

Aportes de las tecnologías de la información geográfica al sector industrial: utilidades y desafíos



Ludmila Cortizas

Es magíster en Políticas de Desarrollo, licenciada y profesora de Geografía por la Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Doctoranda en Geografía (UNLP). Directora de la Licenciatura en Geografía de la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ). Investigadora y docente en la UNLP y UNQ virtual. Estudia temáticas urbano-ambientales, en particular sobre producción del espacio urbano, educación ambiental, problemas y conflictos ambientales y humedales.

En este artículo se pretende reconocer de qué se tratan las Tecnologías de la Información Geográfica (en adelante TIG), cómo están formadas y cuáles son las principales características que permiten comprender los aportes al sector industrial, como también los desafíos por delante.

Desde el punto de vista metodológico, para realizar el artículo se obtuvo información de fuentes secundarias sobre el tema; y como complemento, se tomaron experiencias de capacitación en TIG en distintos ámbitos universitarios y de posgrado. En la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata se realizaron dos cursos de mapeo dirigidos a estudiantes de la carrera de Geografía.¹

Por otro lado, se repitió la experiencia en un curso de actualización de posgrado en la Universidad Tecnológica Nacional, donde el grupo de destinatarios provenía de distintas disciplinas (Ingeniería, Trabajo Social y Geología, entre otras). Frente a la construcción de un lenguaje común, ese espacio de trabajo significó un desafío en sí mismo y enriqueció la experiencia con múltiples aportes.

En la actualidad, los temas vinculados a las TIG continúan repercutiendo en distintos espacios de formación, y son fruto del interés en el Diploma de Posgrado en Gestión Integral de Empresas Industriales y de Servicios de la UNQ.

¿Qué son las Tecnologías de la Información Geográfica? Objetivos y características

Bajo el término Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) se engloba un amplio abanico de herramientas de análisis territorial, algunas de larga tradición como la

¹ Báez, S., Cortizas, L. y Mantegna, S. La experiencia del taller "Mapeando ando, ¿cómo elaborar un mapa con QGIS?" durante y post pandemia. En *XXIII Jornadas de investigación, enseñanza y extensión de la geografía*, organizadas por el Depto. de Geografía, y el CIG, FaHCE, UNLP, los días 14 y 15 de noviembre de 2022. Recuperado de: <https://drive.google.com/file/d/1-vXFYoLHv0KoN-ZHrY7Gx6IVcXA-MgwJF/view?usp=sharing>

Cartografía, otras de uso reciente, como la Teledetección, la Fotointerpretación y los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Dichas tecnologías y herramientas apuntan a producir cartografía que aporte a la gestión del territorio, la planificación y el desarrollo de estudios diagnósticos y prospectivos.

Para ampliar...

La *cartografía* es la disciplina de las Ciencias Geográficas que se ocupa de la representación gráfica de la superficie terrestre en documentos impresos o digitales. El organismo que se encarga de la elaboración cartográfica y de su actualización a nivel nacional es el Instituto Geográfico Nacional (IGN),² que tiene una larga historia en la materia. Sin embargo, hoy en día, el avance de las tecnologías informáticas aplicadas al ámbito de las Geociencias fue modificando profundamente los conceptos de captura, gestión y publicación de la información geográfica. Esto dio pie a la producción y el crecimiento explosivo de cartografía en formato digital y de los servicios de mapas web, que actualmente constituyen el núcleo conceptual de todo el proceso productivo del Instituto.

Por su parte, la *teledetección* es la técnica de adquisición de datos de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales. La interacción electromagnética entre el terreno y el sensor genera una serie de datos que son procesados posteriormente para obtener información interpretable de la Tierra.

