GUIA DE SIG PARA SU ADMINISTRACIÓN

LINEAMIENTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN Y EL USO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) EN GOBIERNOS E INSTITUCIONES SECCIONALES

TEMA - GESTION DE GEOINFORMACION
Número 01

VVOB

AME

ESCIENTIA HOMINIS SALUS
EPN

CONCOPE

© PLANTEL 2005
Esta publicación es un producto del equipo PLANTEL, un proyecto que aspira fortalecer la capacidad de planificación de actores locales. La reproducción y distribución de este material didáctico esta permitido para su uso, pero solo si se respeta el (formato del original); la fuente (PLANTEL, 2005) está correctamente puesta y el objetivo es no-comercial. Reproducción en gran escala, distribución masiva o la inclusión del material para productos que se pondrán a la venta a terceros están prohibidas si no se cuenta con el permiso por escrito de los socios del proyecto PLANTEL.

EPN
Escuela Politécnica Nacional
www.epn.edu.ec

AME
Asociación de Municipalidades Ecuatorianas
www.ame.gov.ec

CONCOPE
Consorcio de Consejos Provinciales en el Ecuador
www.concope.gov.ec

VVOB
Asociación Flamenca de Cooperación al Desarrollo y Asistencia Técnica (Bélgica)
www.vvob.be

www.plantelecuador.org

Contenido

Guía de SIG para su Administración

Lineamientos para la implantación y uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en gobiernos e instituciones seccionales

Capítulo 1 ¿Qué es SIG? 11
1.1 ¿A qué se refieren las siglas SIG? 13
1.2 Los SIG tienen su historia 15
1.3 Elementos de un SIG 16
1.3.1 Datos 17
1.3.2 Software 17
1.3.3 Hardware 18
1.3.4 Personal 18
1.3.5 Métodos 18
1.4 ¿Como funciona un SIG? 19
1.4.1 Formatos para modelar la información espacial 19
1.4.2 Funciones del SIG para la gestión de geoinformación 23
1.4.2.1 Ingreso
1.4.2.2 Manipulación
1.4.2.3 Manejo y administración
1.4.2.4 Consulta
1.4.3 Funciones de análisis de un SIG 26
1.4.4 Visualización 26
1.5 Tecnologías afines 27
Proyección geográfica 28

Capítulo 2 ¿Por qué utilizar SIG en su administración? Aplicaciones 33
2.1 Porqué SIG para Consejos Provinciales o Municipios? 35
2.1.1 Sector de obras civiles 37
2.1.2 Sector de gestión ambiental 37
2.1.3 Sector de economía 38
2.1.4 Sector social: población, educación, salud, desarrollo social 38
2.1.5 Sector financiero (catastro predial) 39
2.1.6 Sector de gestión de riesgos 39
2.1.7 Sector de planificación y ordenamiento territorial, urbanismo 40
2.1.8 Sector político 40
2.2 Campos generales de aplicación 41
2.2.1 Gestión de recursos naturales 41
2.2.2 Seguridad y defensa 42
2.2.3 Turismo 42
2.2.4 Análisis del mercado (geomarketing) 42
2.2.5 Transporte y logística 43
2.2.6 Salud 43
2.2.7 Educación 43
2.2.8 Población 43
2.2.9 Agricultura y pesca 44
2.2.10 Meteorología y fenómenos climáticos 45
2.2.11 Biología y ecología 45
2.2.12 Arqueología 45
Los SIG como herramienta para la planificación territorial 46

Capítulo 3 Geoinformación y SIG en el Ecuador 49
3.1 Qué es geoinformación? 51
3.2 Tipos de geoinformación 51
3.3 Fuentes de geoinformación 52
3.4 Metadatos sobre geoinformación 55
3.5 Geoinformación en el Ecuador 55

Capítulo 4 Implementar un SIG 61
4.1 Empezar con SIG 63
4.1.1 Entrevistas internas 64
4.1.2 Análisis de requerimientos 64
4.1.3 Recopilación de datos territoriales disponibles 65
4.1.4 Definición de objetivos 65
4.1.5 Elección entre acompañamiento externo o interno 66
4.1.6 Diseño del modelo de estructuración de información 67
4.1.7 Definición de la infraestructura tecnológica 67
4.1.7.1 Elección de un programa de software
4.1.7.2 Hardware y redes de comunicación
4.1.8 Fase de implementación 68
4.2 Organización de la administración del SIG 70
4.2.1 Coordinador SIG o Unidad SIG 71
4.2.1.1 Tamaño de la Unidad SIG
4.2.1.2 ¿Dónde ubicar la Unidad SIG dentro del organigrama institucional?
4.2.1.3 Tareas del coordinador SIG/ la Unidad SIG
4.2.1.4 El perfil profesional del coordinador SIG y los operadores
4.2.2 Consejo directivo SIG 73
4.2.3 Usuarios SIG 73
4.3 Los costos y beneficios de SIG 74
4.3.1 Los costos de SIG 74
4.3.2 Los beneficios de SIG 75
4.3.2.1 Ventajas en cuanto a eficiencia
4.3.2.2 Ventajas en cuanto a eficacia
4.3.3 Los riesgos de SIG 76
4.3.4 Rendimiento de SIG 76
4.3.4.1 Seguir trabajando sin SIG
4.3.4.2 Implementar y aplicar un SIG

Capítulo 5 Futuro de SIG 79
5.1 Tendencias en la geoinformación 81
5.1.1 Más geoinformación disponible 81
5.1.2 SIG y teledetección 81
5.1.3 Captura de geodatos más rápida 82
5.2. Tendencias en la tecnología de SIG 82
5.2.1. Visualizadores de geoinformación 83
5.2.2. SIG e internet 83
5.2.3 Administración de geodatos 84
5.2.4 Open GIS 85
5.2.5 3D-SIG 85
5.2.6 SIG y multimedia 86
5.2.7 SIG y realidad virtual 86
Cuál es el futuro de los GIS 87

Capítulo 6 Vínculos y literatura útiles de SIG 89
6.1 Empresas del mundo SIG en el Ecuador 91
6.1.1 Empresas proveedoras de licencias comerciales de software de SIG 91
6.1.2 Información sobre software de SIG de libre acceso 91
6.1.3 Consultores en SIG 92
6.2 Capacitación 92
6.3 Generadores de información territorial (cartografía digital) en el Ecuador 93
6.4 Literatura interesante sobre SIG 97
6.5 Vínculos web interesantes sobre SIG 98

Glosario de términos 101

Introducción

Hoy en día, en diversas instituciones, tanto públicas como privadas, se invierten grandes sumas de dinero en el desarrollo de bases de datos, sistemas de información que permita acceder con mayor facilidad a datos e información, así como optimizar su uso.

Por otro lado, la información digital georeferenciada o geoinformación, se ha hecho muy popular y necesaria últimamente para utilizarla en diferentes y muy variados fines. Con ella aparecen también los Sistemas de Información Geográfica (SIG) o Geographical Information Systems (GIS), y por esto se prevé que las inversiones económicas en sistemas de esta índole sean cada vez mayores.

Lamentablemente hemos visto que en la mayoría de los casos en los que se necesitan implementar un SIG, los costos y la inversión generalmente son demasiado altos. Esto se debe, entre otras cosas, a la falta de conocimiento del tema y a los altos costos de estas herramientas informáticas.

Como verán luego en este documento las posibilidades de aplicación de los SIG son casi infinitas y solo son limitadas por la calidad de los datos de entrada y la creatividad humana. Los SIG pueden ayudar a resolver infinidad de consultas, y brindar soluciones en casi todos los aspectos del manejo de información de distintos campos de la actividad humana. Aparecen diariamente nuevas aplicaciones de los SIG y en el futuro continuarán apareciendo aún en mayor número.

Sin embargo el trayecto de implementación y la gestión de SIG en organizaciones sigue siendo muchas veces una tarea larga, costosa y tediosa. La práctica parece demostrar que una implementación paulatina y "ad hoc" es la decisión mas adecuada. Un crecimiento orgánico crea una concienciación tranquila sobre los beneficios y costos de la tecnología, y no genera tanta resistencia basada en percepciones racionales e irracionales.

Esta publicación tiene como objetivo ser una GUÍA de los Municipios y Consejos Provinciales para la planificación, implantación y políticas de uso de los Sistemas de Información Geográfica en sus administraciones.

Esta guía no pretende resolver todos los aspectos organizativos y tecnológicos que involucra el proceso de implementación de un SIG en una administración pública, sino dar unas pautas para que los responsables en cada institución puedan tomar las decisiones adecuadas para la implantación de esta tecnología innovadora al ritmo que ellos estimen lo más adecuado y acoplado a las realidades organizativas, económicas y tecnológicas de su organización.

Capítulo 1
¿ Qué es SIG ?

El capítulo explica de manera sencilla qué son los SIG, sus componentes y la manera como funcionan, haciendo énfasis en la gestión de información.

Dirigido a: técnicos y políticos de Gobiernos Provinciales y Municipios, futuros coordinadores y usuarios de SIG.

Autores:
Verónica Estrella Espinosa (CONCOPE)
Gabriela Suárez Buitrón (AME)
Peter Willems (VVOB)

1.1 ¿A qué se refieren las siglas SIG?

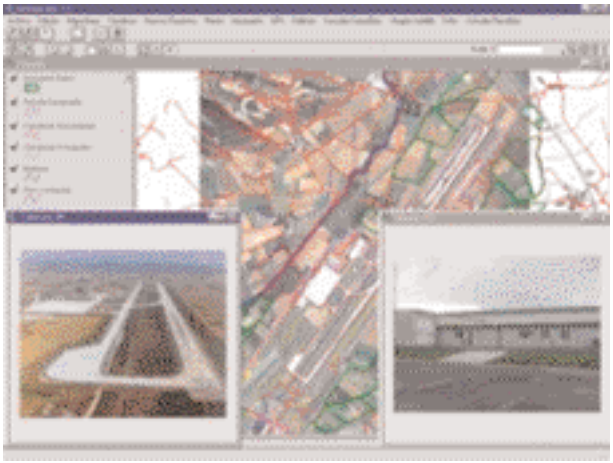


Figura 1.1 Los SIG son herramientas de análisis de información geográfica para el apoyo de la toma de decisiones sobre el territorio

Existen muchas maneras de describir los Sistemas de Información Geográfica. Empecemos analizando las siglas por las cuales el término está conformado en el idioma inglés (GIS).

La **G** representa el término "geográfica", e indica que se trata de describir y manejar fenómenos geográficos. Estos fenómenos tienen como característica que están localizados en el espacio, y por eso tienen un componente geométrico y un componente descriptivo. El componente geométrico refiere a la posición del fenómeno u objeto respecto a un sistema de referencia (sus coordenadas).

El componente descriptivo refiere a las características cualitativas o cuantitativas de estos fenómenos (por ejemplo: el nombre y la longitud de una calle, la salubridad de un árbol, etc...)

La **I** representa el término "información", e indica que no es solo cuestión de tener un repositorio de datos sobre objetos geográficos, sino que el SIG tiene que apoyar a que estos datos se conviertan en información válida para diferentes propósitos, por ejemplo: la toma de decisiones sobre la gestión del territorio. Esta conversión ocurre cuando los datos son estructurados, manipulados e interpretados por los (diferentes tipos de) usuarios, así que SIG tiene que facilitar herramientas adecuadas para este proceso.

La **S** representa el término "sistema", que se define como, un conjunto de elementos que interactúan entre ellos para ciertos propósitos. En este contexto refiere a la capacidad de SIG de vincular el componente geométrico al componente descriptivo de los objetos espaciales, y también a la interacción de los diferentes elementos o módulos del sistema para lograr los objetivos del mismo.

Ahora podemos presentar algunas definiciones más coherentes de SIG, sabiendo que existen muchas, dependiendo del enfoque desde el cual se observa a estos sistemas. Limitémonos a 3 definiciones respectivamente desde el punto de vista de la gestión, la informática o como caja de herramientas.

Considerando los aspectos organizativos y administrativos de SIG se lo puede describir como: "un sistema de soporte a la toma de decisiones, que involucra la integración de datos espacialmente referenciados en un ámbito de resolución de problemas (Cowen, 1988)"

El núcleo de cada SIG es su base de datos, así que como consecuencia se puede definir un SIG como: "una base de datos en lo cual la mayoría de los datos están indexados espacialmente, y sobre lo cual opera un conjunto de procesos con el objetivo de responder consultas sobre entidades espaciales dentro de la base de datos (Smith et al. 1987)"

Una definición más completa describe SIG como una caja de herramientas: "un conjunto de elementos de hardware, software y de procedimientos diseñados para adquirir, administrar, manipular, modelar y visualizar datos referenciados en el espacio, para resolver problemas complejos de administración y planificación (Longley et al. 1999)".

Por tanto, podemos apreciar que un SIG, no es solamente una aplicación de software, sino que depende de elementos físicos y de operaciones particulares. Por otra parte un SIG tiene la capacidad de realizar CONSULTAS ESPACIALES, que son aquellas que no solo se remiten a obtener los registros de la base de datos sino que además permiten encontrar relaciones espaciales entre las entidades consignadas en el sistema, además de realizar SIMULACIÓN y MODELACIÓN de fenómenos sobre la superficie terrestre, que es una de las características que lo distancian notablemente de los paquetes de tipo CAD (Computer Assisted Design);

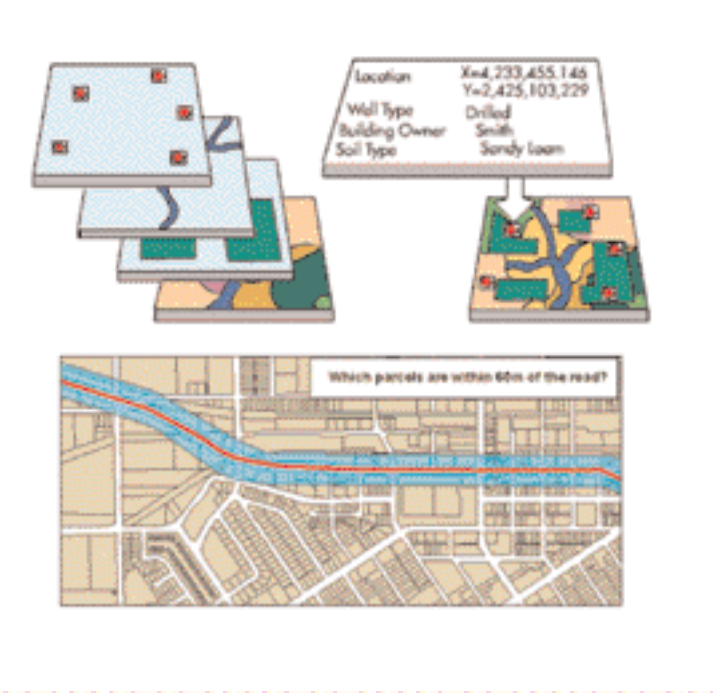


Figura 1.2 "Un SIG permite encontrar relaciones espaciales entre las entidades"

Se pueden enunciar los siguientes tipos de consultas espaciales:

- **(lugar)** ¿Qué hay en...?
- **(condición)** ¿Dónde se cumple / no se cumple...?
- **(calidad)** ¿Qué características tiene el punto X respecto a....?
- **(relación)** ¿Qué relación hay entre fenómenos A y B?
- **(zona)** ¿Qué patrón espacial existe en...?
- **(tiempo)** ¿Qué ha cambiado desde...?
- **(ruta)** ¿Cómo llegar a...?
- **(modelos, escenarios)** ¿Qué pasaría si...?
- **(distancia)** ¿A qué distancia está un fenómeno de otro(s)?

Ejemplos prácticos

Un SIG puede dar una respuesta a los siguientes problemas:

¿Dónde se ubica la Calle Flores en el cantón Salcedo?
¿Dónde viven los propietarios que poseen lotes con un avalúo mayor a 20000 USD?
¿Cuáles son las ordenanzas que rigen sobre mi predio?
¿Qué relación existe entre las características del suelo y la vegetación?
¿Cuánto espacio queda todavía libre para construir en la zona urbana de Manta?
¿Cómo están distribuidas las colonias de monos aulladores en la Reserva Mache Chindúl y porqué están allí?
¿Qué porcentaje del bosque húmedo en Esmeraldas ha sido talado entre 1990 y 2005?
¿Cuál estación de bomberos está ubicado más cerca en línea recta de un cierto incendio?
¿Cuál hospital está más cerca medido en tiempo de viaje desde un cierto accidente?
¿Hasta dónde pueden llegar los flujos de lahar después de una erupción del volcán Cotopaxi de cierta magnitud?

Un SIG permite resolver una variedad de problemas del mundo real. Un SIG es capaz de brindar asistencia a la toma de decisiones sobre el territorio, usando varias técnicas de entrada de datos, análisis espacial y visualización de resultados.



Figura 1.3 "El uso de los Sistemas de Información Geográfica, está limitado solamente por la imaginación de quién los utiliza"

1.2 Los SIG tienen su historia



Figura 1.4 Civilizaciones antiguas han representado sus territorios a través de mapas

La distribución espacial es inherente tanto a los fenómenos propios de la corteza terrestre, como a los fenómenos artificiales y naturales que sobre ella ocurren. Todas las sociedades que han gozado de un grado de civilización han organizado y representado de alguna manera la información territorial a través de dibujos, esquemas, mapas o maquetas.

La creación de los Sistemas de Información Geográfica, se remonta al año 1962, en Canadá, cuando se diseña el primer sistema "formal" de información geográfica para el mundo de recursos naturales a escala mundial, mientras que en el Reino Unido se empieza a trabajar en la unidad de cartografía experimental.

Durante los años 60's y 70's, se aplica la tecnología digital del computador al desarrollo de tecnología automatizada, excluyendo cambios estructurales en el manejo de la información. La mayoría de programas se dirigen meramente hacia la automatización del trabajo cartográfico, sin embargo pocos exploran nuevos métodos para el manejo de la información territorial.

En los años 80's, se vio la expansión del uso de SIG, facilitado por la comercialización simultánea de un gran número de herramientas de dibujo y diseño asistido por computadora (CAD y CADD[1]), así como la generalización del uso de microcomputadoras y estaciones de trabajo en la industria y la aparición y consolidación de las bases de datos relacionales, junto a las primeras modelaciones de las relaciones espaciales o topología. A partir del descubrimiento de las ventajas ofrecidas por SIG, se utilizan en cualquier disciplina donde la combinación de planos cartográficos y bases de datos sea imprescindible.

Hacia los años 90's, se aprecia madurez en el uso de estas tecnologías y se expande a nuevos campos (por ejemplo "SIG en los negocios"); propiciado por la generalización en el uso de las computadoras de gran potencia, la inmensa y vertiginosa expansión de las comunicaciones y en especial de Internet; la aparición de los sistemas distribuidos (DCOM, CORBA, JAVA/RMI[2]) y la fuerte tendencia a la estandarización de formatos de intercambio de datos geográficos (a través del consorcio Open GIS). Estas tendencias auspician la existencia de una oferta proveedora que suministra datos territoriales a un enorme mercado de usuario final (Mariño 2001).

1.3 Elementos de un SIG

Un SIG se compone de cinco elementos importantes:

- Datos
- Software de un conjunto de módulos de aplicación
- Hardware de la computadora
- Personal
- Métodos



Figura 1.5 "Elementos de un SIG"

[1] Computer Aided Design, Computer Aided Design and Development
[2] Distributed Component Object Model (Microsoft), Common Object Request Broker Architecture (OMG), Java/Remote Method Invocation (Javasoft)

1.3.1 Datos

El componente tal vez más importante de un SIG son los datos. Un SIG sin datos es como una caja bonita pero vacía.

Los datos que maneja un SIG se pueden agrupar en dos clases:

Datos no espaciales:

Los atributos de los objetos geográficos registrados, que dan una descripción de los mismos (por ejemplo: la altura de un edificio). Esto se refiere al componente descriptivo del objeto modelado.

Datos espaciales:

- La localización (coordenadas) de los objetos sobre la superficie terrestre. Esto refiere al componente geométrico del objeto modelado.
- Las posibles relaciones topológicas entre los objetos, es decir la caracterización de la posición relativa entre ellas, por ejemplo "vecindad", "conectividad",…

La información espacial contiene, ya sea una referencia geográfica explícita tal como latitud y longitud, o coordenadas de un sistema de proyección geográfica (en el Ecuador: UTM zona 17 Sur; ver Cuadro al final del capítulo), o una referencia implícita tal como domicilio, nombre de área censal, o nombre de calle. Las relaciones topológicas hacen posible el análisis espacial de los objetos modelados.

La gran ventaja de SIG es que permite vincular los datos espaciales con datos no espaciales, lo cual aumenta significativamente las posibilidades de análisis debido a que muchos fenómenos tienen relación directa con el territorio donde se ubican.

Ejemplos prácticos

En aplicaciones de gobiernos seccionales, los edificios muchas veces se representan como puntos, las calles como líneas y los predios como polígonos. Los atributos (el componente descriptivo) de estos objetos podrían describir, en el caso de un edificio, la dirección o el número de habitantes; en el caso de un predio se despliega información sobre el propietario y el impuesto predial. Se aplica la relación topológica de "vecindad" cuando se selecciona automáticamente todos los predios colindantes al predio original.

El manejo de los datos territoriales o "geodatos" diferencia a los SIG de aquellos otros sistemas de información tradicionales de procesamiento de datos. Por eso dedicamos más adelante en esta guía, todo un capítulo específico a este tipo de datos.

Lograr obtener buenos datos de base frecuentemente absorberá hasta el 80% del presupuesto y esfuerzo de implementación de un SIG. Los datos geográficos y los datos tabulares relacionados pueden obtenerse por levantamiento propio o adquirirse de un proveedor público o comercial de datos. Sobre todo el levantamiento propio de datos territoriales puede resultar muy costoso.

1.3.2 Software

Un software de SIG, aunque puede ser considerado como un solo elemento, está constituido por varios componentes con funciones específicas. El sistema, en conjunto debe poder ejecutar las tareas básicas de ingreso, verificación y almacenamiento de datos, manejo de la base de datos, transformación de la información y salida y representación de datos.

En el gráfico 3 se muestra un esquema genérico de los componentes típicos de un software SIG. Si bien es cierto que no todos los sistemas tienen todos estos elementos, un verdadero SIG debe contar al menos con uno de los grupos básicos.

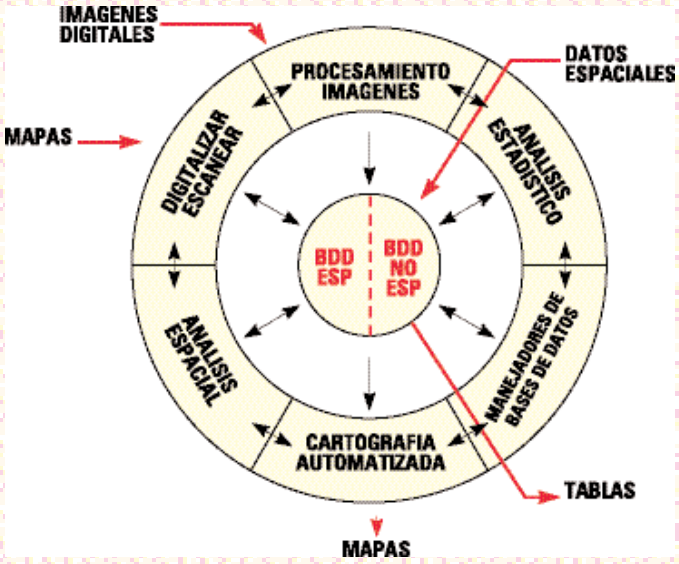


Figura 1.6 "Componentes típicos de un software de SIG"

1.3.3 Hardware

El hardware requerido por un SIG se basa, como cualquier otro sistema informático, en un CPU con dispositivos de almacenamiento y equipos de entrada/salida de datos. Una organización requiere de hardware suficientemente específico para cumplir las necesidades de la aplicación. Algunas cosas a considerar incluyen: velocidad, costo, soporte, administración, escalabilidad y seguridad.

Para realizar el ingreso de los datos territoriales en forma adecuada es aconsejable contar con un tablero digitalizador y/o un scanner para gráficos.

En lo referente a los dispositivos de salida de la información, se obtienen mejores resultados al disponer de un monitor a color de alta resolución de al menos 17". Por otra parte, la obtención de copias impresas es de mejor calidad cuando se utilizan impresoras láser y/o graficadores (plotters) de gran tamaño..

1.3.4 Personal

Son las personas que se encargan de administrar el sistema así como de desarrollar un proyecto basado en el mundo real, entre los que se involucran analistas, desarrolladores, administradores, programadores, y una gran diversidad de usuarios.

Para dar un buen uso al SIG, se requieren por ejemplo: personas quienes saben proporcionar y preparar la fuente de datos, realizar la edición de los mismos, implementar los algoritmos útiles para resolver los problemas espaciales, presentar los resultados a través de mapas impresos o aplicaciones interactivas y usuarios finales quienes saben interpretar los resultados y aplicarlos en algún proyecto o consulta administrativa.

Durante y después del proceso de implementación de un SIG en la organización, la capacitación constante de personal que administra, maneja y consulta el sistema, es de gran importancia, y por ende requiere que se reserven recursos, para evitar que la inversión tecnológica se vuelva rápidamente obsoleta por falta de técnicos preparados para dar un uso óptimo al sistema.

1.3.5 Métodos

Cada instancia tiene sus propias "reglas del negocio" para las cuales tiene que decidir si es conveniente o no aplicar técnicas de SIG. Un SIG exitoso opera de acuerdo a un plan bien diseñado, que son los modelos y prácticas operativas únicas a cada organización.

Por ejemplo: el uso del SIG va a ser diferente en instituciones como el Ministerio de Ambiente, el Ministerio de Urbanización y Vivienda, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, una empresa de geomarketing, una empresa de construcción de vías y canales, una empresa de telecomunica-

ciones, el departamento de planificación de un municipio, una ONG de lucha contra la pobreza, etc… Sin embargo en cada uno de estos ámbitos el SIG puede convertirse en un aporte significativo para la toma de decisiones.
El modelo organizativo de la institución y el camino de implementación del SIG son sumamente importantes. Es por esto que en los próximos capítulos de esta guía se detalla esta problemática.

1.4 ¿Cómo funciona un SIG?

Un SIG almacena información sobre el mundo como una colección de niveles temáticos (capas) que pueden relacionarse por geografía. Este concepto simple pero extremadamente potente y versátil ha probado ser invaluable para resolver muchos problemas, como es el hecho de registrar detalles de aplicaciones de planificación, hasta modelar la circulación atmosférica global.

Cada tipo de objeto se almacena en su propia capa de información, por ejemplo: la capa de ríos, la capa de vías, la capa de bosques, etc… Si se asigna cada objeto que existe sobre la superficie de la tierra a una capa se puede representar toda la superficie de la tierra en diferentes capas. Estas capas pueden ser sobrepuestas la una con la otra, y cada una puede recibir su forma de representación más adecuada.

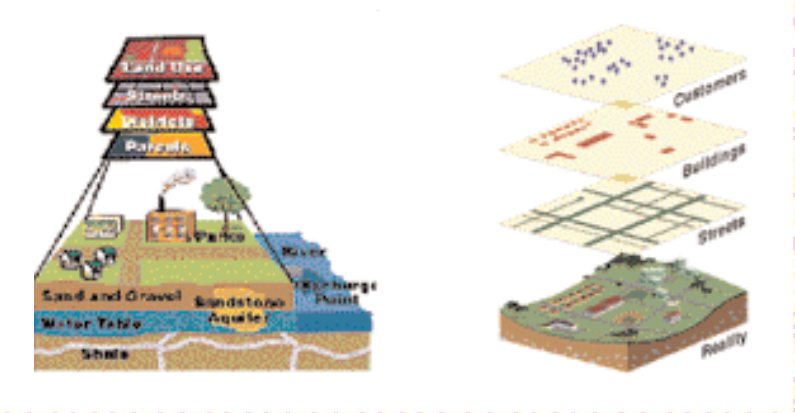


Figura 1.7 El territorio representado por capas de información geográfica

1.4.1 Formatos para modelar la información

Los sistemas de información geográfica funcionan con dos formatos fundamentalmente diferentes de información geográfica: -el "modelo raster" y el "modelo vector."

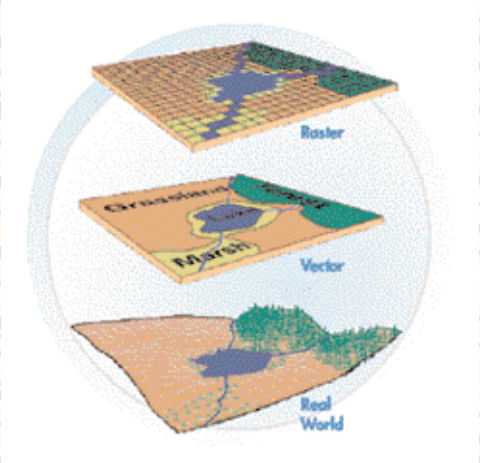


Figura 1.8 El mismo territorio representado en formato raster y en formato vector

a) Qué es el modelo Vector? La representación vectorial de un objeto, es un intento de representarlo tan exactamente como sea posible mediante un conjunto de coordenadas en un espacio cartesiano.

Las entidades puntuales abarcan todas las entidades geográficas que están posicionadas por un simple par de coordenadas (X,Y), las entidades lineales son cadenas de coordenadas (X,Y) con punto inicial y final, mientras que los polígonos (algunas veces llamadas regiones) son una serie de coordenadas (X,Y), con el mismo punto inicial y final que define el contorno del polígono.

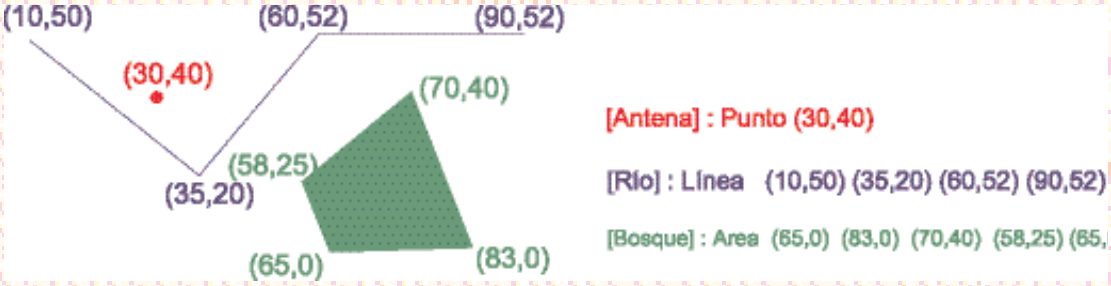


Figura 1.9 Formato vectorial

En este formato las entidades geográficas existen como elementos bien diferenciados que cuentan con su propia forma y dimensión. En la mayoría de los SIG se incluye además de las coordenadas información sobre perímetro, área y relaciones topológicas. Este formato es, en general, resultado de la vectorización de mapas.

