

Documento de Trabajo

Facultad de Arquitectura y Urbanismo

María de los Ángeles Otero

Introducción a los Sistemas de Información Geográfica

2021

OTERO, María de los Ángeles

Introducción a los Sistemas de Información Geográfica

CONTENIDO

1. Resumen
2. Palabras claves
3. Introducción
4. Concepto de espacialidad
5. Conceptos básicos de los SIG
6. Aplicaciones
7. Conclusiones

1. Resumen

Este Documento reúne una serie de conceptos introductorios a los Sistemas de Información Geográfica que fueron preparados a través de casi una década para alumnos de la Carrera de Arquitectura de la Universidad de Belgrano.

También compendia el Documento algunos conceptos desarrollados en el ámbito del Observatorio de Sostenibilidad Urbana dependiente de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de dicha Universidad.

De esta forma se combinan conocimientos de la experiencia pedagógica universitaria y de la investigación en la disciplina del Urbanismo, los cuales esperamos que sean de utilidad para el uso inicial de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en un contexto en el cual cada vez más habitantes en las ciudades utilizan los SIG y los mismos aparecen como soporte de múltiples aplicaciones de uso cotidiano.

El Documento reúne conceptos relevados de bibliografía internacional sobre SIG o GIS (por las iniciales de su nombre en inglés *Geographical Information System*) que es considerada básica para ser consultada.

El enfoque general conceptual apunta a la aplicación de los SIG para su utilización en el ámbito de la planificación urbana y territorial con un concepto de espacialidad que se presenta como marco del Documento.

Finalmente se presentan algunos casos de aplicación que complementan el panorama SIG sobre su potencial y usos para los profesionales del Urbanismo provenientes del ámbito profesional de la Arquitectura.

Versión en inglés

This Document brings together a series of introductory concepts of Geographical Information System that were prepared for students of the University of Belgrano (UB)

The document also summarizes some concepts developed in the area of the Urban Sustainability Observatory which depends on the Faculty of Architecture and Urbanism of said University.

In this way, the GIS research experience is merged along with the pedagogical one, which we hope will be useful in a context in which numerous inhabitants in cities use GIS and they appear as support for multiple applications of daily use.

The Document gathers concepts from the international bibliography on GIS which we highly recommend consulting it.

Taking all these ideas in to account, we can assume that spatial thinking is the framework of the document which is highly required at the moment of planning a city with GIS.

Finally, some application cases are presented that complement the GIS panorama on its potential and uses for professionals in Urbanism from the professional field of Architecture.

2. Palabras claves

Sistemas de Información Geográfica, Planificación Urbana, Ciudades

3. Introducción

Desde finales del siglo XX, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han sido materia de estudio y aplicación en Argentina para diversas disciplinas vinculadas con el Urbanismo, la Planificación Urbana y Territorial.

En el ámbito académico baste citar tres antecedentes en la materia con sede en el ámbito de la Ciudad de Buenos Aires. Por una parte, las investigaciones llevadas adelante por el Centro de Información Metropolitana (CIM/FADU/UBA) dependiente del Instituto Superior de Urbanismo (ISU) las cuales desde los años '80 promovieron la investigación desde la Universidad de Buenos Aires (UBA). Por otra, el desarrollo en la enseñanza llevado adelante por la Universidad de Belgrano (UB) a través de las cátedras de Urbanismo y Planeamiento Urbano y Territorial de la Carrera de Arquitectura, las cuales configuraron como nodo en Argentina a la UB de la red internacional UNIGIS de educación a distancia de los SIG con sede en la Universidad de Salzburgo. Por último, cabe citar las investigaciones propias en el ámbito de la UB, desarrolladas por el Observatorio de Sostenibilidad Urbana (OSU), que han utilizado los SIG como base de sus investigaciones en diferentes proyectos financiados por la misma Universidad de Belgrano.

Hoy nos encontramos ante un escenario en el cual los SIG se han expandido al límite de ser parte de la vida diaria a través de programas de uso frecuente en los teléfonos móviles tales como *Google Maps*, aplicación en la cual se despliega un mapa con capas que brindan información georreferenciada de usos del suelo, equipamientos e información por ejemplo sobre el transporte y el tránsito en tiempo real, de gran utilidad para la movilidad urbana. Es decir, el ciudadano encuentra en los SIG respuesta en tiempo y forma a muchas de sus demandas cotidianas.

Por otra parte, cabe destacar que la instauración de los SIG en esta función tan importante a través de aplicaciones que se encuentran en dispositivos varios, no ha sido repentina, sino a través de un largo de proceso de exportación del pensamiento espacial SIG a otras escalas y programas. Mencionemos por ejemplo, el caso de los *layers* o capas de trabajo, una herramienta típica SIG que fue importada por los

Programas de Diseño Asistido o CAD (*Computer Asisted Design*) para la escala arquitectónica y que revolucionó en su momento la operación digital del diseño.

En definitiva, los SIG se han ganado el protagonismo en la cotidianeidad, y porqué no decirlo, también de buena parte del pensamiento espacial, que aunque tácitamente, se utiliza en la lógica diaria de quienes por lo menos utilizan el celular.

4. Concepto de espacialidad

Cuando nos referimos a lo vinculado con el espacio, nos encontramos que dentro del mismo hallamos elementos especiales que lo complejizan y nos permiten descubrir otras dimensiones de los mismos.