Un dato curioso: el IGN indica que el primer satélite de observación de la Tierra fue lanzado al espacio por Estados Unidos en 1972, lo que dio inicio a la Teledetección, aunque por sus altos costos, era poco utilizada. Hoy la realidad es otra, ya que, por sus ventajas, cada vez más empresas y organismos públicos están incorporando el uso de imágenes satelitales en sus distintos proyectos, pues permiten la obtención de información, el reconoci-

miento de cambios, la identificación de vegetación, relieves, cuerpos de agua, avance de la mancha urbana, etc.

A partir de las imágenes satelitales se puede llevar adelante la técnica de la *fotointerpretación*, que no es más que interpretar lo que la imagen muestra. Y, por último, están los Sistemas de Información Geográfica (SIG) con capacidad de crear, administrar, analizar y representar cartográficamente datos. Con ello, es factible hacer representaciones de la realidad.

Volviendo a las TIG, éstas forman parte del quehacer de múltiples disciplinas, justamente porque permiten no solo analizar datos existentes, sino también construirlos y representarlos de forma digital.

En este sentido, dichas herramientas resultan de gran utilidad para colaborar con las ciencias, las universidades, los gobiernos, las empresas y las instituciones, en diferentes temáticas de interés, como la descripción y caracterización de barrios, el transporte, el ordenamiento territorial, la criminología, entre otras.

En particular, los SIG permiten la generación de cartografía y brindan la posibilidad de construir información, analizar datos existentes y representarlos en mapas, que son una herramienta gráfica relevante para la ciencia geográfica en particular, y para otras en general que permiten la representación espacial de un conjunto de datos. Son el resultado final de un proceso que comprende un objetivo a alcanzar, la selección de un recorte espacial, una escala tipo, la cantidad y las características de una serie de variables a desplegar.

En investigación, el uso de SIG contribuye a planificar prácticas de campo, visualizar y analizar la interacción entre variables. En docencia permite la creación de mapas como material pedagógico y como herramienta para crear futuros mapas. En las prácticas profesionales, el SIG resulta de gran utilidad para el despliegue de información espacial que contribuya a crear estrategias de

² Para más información: <https://www.ign.gob.ar/>

análisis, insumos para generar políticas y planeamiento territorial. En todos los casos resulta ser una herramienta central para el análisis territorial en el marco de un universo más grande como son las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).

Entonces, y para utilizar otras palabras, a partir de la utilización del SIG es posible analizar el territorio con múltiples variables para contribuir con una mirada integral del mismo. Y para ello, los mapas son una herramienta gráfica relevante que permiten la representación espacial del conjunto de datos obtenidos del territorio.

Para comprender cómo está formado un SIG se recurre a la idea de sistema, porque justamente está conformado por distintos componentes: un conjunto de equipos (hardware), softwares, datos geográficos, personal especializado que tiene la capacidad de capturar, almacenar, organizar, analizar, editar y presentar datos espaciales, usuarios y metodologías (Figura 1).

La información se organiza en capas (Figura 2) que responden a distintos temas, poseen diversos datos, características y formatos que son integradas por un SIG para lograr una representación. Algunos SIG son de acceso libre y gratuitos, como por ejemplo el QuantumGIS³ (también conocido como QGIS) y softwares con licencia y un costo monetario (Ejemplo: ArcGis).

Esa información organizada en capas es expresada o representada mediante geometrías (vectores) que indican su forma. Pueden ser puntos, líneas o polígonos para representar caminos, cursos de agua, hitos, localidades, ejidos urbanos y plazas, entre otros muchos ejemplos. Pero también, los datos espaciales pueden ser almacenados y representados en formato Ráster; es decir, una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que

representa información (como la temperatura). Los rústers son fotografías aéreas digitales, imágenes de satélite, imágenes digitales o incluso mapas escaneados.⁴

Estas geometrías se encuentran georreferenciadas en distintos sistemas de coordenadas, lo cual permite obtener la ubicación real de cada objeto, calcular áreas, distancias y relacionar elementos. Los objetos están asociados a una base de datos alfanumérica que guarda sus atributos o características.

