacional de Catamarca (UNCA), San Fernando del Valle de Catamarca(4700), Catamarca.
[2]Instituto de Monitoreo y Control de la Degradación Geoambiental (IMCoDeG), Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas (FTyCA), Universidad Nacional de Catamarca (UNCA).
[3] Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).
anna_paula_01@hotmail.com, {mmontivero, valleortiz}@tecno.unca.edu.ar

Resumen: La incorporación de estándares en las líneas de producción son una actividad fundamental para garantizar los principios de calidad e interoperabilidad del dato, es así como la adopción de estándares de calidad para el geodato y los procesos de elaboración de información espacial tienen relevancia en la situación actual del mercado de la información geográfica, que demanda el cumplimiento de requerimientos cada vez más específicos y exigentes, conforme se desarrollan las tecnologías de captura y almacenamiento. El Comité Técnico de ISO (International Standardization Organization) TC211 "Información Geográfica/Geomática", se ha creado para normalizar aspectos relevantes de la descripción, gestión y servicios de la información geográfica. Ha publicado unas 70 normas específicas denominadas "familia ISO 19100". La Norma ISO 19157 "Información Geográfica, Calidad de Datos" anula y sustituye las Normas ISO 19113 y 19114, referidas a los principios de calidad y a los procedimientos de evaluación, respectivamente. ISO 19157 proporciona el marco adecuado para evaluar e informar la calidad de la información geográfica. Es por esto que el presente proyecto pretende desarrollar un procedimiento de evaluación de calidad, basados en la exactitud temática y posicional, realizar ejemplos de determinación de calidad y producir documentos explicativos que faciliten esta tarea.

Palabras Clave: sistema de información territorial, ISO 19157, calidad, estándar

Sistema de información territorial para el diagnóstico del transporte público de colectivos en San Fernando del Valle de Catamarca

Dayana Natalia Cabeza[1], Rubén Nicolas Medina[1], Lucas Emmanuel Molina[1], Marcela Elizabeth Montivero[1] y Marcelo Ernesto Savio[1,2]

[1]Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca (UNCA). Avenida Maximio Victoria 55, Catamarca, Catamarca (4700).
[2]Instituto de Monitoreo y Control de la Degradación Geoambiental (IMCoDeG), Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas (FTyCA), Universidad Nacional de Catamarca (UNCA).
cabezadayana215@gmail.com, ruben-medina37@live.com.ar, lucas_molina_95@hotmail.com, mmontivero@tecno.unca.edu.ar, msavio@unca.edu.ar

Resumen: Los colectivos en la capital de la provincia suelen tener cambios constantes debido a las políticas de infraestructura de la misma. Ello lleva a la desorientación de las personas debido a estos cambios, y los cambios de la traza y los horarios sufren gran variabilidad y no se cuenta con una cartografía clara. El presente trabajo tiene por objetivo diseñar un sistema de información territorial para lograr una demarcación clara de las trazas de colectivos con sus respectivos sentidos, paradas principales, comienzo y finalización del recorrido, y cobertura de servicio en la capital de la provincia. El estudio se realizó durante la pandemia con la poca disponibilidad de acceder a la información por los organismos, aun así, y con entrevistas a las empresas de transporte de pasajeros, pudimos formar un criterio para una base de datos que contempla un análisis espacial de datos mediante el uso de imágenes satelitales y la generación de mapas temáticos que especifican la distribución cuantitativa, cualitativa y un análisis en un radio de 500 m de cobertura en las paradas para verificar la disponibilidad del servicio.

Palabras Clave: sistema de información territorial, imágenes satelitales, transporte, servicio

Geoprocesos en Quantum GIS para determinar la localización de una planta de tratamiento para residuos eléctricos y electrónicos en la provincia del Chaco, Argentina

Sofía Arsuaga[1], Omar Ezequiel Silva[2], Lucio Jose Chiozzi[3] y Erica Silvana Peralta[4]

[1]Cátedra Fotointerpretación y Cátedra Educación Ambiental, Facultad de Ingeniería y Centro de Gestión Ambiental y Ecología (CEGAE), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Las Heras 727, Resistencia (3500), Chaco.
sofiaarsuaga@gmail.com
[2]Cátedra Fotointerpretación, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Nordeste. Las Heras 727, Resistencia (3500), Chaco.
omarezequielsilva@gmail.com
[3]Cátedra Educación Ambiental, Facultad de Ingeniería y Centro de Gestión Ambiental y Ecología (CEGAE), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Las Heras 727, Resistencia (3500), Chaco.
luciochiozzi@gmail.com
[4]Cátedra Educación Ambiental, Facultad de Ingeniería y Centro de Gestión Ambiental y Ecología (CEGAE), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Las Heras 727, Resistencia (3500), Chaco.
erica_peralta@hotmail.com