Las categorías de diferentes modelos de datos que pueden presentar representaciones en formato vectorial, se encuentran listadas en la tabla a continuación:

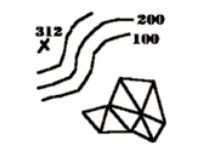
Categoría/Modelo	Representación Vectorial	Ejemplo
Temático	Puntos, Líneas y Polígonos	
Modelo Digital de Elevación (DEM) o de Terreno (DTM)	Muestras (isolíneas y puntos acotados)TIN (retícula triángular)	
Catastral	Puntos, Líneas y Polígonos	
Red de Transporte o Servicios Públicos (electricidad, agua potable, alcantarillado, ...)	Puntos y Líneas	

Tabla 1.1 Modelos de datos en formato vectorial

(b) Qué es el Modelo Raster? El formato matricial o raster (= "grilla" en inglés) se define como un conjunto de celdas de cuadrículas (algunas veces denominadas pixeles o elementos de cuadro). Cada celda de cuadrícula es referenciada por un número de fila y columna y contiene un número que representa el tipo o valor del atributo mapeado. La posición de una celda en términos de filas y columnas tiene correspondencia con coordenadas de un sistema de referencia particular que asocian la extensión de la matriz

En esta estructura, no existe la noción de puntos, líneas y áreas entendidas como entidades diferenciadas, sino que están conformadas por arreglos de celdas, así un punto está representado por una celda de la cuadrícula; una línea por un número de celdas vecinas enlazadas en una dirección dada y un área por una aglomeración de celdas vecinas.

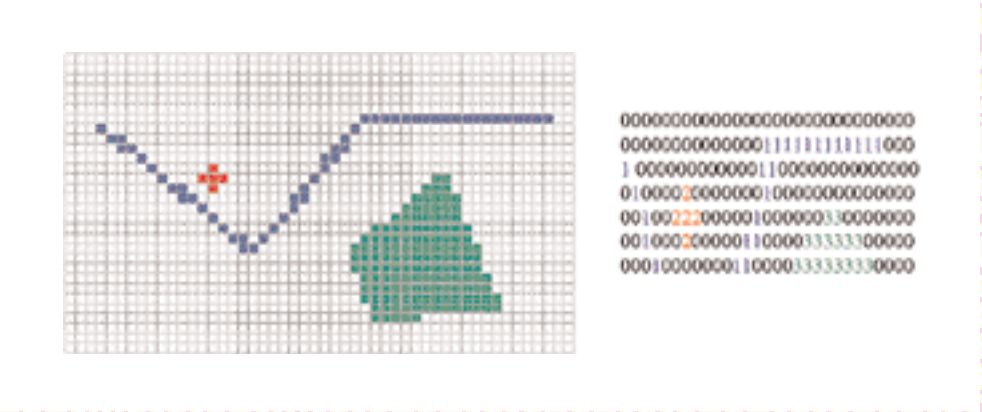


Figura 1.10 Entidades gráficas en formato raster

Este tipo de formato es más adecuado que el formato vector para representar información que varía continuamente en el espacio, como: la altura del terreno, humedad, temperatura, vegetación, polución, características de suelo, etc.

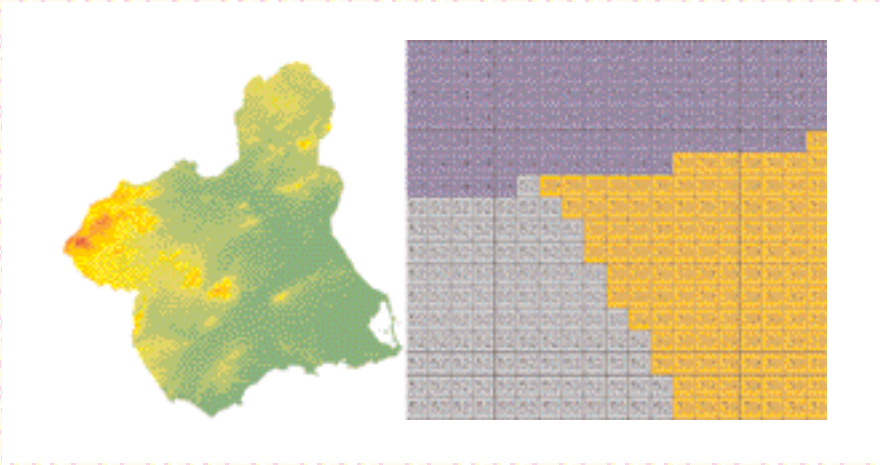


Figura 1.11 Modelo de datos raster

La tabla que a continuación se muestra indica los diferentes modelos de datos, que pueden tener representaciones en formato raster.

Categoría/Modelo	Representación Raster	Ejemplo
Temático	**grilla temática** · Una celda - un punto · Celdas alineadas - una línea · Celdas agrupadas - polígonos	
Modelo Digital de Elevación (DEM) o de Terreno (DTM)	**Retículas rectangulares** · Valores reales asociados a cada punto de la matriz (por ejemplo valores de elevación, polución, …)	
Imagen	**Imagen monocromática** · Pixels con niveles de gris **Imagen sintética (codificada)** · Pixels asociados a tabla de colores **Imagen clasificada** · Grupo de pixels con el mismo color	

Tabla 2 Modelo de datos en formato raster

La representación que en la base de datos espacial se haga de la realidad es una de las cuestiones fundamentales, ya que condiciona enormemente la estructura de la misma, la ocupación de memoria, y los modos y posibilidades de trabajo posteriores. Hoy en día sin embargo se tiende a compaginar al máximo ambos modelos para conseguir una mayor versatilidad, así que la situación ideal consiste en disponer de un sistema integrado de raster y vector.

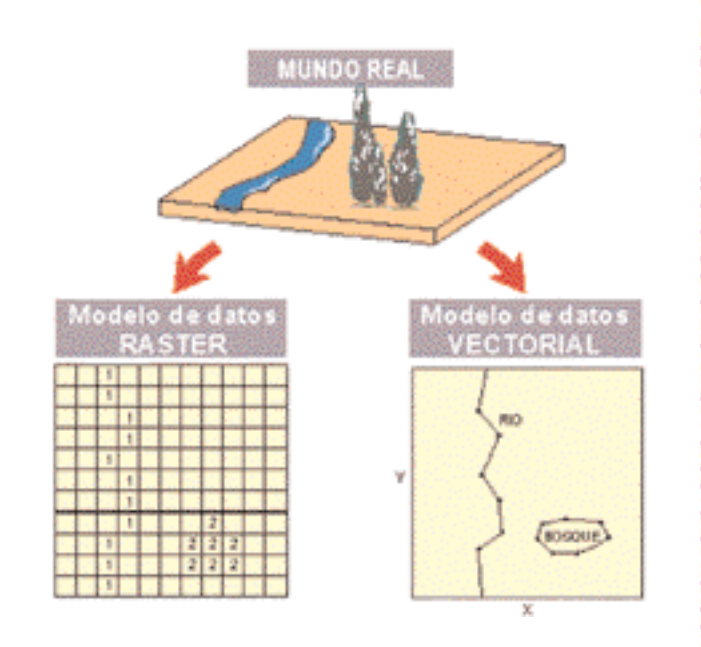


Figura 1.12 Diferencias entre el modelo raster y vector

A continuación en la siguiente tabla se presenta tanto las ventajas como desventajas de cada formato, tanto vectorial como raster.

Formato vectorial	Formato raster
Ventajas	**Ventajas**
Representa bien fenómenos que están bien delimitados en el espacio (por ejemplo: predios catastrales)	Representa bien fenómenos que varían continuamente en el espacio (por ejemplo: polución)
Mayor precisión de la estructura de los fenómenos, la cual se evidencia en la visualización e impresión de la información.	La simplicidad de la estructura de datos en la cual cada unidad espacial tiene la misma forma y tamaño.
Estructura de datos compacta, dado que se almacenan los contornos de las entidades y no lo que éstos contienen. Esto determina que se cuente con reducido volumen y poca redundancia	Simulación y modelaje son más fáciles.
Asociar atributos a elementos gráficos es fácil	Incorporar fácilmente los datos provenientes de imágenes satelitales, o fotos aéreas, las cuales tienen un formato matricial
Relaciones topológicas explícitas	Análisis espacial rápido y versátil
Mejor interrelación con la BDD no espacial	Adecuado para escalas pequeñas (1:50.000 y menores), por ejemplo: para análisis de vegetación
Adecuado para escalas grandes (1:25.000 y mayores) por ejemplo: para catastros.	**Desventajas**
Desventajas	El espacio de almacenamiento utilizado es considerable
La estructura de datos es compleja	Posible pérdida de resolución y difícil asociar atributos.
La combinación de varios capas de polígonos vectoriales resulta complicada	La exactitud depende de la resolución (el tamaño de las celdas)
El análisis espacial es más limitado.	Las capas raster son menos precisos que las capas vectoriales.
La simulación y el modelaje son más difíciles	Las relaciones topológicas son difíciles de establecer al no contar con entidades bien diferenciadas.
La impresión de la información puede resultar cara, debido a la alta precisión de los objetos representados.	

Tabla 3 Ventajas y desventajas del formato raster y vector

1.4.2 Funciones del SIG para la gestión de geoinformación

Los programas de tipo SIG tienen una serie de funciones diseñadas para la gestión de información geográfica:

1.4.2.1 Ingreso

Antes de que los datos geográficos puedan utilizarse en un SIG, deben ser convertidos a un formato digital adecuado. El proceso de convertir datos de mapas analógicos en papel a archivos de computación se llama "digitalización" y se lo puede realizar a través de técnicas de escaneo, georeferenciación y vectorización. Hoy en día, muchos tipos de datos geográficos existen en formatos compatibles con SIG. Estos datos pueden obtenerse de proveedores y ser cargados en un SIG.

Sobre todo el levantamiento propio de datos territoriales puede resultar muy costoso. En muchas instancias solo existen mapas o planos en papel o hechos con un software de dibujo. Estos tienen que ser convertidos a formato digital a través de escaneo, georeferenciación y eventualmente vectorización de los mismos. "Georeferenciar" un mapa escaneado quiere decir que se le asigna coordenadas para que el sistema lo ubique correctamente en el mundo y coincida con otros mapas digitales de la misma zona. "Vectorizar" es una técnica por la cual se dibujan ciertos elementos del mapa escaneado y georeferenciado y se los graba aparte en una capa de vectores que sirva para representación y análisis (por ejemplo: se vectoriza la capa de la "red vial" sobre la base de un mapa topográfico escaneado y georeferenciado).

Lo interesante de tener los datos geográficos en un formato digital es que ya no existen los bordes de los mapas y todos los objetos se encuentran en una capa continua de geoinformación.



1) Vectorización manual por Mesa Digitalizadora

2) Vectorización manual sobre pantalla

Figura 1.13 Maneras de vectorizar la geoinformación

1.4.2.2 Manipulación

Es probable que los tipos de datos requeridos para un proyecto particular de SIG necesitarán ser transformados o manipulados de alguna forma para hacerlos compatibles al sistema. Por ejemplo: la información geográfica está disponible en diferentes escalas (archivos de ejes de calles, pueden estar disponibles a una escala de 1:50.000; predios urbanos a 1:1000, y límites de áreas censales a 1:10.000). Previo a que estos puedan sobreponerse e integrarse, deben ser transformados a la misma escala. Esto puede ser una transformación temporaria con objetivos de visualización o una permanente requerida para análisis. Hay muchos otros ejemplos de manipulación de datos que se efectúan rutinariamente en SIG. Estos incluyen cambios de proyección geográfica, conversión de formato, agregación de datos, generalización (por ejemplo clasificación o limpieza de datos innecesarios), corrección geométrica, etc… .

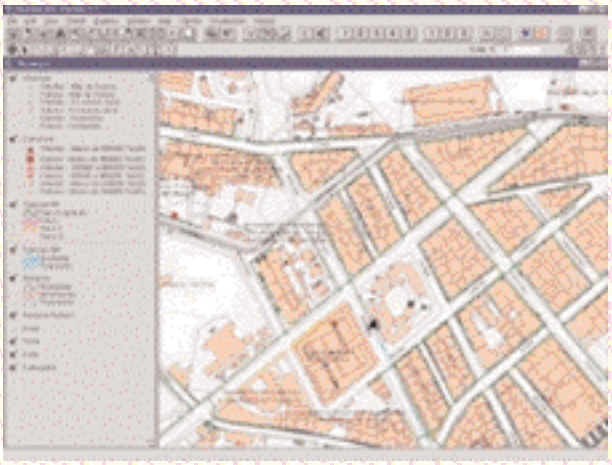


Figura 1.14 La geoinformación debe ser estandarizada antes de su uso

1.4.2.3 Manejo y administración. Cuando los volúmenes de datos son grandes y el número de usuarios de los datos son muchos, es mejor usar un sistema de manejo de bases de datos (SMBD) para ayudar a almacenar, organizar y manejar datos. Un SMBD es un software para manejar una base de datos -una colección estructurada e integrada de datos. El SMBD más popular es el de tipo "relacional" que organiza los datos en tablas (conformadas por filas y columnas) interrelacionadas a través de "llaves" que son campos en común entre diferentes tablas (revise por ejemplo: el programa Microsoft Access)

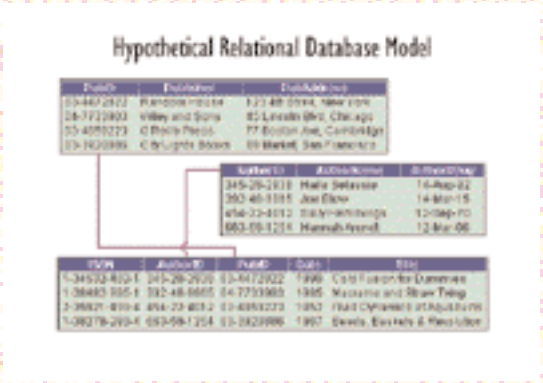


Figura 1.15 "Sistema de manejo de bases de datos relacional"

Aunque los SIG clásicos almacenan la información espacial y no espacial separadamente, los sistemas más modernos tratan de integrar cada vez más los dos tipos de información dentro de la misma Base de Datos.

1.4.2.4 Consulta

Una vez que se tiene un SIG implementado, conteniendo la información geográfica necesaria, adecuada y actualizada, se puede comenzar a realizar preguntas tales como:

¿Dónde se encuentran todos los sitios adecuados para construcción de un parque industrial?

.

¿Cuál es el tipo de suelo dominante para un cultivo de determinado tipo?

Si se construye una nueva autopista en un determinado lugar, ¿cómo afectará al tránsito?

.

Ambas consultas simples y sofisticadas, utilizando más de un nivel de datos, pueden proveer información necesaria a analistas y tomadores de decisiones por igual.

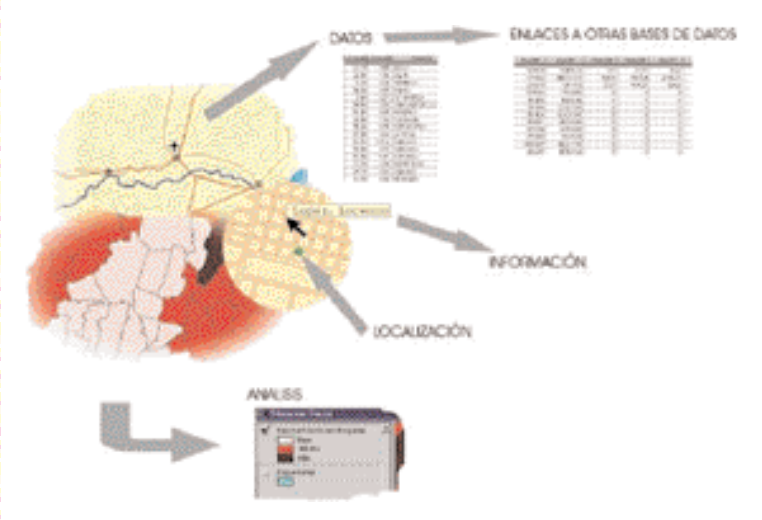


Figura 1.16 Funciones que permite realizar un SIG

1.4.3 Funciones de análisis de un SIG

Los SIG funcionan realmente de manera óptima cuando se utilizan para analizar datos geográficos. Los procesos de análisis espacial (también llamado geoprocesamiento) utilizan propiedades geográficas de características para buscar patrones y tendencias, y para elaborar escenarios potenciales. Los SIG modernos tienen muchas herramientas analíticas poderosas. Sin la intención de ser completo, a continuación se presentan algunos ejemplos de los diferentes tipos de análisis que un SIG puede realizar:

- Geometría de coordenadas: Operaciones geométricas para el manejo de coordenadas terrestres por medio de operadores lógicos y aritméticos. Algunas de esas operaciones son: proyecciones terrestres de los mapas, transformaciones geométricas (rotación, traslación, cambios de escala), precisión de coordenadas, corrección de errores.

- Operaciones sobre diferente capas: Uso de expresiones lógicas y matemáticas para el análisis y modelamiento de atributos vinculados a diferentes capas geográficas. Estas operaciones son tal vez las más utilizadas por los usuarios de SIG y difieren según el formato de los geodatos (raster o vectorial).

- Operaciones topológicas:
  - **Contigüidad:** Encontrar y analizar polígonos vecinales en una región determinada.
  - **Coincidencia:** Análisis de superposición de puntos, líneas, polígonos y áreas.
  - **Conectividad:** Análisis sobre entidades geográficas que representan redes de conducción, tales como: vías, ferrocarriles, canales, líneas de telecomunicación, ductos de substancias químicas y energéticas, …

- Enrutamiento: ¿Cómo se mueve un elemento conducido a lo largo de la red de manera óptima?

- Radio de acción: Alcance del impacto de un evento o fenómeno geográfico a través de una red.

- Apareamiento de direcciones (o geocodificación): Acople de información de direcciones a las entidades geográficas correspondientes.

- Interpolación espacial: estimación de valores faltantes sobre la base del cálculo de un promedio de valores conocidos cercanos.

- Análisis del terreno: Análisis de la información de superficie para el modelamiento de fenómenos geográficos continuos, con ayuda de los modelos digitales de terreno (DTM: la representación de una superficie por medio de coordenadas X, Y, Z) que son la información básica para el análisis de superficies.

- Geoestadística: estudia las variables distribuidas espacialmente, partiendo de una muestra representativa del fenómeno en estudio, utilizando como elemento fundamental el análisis de la distribución espacial de información disponible, proponiendo minimizar la varianza del error de estimación, obteniéndose el mejor estimador lineal no sesgado.

1.4.4 Visualización.

Para muchos tipos de operaciones y análisis geográficas, el resultado final se visualiza mejor sobre un mapa o gráfico. Los mapas son muy eficientes para almacenar y comunicar información geográfica. Mientras que los cartógrafos han creado mapas por milenios, los SIG proveen herramientas nuevas para extender el arte y la ciencia de la cartografía. Además los mapas ya no necesariamente deben presentarse impreso en un papel, pero pueden ser incluidos en aplicaciones interactivas multimedia a través del Internet.

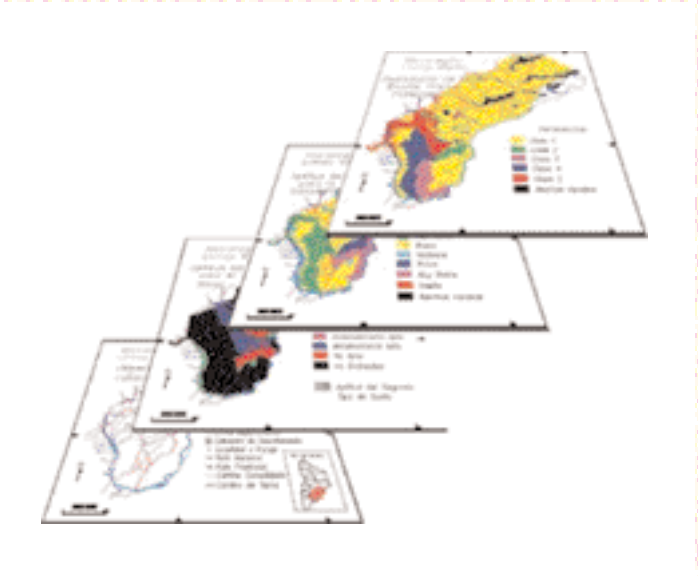


Figura 1.17 Los mapas mejoran la calidad de presentación y el grado de entendimiento de los resultados

1.5 Tecnologías afines

En el mundo gráfico y geográfico existen otros sistemas que directa o indirectamente tienen una relación con SIG. Estos sistemas crecieron como disciplinas apartes, pero cada vez más se integran en los SIG, o los SIG aprovechan de sus posibilidades de uso.

CAD (Computer Aided Design):
Los sistemas CAD son instrumentos de dibujo técnico que permiten elaborar planos, esquemas, dibujos o mapas en 2 o 3 dimensiones. En general se trata de dibujos con mucho detalle, por ejemplo el plano de una carretera, de un edificio o el diseño de un motor. Cuando los objetos dibujados tienen coordenadas es posible integrarlos en un SIG, convirtiendo las capas de tipo CAD a capas de tipo SIG. Esto a veces es muy útil porque un SIG en general tiene mucho más posibilidades de análisis espacial que un CAD, porque define las relaciones topológicas entre los objetos. Un SIG también permite convertir los objetos de formato vector a formato raster cuando es necesario, y establece una vinculación con los atributos no espaciales mucho más elaborada.

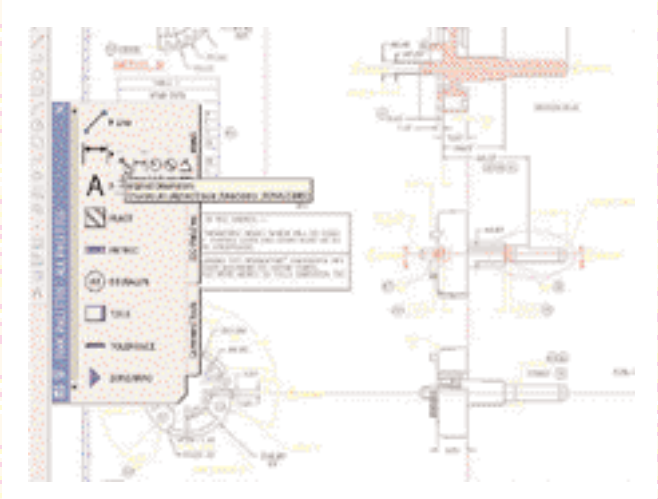


Figura 1.18 CAD (Computer Aided Design)

Teledetección: la teledetección refiere a la tecnología que capta información sobre objetos sin tener un contacto físico con ellos. Como genera imágenes georeferenciadas de alta calidad de la superficie terrestre, es una fuente de información cada vez más importante para el SIG, y por ello está tratado con más detalle en el capítulo 3.

Proyección Geográfica

La localización de los objetos que se encuentran sobre la esfera del Planeta Tierra puede ser representada a través de coordenadas geográficas, respecto a un sistema de referencia de Paralelos y Meridianos que circunscriben el Planeta. De tal manera cada posición cerca de la Tierra puede ser descrita en grados Latitud y Longitud. Sin embargo estas coordenadas tienen la desventaja de no ser constantes: un grado (1°) Longitud en la línea equinoccial no representa el mismo monto de kilómetros que un grado Longitud en Europa a 50° Latitud. Como las unidades no son constantes el sistema de coordenadas geográficas no es muy adecuado para ejecutar tareas de análisis espacial, mediciones muy exactas. Además no permiten representar los objetos en un mapa plano.

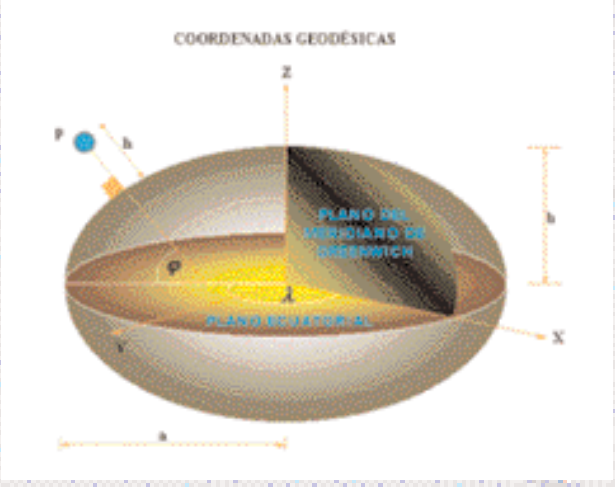


Figura 1.19 Coordenadas geográficas: latitud y longitud

Una proyección geográfica permite representar los objetos que se encuentran sobre la esfera del Planeta Tierra dentro de un plano cartesiano de 2 dimensiones. A través de un algoritmo de transformación las coordenadas geográficas de una ubicación pueden ser convertidas a las coordenadas proyectadas del mismo lugar. Estas últimas coordenadas se llaman coordenadas planas y permiten una variedad de procedimientos analíticos.

Es imposible proyectar objetos que se ubican en la esfera terrestre sin generar distorsiones. Por ende no existe una sola proyección geográfica perfecta. Existe una diversidad de proyecciones y cada una tiene su aplicación o zona de utilización específica.
Una proyección es buena cuando cumple los requerimientos específicos que han sido determinados en el marco de la aplicación cartográfica prevista.

Para poder hacer una proyección geográfica se necesitan algunos parámetros que definen las características de la proyección.

Todos sabemos que la Tierra no es una esfera perfecta. Además, ni siquiera es un cuerpo regular achatado en los polos. Esta irregularidad hace que cada país, o incluso cada región, escoja el modelo de cuerpo que mas se ajuste a la forma de la tierra en su territorio. Esta aproximación matemática de la Tierra suele ser un "elipsoide de referencia" definido por:

- el radio mayor y menor del elipsoide. (a y b)
- el aplastamiento del elipsoide (1/f = 1-(b/a))

También necesitamos un punto llamado "Fundamental" en el que el elipsoide y la tierra son tangentes. De este punto se han de especificar longitud, latitud y el acimut de una dirección desde él establecida. En el punto Fundamental, las verticales de elipsoide y tierra coinciden. También coinciden las coordenadas astronómicas (las del elipsoide) y las geodésicas (las de la tierra).

El elipsoide de referencia y el punto Fundamental juntos definen el DATUM. Ejemplos son el WGS84, o el PSAD56 que solo se aplica en ciertas zonas de América del Sur. Las cartas topográficas del Ecuador utilizan como Fundamental el punto de anclaje de La Canoa, Venezuela, y como elipsoide la de Hayford (o Internacional 1924).

Aparte del Datum una proyección está definida por más parámetros de proyección desde la esfera hacia una superficie plana:

- se puede proyectar los objetos hacia un cilindro, cono o plano tangente

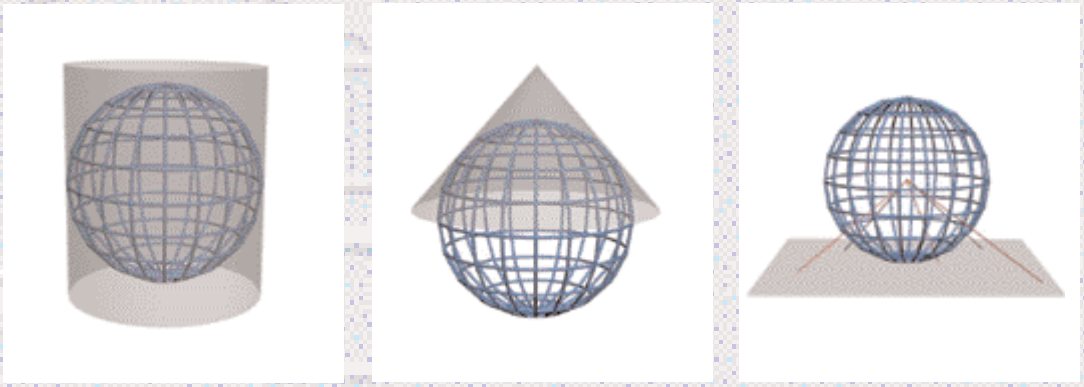


Figura 1.20 La proyección cilíndrica, la proyección cónica y la proyección azimutal

- El cilindro hacia donde se proyecta puede estar paralelo al eje polar (normal), o paralelo a la línea ecuatorial (transversal), o inclinado (oblicua)
- En la proyección centrográfica consideramos que el foco de luz está en el centro del planeta. En la proyección estereográfica, el mismo está en los antípodas. La proyección ortográfica se obtiene cuando consideramos que el foco de luz procede de una fuente muy lejana. Su aspecto es el de una fotografía de la Tierra.

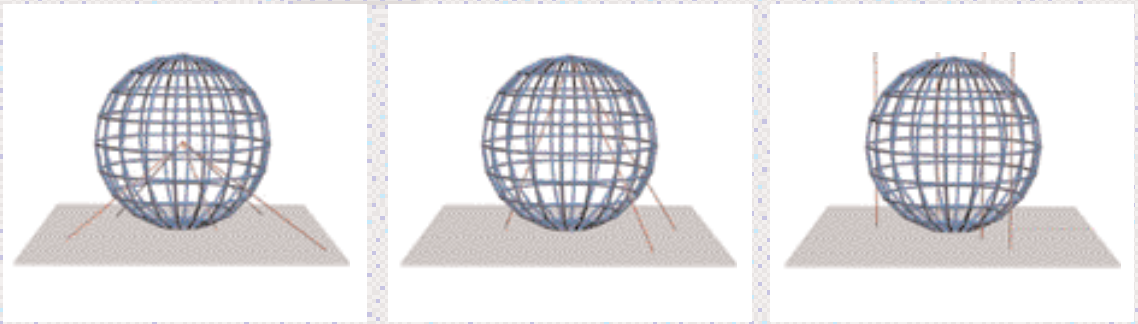


Figura 1.21 Respectivamente la proyección centrográfica, estereográfica, ortográfica.

De todas maneras, como ninguna proyección es perfecta, cada proyección va a conservar ciertos aspectos, pero perder otros.

- Proyecciones Conformes: conservan los ángulos (importante para la navegación)
- Proyecciones Equivalentes: conservan las áreas
- Proyecciones Afilácticas: no conforme, ni equivalente (buscan mitigar las distorsiones de los dos aspectos)

Una proyección muy conocido para mapas del mundo entero es la proyección de (Gerardo) Mercator, definido por el mismo de manera empírica alrededor del año 1569. Como es una proyección conforme, cilíndrica, normal, y centrográfica, fue utilizado por los grandes navegadores del Renacimiento por sus excelentes características para la navegación, justamente porque conserva los ángulos de dirección. Sin embargo, esta proyección tiene una distorsión de áreas cada vez más grande cuando se aleja de la línea equinoccial.

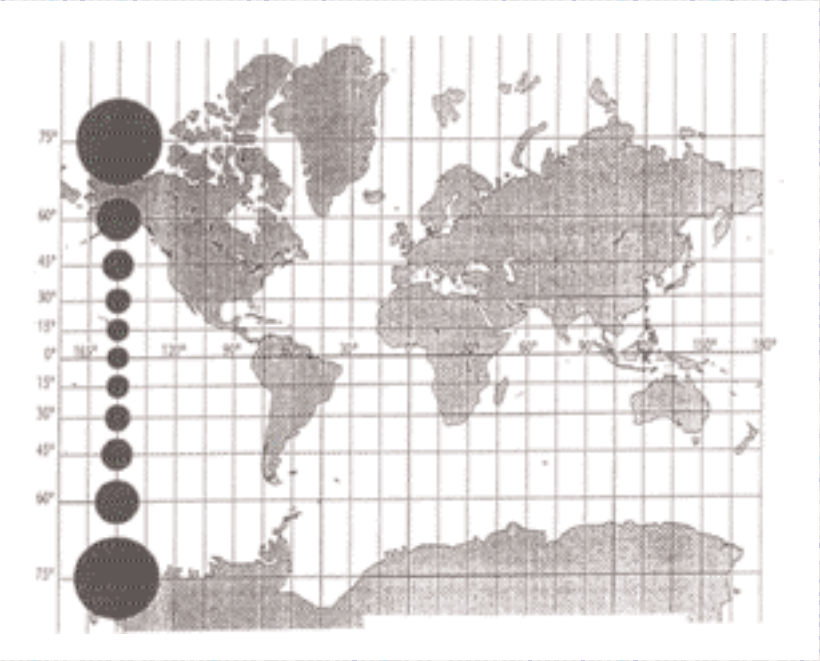


Figura 1.22 Mapamundi en la proyección de Mercator, con la representación de la distorsión de las áreas cuando se aleja de la línea equinoccial.