Dentro de los conceptos básicos de los Sistemas de Información Geográfica, descubrimos una serie de elementos que aportan al espacio innumerable información como lo son el conocimiento humano del mundo. En este sentido, los SIG facilitan preguntarnos ¿cómo percibimos el mundo que nos rodea?

Los enfoques espaciales sobre los cuales abordamos la problemática de los Sistemas de Información Geográfica son diversos y podríamos agruparlos en los siguientes, a saber:

- A. El conocimiento humano del mundo
- B. La percepción humana de las propiedades espaciales del mundo
- C. Los mapas mentales
- D. La utilización y el aprendizaje de mapas
- E. La investigación sobre cuestiones geográficas
- F. La importancia del conocimiento en los SIG

A. El conocimiento humano del mundo

Es espacial en esencia, y la humanidad es observadora de esta realidad, pero el mundo ¿es tal como es, o tal como lo vemos? ¿O, tal vez, es como lo percibimos...?

De aquí que la percepción es la que define el conocimiento propio del espacio.

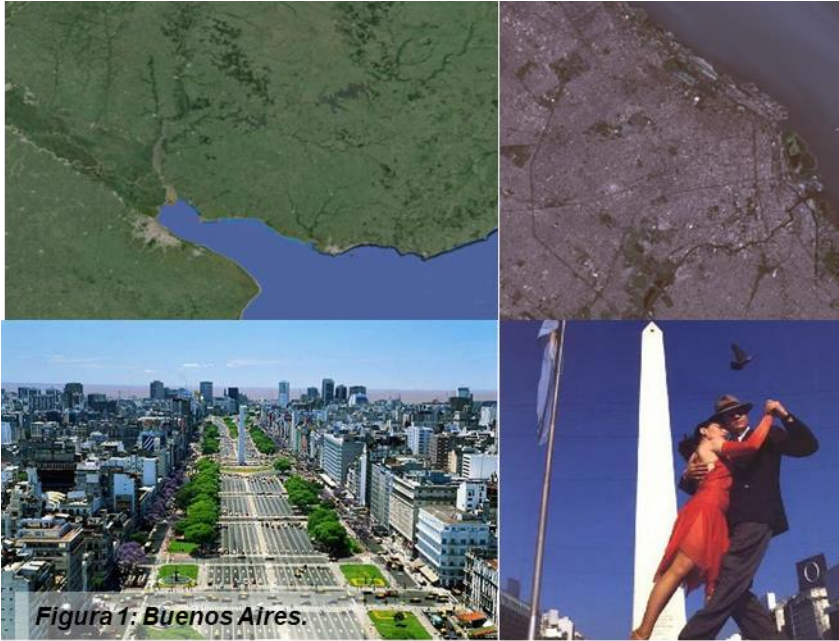


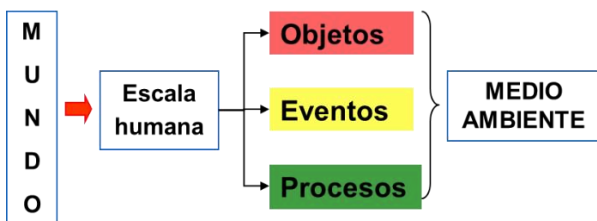
Figura 1: Buenos Aires.

Figura 1. Buenos Aires desde el espacio y en el Obelisco
Fuente: Google y Landsat

En la Figura 1 podemos observar cuatro imágenes con características muy distintas de una misma ciudad como es el caso de Buenos Aires. Allí nuestros intereses y puntos de vista condicionan nuestra percepción previa del espacio.

B. La percepción humana de las propiedades espaciales del mundo

La percepción humana está íntimamente relacionada con la forma en la cual cada individuo percibe el mundo que lo rodea considerando la escala humana, es decir la del observador; y considera los objetos del espacio, los eventos que suceden con esos objetos y los procesos de los mismos; todo esto conforma la percepción del medio ambiente.



El conocimiento espacial es el que estudia las propiedades espaciales del mundo. El conocimiento humano de este mundo espacial incluye: sensaciones y percepciones, pensamientos, imágenes, razonamientos y resolución de problemas, memoria, aprendizaje y lenguaje.

Las propiedades espaciales de los elementos del mundo son:

Posición, tamaño, distancia, dirección, forma, textura, movimiento, relación entre objetos. Varias de estas propiedades pueden ser caracterizadas con la ayuda de los SIG.

C. Los mapas mentales

Si pensamos en estas propiedades espaciales del mundo, nos surge el siguiente interrogante: '¿Cómo almacenamos esta información en nuestra mente?'

Los mapas mentales son representaciones internas del mundo y sus propiedades espaciales son almacenadas en nuestra memoria (¿qué hay fuera de este lugar, cuáles son sus características, dónde estamos o cómo llegar a aquel lugar? etc): los mapas mentales son personales, propios y distintos para cada individuo; es una representación gráfica de un lugar desde una perspectiva individual.

