

## Usos y aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica

**Mario Piumetto**

### Resumen

Este documento trata y desarrolla en detalle las aplicaciones y utilizaciones que la sociedad realiza de los Sistemas de Información Geográfica. Conocerás el gran campo de aplicación de estos sistemas y en particular el potencial que poseen en los gobiernos locales para la realización de estudios y la definición de políticas de suelo<sup>1</sup>.

### Objetivos de aprendizaje

El estudio de este documento, conjuntamente con los recursos adicionales recomendados y el desarrollo de las actividades previstas, te permitirá alcanzar los siguientes aprendizajes:

1. Reconocer en qué áreas los SIG pueden ser utilizados y, en particular, para qué tipo de soluciones.
2. Identificar a los SIG como una herramienta fundamental en la realización de estudios urbanos y la definición de políticas territoriales.

---

<sup>1</sup> Indistintamente denominamos políticas de suelo o políticas territoriales.

## Índice

1. SIG, una herramienta multifinalitaria	3
2. Usos y aplicaciones de los SIG	6
Otras clasificaciones	10
3. Usos y aplicaciones de los SIG en estudios urbanos y la definición de políticas de suelo	15
Agenda 21	16
Problemáticas y políticas territoriales	20
Trabajando con SIG en ...	25
4. Recursos adicionales	27
Bibliografía	27
Links en Internet	30

## 1. SIG, una herramienta multifinalitaria

La finalidad de los SIG es “dar soporte a los procesos de toma de decisiones, brindando información geográfica del lugar o problemática bajo análisis”. Si bien se observan otros fines como la gestión de determinados servicios o investigación, aquella es su finalidad principal.

Como herramienta que brinda información para la toma de decisiones podríamos encontrarla, en consecuencia, en todo tipo de organizaciones o proyectos. Sin embargo, esto no es tan así. Los SIG no “están” en todas las organizaciones y proyectos, pero sí es cierto que están (o deberían estar, o podrían estar) en muchas más de las que pensamos. La resolución de problemas complejos de la realidad forma parte de lo “cotidiano” -cada vez más- en nuestras empresas, grupos de trabajos, proyectos, instituciones públicas y organizaciones en general. ¿Que es, entonces, lo que tienen en común todas estas organizaciones y proyectos que usan (o podrían usar) SIG?:

**La necesidad de responder a la pregunta fundamental ¿DÓNDE?** (“Geographic Information Systems and Science”, Longley / Goodchild / Maguire / Rhind, 2001).

Cada vez más “lo geográfico” se transforma en información fundamental al momento de tomar decisiones. Los problemas son cada vez más complejos y **“el dónde de los problemas y las soluciones”** pasa a ser una variable necesaria por conocer adecuadamente.

Encontramos a los SIG sirviendo en el análisis para la localización de una zona para el establecimiento de residuos tóxicos, en la ubicación de un local de venta de artículos exclusivos, en la valuación de las propiedades inmuebles de una ciudad, en una solución AVL destinada a brindar seguridad a la flota de vehículos de una empresa, como herramienta de simulación de escenarios para el diseño de políticas territoriales, etc. Estas situaciones permiten identificar, claramente, a **los SIG como una herramienta multifinalitaria**, no exclusiva de un área determinada o para un conjunto muy particular de soluciones. Una herramienta para muchas y diferentes organizaciones y proyectos, que requieren *resolver problemas de la realidad y necesitan información geográfica*.

Posiblemente estos sistemas no estén, aún, tan inmersos como esperamos en nuestras sociedades; pero es importante reconocer que muchas de las dificultades que antes se observaban

para la utilización de los SIG han sido superadas o están desapareciendo. Y, en forma paralela, nuevos aspectos están influyendo positivamente en el aumento de su utilización. Veamos algunos de los puntos más importantes (información adaptada de “Geographic Information Systems and Science”, Longley / Goodchild / Maguire / Rhind, 2001):

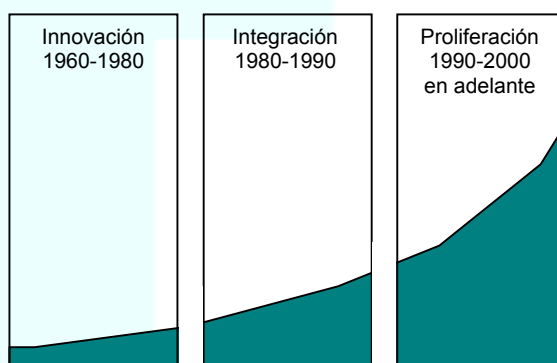
- Los precios de hardware y software SIG se han reducido en forma importante.
- La facilidad de uso e interacción en los nuevos desarrollos, basados en ambientes Windows, ha crecido notablemente.
- También han crecido mucho las posibilidades tecnológicas, permitiendo vincular los SIG a todo tipo de sistemas y plataformas, mejorar el tratamiento y administración de los grandes volúmenes de datos gráficos e incorporar nuevas y novedosas formas de visualización.
- Cada vez es mayor la cantidad de datos geográficos digitales disponibles en el mercado; no sólo mapas tradicionales, sino también datos GPS e imágenes satelitales; en muchos casos, incluso, a muy bajos costos.
- La introducción de los SIG en Internet.
- La creciente aceptación de que la “toma de decisiones” posee, también, una “dimensión geográfica”.
- La cantidad acumulada de soluciones y aplicaciones que “están funcionando”.

Nuestras sociedades están en una etapa en la que, seguramente, las organizaciones comenzarán a demandar cada vez más la utilización de esta tecnología, ante la complejidad, variedad y especificidad de los problemas y el nivel de exigencia en las soluciones.

Resulta interesante, en este sentido, mencionar el análisis efectuado por David Forrest (“The History of Geographic Information Systems”, 1998) sobre la tendencia de los SIG y el procesamiento de información geográfica en nuestras comunidades<sup>2</sup>. Forrest identifica 3 grandes

<sup>2</sup> En realidad, Forrest realiza este análisis para el caso particular del desarrollo de los SIG en Canadá. Se considera que las conclusiones son igualmente válidas de ser trasladadas a un escenario internacional.

etapas en la historia de los SIG desde su inicio hasta nuestros días: “innovación”, “integración” y “proliferación”, caracterizadas cada una por determinadas tendencias y productos dominantes.