Algunos siglos más tarde Gauss y Krüger aplicaron esta misma proyección pero colocaron el cilindro de proyección de manera transversal, lo que resultó en la proyección de Gauss-Krüger. Los países de la OTAN decidieron después de la Segunda Guerra Mundial de utilizar esta proyección para la parte de la Tierra comprendida entre 80º Latitud Norte y 80º Latitud Sur. Esta proyección fue bautizada la Universal Transversal Mercator (UTM) y tiene una distorsión de áreas cada vez más grande cuando se aleja más del meridiano central de la zona proyectada. Sin embargo, cerca del meridiano central, la proyección es casi perfecta, en el sentido que hay muy poca distorsión de área. De allí se dividió la Esfera en 60 zonas iguales (husos) de 3º de longitud a ambos lados de cada vez un determinado mediano central, con un pequeño traslape entre los husos, para tener en cada Zona una proyección con muy poca distorsión.

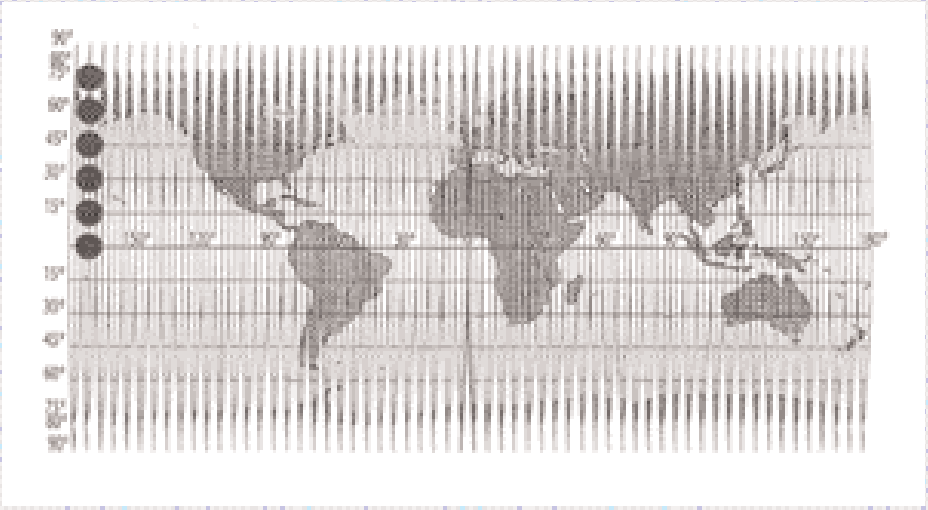


Figura 1.23 La proyección UTM divide la Tierra en 60 Zonas de 6º de longitud que cada una tiene un meridano central. Dentro de cada Zona se repite la misma proyección y por consecuencia la distorsión de áreas en cada Zona es mínima.

Para no tener coordenadas planas negativas, en el eje X se determinó un punto de origen falso a 500.000m del oeste del meridiano central de cada Zona; en el eje Y cada Zona se dividió en 2 partes norte y sur utilizando la línea equinoccial. Para el caso de la zona norte, la línea equinoccial recibe un valor 0m y las coordenadas van subiendo hacia el norte hasta 10.000.000m, para el caso de la zona sur la línea equinoccial recibe un valor de 10.000.000m y las coordenadas van bajando hacia el Sur hasta 0m.

El Ecuador se encuentra en las Zonas 15 hasta 18 del sistema UTM. En el Continente Ecuatoriana se aplica generalmente la proyección UTM 17 Sur en la Costa y la Sierra, y la UTM 18 Sur en el Oriente. En la Región Insular (Galápagos) se aplica la UTM 15 Sur. En las áreas de traslape de las Zonas UTM se aplican dobles coordenadas.

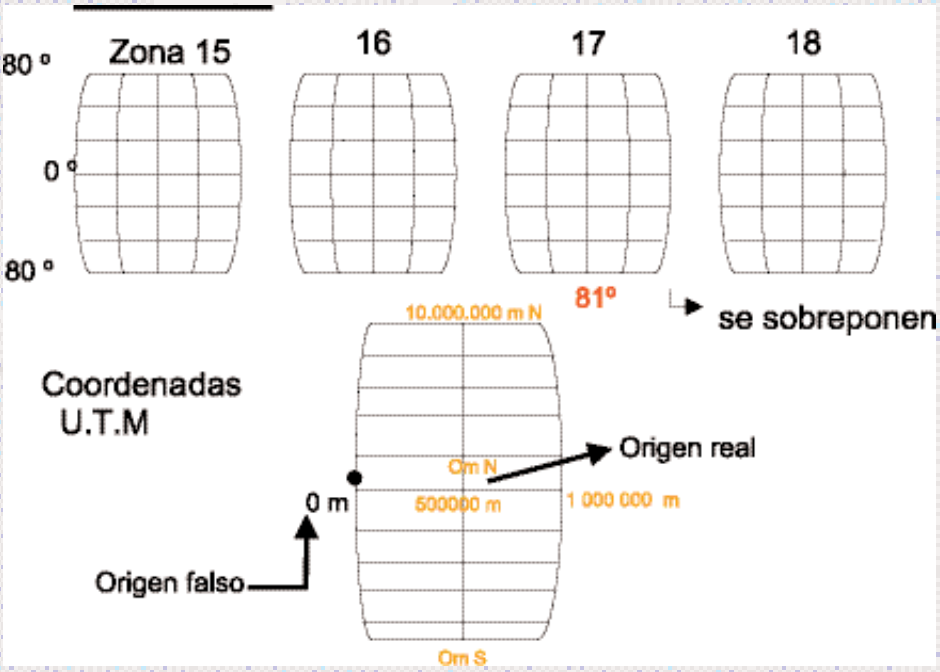


Figura 1.24 Configuración de la proyección UTM en el Ecuador.

Referencias

Textos

BARAHONA, JORGE (1998), Principios básicos de SIG, UNISIG-EPN, Quito, Ecuador

BARAHONA J., SCHELDEMAN K., JONGSMA W., WILLEMS P., (2005), Curso SIG Conceptos Básicos,

UNISIG-EPN, Quito, Ecuador

BURROUGH & MACDONNELL, (1998). Principles of Geographic Information Systems. New York, Oxford University Press Inc., 333 pp.

COWEN D.J. (1988), GIS versus CAD versus DBMS: what are the differences? , Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 54:1551-4

KORTE G. B., (1997), The GIS Book, New York, Onword Press

LONGLEY P, GOODCHILD M, MAGUIRE D, RHIND D W (1999), (eds.) Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications, Wiley, 1100pp.

SMITH T.R., MENON S., STARR J.L., y ESTES J.E. (1987), Requirements and principles for the implementation and construction of large-scale geographic information systems, International Journal of Geographical Information Systems, 1:13-31

http://www.monografias.com/trabajos14/informageogra/informageogra.shtml#an

http://gis.sopde.es/cursosgis/DHTML/que_2.html

http://www.geotecnologias.com/gis.htm

http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=69

MARIA MARIÑO (2001), http://www.uca.es/dept/filosofia/TEMA%201.pdf

Figuras

NATIONAL GEOGRAFISCH INSTITUUT (1995), De Projecties: Systemen van Vlakke Voorstelling van de Ellipsoïde en de Bol, NGI-IGN, Brussel, België.

BARAHONA J., SCHELDEMAN K., JONGSMA W., WILLEMS P., (2005), Curso SIG Conceptos Básicos, UNISIG-EPN, Quito, Ecuador

http://www.monografias.com/trabajos14/informageogra/informageogra.shtml#an

http://gis.sopde.es/cursosgis/DHTML/que_2.html

http://www.geotecnologias.com/gis.htm

http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=69

http://es.wikipedia.org/wiki/proyección_geográfica

Elaboración propia de los autores

Capítulo 2

¿Por qué utilizar SIG en su administración? Aplicaciones.

El capítulo trata sobre los distintos campos de aplicación de los SIG, con énfasis en la gestión de los gobiernos seccionales; expresados con ejemplos que ayudan a comprender de mejor forma la utilidad de esta herramienta.

Dirigido a: técnicos de los Gobiernos Provinciales y Municipios

Autores:
Verónica Estrella Espinosa (CONCOPE)
Gabriela Suárez Buitrón (AME)
Peter Willems (VVOB)

Introducción

El concepto de SIG ya no es desconocido por la comunidad que maneja información territorial, sin embargo son pocos los que pueden imaginar la cantidad de aplicaciones que pueden tener; cómo los SIG pueden ayudar a resolver infinidad de consultas, y brindar soluciones en casi todos los aspectos del manejo de información de distintos campos de la actividad humana. Empecemos indicando dónde se podría aplicar SIG en el grupo meta de este libro: los Consejos Provinciales y Municipios. Después se describen unos campos de aplicación adicionales o más amplios, con el objetivo de explicitar la versatilidad de los SIG.

2.1 Porqué SIG para Consejos Provinciales o Municipios?

Administraciones provinciales y municipales requieren y recolectan una diversidad de datos para la ejecución de sus actividades: datos demográficos, datos de turismo, datos ambientales, datos de criminalidad, datos socio-económicos, datos catastrales, etc.

La mayoría de estos datos tienen un componente territorial. Por ejemplo: los datos demográficos tienen como componente territorial la ubicación de los centros poblados; datos de criminalidad tienen una ubicación del delito; datos catastrales tienen la localización de un lote, datos ambientales reflejan acontecimientos o situaciones en ciertos lugares.

Aparte de los propios datos muchos departamentos también aplican datos e información proveniente de otras fuentes; como por ejemplo: de otros departamentos, o de organizaciones externas como Ministerios, INEC, IGM, Infoplan, etc…

Opinión:
En general se presume que el 85% de la información que se genera y/o se utiliza dentro de una administración provincial o municipal tiene relación con localizaciones geográficas o coordenadas espaciales, y el 60% de esta información es usada por varios departamentos.

Un mapa expresa más que mil palabras.

Para la representación y análisis de todos estos datos, un SIG es la herramienta más adecuada.

Aunque para los especialistas esta información representada en tablas y diagramas pueda ser comprensible, transparente e interpretable, para quienes no manejan estos temas les resultará más fácil interpretar la representación de los datos en un mapa.

La aplicación de SIG tiene la ventaja indirecta de que toda información debe existir en formato digital. Este hecho obliga a la administración a dejar a un lado las actualizaciones manuales de fichas y mapas impresos. Los procesos de actualización en forma digital son mucho más flexibles y ágiles, por lo que pueden ser realizados mucho más rápidos.

Además, el SIG permite elaborar análisis espacial con los mismos datos, siendo este su valor agregado respecto a sistemas de información afines.

Ejemplos Prácticos:
Muchos funcionarios municipales manejan datos catastrales para la concesión de un permiso de construcción, el cálculo del impuesto predial, etc… Antes, consultar la información catastral requería la aplicación de un visor de microfichas y la búsqueda dentro de una masa de mapas prediales en formato análogo. Mientras tanto la mayoría de municipios, ya utilizan una base de datos automatizada con la información catastral. Sin embargo, algunos lograron vincular la capa geográfica de los lotes a esta base de datos alfanumérica, y esa integración dentro de un SIG les permite, a través de la visualización, hacer búsquedas mucho más flexibles y eficientes en la base de datos.

Además, una vez en formato georeferenciado, la capa catastral sirve también para muchos otros departamentos municipales como: planificación, obras públicas, medio ambiente, patrimonio, población, y también para los bomberos, la policía, y los hospitales.

En el ámbito de la administración provincial y municipal, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son muy útiles a la hora de proporcionar información actualizada, oportuna y de gran calidad para fortalecer los procesos de planificación y toma de decisiones, puesto que posibilitan el diseño de proyecciones a largo plazo o futuros escenarios que son de gran utilidad para elaborar diagnósticos y planificar el desarrollo mejorando así la operatividad de las dependencias provinciales y municipales, al proporcionarles mayores elementos de análisis.

Podemos identificar una serie de casos que responden a la utilidad que los consejos provinciales y municipios pueden dar a los SIG; como es el mantenimiento de redes de alumbrado público, agua potable, alcantarillado, vialidad y agricultura, entre otros. El rápido y fácil acceso a la información gráfica y alfanumérica hace posible el análisis espacial de información procedente de varias capas sobrepuestas, lo que facilita el análisis de las necesidades de infraestructura y equipamiento urbano-rural y permite generar información sobre usos de suelo y catastro.

Por otra parte, conocer con exactitud la ubicación y las áreas de influencia de los centros de desarrollo social, posibilita la optimización de la distribución espacial de los recursos y servicios que se brindan a la población (centros de salud, escuelas, espacios recreativos y deportivos centros de acopio, mercados, etc).

Son innumerables las aplicaciones de la información que administra un Consejo Provincial o un Municipio, y su especificidad y nivel de detalle dependen de una combinación de circunstancias técnicas, económicas y políticas.

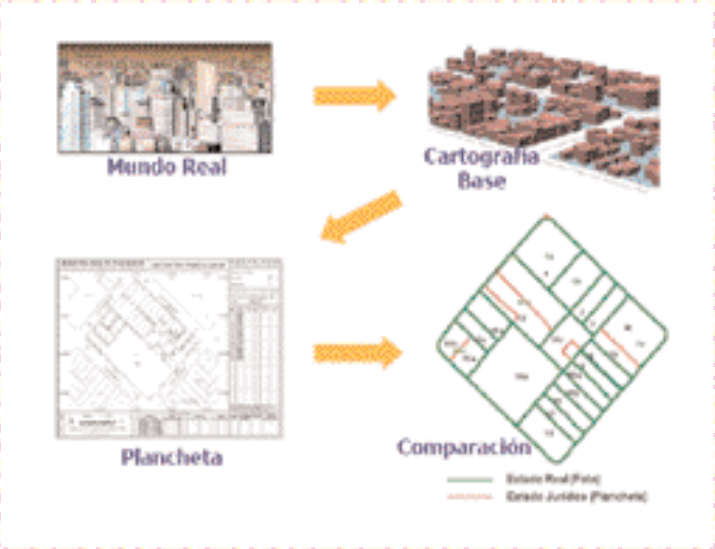


Figura 2.1 Una buena gestión pública necesita producción y actualización permanente de cartografía

Los Sistemas de Información Geográfica toman en estas aplicaciones el papel de herramientas encargadas de proporcionar información actualizada a los niveles operacionales y de planificación de manera que ambos niveles puedan realizar las actividades asignadas de forma rápida y eficaz. (Comas Y Ruiz 1993).

Cada administración municipal o provincial normalmente está organizado en diferentes departamentos según el ámbito de gestión: por ejemplo: planificación, finanzas, turismo, obras públicas, medio ambiente, patrimonio, salud, educación, cultura, personal, etc…. En la siguiente reseña se presentan algunos posibles ejemplos de aplicación de SIG, desglosados por sector de gestión debido a que cada administración tiene sus particularidades de organización. El listado que a continuación se presenta seguramente no es completo, pero es un referente de la gran potencialidad de implementación de un SIG en una administración provincial o municipal.

2.1.1 Sector de obras civiles

La construcción y el mantenimiento de obras civiles pueden utilizar muy bien a SIG para el inventario de vías, líneas de servicios básicos (alcantarillado, alumbrado público, etc), líneas de telecomunicación, etc… Las herramientas de análisis espacial de SIG sirven para hacer los estudios previos a la implementación de la obra.

Además se puede obtener por medio de los SIG, una visualización actualizada de las obras en ejecución o planificadas.



Figura 2.2 Los SIG ayudan a buscar la ruta óptima de una nueva vía planificada

2.1.2 Sector de gestión ambiental

En este sector existe un sin número de posibilidades para aplicación de SIG, como entre otros:

- Gestión de las áreas verdes (municipales): inventario de parques y jardines urbanos, áreas verdes, árboles urbanos, bosques.
- Localización y características de licencias ambientales
- Localización y características de fuentes de polución, eventos con impacto ambiental.
- Elaboración y aplicación de mapas de zonas de importancia natural o ecológico: zonas protegidas, alto valor ambiental, alto grado de biodiversidad,…
- Etc …

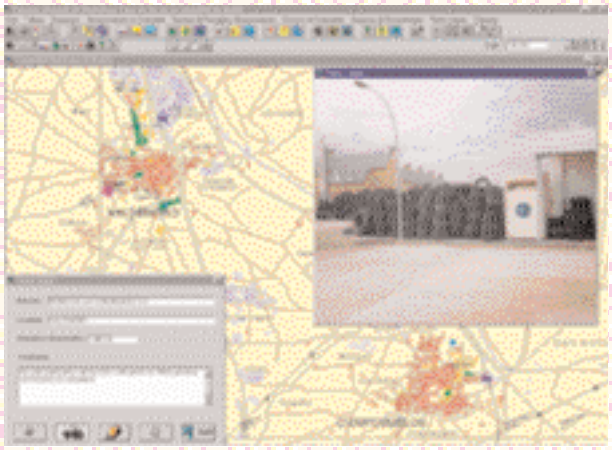


Figura 2.3 Localización y características de fuentes de contaminación

2.1.3 Sector de economía

El departamento responsable para este sector puede utilizar SIG para elaborar un inventario de localización y características de actividades comerciales (almacenes, mercados, empresas logísticas, hotelería, …), actividades industriales (fábricas, empresas productivas,…), actividades agropecuarias (plantaciones, cultivos,…) o actividades extractivas (minas, explotación hidrocarburífera, …). Con esta información se puede investigar la dispersión de las fuentes de trabajo o de ciertos servicios. Es posible identificar los barrios o parroquias con menor dotación de servicios, o investigar en qué lugares habrá que tratar de implementar nuevas actividades productivas. Al nivel cantonal se podría elaborar un sistema de gestión de polígonos industriales o zonas francas, como factor importante para atraer nuevas inversiones.



Figura 2.4 Inventario de actividades comerciales

2.1.4 Sector social: población, educación, salud, desarrollo social

Cuando el municipio dispone de un archivo de direcciones vinculado a objetos geográficos, es posible enlazarlos, por ejemplo: a listas del Registro Civil para hacer análisis demográfico, desagregando los datos individuales a nivel de manzana, parroquia, etc... con el objetivo de respetar la privacidad. Estos análisis también sirven para el departamento de Desarrollo Social y para servicios de emergencias, por ejemplo: policía, bomberos, etc.…

En cuanto a educación la administración municipal o provincial estará interesada en la ubicación geográfica y las características de las unidades escolares existentes, para determinar las zonas de influencia de cada escuela y por consecuencia detectar las áreas mal servidas. Un análisis parecido se puede llevar a cabo en el sector de salud, pero en este caso con hospitales, (sub)centros de salud y dispensarios.



Figura 2.5 Los SIG nos permiten tener registro de las escuelas y su zona de influencia

2.1.5 Sector financiero (catastro predial)

Una fuente de ingresos muy importante para las administraciones municipales es (normalmente) el impuesto predial. Consecuentemente un municipio se beneficia mucho de un sistema catastral bien organizado y eficiente. Cuando se vectorizan los lotes para crear una capa geográfica predial y se vincula esta con la base de datos alfanuméricos catastrales, se logra un importante avance en la eficiencia en las consultas sobre la recaudación catastral. Además el componente geográfico permite que la información catastral sea utilizada con mayor facilidad en otros procesos de planificación y gestión que se desarrollan sobre el territorio municipal, convirtiendo el catastro de tal manera en un catastro multifinalitario.



Figura 2.6 Los SIG facilitan la recaudación de impuestos catastrales

2.1.6 Sector de gestión de riesgos

La aplicación de los SIG en la evaluación de los riesgos naturales y antrópicos, y en la gestión y mitigación de las catástrofes es muy amplia. Siendo el riesgo el resultado de multiplicar el valor de la vulnerabilidad por el de la peligrosidad, los SIG son los que permiten desarrollar análisis estadísticos que ponderan el peso de cada factor. Igualmente son capaces de generar en tiempo real escenarios de peligro y de riesgo sobre los cuales se puede observar y ensayar la posible solución de, por ejemplo: una crisis volcánica, identificando las áreas que podrían verse afectadas, así como el nivel de daños potenciales. Todo ello convierte al SIG en una herramienta útil y eficaz para la gestión y planificación de emergencias volcánicas.

En este sector los SIG se aplican específicamente en: análisis de amenazas, modelos de vulnerabilidad, evaluación del riesgo, registro histórico-geográfico de desastres, evaluación de daños, registro de pérdidas, evaluación de la respuesta, etc...



Figura 2.7 Gestión de Riesgos naturales y antrópicos con ayuda de SIG

2.1.7 Sector de planificación y ordenamiento territorial, urbanismo

Este sector por su naturaleza es transversal y por ende requiere información territorial sobre todos los sectores anteriormente mencionados. Dependiendo de la escala de planificación se necesita recopilar datos sobre los aspectos territoriales de gran variedad de ámbitos a diferentes niveles de detalle, entre otros:

- Grado de ocupación de los predios catastrales
- Inventario de todos los terrenos y edificios que son de propiedad pública
- Visualización de todas las zonas verdes existentes
- Inventario de la calidad estructural de los edificios
- Jerarquización de zonas y puntos de importancia turística
- Jerarquización de la red vial existente
- Identificación de las zonas con mayor valor agregado económico
- Etc…

La cualidad de los resultados finales de los procesos de planificación territorial depende en gran parte de la calidad de la información territorial que se utilizó como insumo.

De igual manera lo que caracteriza a todas las aplicaciones de carácter meramente urbano es el hecho de que éstas, suelen integrar un amplio espectro de distintos tipos de geoinformación, procedente de distintas fuentes. Lo frecuente en temas de planeación urbana, es utilizar información referente a gestión del catastro, gestión de servicios públicos, el control medioambiental, etc. La referencia común a toda esta información relativa al espacio urbano es su componente geográfico. Los SIG también en el ámbito urbano representan una buena herramienta para poder tratar esa información, y de esta forma, mejorar los servicios públicos y el funcionamiento general de la administración pública.



Figura 2.8 Los SIG permiten una mejor gestión de los procesos urbanísticos

Verifique CUADRO al final de este capítulo para enterarse de más aspectos del uso de SIG en la planificación territorial y el urbanismo.

2.1.8 Sector político

Inclusive los tomadores de decisiones pueden aprovechar significativamente de la tecnología SIG. Los líderes políticos muchas veces están interesados en indicadores sobre ciertos barrios del cantón o de ciertas zonas de la provincia. SIG permite presentar estos datos de manera visual lo que constituye un medio mucho más atractivo y efectivo para transmitir información.



Figura 2.9 Los SIG permiten la visualización atractiva y dinámica del área de gestión.

2.2 Campos generales de aplicación

En el punto anterior, ya mencionamos diferentes posibilidades de apoyo a la gestión municipal o provincial. Sin embargo, los SIG pueden ser aplicados en muchos otros campos en los cuales uno tal vez no piensa en primer instancia en: seguridad, turismo, geomarketing, epidemiología, etc…, o en diferentes tareas de los mismos sectores mencionados anteriormente.

Las posibilidades de aplicación de SIG solo están limitadas por la imaginación del usuario, sabemos también que aparecen diariamente nuevas aplicaciones de los SIG y que en el futuro continuarán apareciendo aún en mayor número. Sin tener la pretensión de ser completo, algunos usos de los Sistemas de Información Geográfica van a ser comentados en detalle en las próximas páginas.

2.2.1 Gestión de recursos naturales:

La gestión de recursos naturales hace referencia a todas aquellas aplicaciones cuyo objetivo principal es tratar la información espacial que describe el tipo y la distribución de dichos recursos en el territorio, como por ejemplo: los recursos minerales, localización de zonas ricas en agua o las zonas con suelos adecuados para la formación de bolsas petrolíferas, evaluación de líneas sísmicas, determinación del cubrimiento sísmico, evaluación de áreas sensibles, inventario de pozos, evaluación de caminos de acceso a la infraestructura de campo petrolero, etc.; además suele comtemplar otros datos como: los indicadores del tamaño de una población, de manera que sea posible establecer el potencial de impacto ambiental de las actividades humanas sobre el medio. Los datos reflejan cambios en aspectos medioambientales producidos por la acción antrópica del hombre o incluso datos catastrales con el fin de conocer quién posee cierto territorio y, por tanto, también los recursos que en él se encuentran (Siderelis, 1991).

Las herramientas de análisis espacial que proporcionan los SIG, (superposición topológica de capas de información, análisis de proximidad, etc.) toman un papel clave para poder llevar a buen término estos objetivos, brindado a los especialistas en el estudio de los recursos naturales la posibilidad de tener a su alcance la manera de hacer más efectivos sus estudios (Comas Y Ruiz 1993).

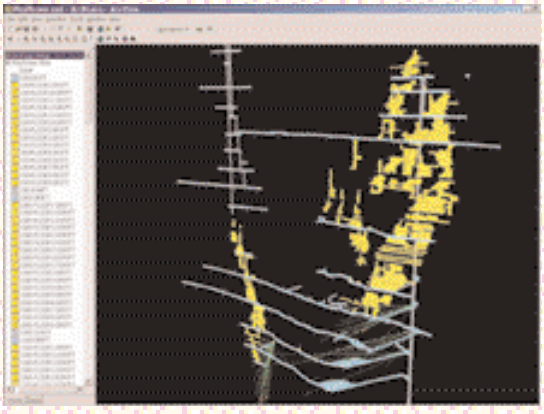


Figura 2.10 Modelamiento subterráneo de una mina de oro en explotación

2.2.2 Seguridad y defensa.

Los SIG son de gran utilidad para los servicios de emergencias y seguridad pública, cálculo de rutas óptimas o de mínimo impedimento para llegar al lugar de un siniestro o acción delictiva, ubicación y frecuencia de delitos, evaluación de patrones y tendencias criminalísticas, para la prevención del delito, correlación de variables: pobreza-delito, hacinamiento-delito, etc., resolución de rutas óptimas en caso de emergencia, ubicación de los recursos policiales, seguimiento de vehículos.

2.2.3 Turismo:

Se puede hacer mapeo de recursos y atractivos turísticos, evaluación del potencial turístico de una zona, análisis de establecimiento y evaluación de facilidades (caminos, rutas, estación de servicios, hoteles).

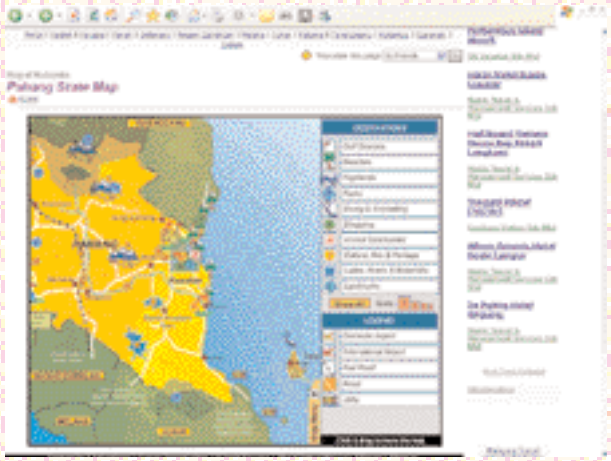


Figura 2.11 Sitio Web interactivo que muestra los atractivos turísticos (Malasia)

2.2.4 Análisis del mercado (geomarketing):

Los análisis de mercado son una de las actividades características de la economía en las sociedades actuales. Este tipo de análisis necesita disponer de información espacial a nivel mucho más detallado, que permita a las empresas tener los datos necesarios para localizar y caracterizar la demanda y la competencia existentes (Beaumont, 1991). Este es el principal motivo por el cual los SIG adquieren un papel relevante en los estudios y análisis de mercado, en aquellos casos en los que, por ejemplo, es necesario tener información acerca de localizaciones idóneas donde llevar a cabo la expansión de determinadas actividades comerciales a través de las representaciones cartográficas que brindan los sistemas.

En este ámbito los SIG pueden apoyar en estudios sobre: ubicación de futuros y/o potenciales clientes, análisis de mercados, ubicación de la competencia, ubicación óptima de sucursales, estrategias de distribución, telecomunicaciones, etc...

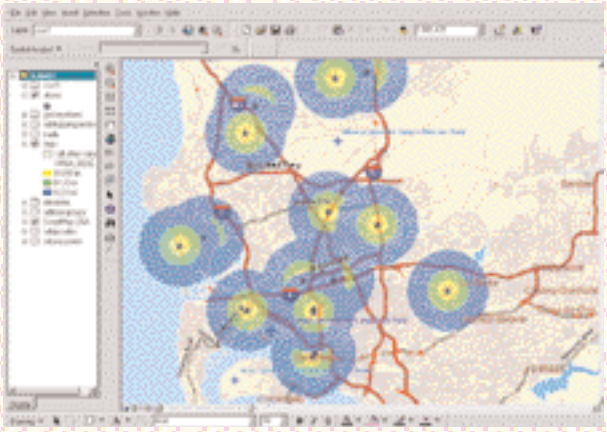


Figura 2.12 Los SIG nos ayudan a identificar sitios optimos para cierto negocio

2..2.5 Transporte y logística:

SIG ofrece herramientas para: optimización de recursos y demandas de transporte, cálculo de caminos óptimos o de mínima congestión, visualización del movimiento de vehículos con uso de GPS (AVL), inventarios viales (registro de obras civiles, registro de señalización, tipos de camino, servicios a transportistas, determinación de zonas de accidentes, etc…), planificación de nuevas obras, conservación de obras existentes, información al transportista y usuarios en general, planificación y control de los servicios de transporte interurbano de pasajeros, evaluación y valorización de tramos para concesiones viales, integración con otros mercados vecinos, etc.

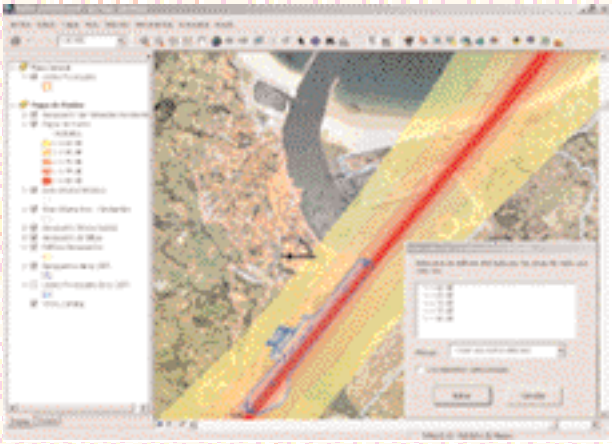


Figura 2.13 Los SIG permiten analizar las zonas afectadas por el ruido de un nuevo aeropuerto planificado

2.2.6 Salud:

De primera vista tal vez no es un sector evidente para aplicar SIG, sin embargo hay posibilidades de apoyo muy interesantes en investigación sobre: monitoreo de enfermedades y estudios epidemiológicos, vigilancia epidemiológica, análisis, oferta y demanda de centros hospitalarios, determinación de fuentes y probables causas de manifestación de una enfermedad en una determinada región, determinación de la ubicación más adecuada de centros de atención primaria u hospitales, determinación de pobladores beneficiados, determinación de rutas para emergencias médicas.