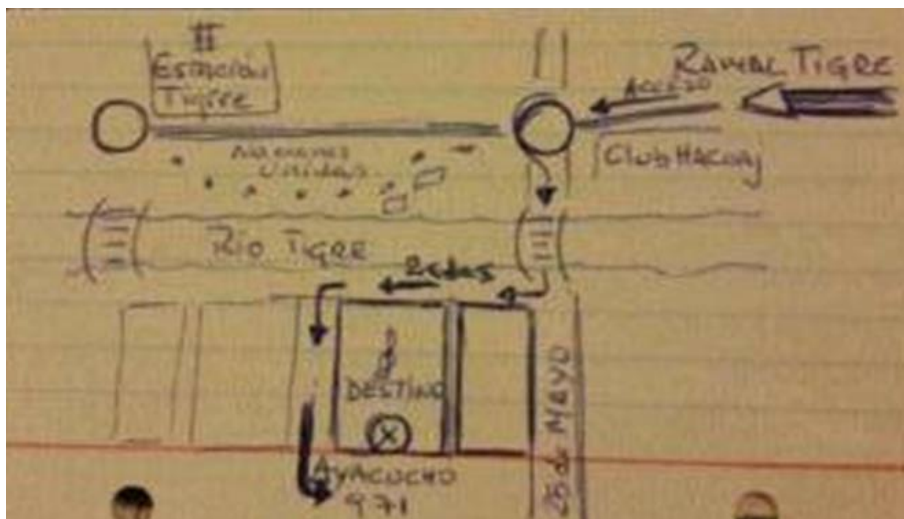


Figura 2. Esquema de Mapa mental para llegar a una fiesta

Un mapa en nuestra mente no es un mapa con características cartográficas, ya que su representación no es unitaria y los elementos que lo componen no se encuentran a escala ni está integrado en su totalidad. Consiste en trazos libres (elementos, rutas o regiones) que se determinan según nuestros límites físicos, perceptivos o conceptuales del lugar.

Las distorsiones en los mapas mentales nos dan información de las propiedades del mundo real. Pero ¿acaso podríamos definir la precisión del conocimiento?

De esta forma, algunos elementos de detalle en nuestro mapa mental serán dibujados fuera de escala en relación a la realidad del lugar como por ejemplo, árboles, bancos de plaza, patios, etc. En cambio, otros elementos que son de mayor tamaño en la realidad, como lo pueden ser usos del suelo (iglesias, escuelas, comercios, etc.) serán dibujados a escala menor, o directamente no aparecerán en el mapa, porque no son del todo relevantes. La gente que habita una misma región podría llegar a tener un mapa diferente del mismo sitio por tratarse fundamentalmente de la percepción de cada individuo. Por ejemplo, tal como lo muestra Figura 2, una rotonda (de importancia por su significado como hito urbano) adquiere un gran protagonismo en el mapa mental, que la asimila en proporciones al de una manzana.

D. La utilización y el aprendizaje de mapas

El objetivo principal de los mapas cartográficos es comunicar información geográfica y al mismo tiempo "servir" de soporte para la resolución de problemas. Pero, ¿cómo podemos conseguir que la comunicación sea eficiente a través de los mapas?

Los seres humanos en general tenemos una gran facilidad para obtener de manera rápida una gran cantidad de información a partir de las imágenes, fotografías, etc., llegando a poder representar y visualizar gráficamente la información no espacial a través de nuestra percepción.

Los mapas en general deben usar escalas convenientes y perspectivas de visualización, de manera que el observador pueda percibir todo desde un solo punto de vista. Los mapas, además, deberían focalizar las propiedades relevantes del lugar

y omitir o disimular aquellas que no lo son, de forma que percibamos únicamente lo más importante.

En la Figura 3, de la Red de Expreso Regional (RER) de París, podemos observar un mapa esquemático de la red, en el que no se representan las líneas y estaciones geográficamente.