Transversalidad e interdisciplina

Los SIG se han difundido en los últimos años como herramienta transversal a varias disciplinas. El motivo está vinculado a que se han vuelto indispensables para la territorialización de fenómenos que anteriormente sólo formaban parte del estudio específico de pocas ciencias. De esta manera, muchos especialistas, reconociendo la versatilidad de estos sistemas, los han ido incorporando a su trabajo cotidiano, y son cada vez más quienes los utilizan como herramienta de localización de distintos tipos de fenómenos.

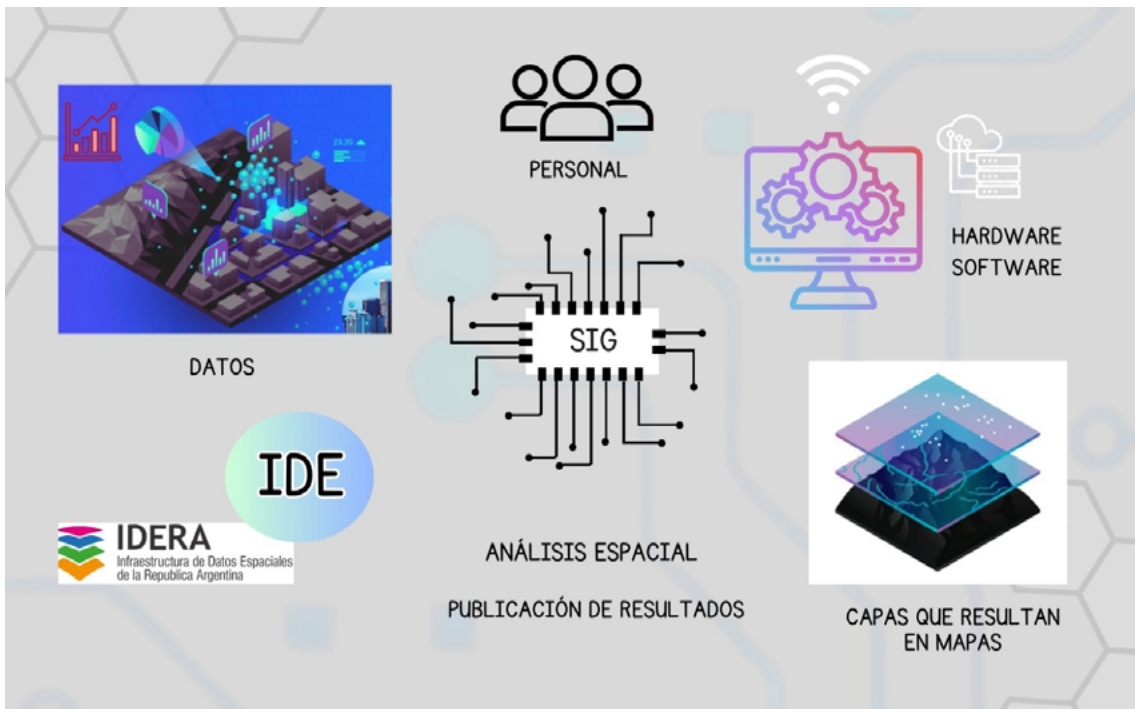
Siguiendo a Baxendale,⁵ las aplicaciones con SIG implican siempre alguna respuesta a alguna pregunta más simple o más compleja relacionada con cuestiones espaciales. Además de ser considerada una técnica de recolección y análisis de información que facilita la búsqueda de respuestas simples de índole espacial, también permite dar

⁴ Para visitar el sitio de ArcGIS Online se puede acceder a ArcGis.com o, para saber qué son los datos rústers: <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/manage-data/raster-and-images/what-is-raster-data.htm>

⁵ Baxendale, C. A. Geografía, ordenamiento territorial y Sistemas de Información Geográfica. Articulaciones conceptuales para aplicaciones en la planificación y gestión territorial. (pp. 21-32). En Miraglia, M., Caloni, N. y Buzai, G. (orgs.) *Sistemas de Información Geográfica en la investigación científica actual*. Los Polvorines, Universidad Nacional de General Sarmiento, 2015. Recuperado de: https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/2018/03/668_SIG-Actual_FINAL_web.pdf