Figura 2.14 Aplicación de geo-estadística en el sector de salud. Relación de contaminación entre casos de teniasis en humanos y cisticercosis porcina. Estudio de conglomerados

2.2.7 Educación:

Los SIG permiten hacer, por ejemplo: análisis de oferta y demanda de servicios educativos, planificación de la localización de futuras escuelas, cálculo de la ruta óptima para el transporte escolar.

2.2.8 Población:

Los censos de población constituyen una fuente de información de primer orden para muchos más aspectos de los que podamos imaginar. Tener los datos acerca de la población, sobre los cambios estructurales que ésta sufre, tiene una importancia primordial. El componente espacial de esta infor-

mación es claro y evidente, la dimensión geográfica está presente en la mayoría de métodos empleados en los recuentos de población.

El uso de los Sistemas de Información Geográfica en aplicaciones de tipo censal ha aumentado considerablemente en muchos países en los últimos años. Los métodos empleados continúan siendo tradicionales, generalmente, aunque la tendencia actual indica que cada vez es mayor el número de ocasiones en las que los Sistemas de Información Geográfica van introduciéndose en el campo demográfico. (Comas Y Ruiz 1993).

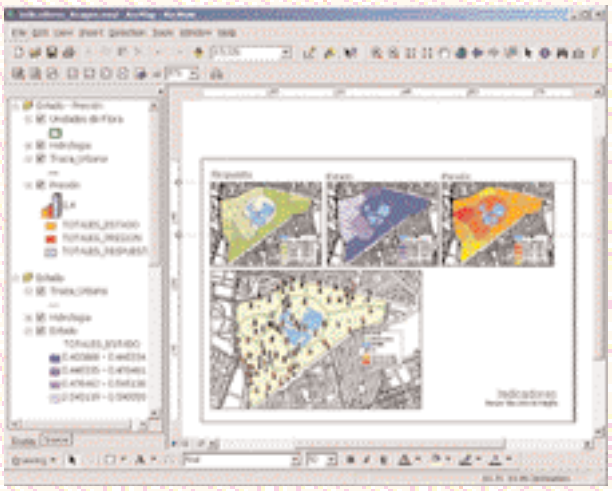


Figura 2.15 Los SIG permiten visualizar indicadores basados en datos censales de población

2.2.9 Agricultura y pesca:

SIG como herramienta hace posible integrar los datos procedentes de los satélites con datos de tipo meteorológico para realizar previsiones acerca del estado en que se encontrarán las cosechas en el momento de la recolección. También es factible decidir qué tipo de explotación agrícola es la más adecuada en cada situación teniendo en cuenta aspectos tales como: el tipo de suelo existente, el nivel de erosión del mismo, la existencia de acuíferos subterráneos en condiciones de ser utilizados para el regadío, etc. En este tipo de aplicaciones, los SIG deben ser vistos como herramientas de uso muy adecuado que, integrando informaciones de diversa procedencia, permiten tomar decisiones, con una gran flexibilidad y rapidez, acerca de cómo planificar la agricultura y los otros usos del suelo (Comas Y Ruiz 1993).

En actividades que abarcan grandes territorios como la pesca, los SIG pueden apoyar en tareas como: monitoreo de flota, determinación de áreas de probabilidad de pesca por especie, determinación de áreas factibles para la maricultura, monitoreo de eventos que afecten a la pesca (marea roja, calentamiento de mar, etc).

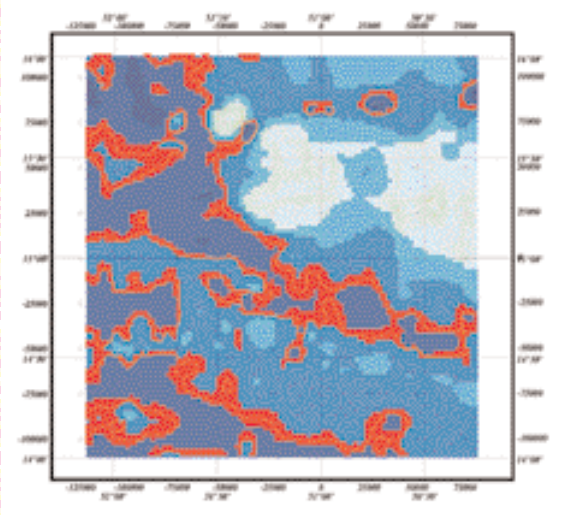


Figura 2.16 Análisis de zonas oceánicas aptas para pescar ciertas especies

2.2.10 Meteorología y fenómenos climáticos:

Con la ayuda de SIG se puede trabajar en este ámbito en: registro y monitoreo de fenómenos o eventos, mapeo de comportamientos climáticos, establecer modelos y pronósticos, etc…

2.2.11 Biología y ecología

Los SIG pueden ayudar a : estudio de hábitat y comunidades, mapeo de condiciones apropiadas para el desarrollo de determinada comunidad, análisis de invasión de especies ajenos, análisis de impacto potencial de una vía, bloqueo de rutas migratorias, etc…

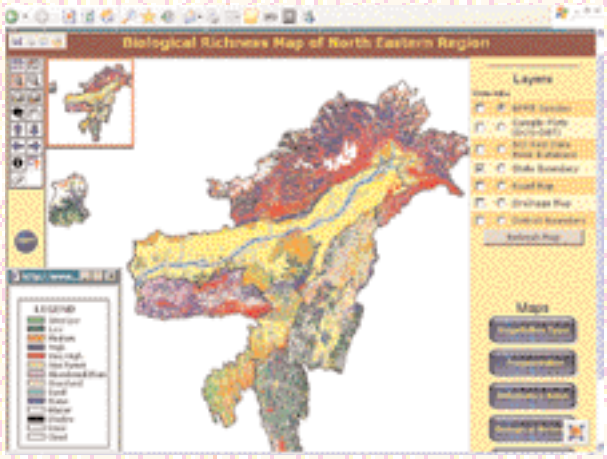


Figura 2.17 Aplicación SIG mostrando la biodiversidad de una región en la India

2.2.12 Arqueología

Los variables de la geografía ejercen una influencia importante sobre el comportamiento humano cotidiano. Los arqueólogos entienden la importancia de estos variables sobre el comportamiento humano en el pasado. Los componentes territoriales determinan también el grado de exposición de los sitios arqueológicos, y los impactos que sufren por actividades humanas y fuerzas naturales.

En estudios arqueológicos los SIG se aplican más frecuentemente en análisis regionales y modelos predictivos de patronos de asentamiento y uso de suelo. Por otro lado se los puede utilizar para lograr una mejor gestión del sitio arqueológico mismo, o para realizar educación y una visita virtual en 3D sobre el mismo.

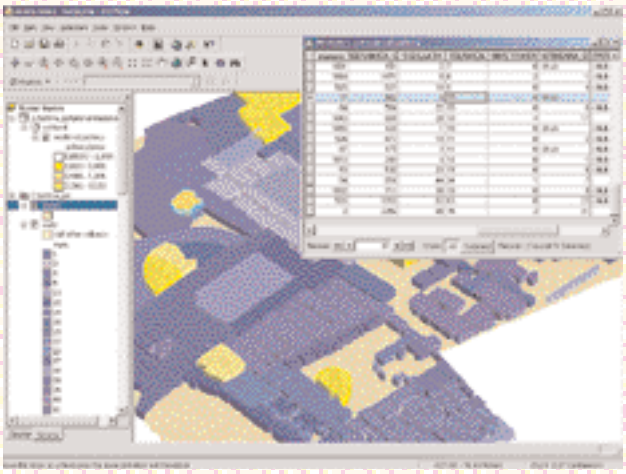


Figura No. 2.18 Modelo en 3D SIG sobre un sitio arqueológico

Los SIG como herramienta para la planificación territorial

La definición de la planificación territorial que se presenta aquí da un enfoque importante al territorio, como factor integrante de todas las actividades que inciden en lo mismo. Se define la planificación territorial como:

- un proceso estratégico,
- orientado a futuro,
- que integra las propuestas sectoriales sobre el territorio,
- para tomar decisiones sobre el territorio y ejecutar acciones en el territorio,
- basadas en subsidiariedad,

Se lo define como un proceso estratégico orientado al futuro para enfrentarse a la planificación normativa, centralizada y tecnócrata (propia de los años sesenta y setenta) entendido como disciplina positiva. Lo estratégico consiste en elaborar una alternativa que toma en cuenta la necesidad de tener objetivos claros, eficiencia, medios, y un buen equilibrio de costos - beneficios.

El término proceso indica especificación de objetivos, programas, arreglos financieros, implementación, monitoreo y evaluación. La integración de las propuestas sectoriales sobre el territorio persigue superar la planificación sectorializada y descoordinada, para llegar a una visión global de la problemática del territorio y la formulación de un modelo integrado para el desarrollo futuro de una zona.

La orientación a la acción implica que los planes que se elaboran no quedan "letra muerta", es decir documentos llamativos que nunca son usados, sino que la planificación territorial persiga desde el primer momento el asegurar la viabilidad de sus propuestas, identificar recursos para su ejecución e involucrar a los responsables de toma de decisiones.

Con el concepto de subsidiariedad se refiere al mismo que se maneja en la Comunidad Europea, esto es que las decisiones sobre el territorio deben ser tomadas a nivel más conveniente y a la vez lo más cerca posible del involucrado directo. Eso significa que solo se sube a un nivel administrativo más alto cuando los objetivos de las decisiones no pueden ser logrados por el nivel más bajo (Convenio de Maastricht, Comunidad Europea, 1991).

Ahora bien, la planificación, en su sentido más amplio, es una actividad que requiere información sobre la situación existente y futura, y muchos tipos de planificación de manera implícita o explicita tienen dimensiones territoriales, sea distinguido por escala (global, nacional, regional, local, urbano) o por sector (Ej. transporte, energía, recursos, salud, educación,…) (Stillwell Geertman y Openshaw 1999). Un proceso de planificación territorial trata del análisis de la situación existente y de situaciones propuestas de desarrollo para el futuro, por ende trata en esencia, del manejo de la información espacial con el fin de apoyar la evaluación de problemas espaciales y la formulación de políticas, con el propósito de implementar planes para la optimización de la estructura territorial. Por ende, el mejoramiento de la calidad, la accesibilidad y el uso de la información espacial puede llevar a la toma de mejores decisiones sobre el territorio.

Puesto que los SIG pueden ser considerados como una rama de la ciencia aplicada con el fin de integrar y analizar información espacial, estos mismos, hasta cierto nivel pueden ser herramientas muy poderosas para sostener este tipo de planificación. De todas maneras, la planificación territorial nunca debería ser un ejercicio meramente mecánico y tecnócrata. Siempre involucra aspectos de intuición, creatividad intelectual, voluntad política, priorización, concertación, comunicación y participación con la comunidad involucrada que podría resultar en una interpretación específica de los resultados obtenidos de los análisis cuantitativos. Sin embargo, los SIG tienen características particulares que los hacen muy aptos para ser aplicados en un proceso de planificación territorial, entre otros (Willems 2003):

- tienen un carácter integrador que se puede aplicar a diferentes datos sectoriales
- la información procesada siempre está relacionada con el territorio
- se pueden aplicar para buscar relaciones y cohesión entre diferentes capas de información espacial
- bases de datos espaciales bien estructuradas propician la planificación territorial
- su agilidad de editar y adaptar datos propicia flexibilidad en el proceso de planificación
- su facilidad de sobreponer y enfrentar capas de información y trabajar a varios niveles de detalle de

manera jerárquica, coincide con la práctica de la planificación territorial.

- contienen modelos y tipos de análisis espacial poderosos que favorecen a la planificación territorial
- la fuerte capacidad como medio de visualización y comunicación, permite elaborar evaluaciones ágiles de los resultados por el grupo de investigación o hacer presentaciones atractivas para quienes toman las decisiones o moradores afectados por el estudio, facilitando de esta manera la participación de los mismos.

Como consecuencia de las tendencias que existen en la Planificación y las potencialidades de soporte que pueden ofrecer los SIG, en la literatura científica, se ha lanzado un término genérico para tratar de capturar el conjunto de herramientas tecnológicas para facilitar la "nueva" práctica de planificación, es decir los Planning Support Systems (PSS). Estos sistemas incluyen instrumentos relacionados con la geo-tecnología que han sido desarrollados en primer lugar para soportar diferentes aspectos del proceso de planificación, como el diagnóstico de problemas, la recolección de datos, facilitación de participación, análisis espacial y de tendencias, modelación de datos, visualización y despliegue, preparación de informes, toma de decisión colectiva, etc… Los sistemas de soporte a la planificación pueden así apoyar tanto a procesos de planificación públicos como privados, a cualquier escala y dentro de cualquier contexto. Obviamente la tecnología de SIG juega un papel importante en la construcción de cualquier realización bajo el denominador de PSS; sin embargo el concepto de PSS no necesariamente está limitado a SIG, más bien se refiere a un "marco de información" que integra un rango completo de tecnologías de la información útiles para soportar el contexto de planificación específica para lo cual son diseñados. En eso, la función de soporte no debería ser dictado por la tecnología, sino por las necesidades del contexto de planificación en lo cual debe operar. Los componentes de un PSS pueden ser sintetizados en teorías, conocimiento, datos, información, métodos y herramientas (Geertman y Stillwell, 2003).

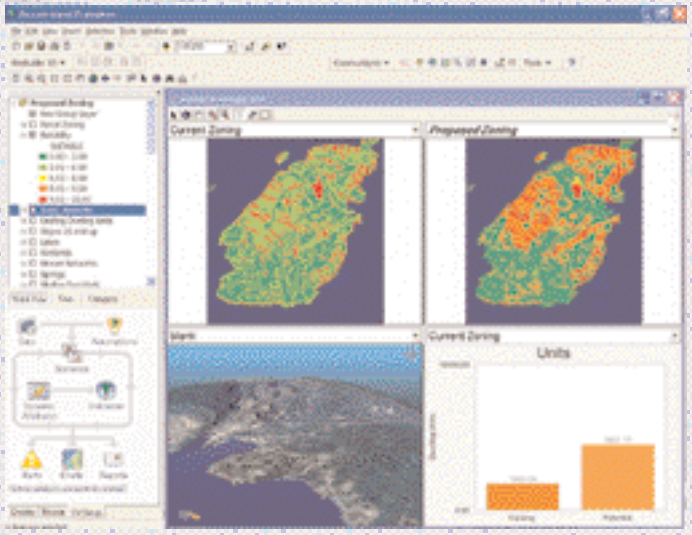


Figura 2.19 Sistemas de Soporta a la Planificación utilizan SIG para analizar diferentes escenarios territoriales y comunicar con los tomadores de decisiones y la población involucrada

Referencias

Textos

BEAUMONT, J.R. (1991): "GIS and market analysis" en Maguire, D.J. Goodchild, M.F. y Rhind, D.W. (coords.):GIS: Principles and Applications, Longman Scientific and Technical, London, vol. 2, págs. 139-151

COMAS, DAVID Y RUIZ, ERNESTO, (1993), Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica. Edit. Ariel, Barcelona.

GEERTMAN S., STILLWELL J., (2003), Planning Support Systems: an Introduction, in Geertman S., Stillwell J, (eds.) Planning Support Systems in Practice, Springer, Heidelberg, pp3-22

SIDERELIS, K.C. (1991): "Land Resource Information Systems", en Maguire, D.J., Goodchild, M.F. y Rhind, D.W. (coords.):GIS: Principles and Applications, Longman Scientific and Technical, London, vol. 2, págs. 261-273

STILLWELL J, GEERTMAN S, and OPENSHAW S, (1999), Developments in Geographical Information and Planning, in Stillwell J, Geertman S, Openshaw S, (eds.) Geographical Information and Planning, Springer, Heidelberg, pp3-22.

SWERTS M, 2003, Wegwijs met GIS in uw Gemeente, VVSG y POLITEIA nv, Brussel

WILLEMS, P. (2003), Las potencialidades y limitaciones de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para soportar los procesos de Planificación Territorial, Seminario Internacional: Análisis y Acciones Territoriales en Zaruma-Portovelo y Zonas Aledañas, RED CYTED XII: Ordenamiento Territorial y Recursos Minerales, Escuela Politécnica Nacional y Escuela Superior Politécnica del Litoral, Agosto 2003, Zaruma, Ecuador.

Figuras

http://www.esri.com/industries/

http://www.biospec.org

VINUEZA I. (2005). Relaciones espaciales del complejo Teniasis-Cisticercosis por T. solium en la región endémica de Limones Loja, Ecuador. IMTA-Thèse MSSAT, N° 26. Instituto de Medicina Tropical Príncipe Leopoldo. Amberes, Bélgica.

Capítulo 3
Geoinformación y SIG en el Ecuador

Este capítulo explica diferentes aspectos respecto a la geoinformación y describe de manera concisa los geodatos más importantes que están disponibles en el país.

Dirigido a: coordinadores y usuarios SIG

Autores:
Gabriela Suárez Buitrón (AME)
Peter Willems (VVOB)
Alexandra Enríquez Montenegro (AME)

3.1 Qué es geoinformación?

Se conoce como Información Geográfica o "Geoinformación", a aquella que tiene una ubicación y una dimensión territorial y por ende una representación gráfica.

La ubicación espacial hace referencia a la posición o lugar en el que se encuentra el elemento, o fenómeno, en referencia a la superficie terrestre (el componente geométrico). La dimensión hace referencia a la altura, ancho, profundidad, área, etc…(el componente descriptivo).

Es decir que información o datos convertidos a información pueden transformarse a geoinformación cuando se les asigna una ubicación (referenciados por coordenadas espaciales o geográficas dentro de un sistema de referencia).

La geoinformación para ser entendida de una mejor forma, debe ser manejada como un componente esencial de un sistema de información. Un Sistema de Información es una cadena de operaciones que se realizan el momento de la observación, colección, almacenamiento y análisis de datos para el buen y óptimo uso de la información derivada de algunos procesos, investigaciones, etc.

Por lo tanto UN MAPA, es una clase de sistema de información, ya que se le considera una colección, almacenamiento, análisis de datos y cuya información derivada es usada en la toma de decisiones; en este sentido un Sistema de Información Geográfica puede ser considerado como un mapa del más alto nivel.

En el Capítulo 1 se comentó que la geoinformación está conformado por datos espaciales y datos no espaciales que a través del SIG pueden ser vinculados entre ellos.

La geoinformación es entonces cualquier dato o información que tenga o haga referencia a una ubicación espacial determinada o que detalle características propias del espacio físico y de cualquiera de sus componentes.

Ejemplos Prácticos
La red vial del cantón Penipe, los predios del catastro rural del cantón Quero, la capa de vegetación de la provincia de Cotopaxi, los atractivos turísticos de la zona metropolitana de Quito, las áreas de polución en la zona minera de Zaruma-Portovelo, etc…

3.2 Tipos de geoinformación

Como ya se ha detallado en capítulos anteriores, existen varios tipos de geoinformación.

De acuerdo al formato, puede ser:

Analógica: es aquella geoinformación que se encuentra en formato impreso, es decir en papel y que contiene una referencia geográfica como puede ser una cuadrícula de coordenadas.

Digital: es aquella que se encuentra en formato digital, es decir que puede ser vista en una computadora. Dentro de esta tenemos dos tipos que pueden ser: raster y vector.

De acuerdo al tipo de información, hay dos grandes grupos:

Información base: es aquella que es generada por el Instituto Geográfico Militar en base a fotografía aérea. Las capas de información base son las que contienen la información física del espacio o territorio. Esas son:

- Red hidrográfica o hidrografía (ríos, drenajes, canales, lagos, lagunas, embalses, etc.)
- Red vial o vías (carreteras, caminos de veranos, senderos, etc.)
- Poblados (ciudades, cabeceras cantonales, cabeceras parroquiales, comunidades, etc.)
- Curvas de nivel (líneas imaginarias que determinan la topografía del terreno, altura, etc.)
- Cotas altitudinales (puntos con alturas máximas)

- Infraestructura (escuelas, iglesias, etc.)
- División político-administrativa (límites nacionales, provinciales, cantonales, etc.)

Información temática: es aquella que se genera a partir de cualquier estudio o investigación específica y que tiene una relación con el espacio a partir de la información base pero que describe otros elementos espaciales como pueden ser población, uso del suelo, clima, vegetación, etc.

3.3 Fuentes de geoinformación

Son varias las fuentes de geoinformación. Algunas de estas fuentes pueden proporcionar información en formato digital pero otras en formato analógico. Sin embargo, lo importante es que de una u otra manera contenga una referencia espacial

Las fuentes más comunes para obtener o generar geoinformación son:

- Mapas impresos: los mapas analógicos existentes siguen siendo la fuente de geoinformación digital más común. La parte de los mapas que contiene la información geográfica, son convertidos al formato digital a través del proceso de digitalización (ver capitulo 1). Existen varios tipos de mapas:

Cartas topográficas: Representación geométrica plana, simplificada y convencional de una parte de la superficie terrestre, con una relación de similitud llamada escala. Son cartas o mapas que muestran la estructura topográfica del terreno a través de líneas imaginarias que determinan altitud, llamadas curvas de nivel.
En una carta topográfica se encuentra también información como: red hidrográfica (ríos, quebradas, canales, etc), red vial (carreteras pavimentadas. caminos vecinales, senderos, etc), infraestructura (escuelas, hospitales, casas, etc), centros poblados (ciudades, cabeceras cantonales, parroquiales, etc.).
Las cartas topográficas constituyen la fuente de geoinformación base, y constituye un documento cartográfico de uso general, pudiendo contener entre otras: información vial, hidrográfica, topográfica o toponimia, generalmente referido a un sistema nacional de coordenadas, utilizado para transferir sobre él información temática o especializada.

Mapas temáticos: documento cartográfico conteniendo información específica sobre un tema, como: suelos, vegetación, uso del suelo, topografía, vialidad, geología, hidrografía, población, etc. Generalmente los mapas temáticos se basan en información o mapas base.

Mapas catastrales: El catastro históricamente se lo ha entendido como el inventario, censo o registro de los bienes inmuebles, llegando a una acepción más común como un registro de fincas, de sus valores y de sus propietarios. Estableciéndose en sus primeros inicios con fines exclusivamente fiscales y sin representación alguna. El concepto de catastro y los fines del mismo han venido evolucionando a lo largo del tiempo y actualmente se concibe como un sistema de información territorial relativo a la propiedad inmueble, cuyo propósito principal es obtener un censo de las características físicas, cualitativas, legales, fiscales y administrativas de los inmuebles permitiendo con ello un uso multifinalitario. Los catastros modernos han visto la utilidad de la información catastral no simplemente en ser un instrumento fiscal para el cobro del impuesto, sino además ser una herramienta valiosa que pueda utilizarse en la planificación urbana, dotación de servicios públicos, regulación de tenencia de la tierra, de los asentamientos humanos, de límites territoriales y de los usos del suelo urbano. De ahí que lo consideran como un catastro multifinalitario.

Hoy el principal propósito del sistema catastral sigue siendo principalmente el fiscal, seguido del urbanístico, del legal, histórico, socioeconómico y extractivo. Entre otras finalidades la información catastral tiene como propósitos el Desarrollo Urbano, Planeación, Administración fiscal, Desarrollo rural, Administración de Recursos Naturales y Protección del Medio Ambiente.
Hay varios tipos de catastro dependiendo del elemento que se va a inventariar, como pueden ser catastros industriales, urbanos, rurales, mineros, agropecuarios, etc.

Cartas náuticas: Plano detallado de la costa y de sus fondos que sirve para obtener geoinformación en las zonas costeras y para navegación.

- Teledetección: la teledetección refiere a la tecnología que capta información sobre objetos sin tener

un contacto físico con ellos. En este sentido podemos decir que el ojo humano también es un dispositivo de teledetección. En la práctica existen muchos tipos de censores que permitan captar información sobre la superficie terrestre. Los más conocidos son los que generan fotografía aérea y los que generan imágenes satelitales:

Fotos aéreas: las fotografías aéreas se toman desde un avión con una cámara (digital) vertical, cubriendo durante el vuelo franjas paralelas del terreno. Se toman fotografías sucesivas en cada franja, de modo que cada una cubra el 60 por ciento de la toma anterior. Esto es necesario para tener un traslape entre foto y foto y poder hacer el análisis estereoscópico. Con la ayuda de un estereoscopio, las fotografías aéreas muestran, en tres dimensiones, una imagen del terreno visto directamente desde arriba. Pueden identificarse por ejemplo, especies forestales, infraestructura, topografía, uso del suelo, predios, etc. Las fotos aéreas utilizadas mayormente tienen algunas características generales. Regularmente son cuadradas y miden 23 cm por lado. Las ortofotos son fotos aéreas en las cuales han sido corregidas los errores por la perspectiva, el relieve del terreno y los movimientos del avión.

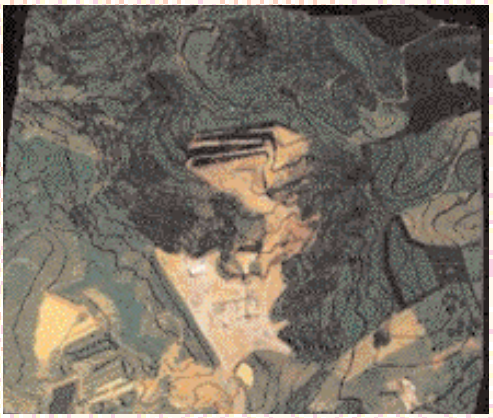


Figura 3.1 Ortofoto aérea con curvas de nivel generadas con ayuda del estereoscopio

Imágenes de satélite: una imagen satelital es un registro de los niveles de energía electromagnética reflejada o emitida por los elementos de la superficie de la tierra. Resulta en una representación gráfica o descripción de una escena típicamente producida por un dispositivo óptico o electrónico (un censor), que en este caso se encuentra ubicado en un satélite.

La diferencia entre una imagen satelital y una fotografía aérea es que la imagen puede captar la reflectancia en diferentes rangos del espectro electromagnético, mientras las fotos aéreas se limitan a la captación de la luz visible y limitadas bandas del infrarrojo cercano. Además, el levantamiento a través de satélites tiene una frecuencia temporal más alta porque un satélite se queda de manera permanente en su órbita. Los satélites de última generación (IKONOS, Quickbird, …) producen ya imágenes de alta resolución espacial, eso quiere decir imágenes con un tamaño de píxel menor a 1m, lo que les hace competitivo en cuanto a calidad con las fotos aéreas.
Las imágenes satelitales son insumos importantes al momento de levantar geoinformación relacionada a cobertura vegetal, uso del suelo, infraestructura, etc.



Figura 3.2 Imagen del satélite LANDSAT

- GPS: Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global). Es un sistema que permite conocer el lugar exacto en donde se está ubicado sobre la superficie terrestre. El sistema está basado en medición de distancia desde un receptor hacia por lo menos 3 satélites que permite calcular la posición exacta de un objeto cercano a la Tierra a través de un algoritmo de triangulación. Fue originalmente creado por el Departamento de Defensa de EEUU con fines bélicos, pero en la actualidad es un sistema utilizado por todos los países y por varias personas con fines y objetivos diferentes. La Unión Europea está desarrollando su propio sistema de posicionamiento global, llamado GALILEO, que entrará en funcionamiento en el año 2008.

Como los GPS captan las coordenadas exactas de ciertos fenómenos territoriales, los datos que generan pueden ser integrados inmediatamente dentro de un SIG. Los GPS forman una fuente de geodatos muy importante para los SIG.



Figura 3.3 Receptor de GPS

Redes geodésicas: es una cadena de puntos interconectados que sirve para procesar los datos de manera conjunta a fin de determinar su posición relativa y para formar una red primaria de posicionamiento geodésico.

Los levantamientos geodésicos horizontales son aquellos que comprenden una serie de medidas efectuadas en el campo, cuyo propósito final consiste en determinar las coordenadas geodésicas (geográficas) de puntos situados sobre la superficie terrestre.
De manera general, estas redes permiten que los usuarios deriven a partir de ellas nuevos puntos mediante levantamientos geodésicos. Existen algunas otras aplicaciones, entre ellas tenemos:

- Apoyo geodésico necesario para trabajos fotogramétricos, ya que la geodesia es el sustento que les permite orientar y escalar los modelos estereoscópicos.
- Ejecución de trabajos geodésicos requeridos por las dependencias del Gobierno Nacional y los Gobiernos Seccionales para el estudio y definición de sus límites político-administrativos.
- Acercamiento de la Red Geodésica a las zonas de alto y mediano desarrollo para el control de las obras de ingeniería y levantamientos que se realicen.
- Acercamiento de líneas de base necesarias para la actualización de cartografía urbana por métodos GPS

Censos: Se levantan datos mediante muestras o encuestas que tratan de describir una realidad. Existen muchos datos estadísticos de diferentes temas como pueden ser estadísticas poblacionales, estadísticas económicas, estadísticas ambientales, etc. Las estadísticas son importantes fuentes de geoinformación ya que ayudan a caracterizar de una u otra manera el espacio o el territorio. Sin embargo para que éstas sean datos geográficos deben tener una referencia espacial, como por ejemplo el código del INEC de la parroquia. A través de esta referencia espacial se puede vincular las estadísticas, que generalmente son almacenadas de forma tabular, a objetos geográficos de una capa de geoinformación (por ejemplo: manzanas de un centro poblado).

Capas CAD con georeferencia: el capítulo 1 indicó que CAD es una tecnología afín al SIG en el sentido que con CAD también es posible elaborar capas de objetos georeferenciados, aunque no es su fin absoluto. Estas capas pueden ser convertidas a un formato SIG, y de tal manera se puede aumentar significativamente las posibilidades de análisis de las mismas.

Intercambio de geodatos: como se ha mencionado antes la generación de los geodatos puede absorber la mayor parte de la inversión en un sistema de información territorial. De allí la necesidad y la importancia de los generadores de geoinformación de intercambiar sus productos, para evitar duplicación de esfuerzo e inversión. Sin embargo, un sistema de intercambio solo puede funcionar de manera eficiente cuando existen reglas de juego, estándares y normativos al respecto. Aparte de esto es muy importante documentar la geoinformación a través de metadatos que describen las características de la misma (ver siguiente punto). Eso debería ser tarea de una(s) instancia(s) rector(es) a nivel nacional o regional.

3.4 Metadatos sobre geoinformación

Para analizar de manera eficiente qué tipo de geoinformación está disponible sobre el territorio en análisis, se requiere un mecanismo ágil para encontrar dichos datos.

El término "metadatos" (información sobre los datos) refiere a una descripción estandardizada sobre una colección de datos. De esta manera se describen características sobre el contenido, la calidad, la aplicabilidad, la fuente, el propietario, y la accesibilidad de los datos, entre otros. El objetivo de esta descripción es brindar información relevante a potenciales usurarios sobre bases de datos disponibles y así estimular la difusión de este tipo de información. Los metadatos sobre geodatos suelen ser organizados en fichas estandardizadas que describen cada capa geográfica disponible en detalle. Estas fichas pueden ser presentadas de manera electrónica o inclusive a través de una página web. En este caso hablamos de un sistema de metainformación. Estos sistemas permiten rastrear muy rápidamente qué geoinformación existe sobre un cierto territorio, cuáles son sus características técnicas, bajo cuáles condiciones se la puede conseguir, etc… y de esta manera son de ayuda importante para los usuarios de geoinformación.