### **Innovación (1960 - 1980)**

*Tendencias:* desarrollo tecnológico, iniciativas aisladas, sistemas separados, aplicaciones restringidas, comités y grupos de trabajo informales, costos altos, baja disponibilidad de datos, crecimiento limitado.

*Productos dominantes:* mapas y gráficos.

### **Integración (1980 – 1990)**

*Tendencias:* integración de datos, integración de tecnología, estrategias corporativas, iniciativas grupales, nuevas aplicaciones, reducción de costos, mejoras en la disponibilidad de datos, crecimiento moderado.

*Productos dominantes:* información geográficamente referenciada.

### **Proliferación (1990 – 2000 y en adelante)**

*Tendencias:* integración de sistemas, creación de un “mercado”, aplicaciones universales, estándares en la industria, nuevas aplicaciones de los SIG, costos bajos, alta disponibilidad de datos, crecimiento exponencial.

*Productos dominantes:* productos y servicios con valor agregado, sistemas de soporte a las decisiones, sistemas de información ejecutivos, aplicaciones geográficas embebidas, dispositivos geográficos.

*A modo de conclusión.* Los SIG -potencialmente- pueden ser usados por muchas organizaciones y proyectos y servir como herramienta de trabajo en muy diversas aplicaciones. En general, se observa una creciente utilización de esta tecnología (más acentuada en los países desarrollados<sup>3</sup>) lo que exige, principalmente por parte de los recursos humanos involucrados, mayor información y capacitación y, a nivel de nuevas habilidades laborales, mayor flexibilidad para dar respuesta a distintas problemáticas y capacidad de trabajo en equipos multidisciplinarios.

## 2. Usos y aplicaciones de los SIG

Los SIG participan como herramientas para la resolución de problemas complejos de la realidad y brindando información geográfica para la toma de decisiones en áreas como:

<sup>3</sup> En 1998 se estimaba en más de 93.000 las implementaciones SIG en el mundo ("The History of Geographic Information Systems", D. Wayne Mooneyhan, 1998). Un análisis de distribución por continentes revela que alrededor del 92% están en países desarrollados (65% en Estados Unidos, 22% en Europa y 5% en Australia) y el 8% restante en Sudamérica, África y Asia (Singh, 1994).

Planeamiento urbano y regional	Agricultura	Navegación (marítima, aérea, terrestre)
Geomorfología	AVL	Oceanografía
Ecología y conservación	Cultura	Política
Catastro	Defensa civil	Redes de infraestructura (servicios)
Valuaciones	Demografía	Salud
Mercado inmobiliario	Educación	Epidemiología
Geología	Geodesia y Geofísica	Seguridad
Transporte de cargas	Marketing	Criminalística
Transporte de pasajeros	Hidrología	Desarrollo económico
Tránsito	Medio ambiente	Estudios sociales
Logística	Recursos naturales renovables	Turismo
Emergencias ambientales	Minería	Aventura
Emergencias urbanas	Recursos forestales	Zoología
Climatología	Defensa e inteligencia militar	Biología
Aeronáutica	Telecomunicaciones	Arqueología
	Uso del suelo	

La lista puede continuar y, en muchos casos, hasta puede sorprendernos el tipo de soluciones que son abordadas con SIG. De todos modos, existen ciertas áreas más importantes que otras, donde los SIG realmente resultan herramientas íntegras e indispensables para la solución de sus problemas específicos.

Según Longley, Goodchild, Maguire y Rhind ("Geographic Information Systems and Science", 2001) la gran mayoría de las aplicaciones existentes pueden ser incluidas en algunas de las siguientes áreas, las que resultan las más representativas:

- **Gobierno local:** inventario de recursos e infraestructura, diseño del sistema de transporte público, respuesta a emergencias urbanas, planificación del uso del suelo, administración territorial para la recaudación de impuestos, etc.
- **Negocios y servicios:** ubicación / reubicación de puntos de venta, análisis de áreas de mercado, campañas de marketing, geodemografía, etc.
- **Logística y transporte:** distribución de mercaderías, incorporación de nuevos tramos de rutas, solución de problemas de tránsito, seguimiento de móviles – AVL, derivación de pacientes en emergencias, etc.
- **Medioambiente:** análisis de cambios en el uso del suelo, monitoreo ambiental, modelos dinámicos de cambio del paisaje, análisis de impacto visual, geología, etc.

En algunos casos, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) suelen tomar denominaciones diferentes según el área de aplicación o el tipo de datos que administran. Así, por ejemplo, los SIG orientados a Catastro con base parcelaria suelen ser denominados “Sistemas de Información Territorial” (en inglés: Land Information Systems – LIS) y los SIG orientados a la administración y gestión de redes de infraestructuras básicas (servicios) se identifican como soluciones AM / FM (Automated Mapping Facilities Management).

El análisis de las aplicaciones de los SIG también puede ser abordado desde el “para qué” son utilizados. En este sentido, una de las diferenciaciones más importante es la realizada por Crain y MacDonald ("From Land Inventory to Land Management", 1984), quienes identifican, según la finalidad o perfil del sistema, los siguientes usos:

- 1. Inventario:** aplicaciones caracterizadas por grandes inventarios de datos, como recursos naturales, catastro y redes de servicios públicos, entre otros. Son implementaciones con funciones básicas y sencillas, dirigidas fundamentalmente al dibujo de mapas, realización de consultas y obtención de salidas cartográficas y estadísticas simples.
- 2. Análisis:** este tipo de aplicaciones están dirigidas a soportar procesos de análisis sobre los datos para la resolución de problemas geográficos y toma de decisiones particulares. Son



aplicaciones, por ejemplo, destinadas a diseñar sistemas de transporte, efectuar análisis de impacto ambiental o planificar el uso del suelo.

- 3. Gestión:** estas aplicaciones tienen relación con el soporte a la toma de decisiones en una organización. Se encuentran, generalmente, vinculadas a los sistemas ejecutivos de soporte a las decisiones (Decision Support System –DSS) e, incluso, en algunos casos, hasta integradas a ellos, conformando lo que se conoce como SDSS (Spatial Decision Support System - sistemas espaciales de soporte a las decisiones). Están caracterizadas por el desarrollo de análisis complejos y modelización de situaciones, utilizando prácticamente todo el conjunto de funciones y herramientas disponibles en estos sistemas. Algo muy importante de este tipo de aplicaciones es que son aquellas que más impacto producen dentro de las organizaciones (en términos de resultados y retorno de la inversión).