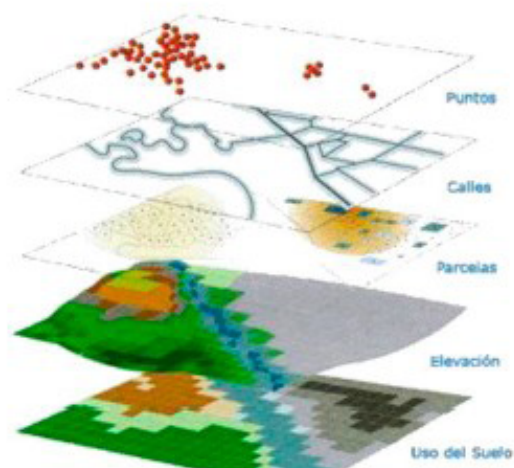
³ El QGIS es creado por una comunidad de voluntarios/as, y es periódicamente actualizado.

Figura 1. Cómo se conforma un Sistema de Información Geográfica



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Capas vectoriales y ráster



Fuente: Observatorio Urbano Metropolitano de Cuernavaca.

respuesta a demandas espaciales complejas, incorporando los aportes de la ciencia y la tecnología. Klimovsky (1995) considera que “la tecnología es la utilización de la ciencia aplicada para resolver problemas de carácter social o para tratar con el funcionamiento de sistemas”⁶. Es decir que, los SIG en tanto tecnología, y técnica o herramienta, constituye un sistema que puede realizar grandes aportes al ordenamiento, la planificación y la gestión territorial.

Justamente, en las últimas décadas las sociedades y los territorios han experimentado grandes y aceleradas transformaciones, lo cual implicó la necesidad de diseñar políticas, planificar e implementar acciones para gestionar los territorios en general y el sector industrial en particular desde una perspectiva integral. Esto sucede porque requieren ser abordados desde múltiples dimensiones (sociales, políticas, culturales, económicas y ambientales), distintas escalas (locales, provincial, nacional) y un mapa de actores con sus diferentes capacidades de agenciamiento.

En este contexto, los diferentes organismos con sus áreas del Estado y el sector privado necesitan espacios que produzcan y generen datos actualizados para colaborar en la toma de decisiones. Estos datos vinculados con un análisis espacial permiten generar productos y producciones que se destacan a través de cartografías temáticas, correlación de variables, análisis de imágenes y re proyecciones satelitales. Para todas estas variantes de representación espacial los SIG son claves y constituyen una herramienta valiosa a efectos de promover un conjunto de decisiones, diligencias y actuaciones.⁷

⁶ *Ibid*, p. 22.

⁷ Linares, S. (coord.) *Soluciones espaciales a problemas sociales urbanos: aplicaciones de tecnologías de la información geográfica a la planificación y gestión municipal* (1a ed.). Tandil, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 2016.