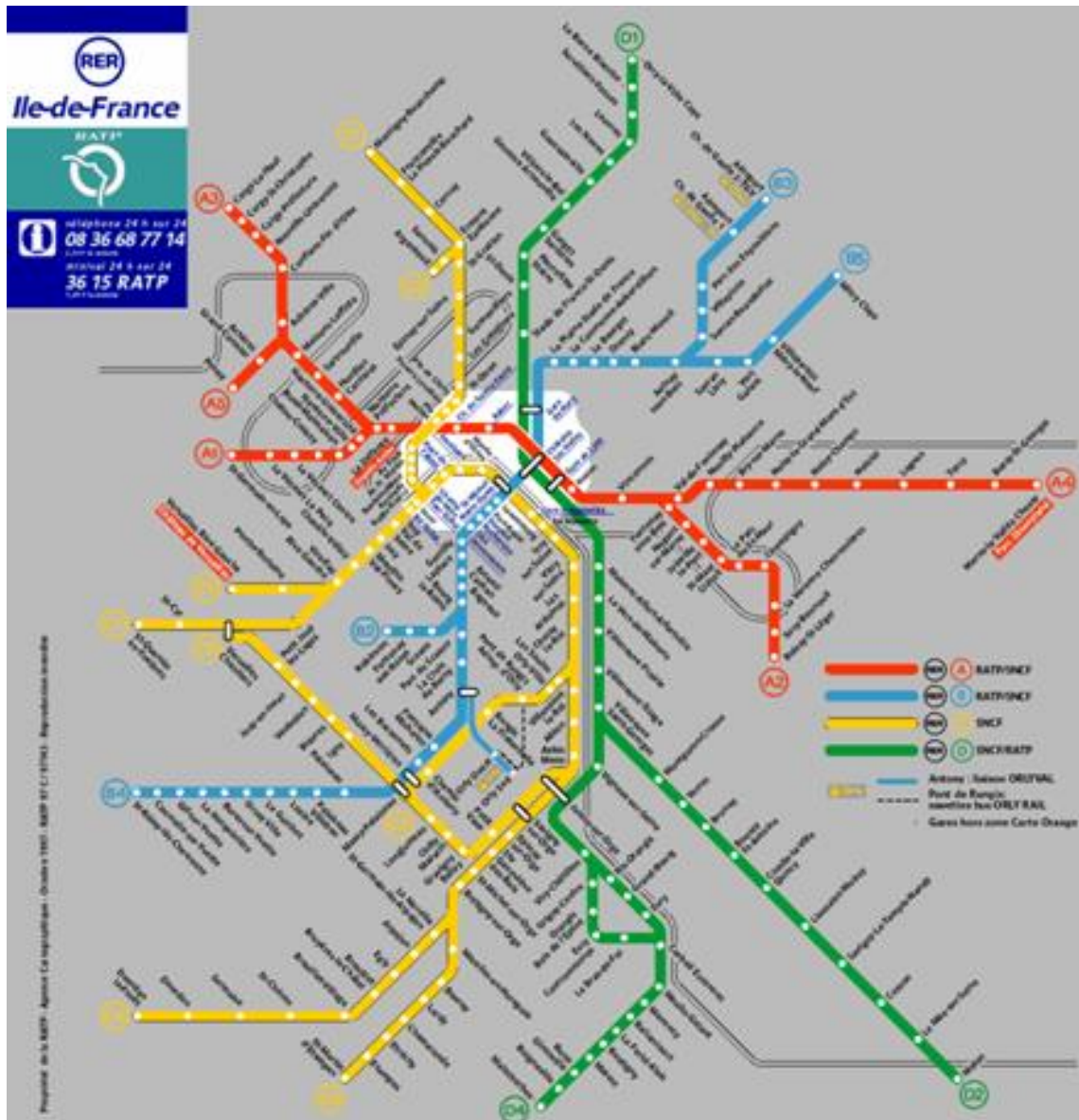


Figura 3. RER de París

Fuente: RATP

¿Qué nos comunican los mapas conceptuales?

El conocimiento de la realidad

- Eliminamos elementos distorsionantes
- Aumentamos su eficacia y utilidad

¿A través de los mapas, se puede confundir o distorsionar la comunicación?

Las proyecciones, generalizaciones, exageraciones y omisiones realizadas en el proceso de generación de la información de un mapa pueden desorientar, distorsionar, desenfocar o engañar al observador. Las transformaciones de escala entre mapas y el mundo real son complejas. Las traducciones de la perspectiva desde la vista aérea a una vista a nivel del suelo pueden ser confusas. La interpretación de los símbolos (colores, puntos, símbolos, líneas de contorno, etc.), puede ser compleja y, en algunos casos, puede llegar a desorientar al observador.

El entrenamiento y el aprendizaje en la interpretación de la información cartográfica también pueden cambiar la forma de cómo percibimos e interpretamos los mapas.

La información espacial suele ser en determinadas ocasiones transmitida de forma verbal. Esta información se utiliza por ejemplo cuando le indicamos a alguien el recorrido o ruta para llegar a un punto de destino, a partir de términos espaciales cuantitativos (por ejemplo; cien metros o una hora), y/o términos espaciales de localización (aquí, allá, derecha, izquierda, etc.)

En la Figura 2 del mapa mental y esquemático de la localización de una fiesta, se observa cómo utilizamos un mapa como modelo de la realidad. Como se observa, el mapa es una abstracción de la realidad: la realidad ha sido simplificada para transmitir sólo la información útil para encontrar el lugar en donde se encuentra la fiesta. De esta manera, los anfitriones han construido un modelo espacial simple y efectivo; así la efectividad de los mapas depende de los conocimientos que se asume que tiene el usuario a la hora de interpretar el mismo, es decir el conocimiento del lugar con sus características espaciales que lo conforman.

En el caso de la imagen espacial, se asume que será graficada en el idioma que el invitado conoce. Por otro lado, los autores del mapa (en el ejemplo, los anfitriones) también asumen que éste sólo sirve para ayudar a sus invitados a encontrar la fiesta.

Los conocimientos previamente asumidos y el uso apropiado de los modelos espaciales que lo conforman, son dos temas centrales en la aplicación práctica de las tecnologías SIG. Si en una determinada situación nos encontramos "perdidos" en una ciudad (a no ser que tengamos un mapa a mano), nos tendrán que indicar la dirección correcta mediante el lenguaje verbal. En el caso de las indicaciones verbales, la persona que da orientaciones a otra de cómo llegar a un lugar asume ciertas habilidades de comprensión en la persona que le ha preguntado, como el idioma, cierto conocimiento del lugar, orientación, observación, etc.

Pero ¿cuáles son buenas indicaciones y cuáles no? ¿Las marcas del terreno y las orientaciones "girar a la derecha" o una descripción exhaustiva del espacio? ¿Cómo nos ayudan los gestos y los mapas en las indicaciones? ¿Cómo se combinan con las palabras? ¿Qué nivel de concreción es el mejor? ¿Debemos indicar también cómo corregir la dirección, por ejemplo, en caso de que se pase un determinado cruce? Observamos que hay muchas ambigüedades en las direcciones verbales. ¿Qué es una "manzana"? ¿Qué es una "intersección" o cruce? ¿Qué significa "girar a la derecha" cuando cinco calles se juntan o cuando entramos a una rotonda?

E. La investigación sobre cuestiones geográficas

Los procesos de investigación pueden también aplicarse mediante la formulación de preguntas geográficas: ¿Qué hay, dónde?, ¿Por qué esto está aquí?, ¿Por qué no está en otra parte?, ¿Dónde están sus límites?, ¿Dónde está algo en relación a otros del mismo tipo?, ¿Qué tipo de distribución siguen?...