Lamentablemente en el país no existe todavía una estructura nacional de metainformación sobre geodatos. Sí existen algunas iniciativas aisladas tales como la desarrollada por el CLIRSEN (http://www.clirsen.com/gateway_es.html) o el IGM (http://www.igm.gov.ec/) que estimulan la elaboración y publicación de metadatos siguiendo los estándares de la FGDC (Federal Geographic Data Comittee) de EEUU y las elaboradas en algunos proyectos aislados en otras instituciones utilizando el mismo estándar. Sin embargo, sobre todo describen sus propios geodatos y no existe una interconexión entre los sistemas ni un portal que les une.

Para observar un sistema de metainformación en funcionamiento en América Latina, que realmente está basado sobre una red de sitios interconectados, que es accesible a través del Internet y que contiene buscadores que permiten encontrar fácilmente información geográfica pertinente de todo el territorio nacional, navegue al Clearinghouse Nacional de Datos Geográficos de la República Oriental del Uruguay (http://www.clearinghouse.gub.uy/).

3.5 Geoinformación en el Ecuador

En el Ecuador al momento de esta publicación no se cuenta con un Centro de Información Geográfica o ninguna otra institución a nivel nacional que regule, administre, gestione, maneje y documente toda la geoinformación que se genera. Esto dificulta el acceso a la información espacial existente, ya que se encuentra dispersa, cautiva en ciertas organizaciones y en muchos de los casos, la geoinformación se vuelve inaccesible.

Sin embargo, poco a poco se han ido construyendo Sistemas de Información Geográfica en varias instituciones, contando así con datos espaciales y geoinformación disponible.

Las ONG, sobretodo ambientalistas, a través de sus proyectos específicos han generado información geográfica de gran utilidad. Lamentablemente no hay ninguna que tenga una cobertura nacional.

Los ministerios también generan cierta información, de acuerdo a cada uno de sus ámbitos de trabajo e interés, aunque muchos la tienen en formato analógico y no siempre en digital, sin embargo

poco a poco han ido implementado Sistemas de Información Geográfica que les permita manejar esa información de una manera más eficiente.

Por otro lado, el Instituto Geográfico Militar es quien por Ley tiene la responsabilidad de generar la Cartografía Base del Ecuador y en la actualidad poseen dicha información en formato analógico pero también la tiene disponible en gran parte del país en formato digital. En este caso si existe una cobertura nacional de cartas topográficas, con tan sólo pequeñas áreas del país que no cuentan con información base. Sin embargo en muchos lugares esta información topográfica base no está actualizada.

El problema en este momento en el país es la falta de rectoría y coordinación entre las instituciones generadoras de geoinformación, lo que resulta en la carencia de normativas, estándares, documentación a través de metadatos, reglas de intercambio y sitios portal. Esta situación genera la duplicación de esfuerzos y de inversiones, la existencia de geodatos de mala calidad, el difícil acceso a los mismos, un costo demasiado alto, y la piratería de geoinformación.

A continuación se presenta un listado de coberturas de geoinformación importantes y la institución en donde encontrarlas. De tal manera que sea una versión muy ligera de un sistema de metainformación. En el capítulo 6 se puede encontrar las coordenadas de contacto de las instituciones que generan geoinformación en el país. Esta información se actualizará a través del sitio Web del Proyecto PLANTEL de AME, CONCOPE, VVOB y EPN (www.plantelecuador.org).

COBERTURA	CONTENIDO BASICO	INSTITUCIÓN
Topografía/curvas de nivel	Curvas de nivel de la Sierra Fuente: Cartas Topográficas del IGM	MAG-SIGAGRO
	Mapa de pendientes del Ecuador Escala 1:250.000	CLIRSEN
	Mapa de pendientes del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de zonas de relieve del Ecuador Escala 1:250.000 al año 2000	CLIRSEN (CONVENIO MAG-IICA-CLIRSEN)
	Mapa de cordilleras del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de cobertura de elevaciones	MAG-SIGAGRO
Red vial	**Mapa vial estatal del Ecuador**	MOP
	Mapa vial del Ecuador Se utiliza la clasificación del MOP(actualizado)	MAG-SIGAGRO
	Mapa vial del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de accesibilidad del Ecuador	Jatun Sacha
Red fluvial	Red hidrográfica del Ecuador Fuente: Cartas Topográficas del IGM	MAG-SIGAGRO
	Mapa de división hidrográfica del Ecuador	Consejo Nacional de Recursos Hídricos
	Mapa de drenaje del Ecuador Escala 1:250.000 al año 2000	CLIRSEN
	Mapa de nivel freático del Ecuador Escala 1:250.000 al año 2000	CLIRSEN
	Mapa de zonas hidrológicas homogéneas del Ecuador Escala 1:250.000 al año 2000	CLIRSEN (CONVENIO MAG-IICA-CLIRSEN)
	Mapa de déficit hídrico del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de ríos dobles del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de ríos simples del Ecuador	MAG-SIGAGRO
Poblados	Centros poblados del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de centros poblados del Ecuador(1) Fuente: MAG-SIGAGRO/polígonos	Jatun Sacha
	Mapa de centros poblados del Ecuador(2) Fuente: Ecociencia	Jatun Sacha

Limite político administrativo	**Mapa provincial del Ecuador**	MAG-SIGAGRO
	Mapa cantonal del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa parroquial del Ecuador	MAG-SIGAGRO
Uso del suelo	Cobertura uso del suelo del Ecuador	CLIRSEN
	Escala 1:250 000, al año 2000	
	Cobertura Uso del Suelo del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de cobertura vegetal y uso actual del suelo - Ecuador	Jatun Sacha
	Fuente: Imagen Landsat	
	Mapa de uso del suelo de la Sierra Ecuatoriana	MAG-SIGAGRO
	Relación Tierra - Hombre	MAG-SIGAGRO
	Mapa de aptitudes agrícolas	MAG-SIGAGRO
	Mapa de ecología del Ecuador	MAG-SIGAGRO
Suelos	**Mapa de suelos**	MAG-SIGAGRO
	Taxonomía a nivel nacional	
	Mapa de suelos del Ecuador	
	Fuente: MAG-SIGAGRO	
	Mapa de nivel de fertilidad del suelo del Ecuador	CLIRSEN
	Escala 1:250 000.	
	Mapa de conflictos del suelo	MAG-SIGAGRO
	Escala 1:250 000.	
	Mapa de textura del suelo del Ecuador	CLIRSEN
	Escala 1:250 000.	
	Mapa de textura de suelos del Ecuador	
	MAG (PRONAREG)Fecha de generación 1978-1984	MAG-SIGAGRO
	Mapa de dimensión de textura del suelo	CLIRSEN
	Escala 1:250 000, al año 2000	
	Mapa de erosión del Ecuador	CLIRSEN
	Escala 1:250 000, al año 2000	(CONVENIO MAG-IICA-CLIRSEN)
	Mapa de pedregosidad del Ecuador	CLIRSEN
	Escala 1:250 000, al año 2000	
	Mapa de PH del suelo del Ecuador	CLIRSEN
	Escala 1:250 000.	
	Mapa de profundidad del suelo del Ecuador	CLIRSEN
	Escala 1:250 000.	
	Mapa de zonas susceptibles a erosión	MAG-SIGAGRO
	Mapa de susceptibilidad de erosión	CLIRSEN
	Ecuador a escala 1:250 000, al año 2000	(CONVENIO MAG-IICA-CLIRSEN)
	Mapa de susceptibilidad de erosión de áreas agropecuaria	CLIRSEN
	del Ecuador/Escala 1:250 000, al año 2000	(CONVENIO MAG-IICA-CLIRSEN)
	Mapa zonas de permeabilidad del Ecuador	CLIRSEN
	Ecuador a escala 1:250 000, al año 2000	(CONVENIO MAG-IICA-CLIRSEN)
Geología	**Mapa geológico del Ecuador**	MAG-SIGAGRO
	Mapa geológico del Ecuador	Jatun Sacha
	Fuente: Codigem	
	Mapa geomorfológico del Ecuador	Jatun Sacha
	Fuente: Mapa de paisajes naturales	
	Mapa de cordilleras del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de geomorfología del Ecuador	MAG-SIGAGRO
Limite de cuencas y subcuencas	**Mapa de cuencas hidrográficas del Ecuador**	CLIRSEN
	Escala 1:250 000, al año 2000	(Convenio MAG-IICA-CLIRSEN)
	Mapa de subcuencas hidrográficas del Ecuador	CLIRSEN
	Ecuador a escala 1:250 000, al año 2000	(Convenio MAG-IICA-CLIRSEN)
	Mapa de microcuencas hidrográficas del Ecuador	CLIRSEN
	Escala 1:250 000, al año 2000	(Convenio MAG-IICA-CLIRSEN)
Riesgos volcánicos	**Mapa de riesgos volcánicos del Ecuador**	CLIRSEN
	Escala 1:250 00, al año 2000	(Convenio MAG-IICA-CLIRSEN)
	Mapa de peligros volcánicos del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	(caída de ceniza mayor o menor peligro)	MAG-SIGAGRO
	Mapa de peligros naturales por cenizas y flujo de lodo	Jatun Sacha
	Fuente: CDC	

Deslizamientos / inundaciones	**Mapa de riesgos de inundaciones del Ecuador** **Escala 1:250 000, al año 2000**	CLIRSEN (Convenio MAG-IICA-CLIRSEN)
	Mapa de zonas susceptibles a inundaciones	MAG-SIGAGRO
	Mapa de peligro de avalanchas	MAG-SIGAGRO
	Mapa de peligros naturales, inundaciones	Jatun Sacha
	Mapa de problemas de erosión y deslizamiento en la	MAG
Riesgos sísmicos	**Mapa de peligros naturales por sismos del Ecuador** **Fuente: CDC**	Jatun Sacha
	Mapa de tipos de clima del Ecuador	MAG-SIGAGRO
Clima	**Mapa de estaciones climáticas del Ecuador** Escala 1:250 000, al año 2000	CLIRSEN (Convenio MAG-IICA-CLIRSEN)
	Mapa zonas de precipitación del Ecuador Escala 1:250 000	CLIRSEN
	Mapa de estaciones de precipitación del Ecuador Escala 1:250 000, al año 2000	CLIRSEN (Convenio MAG-IICA-CLIRSEN)
	Mapa de Isotermas del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de Isoyetas del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de módulo específico normal (Estaciones Hidrométricas)	CLIRSEN
	Mapa de rangos de temperatura Escala 1:250 000	CLIRSEN
	Mapa de intensidad de lluvia del Ecuador Escala 1:250 000, al año 2000	CLIRSEN
	Mapa de estaciones metereolôgicas a nivel nacional	MAG-SIGAGRO (CONVENIO MAG-SIGAGRO-CLIRSEN)
	Mapa de intensidad de lluvia en 30' Nivel Nacional	MAG-SIGAGRO
	Mapa de meses secos del Ecuador	MAG-SIGAGRO
Demografía /datos censales	**Mapas censales parroquiales a nivel nacional** formato análogo	
Zonas protegidas	**Sistema Nacional de Áreas Protegidas**	MAG-SIGAGRO
	Sistema Nacional de Áreas Protegidas	FUNDACIÓN NATURA
	Parque Nacional Sangay	FUNDACIÓN NATURA
Infraestructura agropecuaria	Centros de Investigación Científica (INIAP)	MAG-SIGAGRO
	Mapa de entidades financieras con apoyo a la producción	MAG-SIGAGRO
Producción agropecuaria	**Mapa de unidades de producción agropecuaria**	MAG-SIGAGRO
	Mapa de capacidad agrícola del Ecuador	Jatun Sacha
Zonas urbanas	Distribución de Población (Urbano-Rural)	MAG-SIGAGRO
	Mapa de centros poblados del Ecuador	MAG-SIGAGRO
Servicios educación	Educación por niveles educativos	MAG-SIGAGRO
Servicios de salud	Instituciones de servicio de salud a nivel parroquial	MAG-SIGAGRO
Servicios básicos	Servicios básicos y necesidades básicas insatisfechas (Agua potable/alcantarillado)	MAG-SIGAGRO

Zonas productivas agrícolas	Concentración de Insumos Agropecuarios	MAG-SIGAGRO
	Instalaciones de apoyo Agrícola	MAG-SIGAGRO
	Mapa de almaceneras	MAG-SIGAGRO
	nivel nacional	
	Mapa de silos del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Zonificación Agroecológica de la Sierra Ecuatoriana	CLIRSEN
Mercados y lugares de acopio	**Mapa de almaceneras**	MAG-SIGAGRO
	nivel nacional	
	Mapa de sistemas de almacenamiento y comercialización	MAG-SIGAGRO
Puertos marino y fluvial	**Mapa de puertos del Ecuador**	MAG-SIGAGRO
Aeropuertos	**Mapa de cobertura de aeropuertos nacionales**	MAG-SIGAGRO
	Generado a partir del mapa de Sis. de alm y comercio	
Zonas con valor ecológico:	**Mapa de bosques protectores del Ecuador**	MAG-SIGAGRO
Vegetación	**Mapa de ecología del Ecuador**	MAG-SIGAGRO
	Mapa del patrimonio forestal del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa forestal del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de cobertura de manglares	CLIRSEN
	Mapa de sistema nacional de áreas protegidas del Ecuador	Jatun Sacha
	Fuente: IGM	
	Mapa de cuencas hidrográficas del Ecuador	CLIRSEN
	Escala 1:250 000.	(Convenio MAG-IICA-CLIRSEN)
Cuencas hidrográficas	**Mapa de microcuencas hidrográficas del Ecuador**	CLIRSEN
	Escala 1:250 000, al año 2000	(Convenio MAG-IICA-CLIRSEN)
		MAG-SIGAGRO
Páramos	**Mapa de páramos del Ecuador**	MAG-SIGAGRO
Zonas de alta biodiversidad	**Mapa de cobertura de aves a nivel nacional**	MAG-SIGAGRO
	(generado a partir del mapa de biodiversidad)	
	Mapa de flora	MAG-SIGAGRO
	a nivel nacional	
	Sistema Nacional de Áreas Protegidas	MAG-SIGAGRO
	Mapa de bosques protectores del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa forestal del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de distribución de mamíferos del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de distribución de reptiles y anfibios del Ecuador	MAG-SIGAGRO
	Mapa de cobertura de manglares	CLIRSEN
	Mapa de áreas prioritarias para la conservación	Consejo Provincial de Chimborazo
	Mapa de cordilleras del Ecuador	MAG-SIGAGRO
Relieve	**Mapa de cobertura de elevaciones**	MAG-SIGAGRO
	año 2003	
Atractivos turísticos	**Servicios turísticos**	MAG-SIGAGRO
	Mapa de actividades turísticas	MAG-SIGAGRO
	Generado del mapa de destinos turísticos	
	Mapa de cobertura de elevaciones	MAG-SIGAGRO

Sistema fluvial	**Mapa de drenaje del Ecuador** Escala 1:250.000 al año 2000	CLIRSEN
	Mapa de nivel freático del Ecuador Escala 1:250.000 al año 2000	CLIRSEN
	Mapa de déficit hídrico del Ecuador	MAG-SIGAGRO
Puntos	**Mapa de puertos del Ecuador**	MAG-SIGAGRO
(puertos, aeropuertos)	**Mapa de cobertura de aeropuertos nacionales** Generado a partir del mapa de Sis. De alm y comercia	MAG-SIGAGRO
Imágenes satelitales	Imágenes LANDSAT 5 y LANDSAT 7 pancromáticas Imágenes LANDSAT del Ecuador (1999 y 2001)	CLIRSEN Jatun Sacha
Fotografía aérea	Fotografía aérea nacional 1: 60 000	CLIRSEN Jatun Sacha
Cartografía	Cartografía Base Nacional 1: 100 000 análogo Cartografía Base Nacional 1: 250 000 análogo Cartografía Base Nacional 1: 50 000 Cartografía Base Nacional 1: 25 000 **Mapa base del Ecuador**	IGM IGM IGM IGM Jatun Sacha

Tabla 3.1 Organización geoinformación por cobertura de geoinformación

Referencias

Textos

http://www.geotecnologias.com/gis.htm

http://www.mappinginteractivo.com/

Figuras

http://www.coremisgm.gob.mx/especialidad/esensores.html

http://recursos.gabrielortiz.com/index.

http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_de_Informacion

Capítulo 4
Implementar un SIG

¿Cómo empezar con un SIG? ¿Cómo el SIG tiene que evolucionar en mi institución?

Dirigido a: coordinadores SIG

Autores:
Hugo Banda Gamboa (EPN)
María Hallo Carrasco (EPN)
Gabriela Suárez Buitrón (AME)
Peter Willems (VVOB)



4.1 Empezar con SIG

Para la administración de un gobierno seccional que está interesado en implementar un SIG pero carece de conocimiento profundo sobre el tema, la mejor forma de empezar es convocando a una reunión a los departamentos técnicos interesados.

Este "consejo directivo SIG inicial" debería esbozar las necesidades y definir los primeros lineamientos así como los objetivos más importantes. En general los departamentos de Ambiente, Avalúos y Catastros, Planificación e Informática, serán seguramente los más interesados para participar desde el inicio y aportar con criterios técnicos.

Las primeras actividades concretas que se podrían establecer dentro del consejo directivo SIG inicial pueden ser:

- Contactar Municipios, el Consejo Provincial, Ministerios, ONG, CLIRSEN, IGM, Universidades u otras instancias con experiencia en el tema para ver el funcionamiento de un SIG en la práctica y las posibilidades para implementarlo.
- Asignar temporalmente un funcionario motivado para planificar la implementación del SIG. Se sugiere que esta persona empiece con la formulación de un proyecto muy concreto de SIG, para generar conocimiento y promocionar internamente el uso de la tecnología.
- Desde el inicio contratar a una persona que tenga como principal tarea y responsabilidad el SIG. Contratar una consultoría que elabore un "plan de implementación del SIG" en diferentes fases a través de una licitación para garantizar la calidad del producto.
- Contratar una consultoría externa para ejecutar algunos proyectos muy concretos y prioritarios que tengan que ver con SIG y geoinformación. De tal manera que la administración pueda adquirir experiencia de SIG, y al mismo tiempo avance en los proyectos más urgentes.

Sugerencia:
La introducción de un SIG en una administración es un proceso muy costoso. Cuando no existe mucha experiencia en esta materia ni en su organización, es aconsejable que se definan algunos objetivos muy concretos. El mejor método es sin duda la implementación incremental del SIG, mientras que al mismo tiempo la institución gana experiencia y conocimiento.

Independientemente de la elección que haga la institución inicialmente, al final tendrá que seguir el proceso que se presenta a continuación. Obviamente podría diferir el orden en cada administración dependiendo de la disponibilidad de conocimiento activo, personal capacitado, software adecuado, y/o geoinformación de buena calidad.

Los diferentes pasos para la implementación de un SIG son:

- Entrevistas internas
- Análisis de requerimientos
- Recopilación de datos territoriales disponibles
- Definición de objetivos
- Elección entre acompañamiento externo o interno
- Diseño del modelo de estructuración de información
- Definición de la infraestructura tecnológica
- Fase de implementación

Estos pasos deben estar contemplados en el plan de implementación del SIG con los recursos requeridos y un análisis costo beneficio

4.1.1 Entrevistas internas



Figura 4.1 A través de entrevistas internas se sondea el interés y las necesidades respecto al SIG

En esta fase la administración o el consultor va a sondear en los departamentos el interés y las necesidades respecto al SIG. En cada departamento se debe averiguar cuales capas básicas o temáticas y objetos geográficos son necesarios para cada actividad. También hay que averiguar con qué tipos de planos y mapas los departamentos están trabajando en la actualidad, el nivel de calidad de los mismos y su fecha de elaboración.

Este trabajo puede ser realizado a través de una encuesta en los departamentos involucrados o vía entrevistas. Si la administración no tiene experiencia en SIG podría ser interesante hacer entrevistas en cada departamento. Si ya existe cierta experiencia en SIG, se puede limitarse a ciertos departamentos que son potenciales usuarios.

4.1.2 Análisis de requerimientos



Figura 4.2 El análisis de requerimientos debe hacerse de acuerdo a los objetivos planteados

La información recopilada en la fase anterior debe ahora ser procesada y pormenorizada en un análisis de requerimientos.

Definir los requerimientos específicos de un SIG, es una tarea fundamental en este proceso. Para esto se debe mantener reuniones con los usuarios finales (los que usarán el sistema o la información que éste genere), para recopilar especificidades acerca de sus necesidades.

Un método que ha demostrado ser efectivo para esta tarea es la realización de seminarios acerca de las tecnologías SIG. A más de servir como un método de recopilación de necesidades, los semina-

rios sirven para explicar al personal la naturaleza de un SIG, sus potenciales beneficios y perspectivas de aplicación.

La participación de los involucrados en esta etapa inicial, ayuda también a asegurar su apoyo y participación en los pasos subsiguientes de este proceso. El seminario ayuda también a identificar de una manera preliminar posibles productos de información, datos y procesos que pueden ser necesarios.

El análisis de requerimientos debe resultar por lo menos en un listado de:

- Los usuarios y los departamentos potenciales de SIG
- Los proyectos más importantes
- Los beneficios de contar con un SIG
- La información que se quiere o debe generar
- El material cartográfico necesario y los mapas y planos analógicos existentes
- Los procesos requeridos

4.1.3. Recopilación de datos territoriales disponibles



Figura 4.3 Obtención de geoinformación

El análisis de requerimientos indica específicamente cuáles datos geográficos y alfanuméricos requiere la administración para sus actividades. Ahora se necesita analizar, cuáles coberturas ya están disponibles y cómo se las consigue.

Casi nunca la administración encontrará toda la geoinformación necesaria y por ello tendrá que proceder a la compra de capas geográficas o la generación de información primaria a través de su propia gestión. En este caso desde el inicio tendrá que tomar en cuenta el costo del proceso de actualización de los geodatos, debido a que algunos datos territoriales se desactualizan muy rápido. Una base de datos SIG no actualizada no es confiable y por lo tanto no es útil.

Una gran ayuda para encontrar rápidamente cuales capas de geoinformación están disponibles sobre su área de interés son los sistemas de metadatos (ver capítulo 3).

4.1.4 Definición de objetivos

¿Qué es lo que se desea lograr con un SIG? Es la pregunta que debe ser claramente contestada, ya que lo que viene luego será todo aquello que asegure que el SIG trabaje para cumplir con ese propósito.

Para empezar a dar contestación a la pregunta planteada, considere el propósito estratégico de la organización en la cual se va a utilizar el SIG. ¿Cuál es su misión y su visión?

Los objetivos que se tratan de alcanzar con el SIG, necesariamente deben estar alineados con los objetivos estratégicos organizacionales. De igual manera, la información que genere un SIG debe ser capaz de impactar positivamente en el posicionamiento estratégico de la organización.

Los objetivos tienen que ser lo más pragmáticos y concretos posibles. Ambigüedad en la formulación puede resultar en expectativas demasiado altas que después son muy difíciles de cumplir. Sin embargo es necesario pensar también a largo plazo. Si solamente se trata de resolver problemas y necesidades inminentes, en general se trabaja de manera muy poco eficiente y efectiva.

La mejor manera de fijar los objetivos es a través de herramientas de gestión tales como son: un plan estratégico, un plan operativo y un análisis de costos y beneficios. El plan estratégico refleja la visión sobre el largo plazo (por ejemplo 5 años), el plan operativo es un "plan de pasos" para cada año, y el análisis de costos y beneficios permite comparar los costos de la implementación de un SIG con los beneficios que se obtienen de la misma.

Estos planes le ayudarán a seguir teniendo claro por dónde hay que caminar hacia el futuro y son excelentes medios de comunicación entre la autoridad política y el nivel técnico de su administración.

En el caso ideal existirían planes de SIG al nivel nacional, al nivel intermedio (por ejemplo provincial) y al nivel local (municipal y/o parroquial), y que todos estos planes están bien alineados entre ellos.

Así mismo la definición y establecimiento de los objetivos servirá para las futuras evaluaciones del SIG en la institución.

4.1.5 Elección entre acompañamiento externo o interno

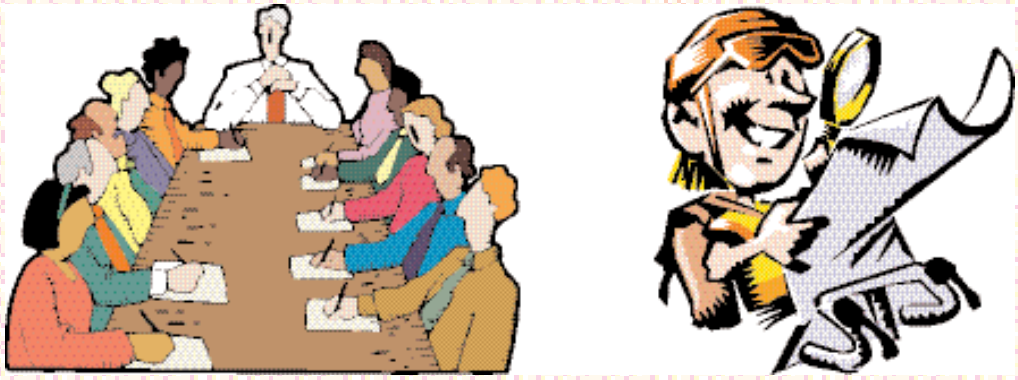


Figura 4.4 El acompañamiento es indispensable en el proceso de implementación de un SIG y puede ser a través del equipo de técnicos de la institución o de un consultor experto en el tema

Cuando se ha decidido implementar un SIG no se debe solo reservar presupuesto para hardware y software. De mayor importancia es el acompañamiento de personal capacitado del sistema. ¡La implementación de un SIG es un PROCESO organizativo y no termina con la compra e instalación de una computadora y un software de tipo SIG!

La decisión sobre el tipo de soporte para iniciar un proyecto SIG debe partir de un análisis costo - beneficio. Para ello se sugiere el siguiente procedimiento:

Preparar un equipo técnico propio que, a través de un proceso de formación, vaya asumiendo paulatinamente las responsabilidades de implantar, operar, administrar y desarrollar el SIG. En este caso el dimensionamiento y el perfil de los miembros del equipo técnico, dependerán de la complejidad del sistema SIG, del tamaño de la institución y de las disponibilidades presupuestarias de la organización. De allí se puede optar por un coordinador interno de SIG, o toda una unidad coordinadora.

Inicialmente, sobre todo en la fase de establecimiento de los objetivos y planes, se debe contar con el asesoramiento externo que, a la par de ir configurando la arquitectura del SIG, vaya capacitando al equipo técnico de la organización. Posteriormente, al asesoramiento externo puede ser necesario sólo de una manera puntual, cuando el equipo técnico propio ya haya sido formado para asumir las funciones necesarias para mantener operativo y en evolución el sistema SIG.

Sugerencia:
Un SIG no arranca por si solo. La planificación e implementación requiere mucha energía y "mano de obra". La persona o el equipo asignado para esta tarea deben recibir suficiente tiempo, crédito y no deberían ser sobrecargados con otras tareas.

4.1.6 Diseño del modelo de estructuración de información

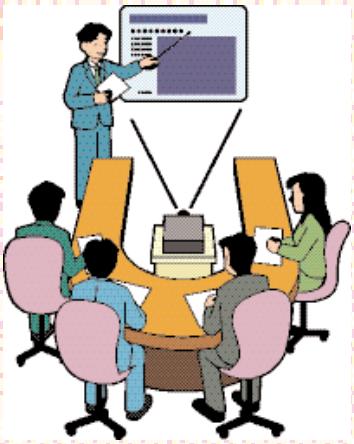


Figura 4.5 La estructura de los datos depende de los objetivos planteados y de los usuarios finales

Una vez definidos los productos de información y los datos necesarios se deberá elaborar el modelo de estructuración de información con su correspondiente diccionario de datos, metadatos y estándares de manejo de información.

4.1.7 Definición de la infraestructura tecnológica

4.1.7.1 Elección de un programa de software



Figura 4.6 La oferta de software es muy variada y a la elección debe ir de acuerdo a las necesidades de la institución

La elección del software SIG es un aspecto crucial en la decisión de toda organización que requiera de las prestaciones de estas herramientas. Existe una gran diversidad de software SIG en el mercado, pero en general este abanico puede ser divido en cuatro grandes categorías:

- SIG de escritorio.- Permite crear, analizar, visualizar, gestionar, compartir y publicar información geográfica en computadores de escritorio.
- Servidores SIG.- Permite el despliegue de funcionalidades SIG y la entrega de datos desde un entorno central a través de la Internet.
- SIG embebido.- Esta tecnología permite incorporar funciones SIG dentro de otras aplicaciones.
- SIG móvil o de campo.- Aplicaciones GIS y otras tecnologías asociadas, que pueden ser ejecutadas en dispositivos portátiles como PDA's, laptops y PC's tabloides.

En el Anexo presentamos una visión general del software más importante en el mercado, y en capítulo 6 se encuentra un listado de los proveedores de los programas.

El software SIG que se escoja, depende de los productos de información que se deseen obtener, los requerimientos de manejo de datos y la funcionalidad necesaria, identificados previamente, en la fase de análisis de requerimientos.

Entre los aspectos básicos a considerar, adicionalmente, cuando se trata de escoger un software SIG, están los siguientes:

- Software comercial o software libre
- Cumplimiento de estándares comunes en este campo
- Tipo de soporte técnico necesario y costos asociados

Es aconsejable que la administración llame a una licitación, basada en el conocimiento adquirido en las fases anteriores, y que refleja los requerimientos específicos para sus propias actividades y planes de gestión.

Sugerencia:
Se sugiere que se separe estrictamente las licitaciones para la contratación de acompañamiento externo en la implementación del SIG y para la compra del software SIG. De tal manera la administración tiene la posibilidad de escoger independientemente y sin presión un programa SIG que responde a sus necesidades específicas

4.1.7.2 Hardware y redes de comunicación



Figura 4.7 Para acceder de mejor manera a los datos y optimizar su uso es necesario tener una red

La implementación de un SIG, además del software y los datos, requiere incluir otros elementos tecnológicos que conforman la infraestructura de soporte: computadores, redes de comunicación y dispositivos para almacenamiento de los datos.

Las características de los computadores dependen de la naturaleza del SIG escogido. Las especificaciones de los computadores para un SIG de escritorio, son más exigentes que para implementaciones basadas en la WEB.

Las aplicaciones basadas en la WEB, para lograr la conectividad con las bases de datos geográficas, requieren de redes de comunicación y proveedores de servicios de Internet. En este caso, el computador servidor de mapas necesita especificaciones más exigentes, pero los computadores clientes requieren capacidades normales.

Otro aspecto tecnológico importante es el dimensionamiento de los dispositivos de almacenamiento de datos. Hay que considerar que aún cuando se guarden comprimidos, las capas de geoinformación ocupan mucho espacio en las unidades de almacenamiento (discos duros, CD's, DVD's).

4.1.8 Fase de implementación

Durante las fases anteriores la institución ha mapeado sus necesidades y objetivos. Se han definido las herramientas tecnológicas de soporte de SIG y se ha garantizado el acompañamiento del proceso con personal adecuado y capacitado.

Una vez concluida ésta, se puede decir que la institución está lista para realmente implementar el SIG en su administración y es necesario seguir los pasos definidos en la planificación de la implementación que contendrá las etapas de recolección de datos y generación de productos de información, conversión de datos, selección, adquisición e instalación de hardware y software, diseño organizacional entre otros.

