



Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

Contenido

1.1.	Definiciones de SIG.....	2
1.2.	Componentes de un SIG.....	6
1.2.1.	<i>Hardware</i> o Equipo.....	6
1.2.2.	<i>Software</i> o Programas	7
1.2.3.	Datos o Información Geográfica.....	8
1.2.4.	Recursos Humanos	10
1.2.5.	Organización	10
1.3.	Fases de un proyecto SIG	12
1.3.1.	Organización y Planificación	12
1.3.2.	Diseño del SIG.....	13
1.3.3.	Captura de la información.....	13
1.3.4.	Control de Calidad	13
1.3.5.	Tratamiento (Integración y Edición).....	13
1.3.6.	Almacenamiento y Gestión	14
1.3.7.	Explotación	14
1.3.8.	Actualización.....	14



Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

1.1. Definiciones de SIG

Gran cantidad de la información que manejamos tiene asociada una posición en la Tierra, es decir, está georreferenciada. Hoy en día, gracias a herramientas como Google maps, el uso de la información geográfica se ha popularizado y ha crecido la necesidad de geolocalizar, manejar y analizar dicha información. Los sistemas que se encargan de la gestión de la información geográfica son, los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Los Sistemas de Información Geográfica son el resultado de la aplicación de las llamadas Tecnologías de la Información (TI) a la gestión de la Información Geográfica (IG). Son un conjunto de programas diseñados para representar y gestionar grandes volúmenes de datos georreferenciados mediante coordenadas espaciales.



Normalmente se utilizan tres acepciones distintas para el término SIG:

- SIG como disciplina: ciencia que se ocupa de la aplicación de las Tecnologías de la Información a la gestión de la Información Geográfica.
- SIG como proyecto: sistema capaz de proporcionar información procesada sobre aquellos elementos de los que se ocupa la Geografía. Se compone de *hardware*, *software*, datos, recursos humanos y organización.
- SIG como *software*: programa o programas integrados para el establecimiento de un SIG como proyecto.

Un SIG es algo más que un sistema de almacenamiento de mapas digitales, en realidad se trata más de una herramienta informatizada de resolución de problemas con una componente geográfica.

Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

La definición más extendida de SIG, con pequeñas variaciones, es la establecida por autores como Burrough, Goodchild, Rhin y otros. La cual podemos sintetizar diciendo que un SIG es un:

“Conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra”.

Otra definición, que quizás sea más ilustrativa, es la definición de Bouillé (1978), que concibe un SIG como un:

“Modelo informatizado del mundo real, descrito en un sistema de referencia ligado a la Tierra, establecido para satisfacer unas necesidades de información específicas respondiendo, del mejor modo posible, a un conjunto de preguntas concreto”.

Esta última definición, implica:

- Que un SIG contiene una versión simplificada, abstraída y estructurada de una parte del mundo real, la que interese en función de la aplicación a la que se va a destinar el SIG. Esto implica:
 1. Una capacidad de registro selectiva de los fenómenos geográficos del entorno.
 2. Un proceso de abstracción para generar un modelo simplificado.
 3. La elección de una estructura conceptual para los entes considerados, sus propiedades y los sucesos en los que se ven implicados.
- Que los datos tienen que estar descritos en un Sistema de Referencia ligado a la Tierra, condición indispensable para que estemos hablando de Información Geográfica, con todas sus características y la problemática que conlleva.
- Una finalidad que orienta todo el proyecto: las consultas a responder, es decir, los requisitos que definen de qué SIG se trata.
- Que un SIG es un proyecto de ingeniería que busca una solución óptima para resolver un problema.

Un SIG no es simplemente un almacén de IG o de mapas sino que es un sistema que además permite analizar esta información y obtener respuestas a diferentes consultas de manera rápida y automática. Por ello, es importante ver las diferencias entre los mapas tradicionales y los SIG actuales.