Las cuestiones sobre "el dónde" de los objetos espaciales se realizan para fomentar el pensamiento y la abstracción en el aprendizaje. Y las respuestas a estas preguntas a veces implican la creatividad en la integración, modificación o manejo de diferentes cantidades de información.

Según Nyerges (1997) los problemas geográficos se pueden categorizar según en qué se basan:

Localización y extensión.

- Distribución y textura o forma.

- Asociación espacial.
- Interacción espacial.
- Cambio espacial.

Con la finalidad de responder a estas cuestiones, la investigación geográfica requiere de la práctica individual, de las aptitudes de observación, definición, clasificación, análisis, deducción, razonamiento, integración, y asociación al problema.

Por último vale distinguir, como bien lo señalan Buzai y Baxendale (2013) que el análisis espacial -cuando se lo aborda desde un punto de vista temático, al interior de la geografía- es entendido como la aplicación de un conjunto de técnicas estadísticas y matemáticas a datos distribuidos sobre el espacio geográfico. "Cuando se lo aborda desde un punto de vista tecnológico, se lo considera como el componente central de los SIG, como sinónimo del subsistema de tratamiento, ya que permite aplicar procedimientos que facilitan estudiar las relaciones espaciales de las entidades contenidas en la base de datos geográfica." (Buzai y Baxendale, 2013).

F. La importancia del conocimiento en los SIG

En general los SIG son complejos de utilizar de manera efectiva y eficiente en cuanto al funcionamiento, de hecho en varias oportunidades no se utiliza todo su potencial. Se opta por trabajar con aplicaciones que requieren de más tiempo y dinero, son más complicadas de usar de lo que deberían, y no llevan a cabo la totalidad de los procesos.

Así es que se trata de profundizar el conocimiento SIG para alcanzar una utilización óptima de los mismos.

5. Conceptos básicos de los SIG

El conocimiento de los SIG está relacionado con tres de sus principales funciones: **almacenaje, representación y análisis de los datos referenciados**. Las

limitaciones y problemas de los SIG podrían ser mejorados poniendo especial énfasis en el conocimiento humano. Es decir, la forma como el ser humano adquiere, razona y comunica el conocimiento mediante los SIG.

Los SIG en cuanto a su **almacenaje** permiten:

1. Acceder fácil y rápidamente a grandes volúmenes de datos
2. Ser capaces de:
 - a) seleccionar elementos por área o tema
 - b) vincular o seleccionar una serie de datos con otra serie
 - c) analizar las características espaciales de los datos
 - d) buscar características particulares o elementos de un área
 - e) actualizar rápidamente los datos
 - f) alternativas diferentes de modelización de datos
3. Capacidad de salidas gráficas (mapas, gráficos, cuadros estadísticos, etc.)

En cuanto a la **representación gráfica** los GIS trabajan con referencia geográfica (latitud y longitud), layers temáticos o "capas" de información que al superponerse generan nueva información, previa simplificación en puntos, líneas y áreas de la información gráfica de otro origen y pueden representar el mundo real en 2 modelos:

- raster (aplicables cuando los datos se captan por imágenes de sensores remotos)
- vectoriales (apropiado para trabajos de redes y áreas administrativas)

En cuanto al **análisis de los datos referenciados**, los SIG lo realizan a través del *software* seleccionado con herramientas que permiten ingresar, manipular, analizar y obtener salidas de datos.

De manera compleja, los componentes de un GIS incluyen:

1. el sistema de computación (*hardware* y sistemas operativos)
2. el *software* que puede ser libre (Qgis por ejemplo) o privado (ArcGis)
3. los datos espaciales, tanto gráficos (Cad) o alfanuméricos (Bases de datos)

4. la gestión de datos y procedimientos de análisis; de gran importancia ya que de esto depende el éxito del análisis SIG: se desarrolla el análisis y con los datos ingresados se produce una nueva información geográfica.
5. Los operadores SIG: recursos humanos capacitados para el uso de los SIG.