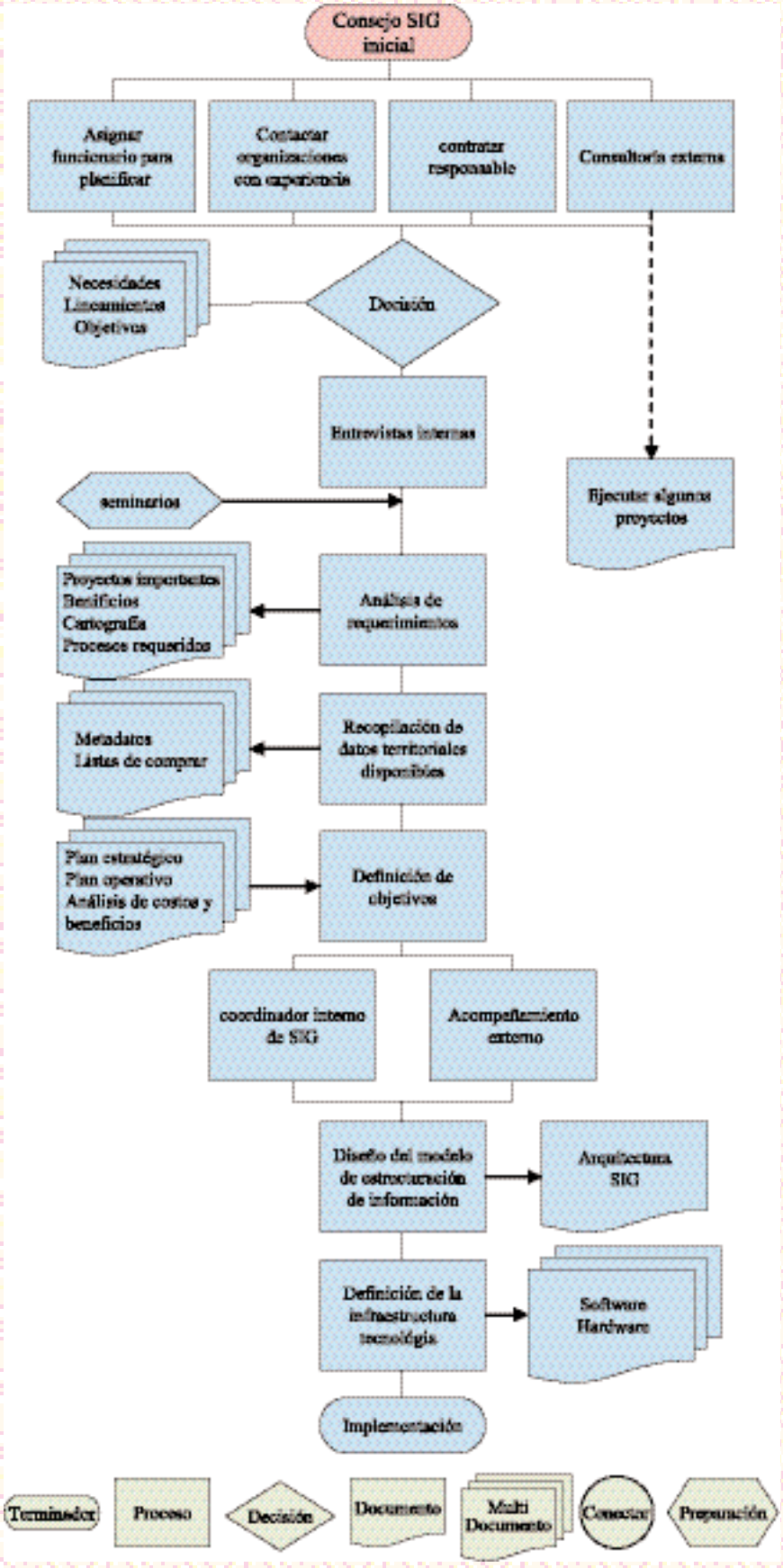


Figura 4.8 Empezar con SIG

4.2 Organización de la administración del SIG

Partiendo del hecho que un SIG es una parte importante de la infraestructura de tecnologías de información de una organización, se debe asegurar su coherencia con sus estrategias generales. Es necesario hacer énfasis en que no se puede tratar al SIG como una aplicación aislada, sino integrada y conformando un complemento con el resto de aplicaciones informáticas existentes.

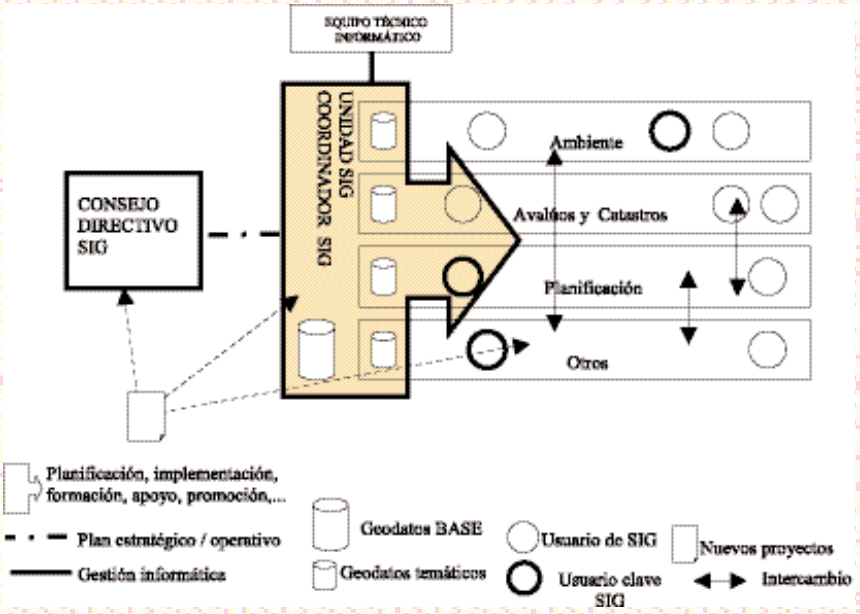


Figura 4.9 Organización de la administración del SIG

El equipo técnico informático debe garantizar la seguridad, integridad de los datos y la compatibilidad del SIG con otras aplicaciones informáticas de la organización.

Los SIG, al igual que las otras aplicaciones informáticas, están basados en tecnologías que están en constante evolución y mejora continua, por lo tanto su adecuada administración constituye un factor crítico de éxito en una organización.

Los siguientes temas contribuyen a la adecuada administración:

- La designación de los responsables de la implementación del SIG
- Facilitar la constante formación y soporte de los usuarios
- Intercambio de información entre los diferentes departamentos
- Organizar la actualización de los archivos
- Arrancar nuevos proyectos

La organización del SIG podría tener la siguiente estructura:
- Coordinador SIG o Unidad SIG
- Consejo Directivo SIG
- Usuarios SIG

4.2.1 Coordinador SIG o Unidad SIG

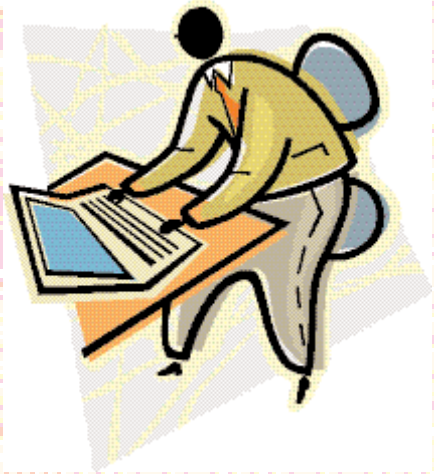


Figura 4.10 Se recomienda que por lo menos exista un coordinador SIG

Para lograr una eficiente organización se recomienda la designación de un coordinador SIG y/ o la conformación de una unidad especializada para la administración, mantenimiento y desarrollo del SIG en la organización.

El coordinador SIG o la Unidad SIG sería responsable de la planificación del SIG, su implementación, el acompañamiento o la elaboración de proyectos SIG y la adecuada calibración de la estructura organizativa.

Muchas instancias van a tener inquietudes al respecto. ¿De qué tamaño debe ser la unidad SIG? ¿Dónde se la debe situar dentro de la estructura administrativa de la institución? ¿Cuál debe ser el perfil profesional del coordinador? Aquí tratamos de resolver estas preguntas:

4.2.1.1 Tamaño de la Unidad SIG

El tamaño de la Unidad SIG depende del tamaño de la institución. Las ciudades más grandes y las provincias mejor equipadas deberían invertir en una unidad de SIG que puede variar entre 5 y 15 personas o más. Municipios intermedios y provincias con menos recursos pueden optar para un coordinador SIG que puede dedicarse 100% a esta responsabilidad. Municipios más pequeños muchas veces no tienen los recursos para contratar un responsable a tiempo completo y por eso se limitan a contratar un profesional a tiempo parcial. Lo que suele ocurrir también es que un funcionario municipal o provincial, por ejemplo: el arquitecto-urbanista, el funcionario de medio ambiente o del catastro, toma el SIG como un "cargo adicional", por su interés en la materia, eso puede ser una solución temporal en la fase de arranque. Sin embargo, a más largo plazo esta situación se volverá contraproductiva para la elaboración del sistema.

Sugerencia:
Municipios pequeños muchas veces no tienen la posibilidad de contratar su propio Coordinador SIG. Municipios de este tipo podrían eventualmente invertir junto con municipios vecinos en la conformación de una unidad SIG mancomunada y la implementación de un SIG a nivel regional.

4.2.1.2 ¿Dónde ubicar la Unidad SIG dentro del Organigrama Institucional?

La búsqueda de la ubicación ideal para la Unidad SIG en el organigrama no es tan importante. Más pertinente es coconer si existe garantía que la Unidad SIG dispone de suficiente autonomía para trabajar con SIG y eso de manera transversal sobre todas las disciplinas institucionales. SIG contiene oportunidades para diferentes disciplinas dentro de la administración, y la Unidad SIG debe ser habilitada para dar servicio a cada una de ellas. También es imprescindible que se reserve suficiente presupuesto para elaborar tareas en las que intervenga el SIG.

Como SIG todavía es una tecnología incipiente en la mayoría de las administraciones públicas seccionales, el sistema suele ser muy dependiente de uno o más personas emprendedoras dentro de la

administración y por consecuencia la Unidad SIG se va a ubicar cerca de estos funcionarios. Cuando el SIG gane presencia dentro de estas administraciones, las Unidades SIG se establecerán más de manera independiente y cada vez más gobiernos seccionales conformarán el SIG en un departamento aparte.

4.2.1.3 Tareas del coordinador SIG/ la unidad SIG

Las tareas y responsabilidades del coordinador SIG / unidad SIG son múltiples. Las más importantes son la coordinación de la estructura organizativa alrededor del SIG y la planificación y seguimiento de la implementación del mismo. No hay que olvidar la promoción y la motivación de los integrantes de los diferentes departamentos explicándoles qué beneficios pueden obtener .

Las tareas de la unidad SIG / coordinador SIG la podrían ser las siguientes:

Tareas de coordinación y liderazgo:
- Estimular al personal y a los usuarios
- Coordinar las tareas que involucran SIG

Tareas de soporte a la toma de decisiones
- Elaborar planes de gestión y propuestas de proyectos SIG

Tareas operativas
- Administrar las bases de datos del SIG
- Elaboración de análisis espacial y mapas

Tareas de control
- Seguimiento de la ejecución de proyectos que involucran SIG
- Control presupuestario
- Seguimiento a la propia planificación

Tareas comunicativas y de promoción
- Concertación con tomadores de decisiones y otros departamentos
- Informar sobre proyectos y planificación
- Concertación con las administraciones vecinas, y los otros niveles administrativos.

El SIG funcionará mejor si dentro de la Unidad SIG existe suficiente capacidad, tanto al nivel de coordinación como al a nivel operativo. El abanico amplio de tareas es demasiado para una sola persona. La Unidad SIG en general será conformada por un coordinador que se hace asistir por uno o más operadores. De tal manera la Unidad SIG tiene espacio para los trabajos de coordinación y operativos.

Según un modelo teórico de la universidad de Utrecht, Países Bajos, la Unidad SIG idónea contendría los siguientes perfiles profesionales:

- Un coordinador o gestor de SIG
- Un administrador de las bases de datos SIG
- Un administrador de sistemas
- Un geógrafo-cartógrafo
- Un programador de aplicaciones

4.2.1.4 El perfil profesional del coordinador SIG y los operadores

Una administración debe reflexionar de antemano sobre el nivel de las funciones que el coordinador SIG desempeñará. El perfil profesional del coordinador SIG no está definido por Ley. La experiencia enseña que es difícil definir un cierto nivel para la función del coordinador SIG.

En la práctica también el nivel profesional del coordinador SIG dependerá del tamaño de la institución. Las ciudades más grandes contratarán perfiles universitarios del tipo geógrafo, ingeniero o arquitecto.

Los municipios pequeños y medianos van a buscar un perfil un poco más bajo, por ejemplo: tecnólogos o recién graduados, o egresados de las carreras mencionadas arriba.

La elección debe ser el resultado de consideraciones presupuestarias y la comparación con el nivel requerido para cargos parecidos de gestión.

Los últimos años se enseña SIG en diferentes carreras universitarias y cursos externos. De tal manera diferentes diplomas pueden ser aptos para el cargo de coordinador SIG.

Importante es que la administración haga un perfil de funciones adaptado a las necesidades de la misma en cuanto a sus proyectos de SIG actuales y futuros.

La evaluación de las capacidades de los candidatos respecto a este perfil dará más información sobre su aptitud como futuro coordinador que su diploma. Es sumamente importante que el coordinador SIG disponga, aparte de conocimiento técnico, de capacidades de liderazgo y de organización. El coordinador de la Unidad debe tener la experiencia suficiente como para asesorar al Consejo Directivo SIG en la adopción de políticas y estrategias acordes con la misión y la visión organizacional. Además debe tener habilidades y destrezas gerenciales para administrar la unidad SIG y ejecutar las directrices estratégicas dadas por el Consejo Directivo SIG.

Para la parte operativa, la Unidad SIG debería contar al menos con un Ingeniero de Sistemas para administrar, mantener y desarrollar la plataforma SIG y sus sistemas conexos; y, con un Geógrafo, para el procesamiento cartográfico, análisis de datos geográficos, interpretación de mapas e imágenes satelitales. El personal operativo puede variar en función de la complejidad de los procesos basados en SIG y de la disponibilidad presupuestaria.

La unidad SIG, debería mantener programas de formación, actualización y capacitación continua, tanto para el propio personal técnico, como para usuarios finales.

4.2.2 Consejo directivo SIG



Figura 4.11 El consejo SIG debe contemplar miembros de la institución pero también de fuera que puedan dar apoyo técnico

Es un órgano asociado a la máxima autoridad de la organización. Es el encargado de establecer las directrices y la planeación informática a largo plazo. Otra de sus funciones específicas es velar por la correcta alineación de las estrategias y proyectos informáticos, con la estrategia organizacional.

El "Consejo Directivo SIG" oficializa el "Consejo Directivo SIG Inicial" que fue mencionado al inicio de este capítulo. El objetivo principal es el de asesorar al coordinador SIG en la toma de decisiones. El Consejo Directivo debe elaborar, junto con el coordinador SIG, el plan estratégico y operativo.

El plan estratégico define los objetivos que la administración quiere lograr y diseña la evolución del SIG en la administración durante varios años. El plan operativo se establece cada año y determina las actividades y el presupuesto del SIG.

Se sugiere que el Consejo Directivo esté conformado por funcionarios de alto mando que tienen poder de decisión sobre el presupuesto. En la práctica puede ser una mezcla del concejal/consejero encargado de SIG, Informática o Planificación y de directores de diferentes departamentos.

4.2.3 Usuarios SIG

Una vez que el SIG está funcionando de manera integrada en la institución, el coordinador o la unidad SIG ya no va a ser suficiente para poder llevar a cabo todos los proyectos que aplican SIG. Un SIG va a funcionar de manera óptima solo cuando es soportado por usuarios motivados y capaces en diferentes departamentos, los cuales ya fueron previamente identificados y consultados,

Estos usuarios son cruciales. Deben constantemente ser capacitados e informados sobre nuevas posibilidades y novedades, porque SIG es una materia en constante evolución. Los usuarios también deben recibir continuamente información sobre como evoluciona el SIG dentro de la institución. Esta facilitación de información puede realizarse a través de boletines informativos o "grupos de usuarios".

Los usuarios finales del SIG, son todos aquellos que utilizan los sistemas o la información que estos generan. Los usuarios finales del SIG en la organización, pueden clasificarse de acuerdo con sus responsabilidades: usuarios del nivel directivo, usuarios del nivel administrativo y usuarios del nivel operativo. Algunos usuarios solo administran (ingresan y actualizan) los geodatos, otros solo los consultan.

En cada uno de estos niveles, los usuarios finales tienen diferentes requerimientos, necesidades y perfiles de uso. Consecuentemente, los programas de formación y capacitación deben ser diseñados en forma estratificada, para lograr resultados satisfactorios, tanto de las personas, como de la organización. En muchos casos también hay que diferenciar el tipo de software conforme a la clase de usuario.

Instituciones grandes y medianas suelen asignar responsables dentro de los departamentos que utilizan SIG. Estas personas se llaman puntos de contacto o "usuarios clave de SIG". Esta persona responsable está más cercana a las actividades departamentales y por ello puede informar más rápido al coordinador SIG sobre nuevos proyectos o problemas técnicos. Los usuarios clave en muchos casos son también responsables para la temática propia del departamento.



Figura 4.12 Existe una gran diversidad de potenciales usuarios de SIG.

4.3 Los costos y beneficios de SIG

4.3.1 Los costos de SIG

Invertir en un SIG es muy costoso. Esto explica porqué muchos gobiernos seccionales no tienen la capacidad de implementar tal sistema.

Los costos de SIG no solo se limitan a la compra de hardware y software. La construcción de un SIG eficiente y eficaz requiere de personal capacitado. Además la recolección de información territorial digital es un asunto laborioso y caro.

Se aconseja pensar en grande, pero comenzar por lo más pequeño, con proyectos factibles a corto plazo. Cuando una administración implementa un SIG, tiene que presupuestar anualmente los siguientes gastos:

- Compra y mantenimiento de hardware, es decir computadores de alta potencia preferiblemente con pantallas grandes y otros dispositivos como discos de almacenaje masivo, impresoras de alta calidad, un plotter.
- Compra o actualización de de software de SIG para todos los usuarios de SIG
- Compra o levantamiento propio de datos territoriales y costos de actualización.
- Presupuesto para capacitación del personal y estudios tercerizados

Es muy difícil indicar de manera precisa cuanto un SIG costará a una administración municipal o provincial. Sin embargo aquí se presenta un listado de los rubros que hay que tomar en cuenta para una administración de tamaño promedio. Una administración interesada en la implementación de SIG tendrá que dar prioridades a la inversión.

Item
Hardware: varios PC con pantalla 19", RAM min 512Mb
Hardware: impresora color Láser o Inyección tamaño A3
Hardware: plotter tamaño A0
Hardware: escáner A3
Software: licencias de SIG (liviano), licencia de SIG (completo), + contrato de mantenimiento
Datos territoriales + actualización
Bases de datos alfanuméricas + actualización
Estudios mercerizados
Capacitación
Conferencias, promoción, …
Etc…

Los costos obviamente pueden bajar significativamente cuando se consiguen licencias de software SIG de "libre acceso", empero en este caso hay que invertir más en capacitación del personal. Otra táctica para bajar los costos, sobre todo para las administraciones pequeñas y de pocos recursos, es asociarse con otras instancias de la región compartiendo las inversiones para aprovechar de ventajas de escala. Un municipio pequeño podría cooperar con sus vecinos pequeños, con un vecino grande, o con el Consejo Provincial.

Sugerencia:
No solo el arranque de SIG requiere mucha inversión, también la fase operacional y la ampliación necesitan recursos monetarios. Se aconseja entonces prever partidas para SIG en el presupuesto anual.

4.3.2 Los Beneficios de SIG

Aparte de conocer los costos de un SIG, los dirigentes y políticos de una organización van a estar interesados en los beneficios que generan la elaboración del tal sistema. El valor agregado general de manejar archivos digitales con SIG respecto a documentos en papel ya se ha tratado anteriormente.

La gestión y el buen uso de SIG dentro de una administración generarán las siguientes categorías de beneficios:
- Ventajas en cuanto a eficiencia
- Ventajas en cuanto a efectividad

4.3.2.1 Ventajas en cuanto a eficiencia

Eficiencia quiere decir según el diccionario: "la capacidad para lograr un fin empleando los mejores medios posibles". Este concepto implica en una organización que se busca aplicar medios que ahorran tiempo y costos.

La realización de un SIG permite una mejor gestión y actualización de datos territoriales (antes almacenados en planos y mapas). Un procesamiento más rápido de datos ahorra tiempo y costos a la administración. La mayor y más ágil disponibilidad de datos da la oportunidad de economizar mucho gasto de energía. Además la geo-información se vuelve más intercambiable, tanto internamente en la administración, como entre diferentes administraciones.

Lo que es seguro es que cada año la cantidad disponible y el uso de información territorial va a aumentar vertiginosamente, más aún cuando se logran conformar consorcios de gestión de información para lograr mayor eficiencia.

Opinión:
Un día también el Ecuador debería seguir los pasos de otros países en cuanto a la gestión de geo-información, conformando (un) consorcio(s) que estandariza y valida todas las capas que se generan en el país. Una ley debería asignar a diferentes instancias la responsabilidad de generar y actualizar ciertas capas básicas y temáticas, y obligarles a facilitar las mismas a la sociedad bajo condiciones ágiles de acceso. Solo así se evitará el actual despilfarro de recursos por los celos institucionales y la duplicación de esfuerzos en generación de geo-información. Solo a través de cooperación interinstitucional se logrará una actualización más rápida y eficiente de los archivos territoriales digitales.

4.3.2.2 Ventajas en cuanto a eficacia

La disponibilidad más ágil de información debe resultar en el mejoramiento del proceso de toma de decisiones. Obviamente la calidad de las decisiones tomadas no solo depende de la calidad de la información consultada.

La facilitación más eficiente de información más exacta al ciudadano, las empresas y los notarios, significa una mejor prestación de servicios a la sociedad. Un servicio optimizado mejora mucho la imagen de la administración y de sus líderes políticos.

Sugerencia:
La administración pública debería empezar a dar los pasos hacia un tipo de ventanilla única de geoinformación para brindar servicios a sus ciudadanos. La idea de este concepto es que el funcionario se sienta junto al cliente quien pide cierta información, en frente de la pantalla. El funcionario sigue manejando el sistema, y da explicación sobre los datos consultados para evitar mala interpretación. Para información poco compleja o sensible, se puede elaborar una ventanilla accesible a través del internet o un terminal en la administración, en el cual ya no es necesario la intervención del funcionario responsable.

4.3.3 Los riesgos de SIG

Antes de aplicar un SIG vale la pena no solo analizar los costos y beneficios, sino también cuales son los posibles riesgos que involucra esta implementación. Posibles problemas que hay que tomar en cuenta en el arranque de un SIG implican:

- Impacto del personal: durante la fase de arranque, el SIG depende mucho del involucramiento y el apoyo del personal. Si se asigna tiempo insuficiente al responsable de SIG o a los usuarios de SIG, la implementación del sistema sufrirá contratiempos.

- Infraestructura de red: cuando los servicios administrativos funcionan con grandes distancias entre ellos sin una conexión de red sólida y confiable, la cooperación y el intercambio de datos va a ser difícil.

La complejidad de SIG: una implementación exitosa de SIG requiere el conocimiento y experiencia respecto a software, hardware, bases de datos, y redes de comunicación e información.

4.3.4 Rendimiento de SIG

Para la dirección es importante saber cuándo el SIG será rentable. Es difícil determinar el momento exacto de rentabilidad.

La energía que se invierte en la operacionalización de SIG juega un rol importante en la determinación del momento de rentabilidad. Esta energía consiste de diferentes factores entre los cuales:

- Disponibilidad de datos
- El número de integrantes del personal involucrados en el SIG
- Capacidad del mismo personal
- Espacio presupuestario para invertir en SIG
- Planificación del SIG

Es más sencillo determinar el impacto de SIG en la eficiencia de las tareas. Se puede hacer la comparación entre una situación futura sin uso de SIG y con aplicación de SIG. Si tomamos en cuenta el aumento considerable de información territorial digital en el futuro, el uso de SIG con absoluta seguridad tendrá efectos positivos sobre la eficiencia de los servicios de los gobiernos seccionales. El aumento de la aplicación de información territorial se efectuará en todos los sectores mencionados anteriormente y también en ámbitos como gestión de riesgos, turismo y recreación, etc.

El siguiente esquema presenta 2 escenarios:
- Una administración sigue sin la aplicación de SIG
- Una administración implementa un SIG

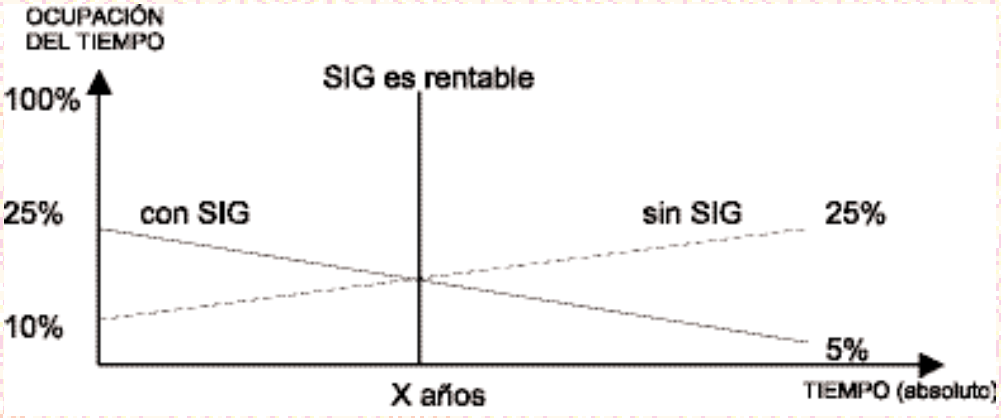


Figura 4.13 Dos potenciales escenarios: seguir trabajando sin SIG o implementar un SIG

4.3.4.1 Seguir trabajando sin SIG

Inicialmente el tiempo relativo y los costos se quedarán a un nivel más bajo. Sin embargo, como la tendencia es que cada día se genera y se utiliza más información territorial (digital), se necesitará de igual manera cada día más tiempo para la búsqueda, el procesamiento, y la utilización de estos datos.

4.3.4.2 Implementar y aplicar un SIG

Durante la fase inicial el trabajo con SIG requerirá más tiempo y más dinero que la situación sin SIG. Sin embargo, después de cierto período y cuando el apoyo al SIG sea constante, se constará que el tiempo requerido para ejecutar ciertos procesos bajará por el uso de SIG. Al final se va a necesitar menos tiempo que en la hipótesis sin SIG. La inversión adicional en tiempo y en recursos se convertirá después de una etapa de aprendizaje y familiarización en un ahorro de esfuerzos y tiempo, más aún cuando se toma en cuenta el aumento esperado de información territorial.

Además a través de técnicas de intercambio de datos territoriales, que son cada vez más factible por el soporte de consorcios internacionales como OpenGis, diferentes instancias pueden aprovechar de la misma información generada y se puede difundir la misma tanto internamente entre los diferentes departamentos de la organización, como externamente hacia ciudadanos, otros niveles de gobierno, organismos nacionales e internacionales, etc...

Referencias

Textos

SWERTS M, (2003), Wegwijs met GIS in uw Gemeente, VVSG en POLITEIA nv, Brussel, België

Figuras

Elaboración propia de los autores

http://www.clipart.com

Capítulo 5
Futuro de SIG

En este capítulo se revela la evaluación probable de SIG en los próximos años y se describen algunas tendencias que pueden ser de importancia para los gobiernos seccionales.

Dirigido a: coordinadores SIG.

Autores:
Peter Willems (VVOB)

Introducción

La creciente importancia que se está dando a la Información Geográfica en la administración (desde la ONU a los gobiernos locales), considerándola vital para la resolución de problemas en multitud de campos (como los que hemos visto más arriba), está aumentando el número y la calidad de la geoinformación.

En la actualidad la tendencia a tratar la geoinformación como una información más, sin diferenciarla de otros datos, esta favoreciendo a la integración con otras aplicaciones y sistemas, lo que ayuda a su expansión en campos donde hasta hace poco no era habitual.

5.1 Tendencias en la geoinformación

5.1.1 Más geoinformación disponible

Durante la década de los 90's, los usuarios de geoinformación en sobre todo Europa y EE.UU, han enfocado su mayor esfuerzo al problema de obtener datos espaciales de buena calidad. Por esta razón se han experimentado grandes avances en la disponibilidad, los estándares, la integración y el acceso a datos territoriales. Los principales obstáculos restantes son laxos y relacionados con costos y propiedad intelectual (Stillwell, Geertman y Openshaw, 1999). En la mayoría de los países europeos y en los EE.UU., los organismos nacionales han invertido en la producción de cartografía topográfica digital que es accesible bajo un cierto costo. Además, existen muchos actores nacionales o regionales que han convertido o creado una gran cantidad de información territorial temática (por ejemplo: suelos, hidrografía, vegetación, áreas construidas, infraestructuras, etc…) a pequeña y mediana escala, que cubre todo el territorio. Aparte de eso, hay que recalcar el esfuerzo de muchas instancias de investigación y servicios que han levantado información espacial para diferentes escalas de uso. Luego, las autoridades locales y las empresas públicas coleccionan cada vez más datos muy detallados y de escala grande en formato digital. En este nivel, sobre todo la generación de sistemas de información catastral ha facilitado información básica para un sinnúmero de aplicaciones a nivel local. Como la oferta de datos espaciales creció tan vertiginosamente, el requerimiento de estándares para datos territoriales se volvió más pertinente, para evitar la inconsistencia, imprecisión e inexactitud y fomentar la integración de los datos. Otra consecuencia de la proliferación de los datos es la necesidad de generar y mantener bases de metadatos (ver Capítulo 3).

Simultáneamente con la mayor disponibilidad de datos estandardizados y documentados, crecieron las iniciativas para mejorar la accesibilidad a los datos. Es obvio, que desde el punto de vista de la tecnología, la incursión del Internet en general y el World Wide Web en particular, han contribuido de manera muy significativa a este proceso (ver 5.2.2). Sin embargo, el reto de mejorar la accesibilidad a la información territorial, no está reducido a repercusiones tecnológicas. En muchos países existen o se han creado Institutos (supra)nacionales o regionales que toman un papel de Rectoría de la información, para mejorar la accesibilidad y la difusión, y promover el uso de la información territorial digital implementando los estándares y los sistemas de metainformación. Estos tipos de servicios tienen un valor muy estratégico puesto que generan el potencial de mejorar la competitividad de un país o una región. La existencia de la capacidad de acceso con fluidez a la información geográfica sobre ciertas localidades (por ejemplo: sobre infraestructura de transporte, condiciones locales del mercado de trabajo, directrices ambientales, lineamientos territoriales, disponibilidad de fondos especiales o programas de desarrollo), generará muchos beneficios para atraer inversiones de capital interna y extranjera.

Las mismas tendencias se observan, con un leve retraso, hasta ahora en América Latina, sin embargo se notan más problemas de duplicación de esfuerzos e inversiones y escasa coordinación entre los niveles públicos administrativos. La mayoría de los países latinoamericanos no tienen Institutos Nacionales o Regionales que verdaderamente funcionan como Rectores de la geoinformación dando un servicio eficiente a todo el país o su jurisdicción. Hemos visto en los capítulos anteriores que el Ecuador también carece de este tipo de servicio.