Los autores identifican estas situaciones también como “**estados de desarrollo**” de un SIG. Así, “inventario” resulta la primer etapa –natural- del sistema, “análisis” la segunda y aquella en donde se comienzan a obtener resultados más ligados con los fines de la organización y, por último, en el caso de los SIG más maduros, “gestión”, donde el SIG brinda un soporte integral a toda la organización. Lamentablemente muchos SIG suelen “quedarse” en la etapa de “inventario”, cuando en la mayoría de los casos ese no fue el fin con el que fueron pensados ni desarrollados inicialmente.

Una distinción similar a la realizada por Crain y MacDonald, pero más orientada a los principales grupos de funciones, es aquella conocida como “las 5 M de las aplicaciones SIG”: *mapping* –cartografía-, *measurement* –medidas y estadísticas-, *monitoring* –monitoreo-, *modelling* –modelado- y *management* –gestión- (“Geographic Information Systems and Science”, Longley / Goodchild / Maguire / Rhind, 2001).

## Otras clasificaciones

Hasta aquí, hemos podido observar la gran variedad de áreas de la sociedad en que los SIG son o pueden ser usados y los distintos perfiles que dichas utilidades pueden tomar en función de su nivel de desarrollo o las funciones principales que desarrollan.

Adicionalmente a los tipos de aplicaciones mencionados, resulta interesante exponer algunas clasificaciones realizadas por distintos autores las cuales nos permitirán conocer más acerca de los usos, orientaciones e implementaciones que se realizan de estas herramientas.

■ **Según el tipo de datos que son objeto de estudio, las aplicaciones pueden ser clasificadas en naturales o elaborados por el hombre** (“Principles of Geographic Information Systems”, Rolf A. de By, ITC, 2001). En el primer caso se ubican aplicaciones, como por ejemplo, en medioambiente, geomorfología, ecología, oceanografía, etc. donde los objetos de estudio son fenómenos naturales. En el segundo caso encontramos, entre otros, los sistemas de información catastrales, de gestión de redes de infraestructura o de planeamiento urbano, aplicaciones donde el objeto de estudio son elementos elaborados por el hombre (como las calles, redes, etc.). No obstante esta distinción, existen muchos casos de aplicaciones que poseen “un poco de ambas”, integrando elementos naturales y hechos por el hombre en sus análisis.

■ **Según la manera en que los SIG son incorporados en la sociedad, las aplicaciones pueden clasificarse en tradicionales, de desarrollo y nuevas** (“Geographic Information Systems and Science”, Longley / Goodchild / Maguire / Rhind, 2001). Aplicaciones tradicionales son, por ejemplo: usos militares, en gobierno y educación. A mediados de los 90 comienza un gran desarrollo de aplicaciones en el área de los negocios, como por ejemplo servicios bancarios y financieros, logística, mercado inmobiliario y marketing, que se suman a las aplicaciones tradicionales. En los últimos años, hemos comenzado a observar la utilización de los SIG para pequeñas empresas, profesionales e incluso aplicaciones personalizadas (como por ejemplo, servicios geográficos brindados por una compañía de telefonía celular, a través del cual un cliente, ante una emergencia familiar un fin de semana, podría en la pantalla de su teléfono celular observar el mapa de su zona y conocer la farmacia abierta más próxima a su ubicación), las que denominamos “aplicaciones

nuevas” y junto con los tipos anteriores de aplicaciones, amplían y diversifican el espectro de aplicaciones de esta tecnología.

De alguna manera, podemos establecer relaciones entre esta clasificación y las 3 grandes etapas en la historia de los SIG identificadas por David Forrest y que mencionábamos anteriormente. La primer etapa, de “innovación”, contó con pocos tipos (o áreas) de aplicaciones y no se centró en la diversificación de las mismas, si no más bien en el crecimiento y mejoramiento de las capacidades de estas nuevas herramientas y la obtención de resultados. La segunda etapa, de “integración”, tampoco se caracterizó por el crecimiento y diversificación de las aplicaciones; aunque los SIG se comenzaron a utilizar en nuevas áreas, esta etapa estuvo más caracterizada por el desarrollo de datos (inventarios) y los problemas de su implementación en las organizaciones (integración de tecnologías, estrategias corporativas, reducción de costos). En la tercer etapa, “proliferación”, es donde se inicia y observa un crecimiento acelerado de las aplicaciones de los SIG; es en esta etapa, donde a las “aplicaciones tradicionales” se suman las “aplicaciones de desarrollo” en primer instancia y, posteriormente, las que denominamos “nuevas aplicaciones”.

■ **De acuerdo al propósito para el que se están usando, las aplicaciones pueden ser institucionales o basadas en proyectos** (“Principles of Geographic Information Systems”, Rolf A. de By, ITC, 2001). Las aplicaciones basadas en proyectos poseen un fin concreto y una duración preestablecida. Como ejemplos, podríamos citar la utilización de un SIG para estudiar la localización más adecuada de un “basurero nuclear” o el análisis y la elaboración de propuestas al sistema de transporte actual en una determinada ciudad.

Las aplicaciones institucionales, en cambio, están orientadas a “convivir con la organización”, transformándose en verdaderos sistemas de información y soportando la toma de decisiones. Sirven para varios fines, asisten tareas de consulta generales, de estudio, cartografía y, dentro de la organización, crecen, se actualizan y permanecen en el tiempo. Como ejemplo de SIG institucionales podemos mencionar los Sistemas de Información Territorial en una organización catastral o un SIG a nivel nacional para emergencias ambientales (incendios, derrames de residuos tóxicos, etc.).

Para finalizar veamos cómo podrían ser caracterizadas, desde los puntos de vista expuestos, algunas aplicaciones SIG reales.

### Caso 1

Sobre **un SIG en un organización catastral** podrían efectuarse las siguientes consideraciones:

- El Catastro es un área de gobierno donde el uso de los SIG brinda importantes beneficios para los fines de la organización.
- Generalmente, los SIG en un Catastro son implementados en forma corporativa, generando aplicaciones de tipo institucional.
- En este tipo de aplicaciones los SIG suelen tomar la denominación de SIT (Sistemas de Información Territorial).
- Si bien un SIT es un sistema orientado a apoyar la gestión de la organización catastral, muchas veces observamos que los SIG, en estos ámbitos, se transforman exclusivamente en “aplicaciones de inventario”. Actualmente, existen importantes esfuerzos para que los Catastros (fundamentalmente en los países en desarrollo) cambien el enfoque de sus implementaciones actuales, transformando los SIT en herramientas de apoyo a la gestión y no exclusivamente de soporte a la función de generación y producción de datos catastrales.
- Es un tipo de aplicación cuyo objeto de estudio son elementos “elaborados por el hombre” (nuevas urbanizaciones, registro de derechos sobre el suelo, etc.) , más que elementos naturales, aunque generalmente en la base de datos también suelen encontrarse objetos “naturales”.
- Los SIT forman parte de las aplicaciones tradicionales de los SIG.