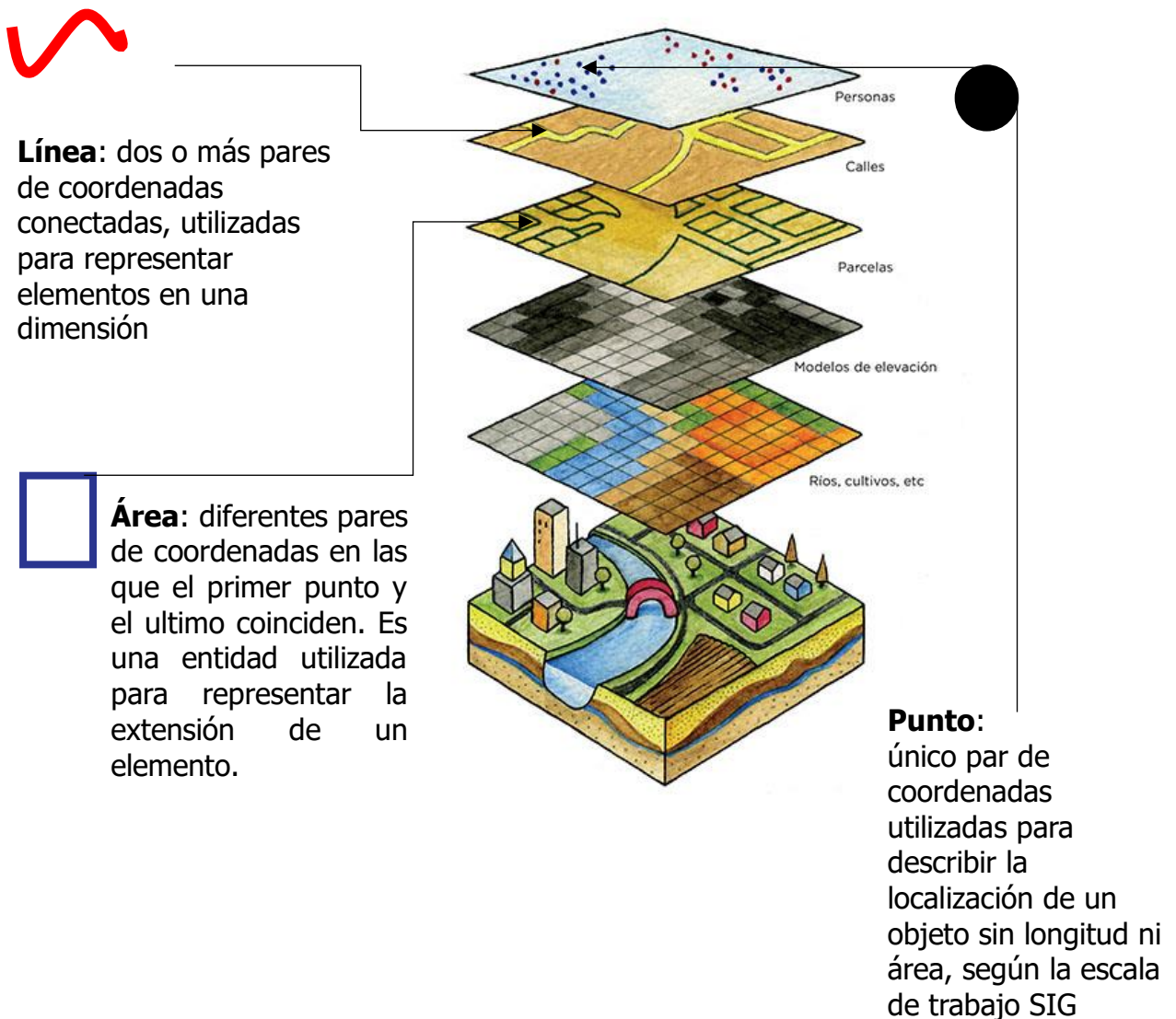


Figura 4. Capas y entidades básicas: punto, línea y área

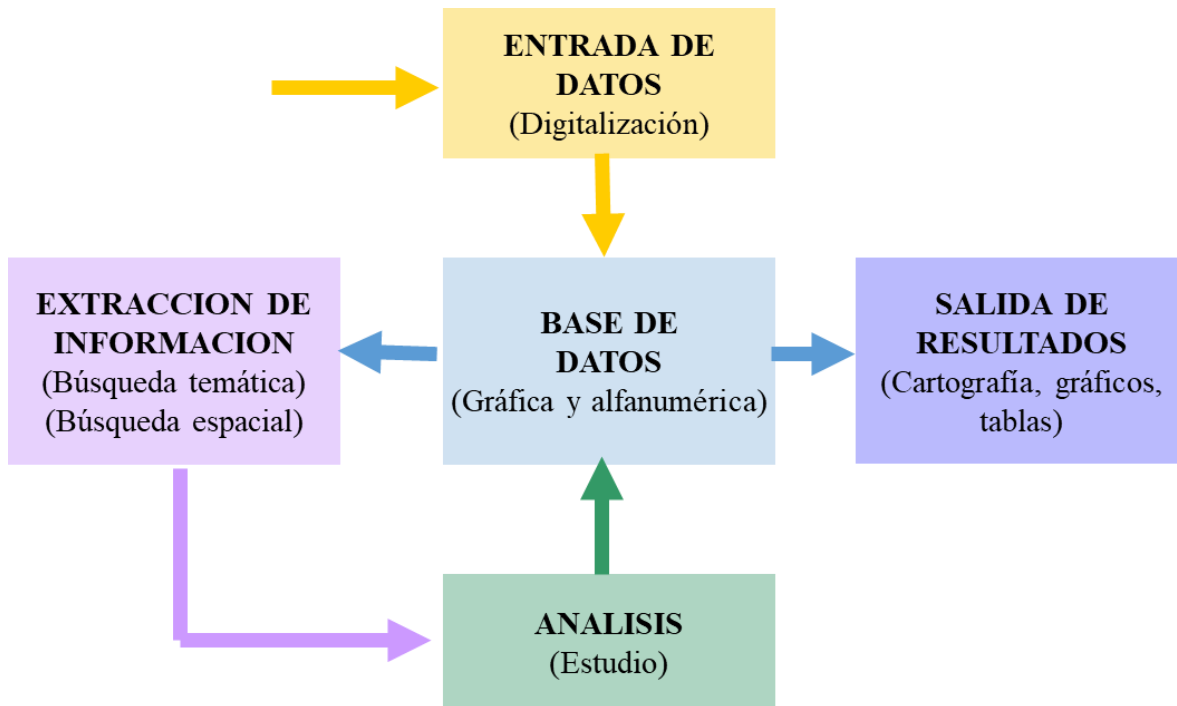


Figura 5. Proceso de gestión SIG

En la Figura 5 observamos un esquema del proceso básico de gestión de datos de los SIG, donde constan de las siguientes etapas:

- Entrada de datos: se produce la digitalización de la información, se capta a través de dispositivos móviles o imágenes satelitales o se levanta de sitios web de datos abiertos.
- Base de datos: dicha información alfanumérica y gráfica se almacena en una base de datos diseñada ad-hoc para el SIG que se desarrolla.
- Extracción de información: desde allí puede extraerse información temática específica para ser posteriormente analizada.
- Análisis: genera nueva información que puede ser incorporada a la base de datos, enriqueciendo la misma.
- Salida de resultados: salidas gráficas (mapas) o alfanuméricas (informes).