5.1.2 SIG y teledetección

Una fuente de datos para SIG con creciente nivel de aplicación es la de la teledetección. La teledetección es la tecnología que permite captar información sobre objetos físicos sin tener un contacto físico con ellos. Como productos más aplicados originarios de esa tecnología tenemos a las fotos

aéreas y las imágenes satelitales. El mejoramiento de la calidad y la cantidad de estos productos, igual que la reducción de los costos y la mejor accesibilidad fomentan el uso más amplio de este tipo de información por parte de los usuarios de geoinformación.

Las imágenes satelitales de alta resolución (1m y menos), procedentes de satélites como IKONOS o QuickBird, son interesantes para aplicaciones catastrales y de planificación territorial.



Figura 5.1 Fragmento de un imagen del satélite IKONOS.

5.1.3 Captura de geodatos más rápida

El GPS (Sistema de Posicionamiento Global) es un sistema de configuración de satélites que permite a cualquier momento a través de un receptor determinar las coordinadas exactas de una localización en el campo. Estos dispositivos facilitan notablemente la captura de nuevos geodatos y permite obtener no sólo modelos pasivos del mundo real, sino modelos activos, y aún más, modelos en tiempo real.

Una nueva tecnología que está en auge es la de los computadores pequeños como los hand-held computers (pequeños laptops que entran en la mano), los pen computers (pequeños computadores que utilizan un tipo de esfero digital en vez de un teclado). También se los refiere como palmtops, pockets, o PDA (personal digital assitent).

La gran ventaja de estos minicomputadores es que pueden ser llevados al terreno para ingresar y procesar los datos directamente en el sitio. El levantamiento de geoinformación en el terreno a través de mapas en papel crea mucho trabajo duplicado durante el ingreso de los datos que fueron recopilados manualmente. Durante el proceso de ingreso suelen ocurrir muchos errores humanos por la interpretación errónea de los datos. Ambos problemas se evitan cuando se levanta la información directamente en el campo a través de un computador pequeño.

Durante los últimos años aparecieron en el mercado computadores de terreno con un software adaptado para posibilitar recopilación de datos en el campo y que permiten un intercambio sencillo entre la información de base y los datos inventariados.

5.2. Tendencias en la tecnología de SIG

Hace algunos años el uso de SIG era reservado para algunos técnicos especialistas que eran pioneros en su organización. Los programas de SIG requerían un conocimiento avanzado de geomatemáticas e informática. Los especialistas manejaban software muy sofisticado y caro que solo podía correr en computadores potentes y específicos.

El aumento espectacular de la velocidad de los procesadores y de las computadoras personales ha

hecho posible que la tecnología SIG ha migrado, desde las plataformas especializadas y de altos recursos de mainframes o workstations hacía el ámbito de trabajo más cercano y accesible de las PC. Consecuentemente, el uso de SIG podía filtrarse hacía abajo, desde organizaciones con recursos grandes y dispersados que asignaron personal especializado y exclusivamente dedicado, hacía organizaciones pequeñas que alojan un grupo de usuarios de SIG muy amplio y diferenciado (Stillwell Geertman y Openshaw 1999). Este proceso también ha generado nuevos problemas, puesto que muchos usuarios nuevos se toparon con las limitaciones de los paquetes livianos de SIG. Las empresas productoras del software, por lo general no han encontrado soluciones flexibles de escalabilidad que satisfagan cada perfil existente de usuario.

De todas maneras, hoy en día, podemos apreciar que un público mucho más amplio tiene acceso a SIG, tanto funcionarios que ciudadanos en general. La causa es sobre todo la oferta creciente de programas de consulta geográfica (visualizadores o SIG liviano), y aplicaciones SIG basados en la Web. Sin embargo, para el técnico especialista quien sigue manejando los SIG completos o los paquetes de webGIS, la vida no ha vuelto más fácil. Muchos de estos sistemas tal vez de primera vista aparecen sencillos, pero requieren un conocimiento profundo para consultar geodatos de manera eficiente y sencilla.

5.2.1 Visualizadores de geoinformación.

Visualizadores son paquetes sencillos que permiten visualizar mapas o hacer consultas limitadas en su complejidad. En general son reducciones de un programa SIG más completo o paquetes desarrollados a la medida del usuario. Estos visualizadores han disparado el uso de SIG y han hecho accesible la tecnología a un grupo grande de usuarios que solo está interesado en consultar la geoinformación. La gran ventaja de los visualizadores es su facilidad y amigabilidad de uso y sus costos muy accesibles respecto a los programas comunes de SIG. Además existen algunos visualizadores que se ofrecen gratuitamente.

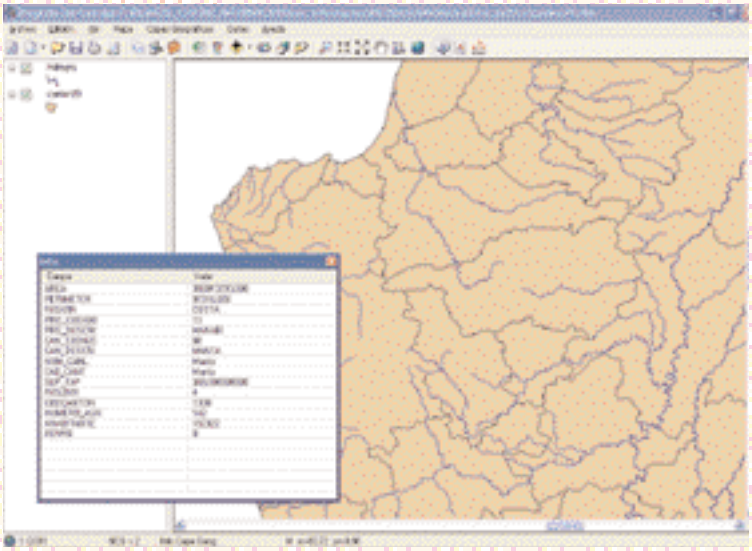


Figura 5.2 Imagen del visualizador de geoinformación SIGMO, elaborado por la ONG Ecociencia (Ecuador) para difundir geoinformación a usuarios SIG de perfil bajo.

5.2.2 SIG e internet

La Internet implica para SIG un progreso tecnológico sustancial. La Web permite la creación de aplicaciones que llegan a un grupo muy amplio de usuarios. Un visualizador todavía requiere la instalación del programa al lado del usuario final e implica eventualmente un costo de licencia por usuario. Para las aplicaciones SIG por la Web eso no es el caso. Eso no quiere decir que WebGIS no tiene costos. Para ellos que ofrecen este servicio implica una inversión significante en la adquisición de un servidor exclusivamente dedicado, la compra de las herramientas de desarrollo y la capacitación intensiva. Además, para mejor desempeño en las consultas espaciales los usuarios finales tendrán que invertir en el mejoramiento del ancho de banda.

La tecnología de WebGIS puede ser aplicado dentro de una Intranet para intercambiar o presentar geoinformación. Obviamente también puede ser usado a través de una Extranet por ejemplo: entre

la Asociación de Municipalidades y sus Municipios, o entre el Consejo Provincial y los ciudadanos de su provincia.

Una interesante aplicación es la creación de una "ventanilla única de geoinformación", es decir una ventanilla virtual donde el ciudadano pueda consultar y acceder a ciertos servicios que incluyen el uso de geoinformación. Son herramientas sencillas donde el usuario pueda visualizar mapas, hacer manipulaciones cartográficas simples, y consultar la base de datos.



Figura 5.3 Aplicación Web para consultar un catastro (provincia de Álava, País Vasco, España) con visualización de capas vectoriales y fotos aéreas.

Para la mayoría de los gobiernos seccionales la realización de un WebSIG todavía puede ser fuera del alcance, como la inversión es muy alta y se requiere conocimiento avanzado de programación. Además, hay que evaluar si el acceso a la Internet de la ciudadanía ya es suficiente para justificar la inversión de tiempo, esfuerzo y dinero. Sin embargo, vale la pena analizar el tema porque se puede ofrecer un servicio muy interesante a los ciudadanos o los funcionarios.

5.2.3 Administración de geodatos

Aunque la consulta de la geoinformación se ha vuelto cada vez más sencilla, la arquitectura de los SIG ha evolucionado gradualmente a sistemas de manejo de datos más complejos.

La mayoría de las instancias todavía administran sus geodatos de manera simple. El componente geográfico está creado y administrado con un paquete de SIG estándar. La información de los atributos se agrega directamente a este componente geométrico o se almacena aparte en una base de datos relacional vinculada a las capas geográficas. Todos los ficheros se almacenan según la estructura clásica de carpetas y archivos. Las desventajas de este sistema residen en la falta de seguridad y la difícil vinculación con otras colecciones de datos. Una administración eficiente no es nada evidente.

A través de la integración de un RDBMS (Sistema de Manejo de Base de Datos Relacionales) el usuario agiliza su acceso a atributos no-espaciales adicionales y aumenta la posibilidad de consultas más complejas. En el futuro la aspiración será de almacenar el componente espacial y el componente descriptivo (los atributos) juntos en una base de geodatos. Eso tiene sus ventajas en cuanto a administración, seguridad y derechos. Evidentemente esta nueva tecnología hará el manejo de datos mucho más complicado y por ello requerirá personal más especializada para estas tareas.

5.2.4 Open GIS

La tecnología ciertamente no es el factor limitante para fomentar la cooperación y el intercambio de datos, al contrario, los conceptos de "sistemas abiertos" y "interoperabilidad" provocan gradualmente la desaparición de las "islas de información" que los SIG antes solían conformar. La idea de "Open GIS" es mejorar la comunicación entre diferentes paquetes de software a través de estándares industriales de comunicación e intercambio (Ej. OLE, COM, SDTS). Esos estándares llegan a su máximo rendimiento cuando son aplicados sobre un ambiente de computación distribuido y heterogéneo, alcanzado por las redes con arquitectura cliente-servidor. Esa tendencia da la oportunidad al usuario de SIG de escoger el conjunto de software más idóneo para su trabajo, y así realizar la interoperabilidad, es decir la libertad y posibilidad de acceder a ambientes locales o remotos de geo-procesamiento, pudiendo usar diferentes SIG y contener diferentes formatos de datos (Stillwell Geertman y Openshaw 1999). Otra gran ventaja que brindan los estándares de Open GIS en combinación con la arquitectura distribuida, es la posibilidad de hacer crecer su sitio SIG de manera incremental. Solo se requiere que el nuevo hardware y software sea compatible con los estándares y protocolos de la red distribuida (Korte, 1997).

5.2.5 3D-SIG

La mayoría de los usuarios aplican SIG en dos dimensiones (2D). Objetos geográficos como edificios, manzanas, vías o cuencas hidrográficas son representados de manera abstracta como puntos, líneas o polígonos. Mientras que lleguen más y mejores datos también la tercera dimensión ganará importancia en la representación y el análisis de la geoinformación.

Para aplicaciones urbanísticas la visualización en 3D es muy interesante porque se puede representar los volúmenes de los edificios y además colocar todo correctamente en el entorno geográfico. Sobre todo cuando se integran también fotos aéreas y fotos de los edificios la presentación se vuelve muy realista. La representación del terreno en 3D también tiene mucha utilidad. Se puede lograr una visualización más intuitiva del acuífero, de las capas geológicas o de tuberías en el suelo. Se puede contemplar el relieve desde diferentes puntos de vista.

Sin embargo no se trata solo de visualizar la geoinformación en 3D. El hecho que las capas de geoinformación contienen información sobre la tercera dimensión (el factor "z"), aumenta considerablemente las posibilidades de análisis. Se puede calcular volúmenes de terreno, derivar pendientes y aspectos, simular redes de drenaje y cuencas hidrográficas, calcular flujos, etc…

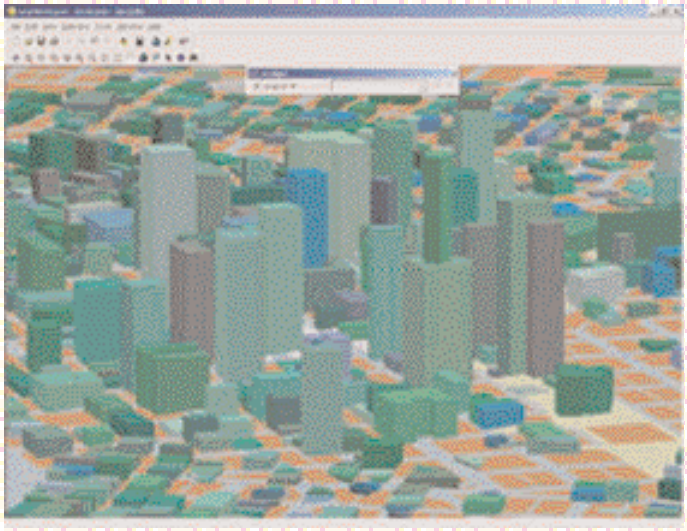


Figura 5.4 Visualización en 3D de los volúmenes de algunos predios urbanos

5.2.6 SIG y multimedia

La década de los noventa ha sido testigo del auge de la integración entre SIG y la tecnología de Multimedia, facilitando nuevas formas de representación y visualización de la información geográfica, y haciendo posible exploración multidimensional de datos y procesos.

Comparado con la representación de objetos y tablas estáticos dentro de los SIG tradicionales, la integración de componentes multimedia (como imágenes, animaciones, video y sonido) con los objetos espaciales estáticos, abre nuevas posibilidades de interacción entre el usuario y el sistema, y de comunicación con los involucrados de un proceso de planificación que se soporta.

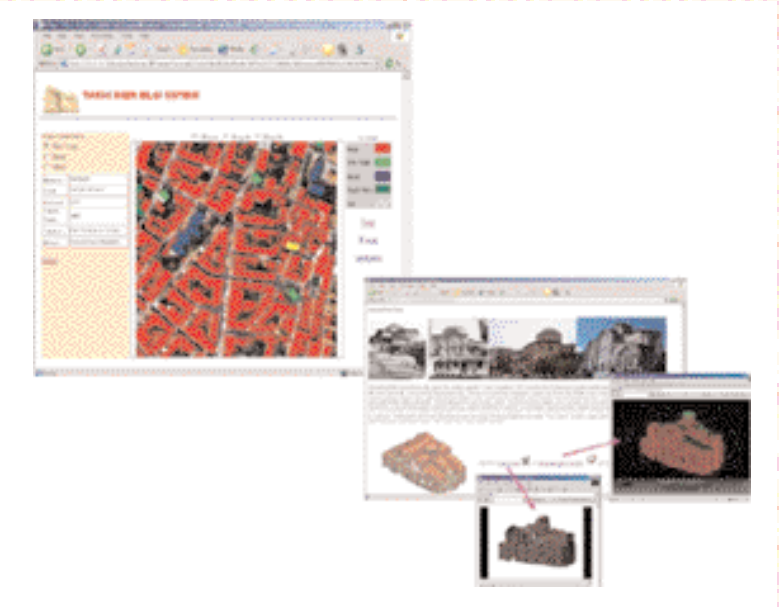


Figura 5.5 Aplicación SIG en Internet (Estambul, Turquía) con vínculos desde los objetos geográficos hacia archivos de multimedia (fotos, texto, video, dibujos, ...).

5.2.7 SIG y realidad virtual

Otra tendencia que tiene una potencialidad prometedora de mejorar la comunicación entre los planificadores y de fomentar la participación de los involucrados en la decisión sobre ciertas intervenciones territoriales, es la integración de las técnicas de Realidad Virtual con SIG. La Realidad Virtual es el concepto de una avanzada simulación de computadora que es interactiva y en 3 dimensiones, en el cual usuarios con la ayuda de trazadoras de movimiento y posición, pueden desplazarse dentro de un ambiente artificial.



Figura 5.6 Un ambiente en Realidad Virtual creado sobre la base de capas SIG en formato vector, para presentar una propuesta de ordenamiento territorial en el Golfo de Salerno, Italia.

Cuál es el futuro de los SIG?

El planteamiento generalmente aceptado suele enfocar el tema desde dos perspectivas distintas pero complementarias, en el sentido que ambas apuntan a la ya mencionada consolidación. En primer lugar, se contempla el futuro desde un punto de vista funcional, esto es, desde la perspectiva de los avances en aspectos más tecnológicos. En segundo lugar, sin duda el aspecto fundamental y del cual la evolución tecnológica depende, la consolidación de la especialidad de la información geográfica (GOODCHILD, 1991)

Si nos referimos a la vertiente tecnológica, podemos hacer dos distinciones principales: la de los avances generales y la de los avances particulares. En la primera incluimos todos aquellos aspectos que no son particulares de los Sistema de Información Geográfica, como por ejemplo: los avances ligados a la mejora de los ordenadores o al diseño e implantación de algoritmos utilizados por los sistemas, además de la optimización de otras herramientas similares. En cuanto a los avances particulares, éstos pueden ser definidos en base a varios aspectos fundamentales, siendo el primero de la integración, de la cual exponemos tres aspectos (COMAS Y RUIZ 1993, págs. 47-48):

1. La integración de datos de diversas procedencias como imágenes de satélite, diseño o dibujo asistido por ordenador, datos demográficos, datos estadísticos, etc, que permiten la posibilidad de analizarlos todo en conjunto, encontrando nuevas interrelaciones.

2. La integración de tecnologías que permitan el tratamiento de cada uno de estos datos, las cuales hasta ahora habían funcionado por separado, a través de la incorporación en los Sistema de Información Geográfica de todos estos sistemas. Se desarrollan actualmente sistemas que son capaces de integrar imágenes de satélite, datos documentales, datos territoriales y multimedia.

3. Finalmente, la integración de las fuentes de captura de datos, por ejemplo: los GPS, lo que permite obtener no sólo modelos pasivos del mundo real, sino modelos activos, y aún más, modelos en tiempo real.

Todo este conjunto de avances tecnológicos derivará en la creación de una nueva infraestructura global de la información geográfica, transformando la accesibilidad a dicha información, llevándola a multitud de actividades y no sólo al nivel de la alta especialización que es el predominante en la actualidad. Esta vía de futuro descrita es, qué duda cabe, ciertamente llamativa, aunque sólo constituye una parte secundaria o auxiliar de lo que creemos que será el avance más importante. Nos referimos a la consolidación de la especialidad de la información geográfica. En general, todas las personas involucradas con ella coinciden en afirmar que la tendencia existente hasta el momento presente ha sido la de dar demasiada importancia a las herramientas que usa la especialidad, es decir, a los Sistemas de Información Geográfica. Estamos demasiado pendientes de la tecnología en lugar de intentar consolidar una especialidad científica propia que constituya el marco bajo el cual llevar a cabo nuevos desarrollos e investigaciones. Estamos muy volcados en la vertiente tecnológica y poco atentos al hecho de que estamos desarrollando un nuevo paradigma de organización, acceso y gestión de la información geográfica (COMAS Y RUIZ 1993, págs. 47-49).

La experiencia confirma que la tecnología es pasajera, a diferencia de los métodos que definimos para utilizarla. Lo que sí necesitamos como comunidad científica (los geógrafos), es superar este estado de dependencia respecto a esta tecnología y definir finalmente el marco epistemológico que permita organizar la especialidad. Así, lo tecnológico no debe trascender tanto sobre nosotros, más bien tiene que ser a la inversa; tenemos que ser nosotros, como comunidad científica con unos intereses comunes en el tratamiento de la información geográfica, los que trascendamos sobre la tecnología (COMAS Y RUIZ 1993, pág. 49).

Referencias

Textos

COMAS D, RUIZ E (1993), Fundamentos de los sistemas de información geográfica, Barcelona (España), Editorial Ariel, 1993 . 295 páginas.

GOODCHILD, M.F. (1991): Towards a science of geographic information, en Geographic Information 1991. The Yearbook of the Association for Geographic Information. Taylor and Francis, Londres.

STILLWELL J, GEERTMAN S, and OPENSHAW S, (1999), Developments in Geographical Information and Planning, in Stillwell J, Geertman S, Openshaw S, (eds.) Geographical Information and Planning, Springer, Heidelberg, pp3-22.

Figuras

http://www.spaceimaging.com

http://catastroalava.travasa.es

http://www.esri.com/industries

http://www.isprs.org/istanbul2004/comm5/papers/592.pdf

http://www.3dnworld.com

Capítulo 6
Vínculos y literatura útiles de SIG

Este capítulo ofrece coordenadas de empresas y organizaciones que pueden ofrecer servicios en SIG. Por las evoluciones en el mercado de SIG estas páginas no están completas y son susceptibles a cambios. Esta información se actualizará a través del sitio Web del Proyecto PLANTEL de AME, CONCOPE, VVOB y EPN (www.plantelecuador.org).

Dirigido a: técnicos de los Gobiernos Provinciales y Municipios

Autores:
Verónica Estrella Espinosa (CONCOPE)
Gabriela Suárez Buitrón (AME)
Stephanie Maes (VVOB)
Peter Willems (VVOB)

6.1 Empresas del mundo SIG en el Ecuador

Abajo se encuentran unos listados no exhaustivos de empresas privadas y organizaciones sin fines de lucro ubicados en el Ecuador, a los cuales su gobierno seccional podría acudir para adquirir un producto o recibir un apoyo en las fases de implementación de un SIG.

6.1.1 Empresas proveedoras de algunas licencias comerciales de software de SIG

SOFTWARE	EMPRESA FABRICANTE	PROVEEDOR EN ECUADOR	DIRECCIÓN	TELÉFONO	E-MAIL
ARC GIS ArcView / ArcInfo	ESRI	INDESIS	La Colina N26-139 y Av. Orellana, QUITO	593-2-504307	indesis@uio.satnet.net
ERDAS IMAGINE	ERDAS	PROSIS	Av. Almagro No. 30-118 y República, QUITO	593-2-566318	webmaster@prosis.com
ILWIS	ITC	www.itc.nl/ilwis	Hengelosestraat 99, P.O. Box 67500 AA Enschede, The Netherlands 950 Main Street	593-2-501487	ilwis@itc.nl
IDRISI	CLARK LABS	www.clarklabs.org	Worcester, MA 01610-1477, USA	1-508-7937526	idrisi@clarku.edu
LISA	LISA	GEOMEDIC	Shirys N37-202 y El Zuriago, QUITO	593-2-463350	geomed@uio.satnet.net
TNT MIPS	MICROIMAGES	Ing. Alberto Andrade	Miguel I. Valdivieso N57-25, QUITO	593-2-2401619	vandrade@andinanet.net
GEOMATICS 9	PCI	GEOTELEC	Av. República E7-07 (Of. 11-01), QUITO	593-2-501487	geotelec@uio.telconet.net
AUTODESK MAP	AUTOCAD	VERAQUINTANA	9 de Octubre N29-24 y Eloy Alfaro, QUITO	593-2-569594	info@veraquintana.com

6.1.2 Información sobre software de SIG de libre acceso

PRODUCTO	SITIO WEB
SPRING	www.dpi.inpe.br/spring/
GRASS	grass.itc.it/
MapMaker Popular	www.ciat.cgiar.org/planificacion_rural/ ftp://ftp.ciat.cgiar.org/planificacion/MapMaker-popular/
MapMaker Gratis	www.mapmaker.com
POSTGIS	postgis.refractions.net/
DIVA GIS	www.diva-gis.org
AGIS for Windows	www.agismap.com

6.1.3 Consultores en SIG

CONSULTOR	DIRECCIÒN	TELEFONO	E-MAIL
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL (UNISIG)	Ladrón de Guevara s/n e Isabel la Católica, QUITO	593-2-2504177ext653	unisig@unisig.epn.edu.ec
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO (UNIGIS)	Campus Cumbayá- Diego de Robles y Vía Interoceánica, QUITO		unigis.admin@mail.usfq.edu.ec
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (SIGAGRO)	Av. Amazonas y Eloy Alfaro Edif. MAG, 5to Piso, QUITO	593-2-2548441	sigagro@mag.gov.ec
CEPEIGE	Calle Senierges E4-676 y Gral. Telmo Paz y Miño , QUITO		cepeige@hoy.net
CLIRSEN	Calle Senierges E4-676 y Gral. Telmo Paz y Miño , QUITO	593-2-254393	jorge.acosta@clirsen.com
INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR	Calle Senierges E4-676 y Gral. Telmo Paz y Miño , QUITO	593-2-2522066	igm@uio.satnet.net
ECOCIENCIA	Francisco Salazar E14-34 y Coruña, QUITO	593-2-2522999	info@ecociencia.org
FUNDACIÓN NATURA	Av. República 418 y Almagro, QUITO	593-2-2503385	natura@fnatura.org.ec
GEOTELEC	Av. República E7-07 piso 11, QUITO	593-2-2554308	geotelec@uio.telconet.net
INDESIS	La Carolina N26-139 y Av Orellana, QUITO	593-2-2504307	indesis@uio.satnet.net
PROSIS	Av. Diego de Almagro y Av. República No. 30-118, QUITO	593-2-2220550	webmaster@prosis.com
ING. ALBERTO ANDRADE	Miguel I. Valdivieso N57-25, QUITO	593-2-2401619	vandrade@andinanet.net
CARTOTECNIA S.A.	Italia N32-125 y Av. Mariana de Jesús, QUITO	593-2-2222046	cartotec@uio.satnet.net
UNIVERSIDAD DE CUENCA (PROMAS)	Av. 12 de Abril s/n, CUENCA	593-7-2885563	promas@ucuenca.edu.ec
UNIVERSIDAD DEL AZUAY GEOMÁTICA)	Av. 24 de Mayo 7-77 y Hernán Malo, CUENCA	593-7-2814372ext334	pochoa@uazuay.edu.ec
UNIVERSIDAD DE LOJA (CINFA)	Ciudad Universitaria "Ing. Guillermo Falconí Espinoza" Sector La ArgeliaCasilla Letra "B", LOJA	593-7-2583855	cinfa@unl.edu.ec
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (CDP)	Campus Peñas, bloque G 1er. piso alto, GUAYAQUIL	593-4-2523500	cdp@espol.edu.ec
TIGAP	Junín y Córdova , 1er piso , GUAYAQUIL	593-4-2560577	tigap@easynet.net.ec

6.2 Capacitación

Las siguientes instancias del país ofrecen capacitación independiente del software.

CAPACITADOR	DIRECCIÒN	TELEFONO	E-MAIL
ESCUELA POLITECNICA NACIONAL (UNISIG)	Ladron de Guevara s/n e Isabel la Católica, QUITO	593-2-2504177 ext653	unisig@unisig.epn.edu.ec
CEPEIGE	Calle Senierges E4-676 y Gral. Telmo Paz y Miño , QUITO	593-2-254393	cepeige@hoy.net
CLIRSEN	Calle Senierges E4-676 y Gral. Telmo Paz y Miño , QUITO	593-7-2885563	jorge.acosta@clirsen.com.clirsengeo
UNIVERSIDAD DE CUENCA (PROMAS)	Av. 12 de Abril s/n, CUENCA	593-7-2814372ext334	promas@ucuenca.edu.ec
UNIVERSIDAD DEL AZUAY (GEOMÁTICA)	Av. 24 de Mayo 7-77 y Hernán Malo, CUENCA	593-7-2583855	pochoa@uazuay.edu.ec
UNIVERSIDAD DE LOJA (CINFA)	Ciudad Universitaria "Ing. Guillermo Falconí Espinoza" Sector La Argelia Casilla Letra "B", LOJA	593-4-2523500	cinfa@unl.edu.ec
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL (CDP)	Campus Peñas, bloque G 1er. piso alto, GUAYAQUIL		cdp@espol.edu.ec

6.3 Generadores de información territorial (cartografía digital) en el Ecuador

A continuación se presenta un listado de las instituciones públicas y privadas y centros de investigación que generan y proveen servicios de consulta Geográfica y geoinformación en el Ecuador. Esto pretende ser una aproximación de un catálogo y entonces la base de un sistema de metadatos a nivel nacional.

Instituto Geográfico Militar (IGM)

Dirección:	Siniergues y Paz y Miño Quito - Ecuador
Teléfonos:	02 2545090, 02 2229074
Sitio Web:	www.igm.gov.ec
Productos:	Archivo de fotos aéreas a nivel nacional escala 1:60.0000 Mapa base - información topográfica base a nivel cantonal escala 1:250.000 Carta nacional Cartografía básica - topográfica escala 1:500.000, 1:250.000, 1:50.000 Sistema de información geográfica de cartografía de base

Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN)

Dirección:	Siniergues y Paz y Miño Quito - Ecuador
Teléfonos:	02 2521113
Sitio Web:	www.clirsen.gov.ec
Productos:	Archivo de imágenes satélite: Landsat 5 TM, Spot, Ers-Sar, Irs. 30 proyectos ejecutados con información biofísica escala 1:250.000 Mapa base escala 1:250.000 División Política Administrativa escala 1:250.000 Información socioeconómica escala 1:250.000 Catastro rural a nivel cantonal escala 1:25.000, 1:10.000, 1:5.000, 1:1.000

Ministerio de Agricultura y Ganadería SIG AGRO (MAG - SIG AGRO)

Dirección:	Av. Amazonas y Eloy Alfaro - Edificio MAG 5 piso - Quito Ecuador
Teléfonos:	02 25047533
Sitio Web:	www.sica.gov.ec vinculo a SIG - AGRO
Productos:	Mapa base a nivel nacional escala 1:250.000, 1:50.000 Actualización de información del sector agropecuario a nivel nacional escala 1:250.000 Información bifásica, biótica y socioeconómica a nivel nacional escala 1:250.000 y a nivel de la sierra escala 1:50.000 División Política Administrativa a nivel nacional escala 1:250.000, 1:50.000 Proyectos puntuales sobre producción agropecuaria escala 1:25.000, 1:10.000

Ministerio de Ambiente (MAE)

Dirección:	Av. Amazonas y Eloy Alfaro - Edificio MAG 7 piso - Quito Ecuador
Teléfonos:	02 2565027
Sitio Web:	www.ambiente.gov.ec
Productos:	Cartografía básica a nivel nacional escala 1:250.000, 1:100.000, 1:50.000, 1:25.000 Sistema nacional de áreas protegidas Planes de manejo forestal Proyectos ambientales: biodiversidad, planificación.