El mapa es la representación gráfica convencional del mundo real, siendo un medio que permite almacenar y representar información geográfica. Los mapas están formados por un conjunto de geometrías (puntos, líneas y superficies) y otros elementos cartográficos cuya localización está referenciada respecto a un sistema de coordenadas. Sus atributos y elementos se pueden describir a través de la simbología. Los mapas diseñados para ser impresos en papel poseen dos grandes limitaciones:



Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

1. Se diseñan para ser leídos por el ojo humano, por lo que el análisis de la información será visual (analógico) y tiene un límite la percepción visual estimado de 0.2 mm. Es decir, no tendrán representación a escala aquellos fenómenos geográficos cuyas dimensiones sean inferiores de $0.2\text{mm} \times E$ (siendo E el denominador de la escala, 1:E). Ejemplo, a escala 1:200.000 no tienen representación fenómenos inferiores a $40.000\text{ mm} = 40\text{ metros}$.
2. El soporte físico impone una serie de limitaciones tanto de espacio como de deformaciones. El espacio limita el número de entidades a representar por razones de legibilidad, obligando a desplazar entidades para que éstas no se empasten entre sí. Por otro lado, el soporte en papel se deforma, lo que puede cambiar la situación de las entidades y hacer que la medida de ángulos, distancias y superficies no sea exacta. Por ello, siempre que hagamos medidas sobre datos en papel conviene recurrir a las escalas (gráfica y numérica) y a la cuadrícula con las coordenadas que nos darán una idea de las posibles deformaciones.

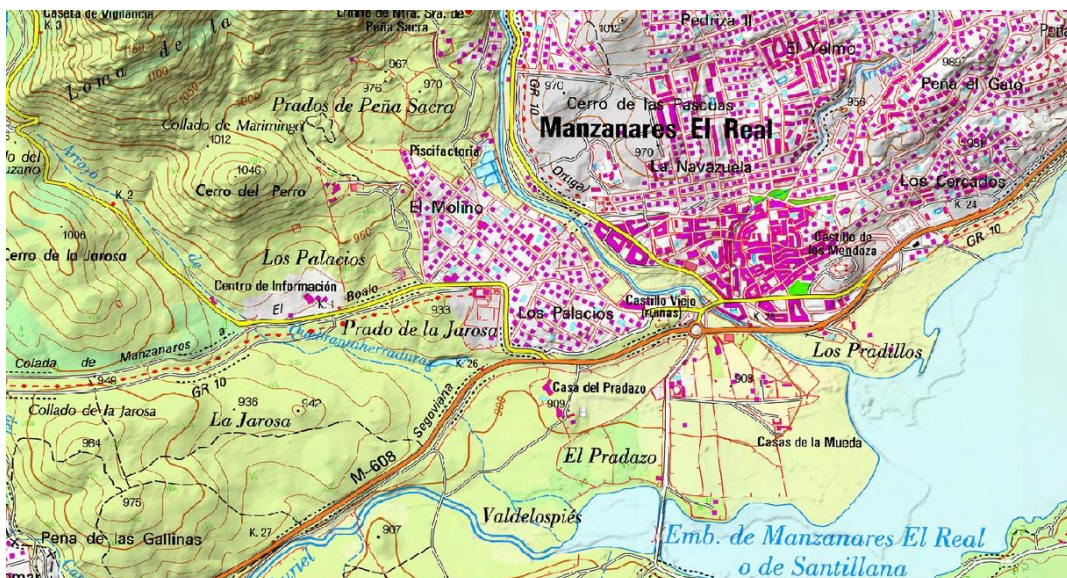


Figura 1. Fragmento de Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000

Por el contrario, la visualización de Información Geográfica a través de un SIG constituye un modelo de la realidad con muchas más posibilidades. Un SIG se diseña con la finalidad de realizar análisis de forma digital y automática, por ello, la simbología y la legibilidad pasan a un segundo plano y toman más importancia los atributos asociados a los datos. De hecho, operaciones como medir distancias, generar áreas de influencia, obtener puntos contenidos en una superficie, etc. se resuelven de manera rápida y sencilla. Estas tareas realizadas sobre un mapa llevaría mucho tiempo y la exactitud dependería de la habilidad del operador.



Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

La exactitud del análisis en un SIG vendrá determinada por:

- El tipo de análisis que se vaya a realizar.
- La exactitud de los datos cargados.
- Los recursos informáticos de que se disponga.

Por otro lado, con un SIG es muy sencillo obtener productos derivados, puesto que filtrar información o categorizarla se realiza rápidamente.