6. Aplicaciones

Los SIG se desarrollan actualmente en numerosas áreas del desarrollo de los países a nivel científico, académico y de gestión del Estado. La siguiente tabla resume algunas áreas de alcance y una nómina de las áreas pioneras de utilización de los SIG.

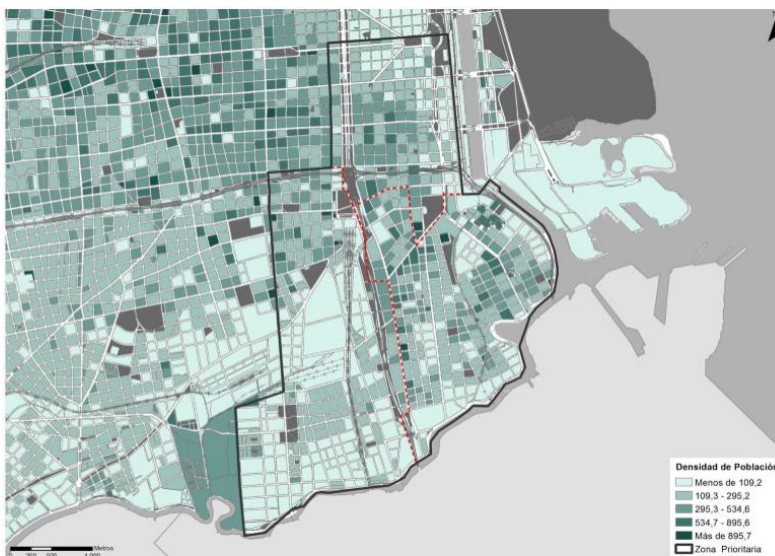
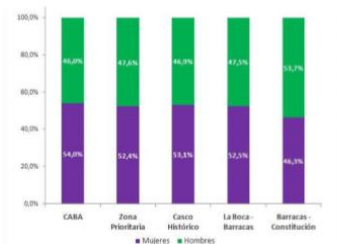
Actividad	Aplicación
Gobierno	<ul style="list-style-type: none">– administración local– planeamiento del transporte– planeamiento de servicios– gestión urbana
Defensa	<ul style="list-style-type: none">– identificación de objetivos– planeamiento estratégico– integración de datos inteligente
Comercio y negocios	<ul style="list-style-type: none">– análisis de mercado– gestión de servicios– marketing– localización de puestos de trabajo
Servicios	<ul style="list-style-type: none">– gestión de redes– provisión de servicios– telecomunicaciones– emergencias
Gestión ambiental	<ul style="list-style-type: none">– selecciones de áreas de influencia y mapeo del potencial mineral– monitoreo de polución ambiental– reservas naturales– gestión de recursos– evaluaciones de impacto ambiental

A continuación se muestran aplicaciones del área de Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, las cuales muestran el nivel de gestión alcanzado gracias a los SIG.

Densidad de población

En el área de estudio la densidad de población es de 121 Hab/Ha. mientras que en la Ciudad es de 142 Hab/Ha. Se destaca la subzona de Casco Histórico (152 Hab/Ha) con una densidad mayor a la de la Ciudad, a diferencia de la subzona Barracas Oeste – Constitución que presenta la menor densidad de las tres áreas (102 Hab/Ha)

Estos datos, traducidos en el territorio, expresan una concentración de población cercana al área central que disminuye hacia el Riachuelo.



Dirección General de Antropología Urbana
Secretaría de Desarrollo Urbano



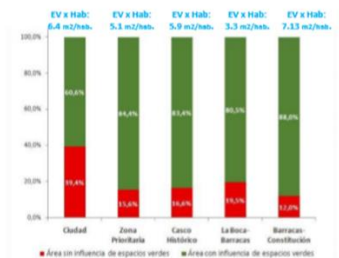
Figura 6. Densidad de población Boca – Barracas

Fuente: GCBA

Déficit de espacios verdes

Para determinar el área de influencia de los espacios verdes públicos se considera la densidad poblacional y la capacidad de carga del espacio.

En la Zona Prioritaria, el 84,4 % del área presenta cobertura de espacios verdes públicos, contando con 5.1 m²/hab, mientras que la Ciudad posee 6.4 m²/hab. Con respecto a las subzonas, los porcentajes de áreas con influencia de EV son superiores a la Ciudad, a excepción de La Boca – Barracas Este donde es levemente inferior con el 80,5%.