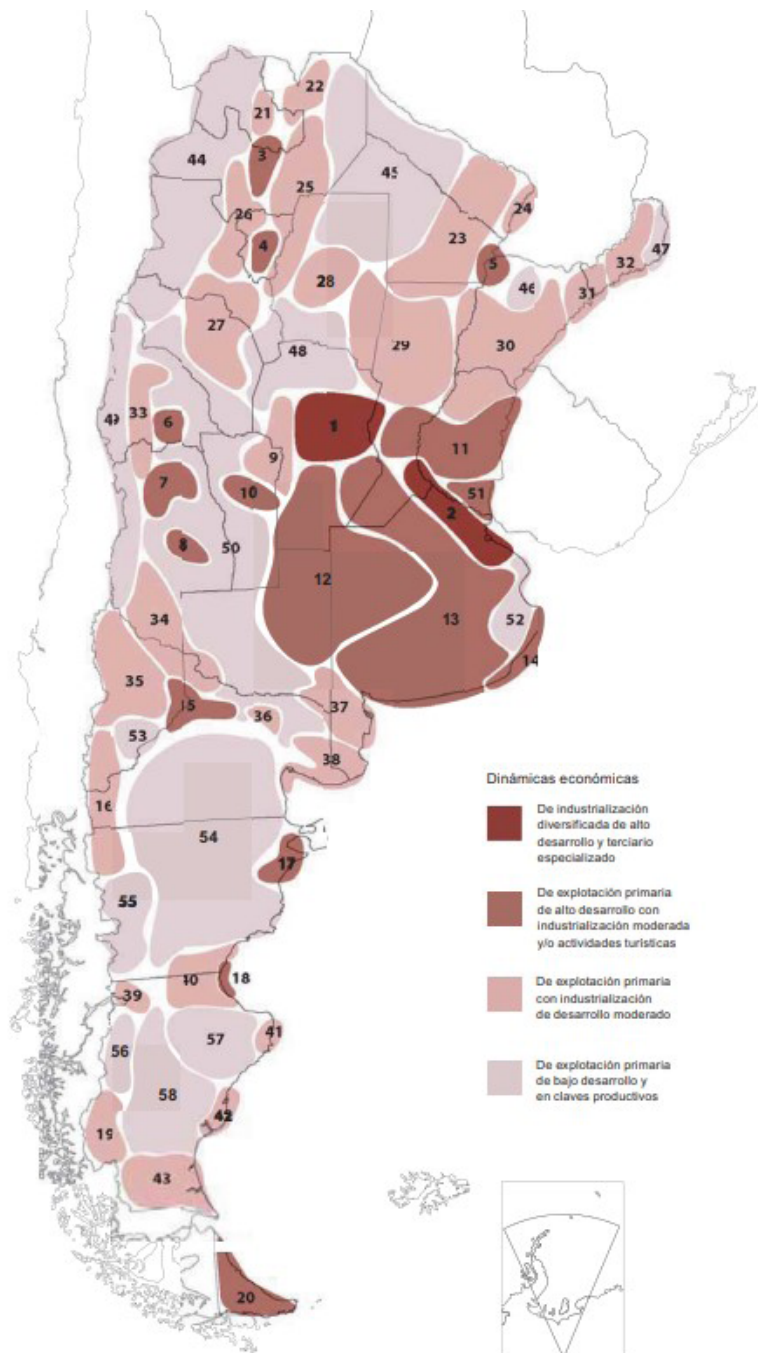
¿Qué se puede hacer con un SIG? ¿Cuál podría ser el aporte al sector industrial?

Por un lado, es posible construir mapas temáticos con una o múltiples variables. Luego de la obtención de información georreferenciada y la elaboración de cartografía, se pueden realizar informes de diagnóstico, planificación y acción. Para ejemplificar se citan algunos mapas elaborados por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública del Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios de la Argentina, publicados en un informe titulado “Complejos productivos y territorio en Argentina. Aportes para el estudio de la geografía económica del país” (2015).⁸ En el siguiente mapa (Figura 3), a través de polígonos y utilizando distintos colores, se realizó una regionalización de las dinámicas económicas e industriales del país según el Plan Estratégico Territorial (PET, 2008).

Mientras que en el segundo mapa (Figura 4), la información construida se representa a través de puntos y polígonos. A su vez, los puntos presentan distintos tamaños, y los polígonos una gama de colores en aumento, lo que demuestra distintas cantidades. ¿De qué manera puede analizarse el mapa? A través de las referencias o la leyenda, clave para comprender cualquier cartografía. Frente a cualquier análisis espacial, se recomienda acompañar la producción con un análisis o un informe por escrito para ampliar la información y lectura del mapa. Ello permite obtener reflexiones y sacar conclusiones; por ejemplo, un complejo productivo puede tener buena o escasa articulación regional, es posible identificar en donde hay concentración industrial y no, qué cuestiones se destacan y en donde, entre otras explicaciones.