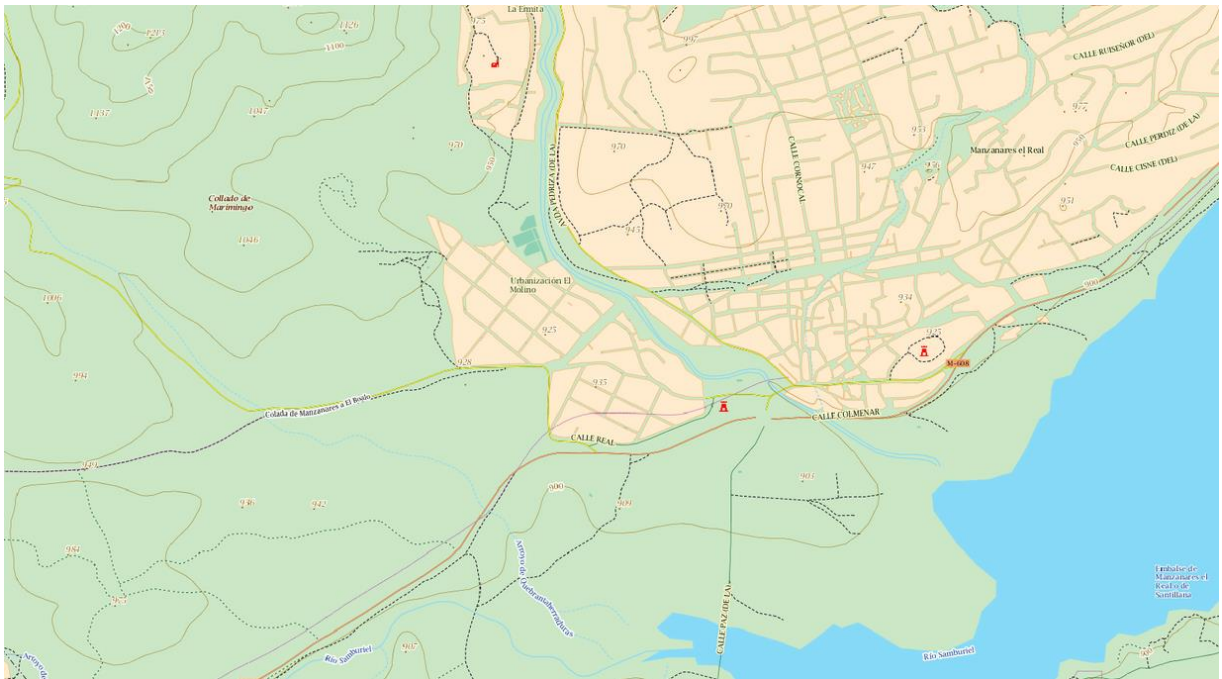


Figura 2. Imagen de la información geográfica correspondiente al mapa anterior en un SIG

En el siguiente gráfico se describen las principales diferencias entre los mapas tradicionales y la IG almacenada en SIG (y pensada para su análisis digital).

MAPA CONVENCIONAL	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
Diseñado para ser analizado de manera visual	Diseñado para ser analizado por el ordenador
Limitado por el soporte físico	Limitado por los recursos informáticos
Análisis manual	Análisis automático
Contenidos estáticos	Contenidos ampliables según las necesidades
Dificultad para generar productos derivados	Facilidad para generar productos derivados

Diferencias entre mapa convencional y SIG

Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

1.2. Componentes de un SIG

Los componentes de los que consta un SIG son:

1. *Hardware* o Equipo
2. *Software* o Programas
3. Datos o Información Geográfica
4. Recursos Humanos
5. Organización

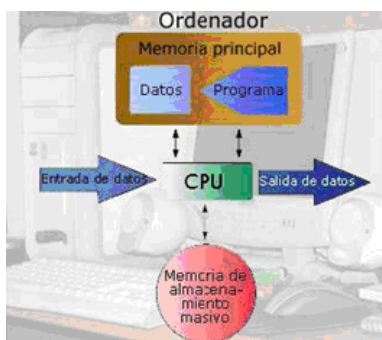


Figura 3. Componentes de un SIG

1.2.1. Hardware o Equipo

Se denomina *hardware* al grupo de componentes materiales utilizados habitualmente en un sistema informático. Es la parte tangible, física y real de un Sistema de Información.

Figura 4. Componentes de un ordenador

Los equipos de *hardware* más populares son los ordenadores personales (PC, Macintosh), aunque a nivel profesional también se utilizan las estaciones de trabajo o *Workstation*. Todos los equipos se pueden encontrar aislados o en red. Hoy en día se tiende a la distribución de los recursos (datos y servicios), teniendo los equipos normalmente en red, aunque hay ocasiones que por motivos de seguridad es recomendable tenerlos aislados.

Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

Los componentes del *hardware* son:

- Unidad Central de Procesamiento (CPU)
- Periféricos: de entrada (teclado, escáner, ratón,...), de salida (monitor, impresora, *plotter*, ...), y de almacenamiento (USB, DVD, CD, ...)

El *hardware* es el componente que ofrece cada vez más prestaciones a un coste cada vez más reducido. Evoluciona a gran velocidad y se puede decir que es el componente mejor resuelto con diferencia.