Resumen: Este trabajo se presenta en el marco de un proyecto de investigación del Centro de Gestión Ambiental y Ecología junto a la Facultad de Ingeniería, pertenecientes a la Universidad Nacional del Nordeste. El objetivo es analizar los indicadores que condicionan el sitio de implantación de la planta de tratamiento de residuos eléctricos y electrónicos a través de la aplicación de geoprocesos en el *software* de Sistema de Información Geográfica (SIG) Quantum GIS, en base a indicadores referidos a demandas ambientales, sociales y económicas. Respecto a la metodología de trabajo se partió de un corte descriptivo cualitativo acompañado de datos estadísticos, para desarrollar en el *software* Quantum GIS la producción de mapas a partir de bases de datos del sitio de estudio, desarrollando convenientemente la aplicación de procesamiento de datos, producción de nuevos mapas y geoprocesos específicos. En este sentido, se analizaron indicadores sociales para luego continuar con la evaluación de criterios demográficos, de tipo ambientales y referidos a infraestructura que restrinjan la localización. Se logró determinar, a través del estudio de estos indicadores, el sitio óptimo para la implantación de la planta de tratamiento de residuos eléctricos y electrónicos teniendo en consideración criterios desde todos los niveles de la sustentabilidad.

Palabras Clave: residuos eléctricos y electrónicos, geoprocesos, indicadores ambientales

Conformación de ambientes naturales y seminaturales en el periurbano de Villa Nueva, Córdoba

Ignacio Meza Broto[1], Ana Guzmán[1] y Leonardo Castoldi[1]

[1]Centro de Estudios de Ordenamiento Ambiental del Territorio, Instituto Académico Pedagógico de Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Nacional de Villa María. Arturo Jauretche 1555, Villa María, Córdoba.
ignacio_mb@yahoo.com, lguzman@unvm.edu.ar, castoldileonardo91@gmail.com

Resumen: Los procesos territoriales en los periurbanos se ven afectados por una significativa presión de cambios, frente a los constantes avances de la urbanización y la explotación del suelo. La mayor diversidad en usos de suelo de este territorio, incluye la existencia de estructuras naturales y seminaturales, áreas que conservan cierto grado de naturalidad. Las mismas poseen un gran potencial en la provisión de servicios ambientales. Por esto, su incorporación al ordenamiento ambiental territorial es clave para asegurar la sostenibilidad de las actividades productivas y de la calidad de vida. Para tal fin, es necesario contar con información exhaustiva de cada estructura, su espacialidad y composición. Tal relevamiento se realizó por medio de salidas a campo con recorridos georreferenciados, para determinar predominancia florística de cada estructura. También, fueron clasificadas según su morfología y en rangos de área, por medio de datos vectoriales. El periurbano se dividió en cinco unidades de análisis, contabilizando la cantidad y superficie de estructura naturales y seminaturales para cada una. Los resultados preliminares muestran la riqueza y diversidad de las estructuras del periurbano. Además, se pudo inferir la provisión de servicios ambientales, que constituye una manera de vincular su conservación con la sostenibilidad de las estructuras sociales.

Palabras Clave: ambientes naturales y seminaturales, periurbano, servicios ambientales

Áreas de Responsabilidad Sanitarias como estrategia en la organización espacial de los servicios de primer nivel de atención de salud en la provincia de Córdoba

Celeste Comes Brunetto[1], María Laura Mariani[1], Daniela Calvo[1], Marina Tsernotopulos[1,2], María Lucía Torres[1] y Florencia Bullano[1,2]

[1]Dirección General de Integración Sanitaria (DGIS), Ministerio de Salud de la provincia de Córdoba. Belgrano 1502, Barrio Observatorio, Córdoba (5000), Córdoba.
celeste.comesbrunetto@cba.gov.ar, {infocapacitacioncaba, lic.mariani, calvodaniela.nacer, marinatsernotopulos, bullanoflorencia, torres.milagros.ml}@gmail.com
[2]Laboratorio de comunicación Producción de contenidos en salud, ciencia y ambiente desde una perspectiva cultural y situada, Centro de Investigación en Periodismo y Comunicación (CIPeCo), Facultad de Ciencias de la Comunicación (FCC), Universidad Nacional de Córdoba (UNC). Rondeau 467, Barrio Nueva Córdoba, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.: 0351- 5353680.