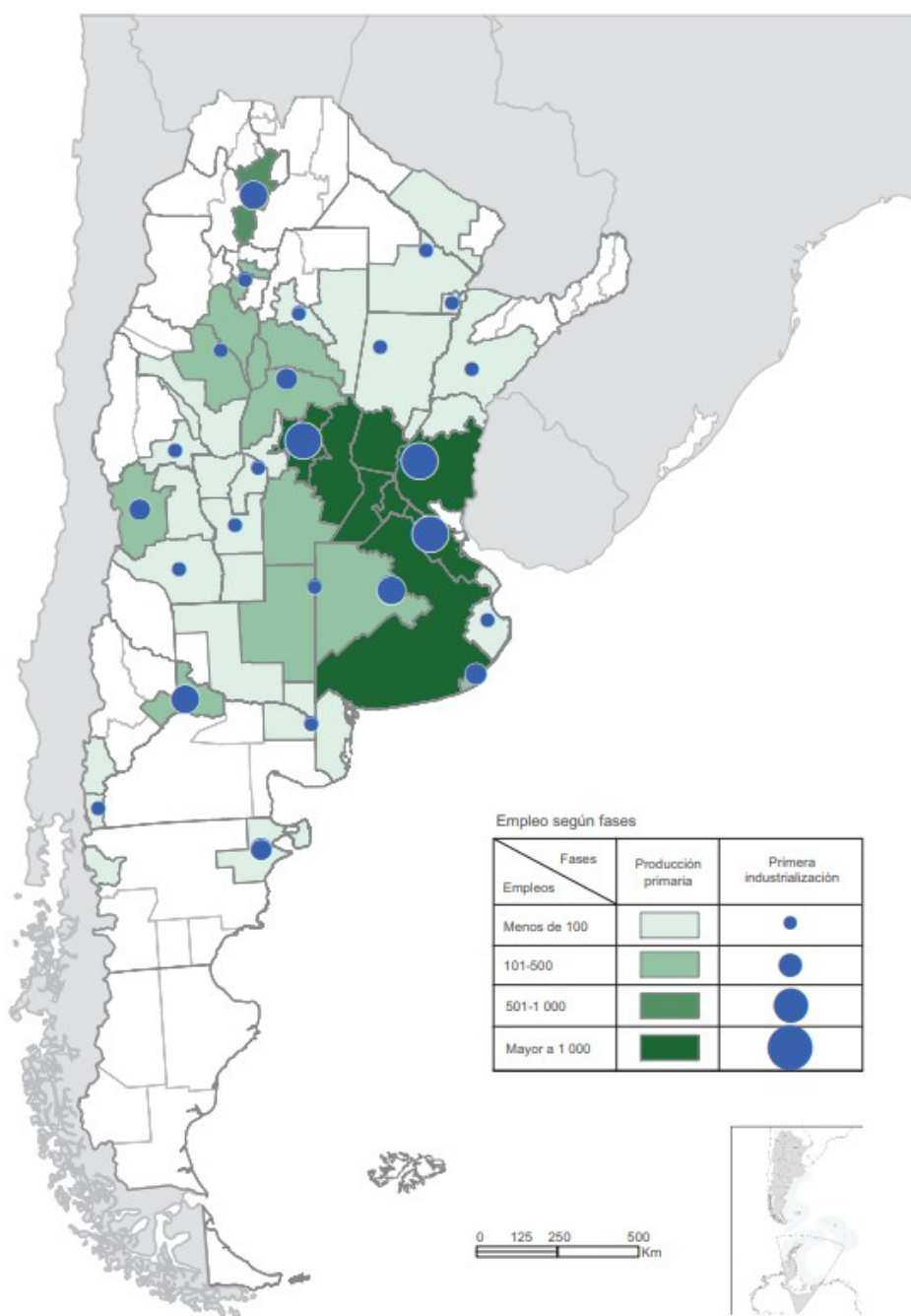
⁸ Borello, J. y otros. *Complejos productivos y territorio en Argentina. Aportes para el estudio de la geografía económica del país*. Buenos Aires, Comisión Económica para América Latina, Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública, 2015. Recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/7116b127-aa9f-4425-a416-d16f613f22be/content>