**Sistema de Información Territorial (SIG en una organización catastral)**

Criterio		Tipo de aplicación			
Según el área más representativa	Gobierno	Negocios y servicios	Logística y transporte	Medioambiente	Otra
Según la manera en que es incorporada a la sociedad	Tradicional		De desarrollo	Nueva	
Según la finalidad o perfil general del sistema	Inventario		Análisis	Gestión	
Según el tipo de datos objeto de estudio		Natural		Elaborado por el hombre	
Según el propósito para el que se está usando		Proyecto		Institucional	

## Caso 2

A cerca de **un SIG utilizado por una importante cadena de supermercados** para la localización de una nueva sucursal, podrían efectuarse los siguientes comentarios:

- El análisis de mercado o marketing es un área de aplicación que podríamos enmarcar dentro de “negocios y servicios”.
- En este ejemplo, se trata de un SIG utilizado para resolver un asunto particular (la ubicación de una nueva sucursal) y se utilizará sólo durante un plazo determinado (resuelto el lugar más propicio para la ubicación, el SIG ya no será utilizado).
- En estos casos, en donde una empresa necesita de servicios geográficos basados en SIG, usualmente se trabaja con un proveedor especializado, evitando el cliente la adquisición de software, mapas digitales y la capacitación de su personal.
- Este tipo de aplicaciones suelen denominarse de Geomarketing.
- Es una aplicación de “análisis”, más que de gestión o inventario.

- Es un tipo de aplicación cuyo objeto de estudio son elementos “elaborados por el hombre”, aunque en su análisis pueda tenerse en cuenta información de carácter “natural”.
- El geomarketing es una de las aplicaciones surgidas en la década del 90, identificadas en las clasificaciones anteriores como “de desarrollo”.

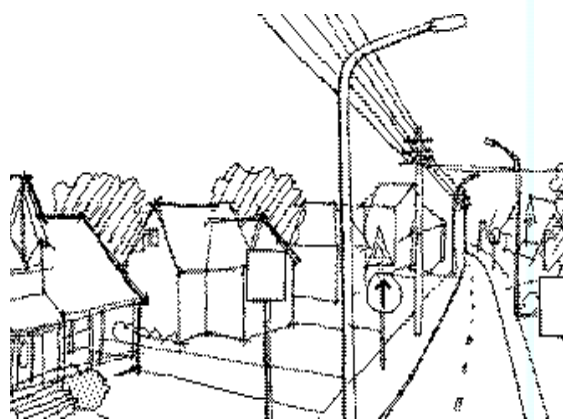
**SIG en un análisis de mercado para la localización de un nuevo punto de venta**

Criterio		Tipos de aplicación			
Según el área más representativa	Gobierno	Negocios y servicios	Logística y transporte	Medioambiente	Otras
Según la manera en que es incorporada a la sociedad	Tradicional		De desarrollo	Nueva	
Según la finalidad o perfil general del sistema	Inventario		Análisis	Gestión	
Según el tipo de datos objeto de estudio	Natural			Elaborado por el hombre	
Según el propósito para el que se está usando	Proyecto			Institucional	

### 3. Usos y aplicaciones de los SIG en estudios urbanos y la definición de políticas suelo

Con todo lo desarrollado hasta ahora resulta claro que **los SIG son la herramienta** para analizar, documentar, modelar, diseñar, implementar y gestionar todas aquellas situaciones del territorio que requieren de una adecuada intervención del estado local, **desde su estudio hasta la definición de las políticas.**

Son identificadas por los gobiernos locales y sus funcionarios como la herramienta adecuada en el sentido que:



Alrededor del 70 al 80% de la información que administra un gobierno local tiene relación con el espacio geográfico. Vías de circulación, alumbrado público, uso del suelo, etc.

- **Permiten “modelar” el espacio geográfico (o territorio) con el nivel de detalle requerido**, integrando los datos tradicionalmente contenidos en los mapas (papel o digitales) con fotos aéreas, imágenes satelitales y bases de datos alfanuméricas. Así, los SIG, posibilitan construir y mantener un “modelo” preciso a partir del cual estudiar, analizar y tomar decisiones sobre el territorio.
- **Trabajan con los datos geográficos mejor que con cualquier otra herramienta**, ya que integran datos de distintas fuentes, estructuras y formatos, cuentan con funciones específicas para atender la problemática de las proyecciones y coordenadas cartográficas, almacenan información descriptiva (atributos) de los datos geográficos como así también sus metadatos, son capaces de trabajar con distintos niveles de detalle de la información geográfica según la escala de análisis (lo que se conoce como “generalización cartográfica”) y poseen funciones profesionales para la producción cartográfica.

- **Brindan extraordinarias posibilidades de visualización y exploración de los datos geográficos**, lo que incluye mapas temáticos por una o varias variables, integración de cartografía digital con imágenes satelitales utilizando transparencias, visualización de textos dinámicos, visualización en 3D, navegación sobre modelos 3D (vuelos) y sombreado de imágenes y modelos digitales de elevación, entre otras.
- **Realizan análisis espacial**, característica única y distintiva de los SIG frente a otras herramientas y tecnologías. A partir del modelo construido del espacio geográfico, los SIG dan lugar al desarrollo de análisis de redes, análisis sobre el relieve, superposición de datos, evaluación multicriterio para la selección de sitios específicos, interpolación y obtención de modelos, cálculo de geoestadísticas, etc.
- **Son capaces de soportar análisis multitemporales** de datos geográficos, tanto mapas como fotos e imágenes satelitales, analizando procesos de cambio, degradación de zonas naturales, crecimiento urbano, etc.
- **Generan productos de información de extraordinaria calidad** como mapas temáticos, salidas integradas con imágenes satelitales y ortofotos, tablas, reportes, estadísticas y gráficos e, incluso, mapas digitales en formatos especiales para su publicación directa y dinámica en la Web.
- **Posibilitan y facilitan enormemente el trabajo multidisciplinario e inter-áreas** brindando bases de datos geográficas con accesos multiusuarios, perfilando los accesos según los tipos de usuario (mantenimiento de datos, análisis o simples consultas) y brindando a cada uno las herramientas específicas para el adecuado trabajo en equipo. Son, por ejemplo, la herramienta en la que confluyen agrimensores, arquitectos, asistentes sociales, medioambientalistas y políticos trabajando en la solución de problemas de hábitat.