Resumen: Para contribuir con la organización espacial de los servicios de salud, se utiliza la estrategia de definición por Área de Responsabilidad Sanitaria; las cuales definen al área geográfica de cobertura asignada a un establecimiento público de salud para que éste lleve a cabo sus intervenciones socio-sanitarias. La digitalización de estas áreas constituye un paso en el camino hacia la optimización de la arquitectura institucional y la coordinación de acciones sanitarias. El presente trabajo tiene por objetivo confeccionar y digitalizar las Áreas de Responsabilidad Sanitaria de los centros de salud (provinciales y municipales) de la provincia de Córdoba, utilizando radios censales. A tales fines se realizaron encuentros entre equipos de salud y autoridades locales de toda la provincia. Se utilizaron radios censales para la confección de las áreas, lo que permitió asociar datos de diversas fuentes para una mejor comprensión del territorio en el que está inserto el establecimiento de salud. Se elaboró un mapa abierto de servicios de salud de toda la provincia, en conjunto con la IDE de Córdoba, que muestra la red de centros de salud públicos. Como resultado se obtuvo la digitalización de las Áreas de Responsabilidad Sanitaria de todos los centros de salud de la provincia. Este resultado se constituye en una herramienta concreta para trabajar en Atención Primaria de la Salud. La misma, implica repensar el eje de la atención formulando políticas de salud orientadas a la demanda de una población específica. Además, permite a los equipos de salud apropiarse de una oferta de servicios homogénea para adaptarla a la realidad de sus territorios.

Palabras Clave: áreas de responsabilidad sanitaria, digitalización, atención primaria de la salud

Estrategias didácticas en el proceso de enseñanza aprendizaje para el manejo, publicación y consumo de información geográfica

Alejandra Geraldi[1,2], Federico Barragán[1], Lucía Laffeuillade[1] y Federico Vincenty[1]

[1]Cátedra Teledetección y SIG, Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur (UNS). 12 de Octubre 1098. Tel.: 291-4595144 int 2015.
teledeteccionysig@gmail.com
[2]Instituto Argentino de Oceanografía, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y Universidad Nacional del Sur (UNS). Camino de la Carrindanga Km 7. Tel.: 291-4861112.
ageraldi@criba.edu.ar

Resumen: El hecho geográfico expresa una combinación de factores de diversas dimensiones. Para llevar a cabo el análisis espacial de los distintos fenómenos, la Geografía se vale de una serie de métodos y técnicas, como el procesamiento de imágenes, aéreas y satelitales (Teledetección), los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y su evolución las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). La estrategia didáctica para el correcto manejo de la información geoespacial (IG) conduce a la unión de los diferentes componentes de las Tecnologías de la Información Geográfica, comenzando desde las fuentes de información como son los procesamientos derivados de la teledetección, su modelación en los SIG, el análisis de la calidad de la IG para posteriormente ser incorporada y compartida de manera idónea en las IDE. Se pretende, a través de esta metodología, que los estudiantes desarrollen capacidad crítica y operacional para el tratamiento de las temáticas abordadas en la Geografía Aplicada mediante el manejo, la comparación y el análisis crítico de información geoespacial. La secuencia lógica para el trabajo de los alumnos consiste en la interpretación, generación, evaluación de calidad, producción de metadatos y trazabilidad. Así, se expresarán los resultados del conocimiento a partir de la publicación de Información Geográfica en forma de productos informativos y provisión de geoservicios.

Palabras Clave: geografía, tecnologías de la información geográfica, IDE, información geográfica, geoservicios

Teledetección y Sistemas de Información Geográfica en la producción de información en el agro

Mariano Merlo[1] y Silvina Fiant[1]

[1]Departamento de Información Agronómica, Bolsa de Cereales de Córdoba. Avenida Francisco Ortiz de Campo 317, Córdoba (5000), Córdoba. Tel.: 0351- 4214164.
{mmerlo, sfiant}@bccba.org.ar

Resumen: El primer eslabón en la producción de la información es la recopilación de datos. En tal sentido, el Departamento de Información Agronómica de la Bolsa de Cereales de Córdoba recorrió en dos momentos del año la red primaria, secundaria y terciaria de caminos de Córdoba, Santiago del Estero, Tucumán, San Luis y La Pampa (Argentina) identificando y geolocalizando cultivos de verano (soja, maíz, maní, sorgo, girasol) y de invierno (trigo y garbanzo). Para la tarea se utilizó ArcGIS Collector. Con el 51 % de las muestras recolectadas se realizó una clasificación supervisada de los cultivos y con el 49 % restante se midió la precisión lograda. Con Google Earth Engine, se clasificaron imágenes Sentinel 2, aplicando un procesamiento multi temporal según fenología de los cultivos y un Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada. Las imágenes procesadas se trabajaron en un SIG, asignando a cada lote digitalizado, la cobertura mayoritaria del ráster clasificado. De esta forma, se determinó la superficie sembrada de cada cultivo, asociada a una precisión. Mediante técnicas geoestadísticas e interpolación por kriging se llegó al rendimiento de cada lote desde encuestas a referentes zonales. El producto entre área sembrada y rendimiento arrojó el tonelaje producido de cada cultivo en cada departamento de Córdoba.

Palabras Clave: sistema de información geográfica, teledetección, información agronómica, estimaciones agrícolas



XVI JORNADAS IDERA CÓRDOBA 2022

www.idera.gob.ar