Figura 3. Mapa de regionalización



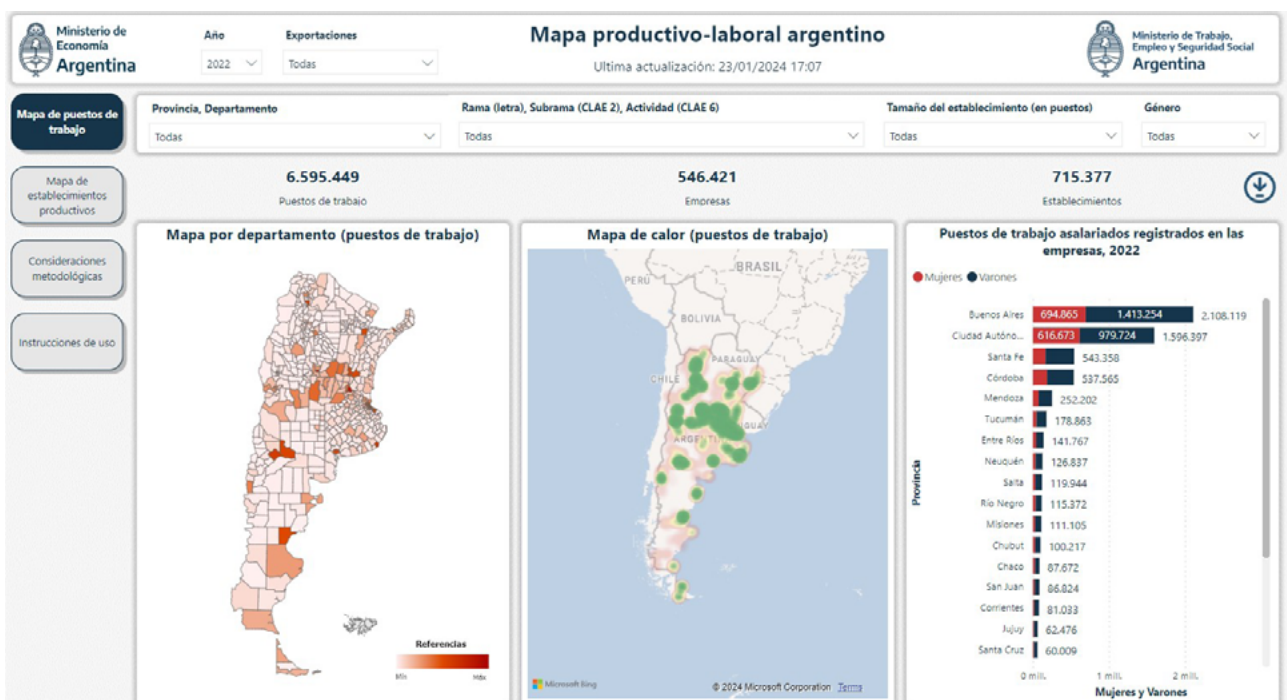
Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Figura 4. Mapa multivariable sobre el complejo aviar en Argentina



Fuente: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

Figura 5. Cómo se ve el mapa dinámico sobre puestos de trabajo y establecimientos productivos elaborado por el Ministerio de Economía de Argentina



Fuente: Ministerio de Economía Argentina.