## Agenda 21

Posiblemente nada más claro y relevante para comprender los actuales problemas (sociales, territoriales y ambientales) por los que están atravesando nuestras ciudades y las líneas



de acción y políticas a tomar que conocer **Agenda 21**, el programa adoptado por la Conferencia de Naciones Unidas de 1992 en Río de Janeiro, Brasil, con el fin de implementar el desarrollo sostenible en el siglo 21.

Adhiriendo a dicho programa, en 2001, la FIG (Federación Internacional de Agrimensores) elaboró el documento “**FIG Agenda 21**”, destinado a implementar el concepto de desarrollo sostenible en las actividades de sus asociaciones miembros y, en general, a través de los profesionales de la Agrimensura.

A continuación se transcribe la sección inicial de dicho documento, en donde se podrá tomar contacto con la diversidad y nivel de problemáticas que hoy atraviesan particularmente las zonas urbanas y hacia dónde deberían dirigirse los esfuerzos y las políticas de los gobiernos locales.

#### **“Un mundo en crisis**

*Prácticamente todas las sociedades del mundo atraviesan en este momento un cambio a un paso nunca antes visto. La población del mundo aumenta desde menos de tres mil millones al principio del último siglo, hasta pasar los seis mil millones de personas al principio del nuevo milenio. Los países en desarrollo experimentan una migración masiva hacia áreas urbanas, donde la gente pobre aumenta su concentración en asentamientos irregulares dentro de ciudades en expansión. Desde 1950 la población urbana global ha saltado desde 750 millones hasta más de 2500 millones de personas. Se estima que en países en desarrollo, el 88 por ciento de la población nacida durante los próximos 25 años será en asentamientos urbanos. En 30 años, dos tercios de la población del mundo vivirá en ciudades. El crecimiento urbano es mayormente informal y no planificado, resultando frecuentemente en gente asentada en ubicaciones peligrosas.*

*En mucho países la disponibilidad de agua potable se acerca a un punto de crisis. Mil trescientos millones de personas no tienen acceso al agua limpia y se estima que cada año mueren cinco millones de personas por enfermedades causadas por la contaminación del agua.*

*Grandes áreas de tierra para producción de alimentos se pierden anualmente debido a la erosión y el crecimiento urbano. La reducción de la capa de ozono inducida por las actividades humanas y los cambios de clima tiene el potencial para causar grandes problemas a la salud y asentamientos humanos en muchas partes del mundo.*

*Los últimos treinta años han testimoniado un crecimiento comprendiendo que la tierra no puede soportar los niveles actuales de contaminación y utilización de recursos naturales. Las costumbres y políticas humanas deben cambiar radicalmente y la presión sobre el entorno natural del mundo debe reducirse.*

*Al mismo tiempo 25 por ciento de la población mundial vive en profunda pobreza. Mil trescientos millones de personas viven con menos de 1 dólar norteamericano por día, dos mil seiscientos millones no tienen acceso a servicios sanitarios básicos. Se estima que setecientos cincuenta millones de personas no reciben suficiente alimento. Mil millones de personas viviendo en áreas urbanas ven bloqueado su acceso a un refugio adecuado y más de mil millones de habitantes de la ciudad no tienen una tenencia segura de casa o tierra.*

*Se ha vuelto ampliamente reconocido que el cambio general de las sociedades – desarrollo- a través del mundo debe ser orientado hacia comportamientos y acciones que no destruyan el entorno natural. Junto con este marco generalmente se acuerda que cambios en comportamientos y acciones debe ser expresado en políticas que simultáneamente mejoren condiciones de vida para las personas más pobres. Remover barreras que mantienen a la gente en la pobreza es importante para la protección del ambiente, pero también es un desafío y una responsabilidad en sí misma.*

*El mundo enfrenta dos desafíos mayores: proteger el ambiente natural y al mismo tiempo remover la pobreza.*

### **Desarrollo Sostenible – una Política para el Cambio**

*Respondiendo a los desafíos expresados más arriba, los gobiernos nacionales en la Conferencia de las Naciones Unidas de 1992 en Río, sobre Ambiente y Desarrollo, de común acuerdo aceptaron el concepto de “Desarrollo Sostenible” como un principio*

*general para políticas y acciones en un gran número de campos y sectores de las sociedades.*

*El Desarrollo Sostenible fue definido por la comisión Mundial en Ambiente y Desarrollo en su reporte sobre "Nuestro Futuro Común" como "desarrollo que alcanza las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de alcanzar la satisfacción de sus propias necesidades".*

*Expresado de modo más directo, las políticas para el desarrollo sostenible contienen tres pilares de igual importancia:*

- *Proteger el ambiente natural.*
- *Mejorar la situación social de los pobres.*
- *Combatir la pobreza.*

*La Conferencia de Río acordó un programa para la implementación del desarrollo sostenible en el siglo 21. Conocido como AGENDA 21, éste focaliza en la importancia estratégica de una aproximación integrada a la planificación y administración de la tierra. Subraya la importancia de asentamientos humanos sostenibles y la correcta administración de la tierra para agricultura y el desarrollo rural. Solicita el vínculo entre la administración de la tierra y la protección de la biodiversidad, bosques y fuentes de agua. Pone énfasis en la necesidad de información confiable para tomar decisiones. Llama a un rol más fuerte para organizaciones no gubernamentales como socios en el desarrollo sostenible. También llama a dar soporte a los gobiernos nacionales, regionales y locales así como al sector no gubernamental, quienes son alentados a formular y adoptar agendas locales para sus respectivos campos de responsabilidad.*

*Desde este punto de partida, varios eventos internacionales han profundizado y ampliado la comprensión de la gran importancia para la humanidad de alcanzar la sustentabilidad. El reporte de la conferencia de las Naciones Unidas en Asentamientos Humanos (Habitat II) hacía foco en el enorme desafío del rápido crecimiento de las ciudades en países desarrollado, un desafío a ser piloteado a través de una buena*