1.2.2. *Software* o Programas

Se denomina *software* al soporte lógico que organiza, dirige y da consistencia a todo el sistema. Es el conjunto de programas que corre en un sistema informático, la parte que no es física.

La palabra nace por oposición a *hardware*; depende de él, evoluciona mucho más lentamente, y esto llega a ser un problema, porque usando lenguajes de alto nivel no se aprovechan al máximo las posibilidades de la máquina.

Un *software* SIG suele incluir los siguientes grupos de funciones:

1. **Funciones de Entrada:** Los procedimientos de entrada de datos en un SIG permiten:

- ✓ Introducir datos posicionales digitalizando entidades cartográficas de forma georreferenciada, con sus coordenadas (x,y,z) en un sistema de referencia convencional.
- ✓ Introducir datos alfanuméricos. Los más importantes son los códigos individuales y únicos de cada entidad geográfica (identificadores), que sirven como nexo de unión entre entidades cartográficas y sus atributos alfanuméricos, o con datos procedentes de otras fuentes.
- ✓ Importar datos existentes procedentes de otras fuentes y en otros formatos de datos.

2. **Funciones de Gestión:** Las funciones de gestión se llevan a cabo por un subsistema del SIG: el Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD o DBMS *Database Management System*). Su finalidad es permitir la independencia entre la organización física y la organización lógica de los datos.

Las funciones principales de un Sistema Gestor de Bases de Datos de un SIG son controlar:

- Organización físico-lógica de los datos
- Almacenamiento
- Recuperación
- Actualización

Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

3. Funciones de Manipulación: aquellas que permiten la:

- Estructuración topológica, es decir, la definición explícita de las interrelaciones (intersección, conectividad,...) entre los fenómenos geográficos representados en la base de datos.
- Transformación
- Superposición
- Integración de los datos geográficos, cartográficos y temáticos.

4. **Funciones de Análisis:** Las funciones de análisis espacial del SIG son, sin duda, las más representativas y las que le diferencian claramente de otros sistemas de información espacial. Éstas pueden ser:

- Funciones de recuperación
- Funciones de superposición
- Funciones de vecindad
- Funciones de conectividad

5. **Funciones de Representación:** Se refieren a la representación de los resultados obtenidos y al tratamiento de los datos.

Los resultados expresan tanto la información contenida en la base de datos geográficos como las operaciones y análisis realizados.

Los procedimientos de representación de resultados incluyen: tratamiento de textos, simbolización, transformación de los resultados numéricos en resultados gráficos, etc.

1.2.3. Datos o Información Geográfica

La información geográfica es el elemento diferenciador de los SIG y es clave para obtener unos buenos resultados. Pero hay que tener en cuenta que es muy compleja y presenta características peculiares que hacen que su gestión sea diferente a la de otros Sistemas de Información. Entre estas características podemos destacar:

- La información geográfica es muy **voluminosa**. Evidentemente, el volumen de datos dependerá de la escala: a mayor escala (1:E, denominador E más pequeño, más detalle) mayor volumen de datos. En la siguiente tabla se proporciona una estimación del número de coordenadas o vértices que se poseen en las hojas de la Base Topográfica Nacional a escala 1:25.000 (BTN25), como en la Base Cartográfica Nacional de las hojas provinciales a escala 1:200.000, referidas a la totalidad de España o a una provincia. Es de destacar que el IGN posee para toda España 50 hojas a escala 1:200.000 (1 por provincia) y 4.133 del Mapa Topográfico Nacional (MTN) a escala 1:25.000 (10'x5').



Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

	ESPAÑA	1 PROVINCIA	1 HOJA
1:200.000	8.000.000	150.000	2.000
1: 25.000	800.000.000	15.000.000	200.000

Número de vértices o coordenadas

- La Información Geográfica es **fractal**: Esto significa que tiene la propiedad de que su aspecto o estructura básica, fragmentada o irregular se repite a las diferentes escalas. Obviamente, a mayor escala, mayor detalle, pero la estructura básica no cambia. Es frecuente que los usuarios pregunten, por ejemplo, cuánto mide la costa de una provincia o la longitud de un río; en tal caso, lo primero que hay que preguntar es ¿a qué escala?