Por otro lado, con las TIG también es posible elaborar mapas dinámicos o interactivos que posibilitan el desplazamiento, el *click* de ítems y el acceso rápido a la información, además de poder hacer zoom libremente. En este mapa es posible colocar grandes cantidades de marcadores y vincularlos con datos ya cargados. Algunos ejemplos: el mapa productivo - laboral argentino elaborado por el Ministerio de Economía.⁹ La web permite hacer filtros por año, por exportaciones, por departamentos, por provincias, por localidades, por ramas, por subramas, por actividades, por tamaño de establecimientos en puestos

de trabajo y hasta por géneros. Algo interesante es que el visor utiliza un mapa vectorial (con polígonos), un mapa de calor, en complemento con datos estadísticos representados en gráficos de barra (Figura 5). Y además de la referencia, incorpora un instructivo de uso y las principales consideraciones metodológicas utilizadas (cómo se obtuvo y representó la información).

Otro ejemplo es el mapa de Parques Industriales de Argentina,¹⁰ donde también es posible habilitar capas con información y jugar con el zoom para ver concretamente cuáles son las ubicaciones en el mapa. Así como en el caso anterior, en este mapa es posible conocer el listado

⁹ Para ver el material se puede acceder a: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrjoiM2Q4MjQ5ODctYzE5MS00MTAyLWJl-3YWEtMTUwYWMzNWVjZmQyIiwidCI6ImNiODg0ZGI1LTI0O-DUuNGY5Y05MzhILTNINjlxZjlyMjU3YiIsImMiOiJ9>

¹⁰ La página para acceder es: <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1kGazlxYcEyhAJ17QkTae1x4LjhLoadk&ll=-34.69383999880558%2C-59.34529300580489&z=6>

de parques industriales, pero también proveer información sobre los tipos de parques industriales, la distribución según las regiones, y la identificación de zonas francas y de promoción industrial.

Desafíos por delante

Debido a los cambios experimentados en los últimos años –cada vez más profundos y dinámicos–, los organismos, las áreas del Estado, las empresas, las universidades y los científicos necesitan espacios que produzcan y generen datos actualizados para colaborar en la toma de decisiones. Estos datos, vinculados con un análisis espacial, permiten generar productos y producciones que se destacan gracias a cartografías temáticas, correlación de variables, análisis de imágenes y re proyecciones satelitales. Para todas esas variantes de representación espacial, las TIG y los SIG son claves y determinantes. Utilizarlos implica contar con un conjunto de datos georreferenciados y estructurados a fin de producir e integrar información proveniente de distintas fuentes. Por eso mismo son considerados herramientas indispensables para la gestión del territorio y el ambiente, y lo mismo para distintos sectores de la economía. En la actualidad el concepto de SIG se rige por el paradigma de la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE), que hace hincapié en garantizar el acceso, la difusión, la normalización y el uso de información geoespacial.¹¹ En la práctica, es posible observar que ello no siempre sucede, puesto que la obtención de información suele ser un problema. Buscar no es tarea sencilla, no todo el mundo sabe a dónde recurrir para obtener datos. Además, la información pública suele ser

difícil de conseguir y muchas veces no está disponible ni actualizada. Ante ello, muchos usuarios y quienes trabajan con estos temas, ante la falta de información, optan por construir los datos, siempre que haya recursos disponibles para ello, ya que se trata de una tarea compleja y demandante.

Otro desafío a contemplar es la definición de las variables a utilizar para no empastar el mapa. Si son múltiples variables se sugiere recurrir a un mapa dinámico. Por último, y no menor, se considera imprescindible que se garanticen más instancias de capacitación para la formación de profesionales en el tema.

¹¹ Bernabé Poveda, M. y López Vázquez, C. (Eds.) Fundamentos de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). Madrid, España, UPM Press, 2012. Recuperado de: http://redgeomática.rediris.es/Libro_Fundamento_IDE_con_pastas.pdf; Ackermann, G., Cirillo, P. y Wörner, C. Introducción a los SIG, como herramienta de análisis y gestión territorial. Programa de Seminario de Posgrado, FaHCE, UNLP, 2008. Recuperado de <https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/programas/pp.11120/pp.11120.pdf>