*planificación y administración de la tierra, como así también a través de la seguridad en la tenencia de la tierra, considerada un motor para desarrollos sociales y económicos. El World Food Summit (Roma, 1996) subrayó la importancia de la buena administración de la tierra en la provisión de alimentos para el rápido crecimiento de la población mundial. La Reunión Mundial en Desarrollo Social (Copenhague, 1995) y la Conferencia Mundial de la Mujer (Pekín, 1995) refieren a la importancia de darle a las mujeres, personas indígenas y grupos vulnerables igual acceso a la tierra y seguridad en su tenencia.*

*De todos modos, a pesar de conferencias y declaraciones en muchas partes del mundo el desarrollo ha sido para peor. La necesidad de un cambio de actitud hacia el desarrollo sostenible es más importante que nunca antes. Este es un desafío para todos: para los gobiernos en todos los niveles, para las organizaciones no gubernamentales y para cada individuo, sea éste o no profesional.”*

## Problemáticas y políticas territoriales

En este contexto, los SIG resultan herramientas imprescindibles en las áreas técnicas de los gobiernos locales para estudiar y buscar soluciones en problemáticas como:

- **Planificación de áreas urbanas**, tarea cada vez más relevante frente al hecho del crecimiento acelerado de la población urbana. Es común, en nuestras ciudades latinoamericanas, observar coexistencia de usos inapropiados, crecimiento de la mancha urbana de manera irregular con los consecuentes problemas de carencia de servicios básicos y pérdida de ambientes naturales, entre otros problemas. Los SIG proveen un ambiente inteligente de visualización y búsqueda de información territorial, como así también de evaluación y modelado de alternativas de solución.
- Planificación del crecimiento de la mancha urbana frente a las zonas verdes y cultivables que rodean las ciudades (generalmente con actividades frutihortícolas) regulando la coexistencia de ambos ambientes y minimizando el impacto del crecimiento urbano en las áreas verdes y productivas circundantes.

- **Regularización de asentamientos irregulares y disminución de la pobreza urbana,** buscando la adecuación a las normativas urbanas, la provisión de servicios básicos, la integración a la dinámica urbana y el otorgamiento de títulos válidos a los habitantes de dichos asentamientos. La utilización de imágenes satelitales o fotografías aéreas actualizadas y georreferenciadas a la cartografía base de la ciudad permitiría detectar asentamientos irregulares no conocidos, cuantificar el volumen de viviendas involucradas, identificar la situación dominial y tributaria de la zona del asentamiento y la proximidad / lejanía a los servicios públicos. A partir de estas informaciones básicas sería posible elaborar diagnósticos preeliminares y evaluar alternativas de regularización.
- **Control del ambiente urbano,** aire, suelo, aguas superficiales y aguas subterráneas. El control en este sentido tiene relación con la calidad de vida de los vecinos y la disminución de determinados problemas de salud, como por ejemplo enfermedades respiratorias o derivadas del consumo de agua contaminada. La ubicación de las actividades contaminantes analizadas conjuntamente con los problemas de salud detectados puede permitir identificar las posibles causas y fuentes.
- **Información confiable para tomar decisiones y planificar,** lo que requiere acabado conocimiento del territorio, los derechos existentes sobre él, problemáticas en cuanto a cobertura de los servicios básicos, valor de la tierra, etc. Los SIG poseen funciones de análisis que permiten “visualizar” datos que “no eran visibles” directamente (por ejemplo, recorridos óptimos al analizar alternativas de transporte, zonas más aptas para radicar equipamiento urbano –escuelas, dispensarios, etc.- en función de una serie de variables, etc.) y considerar estas informaciones al momento de tomar decisiones de difícil resolución y, muchos veces, de alto impacto en la comunidad. Estas herramientas también cuentan con una gran cantidad de funciones especiales para la generación de productos de información de alta calidad e impacto visual, generalmente muy requeridos por los niveles de toma de decisiones.
- **Valuaciones masivas con fines tributarios.** La necesidad de mantener las valuaciones actualizadas pasa principalmente por asegurar la equidad en la carga fiscal, pero no es una tarea técnicamente sencilla y generalmente posee costos importantes de ejecución. Esta

situación ha hecho común el hecho de que los gobiernos administren sus impuestos sobre datos desactualizados; por ejemplo, en Latinoamérica podemos encontrar como normal 10 a 20 años de desactualización en los datos valuatorios. Los SIG, en este sentido, brindan oportunidades extraordinarias para procesar grandes volúmenes de datos con relativa sencillez, comparar e interpolar datos de valores de la tierra y ejecutar modelos de regresión relacionando distintas variables geográficas, entre otras funciones especializadas que pueden utilizarse en este campo de aplicaciones. Así, las áreas técnicas cuentan con la posibilidad de obtener resultados con mayor eficiencia y menores costos.

- **Recuperación de plusvalías**, lo que podemos analizar como una parte especial de estudios de valor y tributos sobre la tierra. Decisiones y acciones de gobierno, como son la obra pública, la prestación de servicios y la modificación de normativas urbanas generan impactos en los valores de los inmuebles, situación que posibilita la participación del estado en las “plusvalías” obtenidas sobre los mismos (también podrían considerarse minusvalías, es decir, impactos negativos, pero son casos menos comunes). Determinar los nuevos valores, hasta dónde se extienden dichos impactos y evaluar el volumen de la potencial recaudación por plusvalías son algunos de los trabajos que pueden ser realizados con SIG.
- **Determinación de esquemas impositivos a la propiedad**, analizando las “alícuotas” utilizadas para el cálculo del tributo. Muchos sistemas tributarios a la propiedad se basan en el concepto de “servicio recibido”, lo que implica para el estado conocer qué servicios presta y en qué lugar, de manera de determinar un valor de alícuota relacionado con los beneficios recibidos en cada propiedad. Esto puede ser realizado de manera relativamente sencilla utilizando SIG y funciones de superposición de capas.
- **Análisis y actualización de normativas urbanas**. Todo lo referido al fraccionamiento de la tierra, el uso del suelo y la preservación del medio ambiente puede ser mejor analizado desde un punto de vista geográfico. En lugar de trabajar con algunos mapas papel y estadísticas alfanuméricas, los SIG ofrecen un marco de trabajo en donde analizar grandes volúmenes de datos (por ejemplo, conocer cuál es el frente predominante de las parcelas en determinado sector, o el factor de ocupación real del suelo, a partir de restitutiones fotogramétricas); también hacen sencillo modelar posibles escenarios (por ejemplo, cambiar

el uso de una zona, determinando la cantidad de parcelas que quedarán fuera de normativa y dónde están ubicadas) y analizar el impacto de los cambios en otras áreas (por ejemplo, a partir del cambio en el uso del suelo, determinar posibles nuevas demandas que se generarán en transporte, tránsito o, incluso, actividades comerciales).