Ministerio de Obras Públicas

Dirección:	Juan León Mera y Av. Orellana - Quito Ecuador
Teléfonos:	02 2224346
Sitio Web:	www.mop.gov.ec
Productos:	Mapa vial estatal

Ministerio de Energia y Minas - DINAGE

Dirección:	Juan León Mera y Av. Orellana - Edificio MOP 3 piso - Quito Ecuador
Teléfonos:	02 2228753
Sitio Web:	www.menergia.gov.ec
Productos:	Información geológica y mineralógica a nivel nacional escala 1:1.000.000 79 hoja geológicas cubre el 53% del territorio nacional escala 1:100.000 Base geológica del Ecuador a nivel nacional escala 1:100.000 Mapa potencial metálico y no metálico del Ecuador escala 1:1.000.000

Secretaria Nacional de Planificación del Ecuador (SENPLADES - INFOPLAN)

Dirección	Benalcazar y Chile - Quito Ecuador
Teléfonos	02 2950399
Sitio Web	www.presidencia.gov.ec vinculo a SENPLADES
Productos	Cartografía base provincial escala 1:250.000 Cartografía temática física, socioeconómica, a nivel provincial escala 1:250.000

Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDA)

Dirección:	Carrión 956 y León Vivar - Quito Ecuador
Teléfonos:	02 2527546, 02 2545301
Sitio Web:	
Productos:	Información agraria - catastro agrario escala 1:100.000, 1:5.000

Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI)

Dirección:	Iñaquito y Corea - Quito Ecuador
Teléfonos:	02 2246407, 02 2432831
Sitio Web:	www.inamhi.gov.ec
Productos:	Base climatologiíta y meteorológica a nivel nacional Mapa zona riesgos inundaciones y sequías escala 1:250.000

Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)

Dirección:	Av. Amazonas y Eloy Alfaro - Edificio MAG 3 piso - Quito Ecuador
Teléfonos:	02 2554115
Sitio Web:	
Productos:	División hidrográfica del Ecuador nivel cuenca y subcuenca escala 1:250.000

Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC)

Dirección:	Juan Larrea N15-36
Teléfonos:	02 2529858, 02 2234376
Sitio Web:	www.inec.gov.ec
Productos:	Mapas censales a nivel provincial, cantonal y parroquial Base estadística de población y vivienda

Fundación Natura

Dirección:	Av. De la República 481 y Almagro
Teléfonos:	02 2529858, 02 2234376
Sitio Web:	www.fnatura.org.ec
Productos:	SIG Natura - Información de proyectos puntales en áreas especificas del país escalas 1:250.000, 1:50.000 Sistema nacional de áreas protegidas

Jatun Sacha

Dirección:	Eugenio de Santillán 361
Teléfonos:	02 2432173, 02 2432240
Sitio Web:	www.jatunsacha.org
Productos:	Atlas electrónico ecuatoriano - información temática nacional escala 1:250.0000

EcoCiencia

Dirección:	Francisco Salazar E 1434 y Coruña, Quito
Teléfonos:	02 2522999, 02 2545999, 02 2231624
Sitio Web:	www.ecociencia.org
Productos:	Información de proyectos puntuales en áreas específicas del país. Varias escalas.

6.4 Literatura interesante sobre SIG

Literatura en Español:

BOSQUE SENDRA, JOAQUÍN (2000), **Sistemas de Información Geográfica**, 2000, Rialp, 452 páginas.

LAÍN HUERTA, LUIS et al. (2002), **Los sistemas de información geográfica en la gestión de los riesgos geológicos y el medio ambiente**, Instituto Geológico Minero de España (IGME), 288 páginas.

ANTONIO MORENO JIMÉNEZ; JOAQUÍN BOSQUE SENDRA, (2004), **Sistemas de información geográfica y localización óptima de instalaciones y equipamientos** (Ra-ma). 384 p.

BARREDO CANO, JOSÉ IGNACIO (1996), **Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio**, Madrid (España) : RA-MA Editorial, 264 páginas.

CONESA GARCÍA, CARMELO, ÁLVAREZ ROGEL, Y; PÉREZ, GRANELL, C. et al. (2004), **El empleo de los SIG y la Teledetección en Planificación Territorial**, Universidad de Murcia, 596 páginas.

GÓMEZ DELGADO (2005), **Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio;** Montserrat; Barredo Cano, José I, 2ª Edición, RA-MA, 304 páginas.

COLL ALIAGA, E; IRIGOYEN, JM; MARTÍNEZ, JC; SANZ, JG (2005), **Introducción a la publicación de cartografía** en internet, Servicio de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Valencia, 168 páginas.

CEBRIÁN, JUAN A. (1992), **Información geográfica y sistemas de Información Geográfica** (SIG), Universidad de Cantabria, 85 páginas.

COMAS, DAVID. RUIZ, ERNEST (1993), **Fundamentos de los sistemas de información geográfica,** Barcelona (España), Editorial Ariel, 1993 . 295 páginas.

CALVO MELERO, MIGUEL (1993), **Sistemas de información geográfica digitales: sistemas geomáticos,** Vitoria-Gasteiz (España), Universidad del País Vasco, 616 páginas.

GUTIÉRREZ PUEBLA, JAVIER. GOULD, MICHAEL, SIG (1994): **Sistemas de información geográfica,** Madrid (España) : Editorial Síntesis, Colección espacios y sociedades. Serie general, no. 2 ; 251 páginas.

FELICÍSIMO, ANGEL M (1994), **Modelos digitales del terreno: introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales,** Oviedo (España) : Pentalfa Ediciones, 220 páginas.

MOLDES TEO, F. JAVIER (1995), **Tecnología de los sistemas de información geográfica,** Madrid (España) RA-MA, 190 páginas.

CHUVIECO SALINERO, EMILIO (1996), **Fundamentos de teledetección espacial**, Emilio Chuvieco. 3. ed.. Madrid, España: Ediciones RIALP, 568 páginas.

WINOGRAD, MANUEL. FERNÁNDEZ, R. NORBERTO. FARROW, ANDREW (1997), **Herramientas para la toma de decisiones en América Latina y el Caribe: indicadores ambientales y sistemas de información geográfica,** Centro Internacional de Agricultura Tropical, México, D.F. (México), Programa de las naciones Unidas para el Medio Ambiente, 63 páginas.

MASKREY, ANDREW (1998), **Navegando entre brumas: la aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgos en América Latina**, Andrew Maskrey (editor). Lima : Intermediate Technology Development Group : Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 344 páginas

Literatura en Inglés:

BURROUGH & MACDONNELL (1998), **Principles of geographic information systems.** New York, Oxford University Press Inc., 333 p.

CLARKE, KEITH C. (2003), **Getting started with geographic information systems.**

KORTE G. B. (1997), **The GIS Book,** New York, Onword Press

WISE STEPHEN (2000), **GIS basics,** Boca Raton (Fla) : CRC, 218 p.

LONGLEY P, GOODCHILD M, MAGUIRE D, RHIND D W (1999) (eds.) **Geographical information systems: principles, techniques, management and applications,** Wiley, 1100pp.

ROGER TOMLINSON (2005), **Thinking About GIS: Geographic information system planning for managers,** ESRI Press, 300 páginas.

GEERTMAN S., STILLWELL J. (eds.) (2003), **Planning support systems in practice,** Springer, Heidelberg

FOTHERINGHAM S., WEGENER M. (2000), **Spatial models and GIS: new potential and new models,** Taylor & Francis, 279 páginas.

WILPEN GORR, KRISTEN S. KURLAND (2005), **GIS Tutorial : Workbook for ArcView,** ESRI Press, 368 páginas.

KROPLA, BIL (2005), **MapServer: Open source GIS development ,** 2005, Apress, 400 páginas.

6.5 Vínculos web interesantes sobre SIG

Vínculos de sitios web en español:

SIG en general

http://www.nosolosig.com : sitio portal sobre SIG en español

http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml: sitio web que prsenta ciertas monografías sobre SIG.

http://www.geo-focus.org: sitio web de la Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica.

http://unisig.epn.edu.ec/links.html: contiene información sobre una serie de vínculos a otros sitios web para facilitar la búsqueda de la información requerida. Muchos de estos sitios te ayudan seguir explorando el internet en el área de GeoInformática, SIG y Metadatos.

http://www.dev.clirsen.com/: Sitio web del Centro de Levantamientos Integrales de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN)

Teledetección

http://telenet.uva.es/promotores/revista/ : página de la revista de la Asociación Española de Teledetección.

Vínculos de sitios web en inglés:

SIG en general

http://www.giscafe.com: sitio portal sobre SIG

http://www.gisportal.com: sitio portal sobre SIG

http://www.usgs.gov/: conceptos básicos de SIG, aplicaciones. Es suministrado por el US Geological Survey.

http://www.opengeospatial.org/: sitio web del Open Geospatial Consortium, instancia que emite los estándares del Open GIS y da información sobre aplicaciones SIG de libre acceso.

http://www.geo.ed.ac.uk/home/giswww.html: un sitio web bastante completo que muestra vínculos que ofrecen buena información sobre SIG.

http://www.eurogi.org/: sitio web de la Organización Coordinadora de la Información Geográfica en Europa.

http://www.fgdc.gov/clearinghouse/clearinghouse.html: sitio web que permite encontrar información geográfica de todo el mundo.

http://ncgia.ucsb.edu/: la página principal del Centro Nacional de EEUU para Información Geográfica y Análisis que está iniciado por tres universidades y contiene información sobre diferentes investigaciones y educación.

http://www.geodec.org/: Journal of Geographic Information and Decision Analysis

Teledetección

http://www.esa.int/: La página general de la Agencia Europea del Espacio

http://www.nasa.gov/: Sitio web de la NASA (National Aeromautics and Space Administration.
http://landsat.usgs.gov/: página o sitio web del satélite LANDASAT 7 en la que se puede encontrar información sobre dicho satélite, productos y servicios.

http://www.spotimage.fr/ : sitio web de SPOT Image en el que encontrará información sobre el satélite SPOT, productos y servicios.

http://www.spaceimaging.com/ : sitio web en el que encontrará información sobre el satélite IKONOS, productos y servicios.

http://www.digitalglobe.com/ : sitio web en el que encontrará información sobre el satélite QUICKBIRD, productos y servicios.

http://www.rsi.ca/: Página principal del satélite radar, Radarsat, con información sobre Radarsat, noticias, material de educación, etc…

Software de SIG y teledetección

http://www.esri.com/: sitio de la compañía ESRI, desarrolladores de Arc/Info, ArcView, ArcExplorer, SDE etc.

http://www.rsinc.com/envi/index.asp : Página principal del software para el procesamiento de imágenes ENVI, desarrollado por Research Systems, Inc.

http://gis.leica-geosystems.com/: Página principal del software para el procesamiento de imágenes ERDAS desarrollado por ERDAS, Inc.

http://www.ermapper.com/: La página principal del software para el procesamiento de imágenes ER Mapper, desarrollado por Earth Resource Mapping, Inc.

http://grass.baylor.edu//: Página principal del software GRASS, ahora desarrollado por la Universidad Baylor, in Waco, Texas. GRASS es software gratis para el procesamiento de imágenes y GIS el cual se puede bajar del internet.

http://www.clarklabs.org/: Página principal del software para el procesamiento de imágenes IDRISI desarrollado por la Universidad de Clark.

http://www.intergraph.com/sgi/: Página del Integraph y sus productos en el área de SIG como MGE y Geo Media.

http://www.itc.nl/ilwis/default.asp: Página principal del ILWIS, desarrollado por ITC y hoy en día con soporte del PCI Geomatics.

http://www.microimages.com/: Página principal del software TNTmips desarrollado por MicroImages, Inc. TNTmips tiene una versión Light, que se puede bajar del internet.

http://www.tydac.com/: Página del Tydac, desarrolladores del software PCI Geomatics y SPANS. SPANS tiene un producto que se llama SPANS Observer que se puede bajar gratis del internet.

http://www.smallworld.co.uk/home/index.htm: Página principal del software SmallWorld, desarrollado por Smallworld Systems Ltd.

GPS

http://www.ar.utexas.edu/Courses/parmenter/gis/gps.html: Sitio web que presenta una explicación sobre GPS hecho por la Universidad de Texas.

http://www.glonass-center.ru: Página principal del sistema de posicionamiento Rusa del Ministerio de Defensa del Centro de la Federación de Coordinación Científica Russia (KNITs).

http://products.thalesnavigation.com/en/: Página principal de la compañia Magellan Corporation que vende equipos de GPS de Ashtech y Magellan, vende receptores integrados que reciben GPS y GLONASS señales.

http://www.trimble.com/: Página principal de la compañía Trimble que vende equipos de GPS, la página contiene además un tutorial de GPS y DGPS.

http://www.garmin.com: Página principal de la compañía Garmin líderes en Tecnología de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).

Glosario de términos

Autores:
Gabriela Suárez Buitrón (AME)



ACIMUT: ángulo formado entre una línea y un meridiano
Normalmente nos referimos con este término a la orientación geográfica; en este caso, la primera línea sería la proyección sobre el plano XY del vector perpendicular al terreno en el punto problema. Desplazamiento angular de una alineación con respecto al norte, generalmente en el sentido de las agujas del reloj.

ALGEBRA DE MAPAS: Método de modelado cartográfico basado en la superposición de dos o más mapas en formato raster para hacer operaciones algebraicas (suma, resta, multiplicación, etc.) con sus celdas equivalentes.

ALGORITMO: secuencia explícita y finita de operaciones que conduce a la solución de un problema
Método susceptible de ser aplicado por una computadora para la resolución de un determinado problema. Cada algoritmo está compuesto por un número finito y determinado de pasos que a su vez pueden contener múltiples operaciones. Aplicado a los SIG suele tratarse de un conjunto de operaciones de álgebra de mapas y/o sobre bases de datos que permiten obtener un resultado mediante combinación de información espacial y alfanumérica
VALIDACIÓN DE UN ALGORITMO: proceso de verificación mediante el cual se asegura (a) que el algoritmo está libre de errores sintácticos y de escritura y (b) que genera resultados correctos para cualquier combinación coherente de valores de las variables de entrada. No siempre es posible realizar una validación algorítmica completa.

ALTIMETRÍA: medida de la altitud o elevaciónLa altitud se mide sobre una superficie de referencia (datum); la medida de profundidades bajo el agua se denomina batimetría.
Componentes gráficos de un mapa que contienen información para definir la forma del terreno, es decir, curvas de nivel y cotas.

ANALISIS: Método por el cual se extrae de un conjunto de datos, un subconjunto que cumple determinadas condiciones. Suelen incluir funciones de superposición topológica, generación de corredores (buffers) y otras operaciones de modelados cartográficos.Metodología de investigación de un problema por un procedimiento consistente, y su separación en unidades menores para un estudio más detallado.

ANALOGICO:Fuente de datos o información disponible en formato no digital (generalmente en formato papel). Dispositivo que trabaja con fuentes y métodos no digitales.

ANNOTATION:Anotación.
Tipo de entidad en la familia de herramientas ESRI compuesta de letras. Generalmente se usa para graficar topónimos o cualquier tipo de texto que tenga que guardar una posición espacial en un mapa.

APPEND:Añadir.

ASPECT O ASPECTO:Orientación de una sección de la superficie terrestre, de acuerdo con el norte. Se mide en grados y en sentido de las agujas del reloj.

ATRIBUTO: propiedad o característica de una clase de elementos en una base de datos
Se refiere a aquellos datos alfanuméricos pertenecientes y conectados a un determinado objeto geográfico, que generalmente se almacena en forma de tablas. La conexión de estas tablas alfanuméricas con los objetos geográficos suele ser a través de un campo común con forma de identificador.Por ejemplo: la superficie, la población, la renta media... pueden ser atributos de la clase municipios en una base de datos

BANDA: rango de frecuencias del espectro electromagnético
Capa de una imagen multiespectral que representa valores de reflectancia para un rango específico del espectro elctromagnético.por ejemplo, la banda 1 del sensor TM se define en el rango 0.45-0.52 mm

BASE DE DATOS: conjunto de datos estructurado para permitir su almacenamiento, consulta y actualización en un sistema informático
Colección de datos recopilados según una estructura de la información fija y aplicando los mismos

criterios lógicos. Las unidades básicas para la reestructuración de la información son los campos (características de los datos, que toman la forma de columnas en una relación tabular)Las bases de datos relacionales son un caso concreto en el que la información se organiza en relaciones (llamadas más frecuentemente "tablas") que son conjuntos de tuplas ("registros") cada una de las cuales integra información de un elemento en un conj, y los registros, (casos identificados, que toman la forma de filas en una relación tabular). Por tanto los campos describen las características de cada registro.Conjunto de campos (uno por atributo del elemento); si dos tablas comparten un campo con valores dentro del mismo dominio, puede aplicarse una operación de unión mediante la cual las tuplas se enlazan en función de los valores del campo de enlace.

BATIMETRÍA, CURVA BATIMÉTRICA: Tipo de cartografía o información altimétrica que representa el relieve de la superficie cubierta por el mar (fondos de los mares). Para la realización de tomas batimétricas se emplean sondas de ultrasonidos o radar a bordo de barcos y complementadas con sistemas de navegación GPS para el posicionamiento XY de cada profundidad medida.

BITMAP: Mapa de bits. Dícese de aquel fichero cuya información se representa con un conjunto de pequeñas celdas. Por ejemplo, toda foto digital es un fichero bitmap. El concepto es equivalente a lo que en GIS se llama Raster.

BUFFER, BUFFERING: Polígono con forma envolvente trazado alrededor de un objeto geográfico (punto, línea o polígono). Generalmente, los parámetros para crear un buffer son el elemento o elementos que sirven de esqueleto para el trazado y una distancia de envoltura. El parámetro introducido puede ser también un área en vez de una distancia. No debe confundirse este concepto con el equidistancia, puesto que en el concepto de buffer se garantiza que todos los puntos de la envolvente estén como mínimo a la distancia especificada.

CAD: Computer Aided Design or Drafting, Diseño o Dibujo Asistido por Ordenador.
Dentro de este concepto se introducen todos los programas o formatos gráficos destinados a la producción de dibujo técnico utilizando ordenadores. Las dos principales aplicaciones CAD del mercado son: AutoCAD de Autodesk y Microstation de Bentley.

CAMPO: Segmento de información que forma parte de la estructura de una base de datos y define las características de todos sus registros.
Por ejemplo, en una base da datos de direcciones un campo sería la calle, otro el número, etc.

CARTOGRAFÍA: Conjunto de técnicas utilizadas para la construcción de mapas.
Ciencia que se encarga de la elaboración de mapas.

CARTOGRAFIA BÁSICA O BASE: Cartografía orientada a la representación general de los elementos geográficos existentes en su ámbito, sin dar mayor intensidad a un fenómeno u otro.

CARTOGRAFIA TEMÁTICA: Cartografía orientada a la representación de un suceso geográfico concreto o tema.

CELDA: elemento básico de información en una estructura raster matricial
Representa el valor medio de un área rectangular superpuesta al terreno (es un concepto análogo al de pixel en una imagen digital). Unidad mínima de información dentro una estructura de datos raster. También se denomina píxel, una celda hace referencia a uno de los huecos que definen la rejilla regular de una estructura raster.

CENIT: con origen en el centro de la Tierra, lugar al que apunta el vector normal a la superficie terrestre en un punto de observaciónel punto de observación se supone sobre la superficie de la Tierra Vector de la vertical de un determinado punto de la superficie terrestre que apunta hacia la bóveda celeste.

CENTROIDE: punto interior a un polígono más próximo a su centro geométrico
El centro geométrico de un polígono puede ser exterior si el polígono no es convexo; en ese caso, el centroide se "mueve" al lugar más próximo posible que cumpla la condición de interioridad.Punto más representativo de extensión espacial de un determinado polígono. Generalmente se calcula haciendo la media de las posiciones x y y de todos sus vértices.

CHART: Gráfico de datos. Diagrama de barras, de líneas, etc.

COBERTURA: Capa de información vectorial con datos geográficos de un SIG.

COORDENADA: cantidad usada para definir una posición en un sistema de referencia
Las coordenadas pueden ser lineales (cartesianas) o angulares (esféricas), según el sistema de referenciaSistema de representación para la ubicación de puntos con precisión sobre la superficie de la Tierra. Cada sistema cartográfico de proyección conlleva su propia manera de concebir las coordenadas.

COTA: altitud asociada a un punto
Habitualmente, un mapa de elevaciones está formado por curvas de nivel o isohipsas y por puntos acotados

DATO: hecho verificable sobre la realidad
Un dato puede ser una medida, una ecuación o cualquier tipo de información que pueda ser verificada (en caso contrario se trataría de una creencia)

DATUM: sistema geométrico de referencia empleado para expresar numéricamente la posición geodésica de un punto sobre el terreno
Cada datum se define en función de un elipsoide y por un punto en el que el elipsoide y la Tierra son tangentes; para Ecuador, el datum usa el elipsoide PSAD 56 (Sud Américana 1956) y el punto de tangencia es en Canoa Venezuela.

DIGITALIZAR: operación de codificar la información en cifrasLa digitalización se aplica habitualmente a la codificación de la información gráfica (mapas y planos convencionales) pero puede ser aplicada con propiedad a todo tipo de información para la construcción de bases de datos digitales

DOMINIO: en una base de datos se aplica al conjunto de valores posibles de un atributo
Por ejemplo, el conjunto de valores posibles de códigos municipales en Ecuador es el dominio del atributo "código municipal"

ELIPSOIDE: descripción simplificada de la forma y dimensiones de la Tierra: los elipsoides se definen en función de un radio ecuatorial y de un radio polar

ERROR: diferencia entre el valor medido o estimado y el valor real
En un modelo, el error representa la desviación entre lo predicho por el modelo y la realidad; el error es una estimación de la calidad de la información de un mapa y suele distinguirse del concepto de precisión, que hace referencia a la calidad del método de medida utilizado

ESTÁNDAR: propiedad que garantiza la uniformidad en los métodos de capturar, representar, almacenar y documentar la información
La estandarización es, hoy por hoy, un objetivo ya que no existen normas universalmente aceptadas para casi ningún tipo de información

FOTOGRAMETRÍA: conjunto de técnicas implicadas en la obtención de datos métricos a partir de fotografías
La fotogrametría es la forma más usual de generar modelos digitales de elevaciones, usando pares estereoscópicos y apoyos sobre el terreno

GEOREFERENCIAR: asignar coordenadas geográficas a un objeto o estructura
El concepto aplicado a una imagen digital implica un conjunto de operaciones geométricas que permiten asignar a cada pixel de la imagen un par de coordenadas (x,y) en un sistema de proyección

GPS: acrónimo de global positioning system, o sistema de localización globalHace referencia a un sistema mediante el cual es posible estimar las coordenadas actuales de una estación en tierra mediante la recepción simultánea de señales emitidas por varios satélites (llamados en conjunto constelación GPS)

IMAGEN DIGITAL: representación gráfica de un objeto mediante una matriz regular que recoge valores de reflectanciaLos valores de reflectancia suelen medirse mediante sensores sensibles a ciertos rangos de longitudes de onda de la luz; ejemplos de estos sensores son los transportados por plataformas aéreas (aviones o satélites) o los integrados en un escáner para la digitalización de documentos impresos

IMAGEN MULTIESPECTRAL: estructura de datos formada por varias imágenes digitales correspondientes a diferentes rangos de frecuencias
Es decir, una imagen multiespectral no es una imagen sino un conjunto de ellas, con las mismas propiedades geométricas, y cada una de las cuales recoge la reflectancia en un diferente rango de longitudes de onda del espectro electromagnético

LEYENDA: listado ordenado y estructurado de las relaciones símbolo/valor para las variables representadas en un mapa
La leyenda debe permitir interpretar los significados de los recursos gráficos usados en el mapa, tanto para las variables cuantitativas (por ejemplo, altitud) como nominales (p. ej., vegetación)

LÍNEA: conjunto ordenado de vectores encadenados
n el modelo de datos vectorial la línea se usa para representar objetos geográficos como carreteras, tendidos eléctricos, etc. En una estructura topológica, las líneas tienen un sentido y están definidos los lados izquierdo y derecho.

MATRIZ estructura de datos formada por elementos (celdas) dispuestos regularmente en filas y columnas
La matriz es la estructura más usada para la construcción de modelos digitales del terreno e imágenes digitales; en este último caso, cada elemento de una matriz se denomina pixel; se habla de 'matriz regular' cuando filas y columnas están separadas por la misma distancia

MAPA modelo gráfico de la superficie terrestre donde se representan objetos espaciales y sus propiedades métricas, topológicas y atributivas
Un mapa puede ser analógico (impreso sobre papel, por ejemplo) o digital (codificado en cifras, almacenado en un ordenador y presentado en una pantalla) existen mapas métricos, diseñados para representar distancias, superficies o ángulos y mapa topológicos, diseñados para representar vecindad, inclusión, conectividad y orden en el contexto de los SIG, un mapa es la presentación de cualquier estructura de datos usada para reflejar cartográficamente una variable espacial (nominal o cuantitativa) independientemente del modelo de datos utilizado (vectorial o raster). En un SIG en general se construye un mapa a través de la combinación de capas vectoriales, capas raster, una cuadrícula, e información de soporte como leyenda, título, flecha norte, parámetros de proyección, etc..

METADATOS información sobre las características de un conjunto de datos típicamente, los metadatos incluyen información anexa al cuerpo de datos principal.
(por ejemplo, un modelo digital de elevaciones) sobre extensión geográfica, estadísticas, autoría, metodología, calidad de la información, etc.

MODELO representación simplificada de un objeto o proceso en la que se representan algunas de sus propiedades
Un modelo reproduce solamente algunas propiedades del objeto o sistema original que queda, por tanto, representado por otro objeto o sistema de menor complejidad; los modelos se construyen para conocer o predecir propiedades del objeto real

MODELO DE DATOS esquema conceptual utilizado para representar la realidad mediante un modelo
Un modelo de datos intenta solucionar el problema de cómo dar el paso realidad à modelo, es decir, cómo representar la realidad de forma adecuada y eficiente; un mismo modelo de datos puede luego expresarse en diferentes estructuras de datos, la forma física en la que se organiza la información en una base de datos por ejemplo: las siglas GIF, JPG, BMP definen estructuras de datos distintas aunque todas ellas se encuadran en un modelo de datos raster; las estructuras de datos difieren en la forma de codificar y almacenar la información aún dentro del mismo esquema conceptual

MODELO DIGITAL DEL TERRENO estructura numérica de datos que representa la distribución espacial de una variable cuantitativa
Se trata, por tanto, de un modelo digital que representa una propiedad cuantitativa topográfica (por ejemplo, elevación, pendiente) o no (temperatura de la superficie del terreno, reflectancia...)

NODO vértice inicial o final de una líneaSe aplica por extensión a las entidades puntuales que están interconectadas en una estructura en red.
El orden de los nodos (inicial a final) permite asignar a la línea un sentido y dejar definidos los conceptos topológicos de izquierda/derecha

ORTOFOTO fotografía aérea modificada geométricamente para ajustarla a un sistema de proyección geográfica
En una ortofoto(grafía) se han eliminado las distorsiones debidas a la perspectiva, al movimiento de la cámara y al relieve de forma que posee las mismas propiedades métricas que un mapa

PANCROMÁTICO sensor sensible a un amplio rango de frecuencias en el espectro visible
Se opone a 'ortocromático', término aplicado en fotografía a los materiales insensibles a la luz de longitud de onda más larga (rojo)

PAR ESTEREOSCÓPICO conjunto de dos imágenes del mismo lugar tomadas desde diferentes puntos de vistaLas imágenes pueden ser analógicas o digitales; los pares estereoscópicos se utilizan en fotogrametría para restituir el relieve

PIXEL cada elemento discreto en los que se divide una imagen digital
Tecnicismo de origen inglés que procede de la contracción de picture element

POLÍGONO figura geométrica plana formada por, al menos, un anillo externo
Un polígono puede tener anillo(s) interno(s) en cuyo caso se habla de un polígono compuesto en vez de un polígono simple (sin "agujeros")

PRECISIÓN calidad del proceso de medida de una magnitud
El método GPS es muy preciso pero las medidas utilizadas sin corrección están afectadas por un error importante derivado de una degradación inducida en la señal de los satélites

PROYECCIÓN conjunto de transformaciones métricas definidas para representar la superficie de la Tierra sobre un plano
Existe un gran número de proyecciones, cada una de las cuales posee propiedades diferentes en cuanto a las métricas del objeto real y de su representación plana; por ejemplo, en una proyección conforme se conservan los ángulos (los paralelos y meridianos se cortan en ángulo recto) y en una equivalente se conservan las superficies.

RASTER modelo de datos en el que la realidad se representa mediante teselas elementales que forman un mosaico regular
Cada tesela del mosaico es una unidad de superficie que recoge el valor medio de la variable representada (altitud, reflectancia ...); las teselas pueden ser cuadradas (celdas) o no (triangulares, hexagonales...) un modelo de datos raster está basado en localizaciones

RED modelo de datos formado por nodos y conexiones entre ellos
Tanto los nodos como las conexiones pueden tener atributos propios como, por ejemplo, longitud, resistencia, sinuosidad... El análisis de redes agrupa un conjunto de técnicas implicadas en la resolución de cuestiones que pueden ser modeladas mediante una red, por ejemplo, determinación del camino de mínimo coste entre dos puntos

SISTEMA DE GESTIÓN DE BASES DE DATOS (SGBD) sistema informático diseñado para la creación, modificación, corrección, actualización y consulta de bases de datos

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA sistema de gestión de bases de datos (SGBD) con herramientas específicas para el manejo de información espacial y sus propiedades
Los tipos de propiedades que un SIG debe poder analizar tanto independiente como conjuntamente son tres: métricas, topológicas y atributivas

SISTEMA DE COORDENADAS marco de referencia espacial que permite la definición de localizaciones mediante coordenadas
Éstas pueden ser lineales (sistemas cartesianos, con ejes ortogonales) o esféricas (donde se utilizan como coordenadas el acimut y elevación angular)

SQL acrónimo de structured query language, un lenguaje estándar de gestión de bases de datos
SQL se ha convertido en un estándar por lo que es posible acceder a bases de datos de procedencia diversa mediante consultas en este lenguaje

TELEDETECCIÓN proceso de captura de información a distancia, sin contacto entre el aparato de medida y el objeto
Se aplica habitualmente en un sentido más restringido a las imágenes o datos captados mediante sensores transportados por aviones o satélites; es común la extensión del concepto al análisis y la interpretación de la información, y no sólo a su captura

TIN estructura vectorial usada para construir modelos digitales del terrenoTIN son las siglas de triangulated irregular network; se trata de una estructura de datos que representa el relieve mediante una red irregular de triángulos adosada al terreno, sin solapamientos y donde cada vértice se define por sus coordenadas espaciales (x,y,z)

TOPOGRAFÍA descripción de las formas del terreno.
Es frecuente, aunque erróneo, considerar sinónimos topografía y altimetría

TOPOLOGÍA referencia a las propiedades no métricas de un mapaEn el contexto de los SIG, topología hace referencia a las propiedades de vecindad o adyacencia, inclusión, conectividad y orden, es decir, propiedades no métricas y que permanecen invariables ante cambios morfológicos, de escala o de proyección se dice que una estructura de datos es 'topológica' cuando incluye información explícita sobre estas propiedades; en este caso, es posible realizar análisis y consultas "topológicas" sin necesidad de acudir a las tablas de coordenadas

TRANSFORMACIÓN proceso de conversión de coordenadas desde un sistema cartesiano a otro.
Típicamente, la digitalización de un mapa implica una transformación desde las coordenadas-tablero a las coordenadas usadas en un sistema de proyección transformación afín: aquella donde se usan ecuaciones de primer grado que permiten exclusivamente rotaciones, traslaciones y cambios de escala; en esta transformación se conserva la propiedad de paralelismo

VALIDACIÓN proceso de comprobación de que datos y métodos responden a un estándar
Por ejemplo, la comprobación de que los códigos municipales de una base de datos se corresponden son coherentes con la codificación de referencia (por ejemplo, del Instituto Nacional de Estadística y Censos INEC)

VECTOR entidad geométrica definida por una magnitud y un sentidoUn vector está formado por un par de puntos ordenados; el orden define el sentido del vector y la distancia entre origen y final su magnitud; si la magnitud es nula, el vector se reduce a un punto y el sentido queda indefinido

VECTORIAL modelo de datos en el que la realidad se representa mediante vectores o estructuras de vectores
Una estructura vectorial puede ser compleja: una cadena de vectores forma un arco; una cadena de arcos forma un anillo; uno o varios anillos definen un polígono se trata de un modelo de datos basado en objetos (geométricos) frente al modelo raster, basado en localizaciones

VECTORIZAR transformación de una estructura raster en una vectorial
Suele aplicarse a la operación de "rescatar" líneas a partir de documentos escaneados (mapas o planos)