Dirección General de Antropología Urbana
Secretaría de Desarrollo Urbano



Figura 7. Déficit de espacios verdes en Boca – Barracas

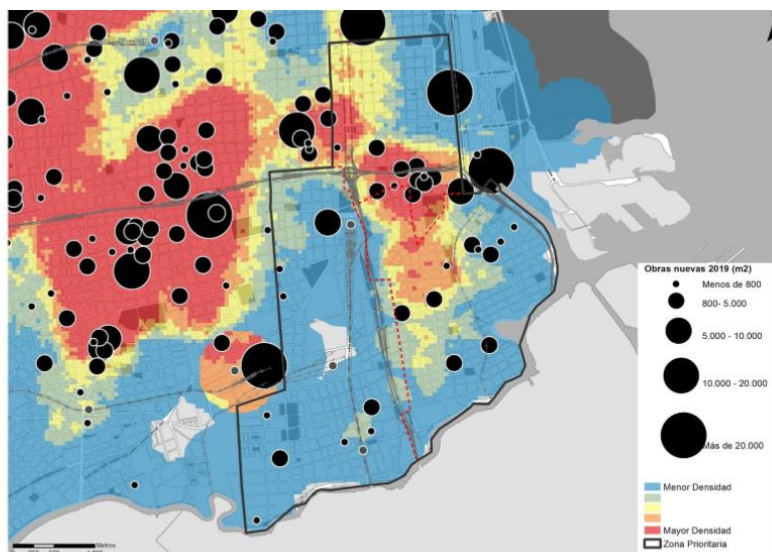
Fuente: GCBA

En las Figuras 6 y 7 observamos que para representar la densidad de población con los SIG, se utiliza la combinación de mapas temáticos con gráficos de barras para mejorar la comprensión del fenómeno analizado.

Obras nuevas registradas (2019)

En el año 2019 se presentaron en total 32 obras nuevas, de las cuales 13 están ubicadas en el Casco Histórico, 10 en La Boca –Barracas Este y 9 en Barracas Oeste – Constitución.

Predomina el destino de vivienda multifamiliar seguido por el comercial.



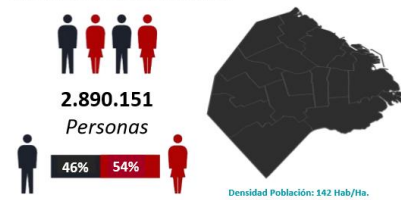
Dirección General de Antropología Urbana
Secretaría de Desarrollo Urbano



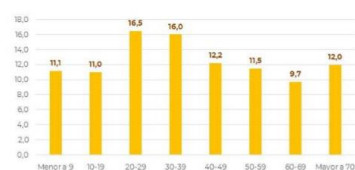
Figura 8. Obras nuevas en Boca – Barracas

Fuente: GCBA

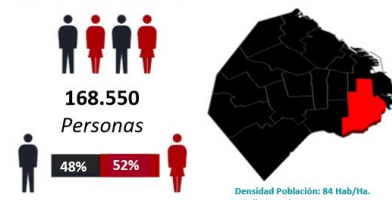
Características CABA



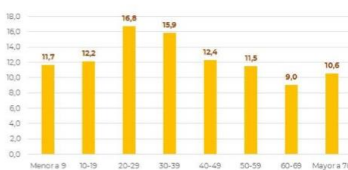
POBLACIÓN POR GRUPO DE EDAD:



Características Zona Prioritaria.



POBLACIÓN POR GRUPO DE EDAD:



Dirección General de Antropología Urbana
Secretaría de Desarrollo Urbano



Figura 9. Déficit de espacios verdes en Boca – Barracas

Fuente: GCBA

En la Figura 9 se observa que los SIG permiten representar información alfanumérica en formato de gráficos de barras y combinarla con herramientas de dibujo (infogramas) de fácil interpretación para el observador, comparando barrios con el total de la Ciudad.

7. Conclusiones

Los SIG han tenido un desarrollo, tanto gracias a los avances propios de los *software*, como del *hardware*, que ayudó al rápido procesamiento de grandes bases de datos, por ejemplo las de las grandes metrópolis.

Esto ha permitido que los SIG otorguen un incremento al valor de los datos espaciales, sea como base de soporte territorial, como gestor de redes, o como acervo digital de múltiple información correspondiente a polígonos de un territorio. Se constituye así en un elemento idóneo para el monitoreo y la planificación de toda actividad que tenga como soporte una superficie territorial en diferentes escalas de abordaje de problemáticas determinadas.

El avance de la informática en los últimos años, que la torna imprescindible en cualquier ámbito laboral, hace también de los SIG un elemento necesario en cada vez más ámbitos públicos y privados.

Por ejemplo, en los tiempos más actuales, para el caso de la pandemia de COVID-19, el monitoreo de su evolución en todo el mundo fue realizado con SIG a través de la firma ESRI y Aeroterra con una actualización prácticamente on-line.

Es de esperar que el auge SIG siga creciendo en los próximos años, con todas las ventajas que esta poderosa herramienta informática pueda desplegar para el Urbanismo y el Planeamiento Urbano y Territorial, por lo que su aprendizaje y utilización se torna indispensable para el ejercicio profesional del planificador urbano y regional.

Bibliografía

Bosque Sendra, J. *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, Rialp, 1992.

Buzai, G. D., Baxendale, C. A. Aportes del análisis geográfico con Sistemas de Información Geográfica como herramienta teórica, metodológica y tecnológica para la práctica del ordenamiento territorial. *Persona y Sociedad*, Universidad Alberto Hurtado, Vol. XXVII / Nº 2 / mayo-agosto 2013 / 113-141, 2013.

Gutiérrez Puebla, J. Gould, M. *Sistemas de Información Geográfica*. Madrid, Síntesis, 1999.

Heywood, I. Cornelius, S. Carver, S. *An Introduction to Geographical Information Systems*. Essex, Longman, 1998.

Nyerges, T. L., Golledge, R. G. *Asking Geographic Questions*. NCGIA Core Curriculum in Geographic Information Sciences. Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, 1997.