- **Diseño de obra pública** (pavimento, desagües, alumbrado, grandes obras viales, redes de servicio, etc.) analizando el costo en función de las posibles expropiaciones y/o servidumbres y evaluando el impacto a nivel de parcelas beneficiadas y población destinataria de la obra.

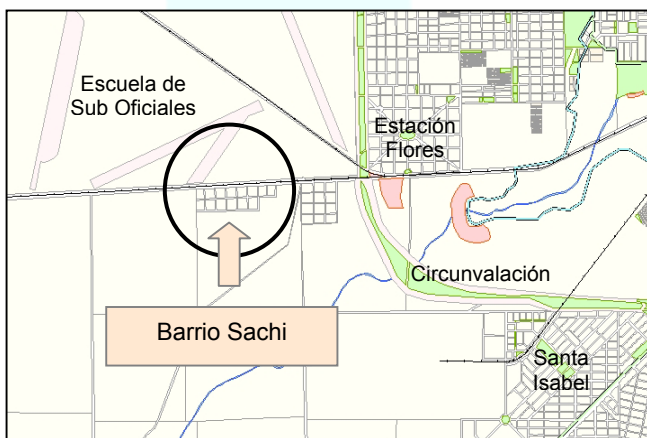
### Un ejemplo

En el proceso de aprobación de una nueva urbanización, dentro de los controles que comúnmente efectúa un municipio respecto de las obras de infraestructura básicas, encontramos la exigencia de “no inundabilidad”, asociada ésta a un adecuado diseño de pendientes, realización de desagües pluviales, etc.

El siguiente caso muestra una situación real observada en una ciudad latinoamericana, en donde al momento de la aprobación de la urbanización los funcionarios públicos carecieron de la información suficiente para evaluar la viabilidad del emprendimiento, o bien exigir al responsable del proyecto la realización de obras especiales para evitar las futuras inundaciones que efectivamente luego se produjeron en el sector<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> El caso que se menciona si bien está basado en una problemática real, no ha considerado toda las variables del problema, ni analizado la situación en detalle ni utilizado datos oficiales de reclamos. Se menciona sólo a los fines de ejemplificar la potencialidad del uso de las herramientas SIG en el estudio y solución de problemáticas vinculadas al suelo urbano.

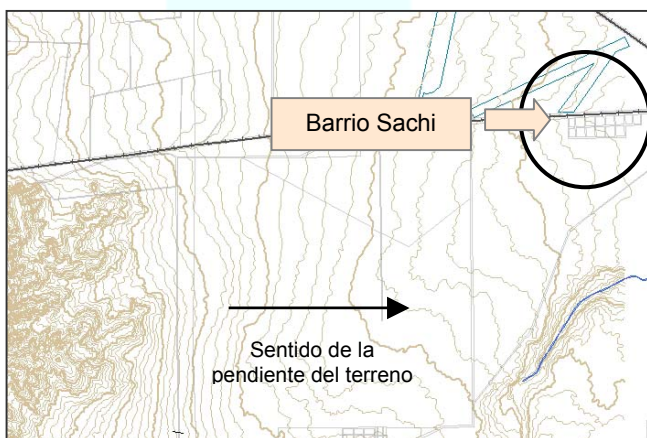




### Caracterización del sector

El Barrio Sachi se encuentra ubicado en el sector suroeste de la ciudad, más precisamente al oeste de la Av. Circunvalación y al sur de la Escuela de Sub Oficiales, vías del ferrocarril de por medio.

El barrio tiene serios problemas de inundaciones. Situaciones similares se presentan en los terrenos de la Escuela de Sub Oficiales.

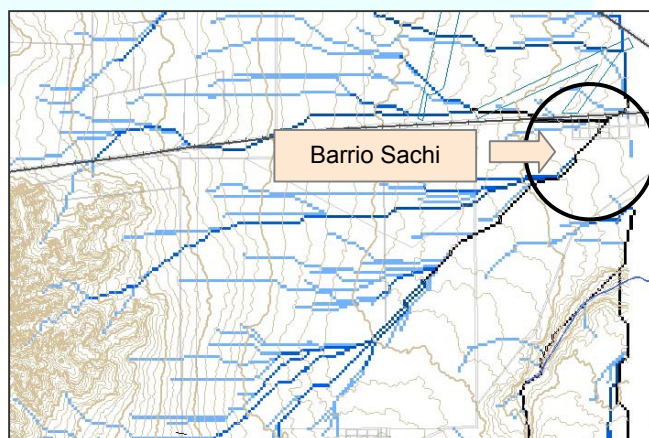


### Relieve del entorno

La imagen muestra el relieve de la zona y una clara pendiente natural hacia el este.

Esta información fue obtenida a partir de cartas topográficas con curvas de nivel existentes en el Catastro Municipal (en soporte papel).





### **Escorrentamiento del agua**

Utilizando funciones de análisis espacial (particularmente destinadas a estudios hídricos) puede simularse el escurrimiento del agua ante la presencia de lluvias, detectando así “cursos de agua intermitentes” que afectan distintas “corredores” en la zona.

Esta imagen muestra claramente cómo un importante volumen de agua (por escurrimiento) llega directamente a Barrio Sachi.

*Nota: la intensidad de los colores hasta llegar al negro, es un indicador relativo del volumen de agua acumulado.*

Posiblemente, de haber contado los funcionarios públicos con herramientas SIG e información adecuada para estudiar la factibilidad de dicho asentamiento previo a la aprobación del mismo, hubiera prevenido problemas, evitado reclamos ante la administración municipal y permitido efectuar (o exigir) obras de infraestructura de modo preventivo y no reactivo, generalmente —estas últimas— más costosas e ineficientes en un largo plazo.

## **Trabajando con SIG en la realización de estudios urbanos y la definición de políticas territoriales**

Analizar y estudiar los problemas del territorio y buscar soluciones no puede ser una tarea encarada por un equipo de profesionales pares entre sí, ni de una misma área técnica. Cada vez más las organizaciones, públicas y privadas, van comprendiendo la importancia de transgredir las barreras tradicionales y conformar equipos mixtos de trabajo.

La mirada interdisciplinaria y la experiencia y conocimientos de distintos técnicos, profesionales y especialistas resulta sumamente enriquecedor y posibilita obtener resultados significativamente más importantes que si los problemas son analizados y encarados por profesionales de una sola área de conocimiento. Este es un desafío que las organizaciones destinadas a la definición de políticas de suelo, es decir principalmente las administraciones públicas, deben encarar definitivamente, transformando la manera en que se estudia el territorio y de toman decisiones sobre él.

Los SIG ofrecen una gran oportunidad en este sentido ya que **son, en su naturaleza, herramientas “destinadas a grupos”**, no al trabajo particular desarrollado por un solo individuo.

Los SIG son una  
tecnología destinada  
a grupos



## 4. Recursos adicionales

A continuación se recomiendan recursos adicionales con los que puedes ampliar los temas vistos en el documento.

### Bibliografía

GEOGRAPHIC INFORMATION - SYSTEMS AND SCIENCE

Editorial: Wiley

Autor: Longley - Goodchild - Maguire - Rhind

Año: 2001

Idioma: Inglés

Recomendaciones: Capítulo 2: A Gallery of Applications

MANAGING NATURAL RESOURCES WITH GIS

Editorial: ESRI Press

Autor: Lang Laura

Año: 1998

Idioma: Inglés

DISASTER RESPONSE - GIS FOR PUBLIC SAFETY

Editorial: ESRI Press

Autor: Gary Ambahl

Año: 2001

Idioma: Inglés

GIS IN PUBLIC POLICY

Editorial: ESRI Press

Autor: R. W. Greene

Año: 2000

Idioma: Inglés

GIS FOR HEALTH ORGANIZATIONS

Editorial: ESRI Press

Autor: Laura Lang

Año: 2000

Idioma: Inglés

ENTERPRISE GIS FOR ENERGY COMPANIES

Editorial: Esri Press

Autor: Christian Harder

Año: 1999

Idioma: Inglés

SIG: SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Editorial: Síntesis

Autor: Gould Michael - Gutierrez Puebla

Año: 1994

Idioma: Español

Recomendaciones: Capitulo 7: Aplicaciones

GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Editorial: Bernhardsen Tor

Autor: VIAK IT and Norwegian Mapping Authority

Año: 1992

Idioma: Inglés

Recomendaciones: Capitulo 1: página 8 a 17

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Editorial: Editorial RIALP

Autor: Joaquín Bosque Sendra

Año: 1992

Idioma: Español

Recomendaciones: Capitulo XIV: páginas 282 a 192

AN INTRODUCTION TO URBAN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Editorial: Oxford

Autor: William E. Huxhold

Año: 1991

Idioma: Inglés

Recomendaciones: libro que trata la utilización de los SIG en gobiernos locales (aplicaciones urbanas). Desarrolla, además, una interesante distinción de las aplicaciones según el nivel de la organización a la que asisten (Capítulo 1).

MODELING OUR WORLD

Editorial: ESRI Press

Autor: Michael Zeiler

Año: 1999

Idioma: Inglés

Recomendaciones: Paginas 48 a 50

GIS BOOK

Editorial: Onword Press

Autor: George B. Korte

Año: 1994

Idioma: Inglés

Recomendaciones: Capítulo 3: Using a GIS

#### GIS IN SITE DESIGN

Editorial: Wiley

Autor: Culpepper R. Brian

Año: 1998

Idioma: Inglés

Recomendaciones: Capítulo 3: Who else uses GIS?

#### CONSERVATION GEOGRAPHY

Editorial: ESRI Press

Autor: Charles L. Convis, Jr.

Año: 2001

Idioma: Inglés

#### CARTOGRAPHY - VISUALIZATION OF SPATIAL DATA.

Editorial: Longman

Autor: M.J.Kraak & F.J. Omerling

Año: 1996

Idioma: Inglés

Recomendaciones: Capítulo 4: Aplicaciones SIG desde el punto de vista de la cartografía temática

#### TECNOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Editorial: Editorial ra-ma

Autor: F.Javier Moldes

Año: 1995

Idioma: Español

Recomendaciones: Capítulo 6: Las aplicaciones de los SIG

#### LAND INFORMATION MANAGEMENT

Editorial: Claredon Press

Autor: P.F.Dale y J.D.McLaughlin

Año: 1985

Idioma: Inglés

Recomendaciones: libro sobre Catastro y Sistemas de Información Territorial (SIT)

#### LAND REGISTRATION AND CADASTRAL SYSTEMS

Editorial: Longman

Autor: Larsson Gerhard

Año: 1991

Idioma: Inglés

Recomendaciones: libro sobre Catastro y Sistemas de Información Territorial (SIT)

## THE HISTORY OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS

Editorial: Prentice Hall PTR

Autor: Timothy W. Foresman

Año: 1998

Idioma: Inglés

Recomendaciones: en el Capítulo 17 se realiza un análisis sobre la evolución de los SIG y sus aplicaciones.

## Links en Internet

WWW.GRUPOCLAVE.COM

[http://www.grupoclave.com/Aplicaciones/geo-gis\\_es.htm](http://www.grupoclave.com/Aplicaciones/geo-gis_es.htm)

Descripción resumida de distintas aplicaciones de los SIG

Idioma: Español

GISDEVELOPMENT

<http://www.gisdevelopment.net/>

Idioma: Inglés

Comentarios: dentro de la sección "Tutorials" encontrarás una pequeña guía básica acerca de qué son los GIS, fundamentos y análisis geográficos.

CHARMECK.ORG

<http://charmeck.org/Departments/GIS+Application+Development/Home.htm>

Sitio del Departamento de Desarrollo y Aplicaciones GIS de Charlotte Mecklenburg (ciudad de Carolina del norte - EEUU)

Idioma: Español

SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE / AREA GEOINFORMACIÓN

<http://www.medioambiente.gov.ar/geoinformacion/>

Idioma: Español

Comentarios: dentro del apartado "Otras aplicaciones y desarrollos con herramientas o software de geoinformación" encontrarás un listado de algunas aplicaciones y proyectos desarrollados con herramientas y software SIG en Argentina.

GDSIG - GRUPO PARA EL DESARROLLO DE LOS SIG

<http://www.gdsig.com.ar/>

Idioma: Español

Comentarios: encontrarás un apartado de "Aplicaciones GIS" dentro de "Recursos GIS" del menú del sitio web de la empresa.

-----