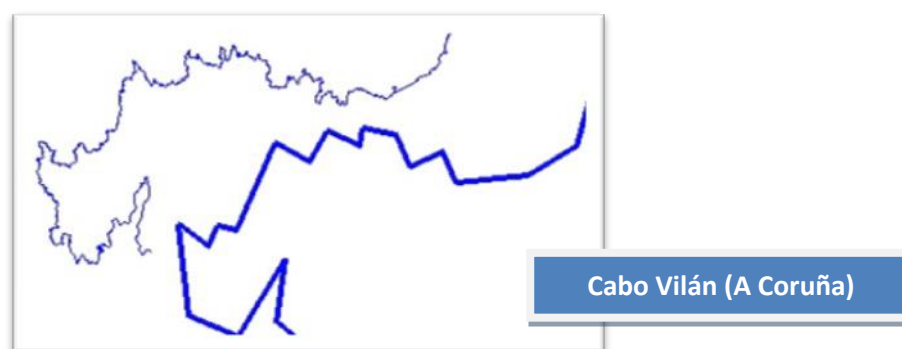


Figura 5. Costa de A Coruña a diferentes escalas

- La Información Geográfica es **borrosa**. Este aspecto queda reflejado en las siguientes reflexiones:
 - ✓ ¿Hasta dónde llegan las aguas jurisdiccionales?
 - ✓ ¿Qué área ocupa una cordillera?
 - ✓ ¿Dónde acaba un bosque?
 - ✓ ¿Dónde acaba un río y comienza el mar?
 - ✓ ¿Cuál es el límite de una ciudad?
- La Información Geográfica es **dinámica**, es decir, está sometida tanto a la actualización como a la modificación. De hecho, se dice que cuando un mapa se publica ya está desactualizado, por eso es importante mirar la cartela para conocer la fecha de los datos (vuelo fotogramétrico, actualización de campo, publicación, etc.)

Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

- La Información Geográfica es **multiforme** o **polimorfa**, es decir, puede representarse de diferentes maneras dependiendo del fenómeno de que se trate, la escala y la abstracción que se haga al diseñar el SIG en función del tipo de consultas a responder. Por ejemplo ¿qué tipo de geometría es un cabo?

- ✓ ¿un punto? para calcular distancias
- ✓ ¿una línea? para representarlo en un mapa
- ✓ ¿una superficie? para analizar si estoy en él

En cuanto a las componentes de la Información Geográfica son:

1. **Semántica** (Significado, la información temática del objeto geográfico: atributos)
2. **Geométrica** (Posición, forma, tamaño y orientación)
3. **Topológica** (Relaciones espaciales)

Dadas las características de la información geográfica (voluminosa, fractal, borrosa, dinámica y polimorfa), para representarla en nuestro mapa o SIG hay que abstraer adecuadamente un modelo que represente el mundo real, o al menos la parte que nos interesa, es decir, hay que definir un **Modelo Conceptual**. Esta fase es crítica y algunas veces medio olvidada.

Finalmente, los datos constituyen uno de los componentes más problemáticos a la hora de diseñar un SIG: si son vectoriales por su escasez (todavía hay grandes zonas de la superficie terrestre sin cartografiar a escalas grandes) y si son ráster por su coste, que puede en algunos casos superar al 60% del coste del proyecto.

1.2.4. Recursos Humanos

Al hablar de recursos humanos, como componente de un SIG, nos referimos a la totalidad de personas que trabajan en el proyecto y que deben estar especializadas tanto en Tecnologías de la Información (bases de datos, comunicaciones, análisis de sistemas, análisis funcional, programación, informática gráfica, etc.) como en las disciplinas relacionadas con la Cartografía (Geodesia, Topografía, Fotogrametría, Cartografía, Teledetección, GPS, Geografía, etc.). El mayor problema que afecta a este componente es la formación.

1.2.5. Organización

El SIG no tiene sentido si no cumple un objetivo, si no es parte de una organización.

La organización es de vital importancia: si el resto de componentes del SIG son de gran calidad y son adecuados al proyecto, si falla la organización, no sólo no está garantizado que se complete el trabajo con los plazos y dinero previstos, sino que es muy probable que no se llegue nunca a finalizar. Por lo tanto, se trata de un componente crítico en un SIG.



Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

La organización, como componente de un SIG, incluye:

- Buena definición de objetivos claros y concretos.
- Presupuesto, medios y rentabilidad asegurados.
- Estudio detallado de viabilidad.
- Planificación realista y precisa.
- Coordinación de las distintas fases del proceso.
- Estructura jerárquica clara y eficaz, con reparto de responsabilidades y de las correspondientes capacidades de decisión.
- Cuidadosa labor de selección de *hardware*, *software* y personal.
- Elaborar planes de formación continua del personal y de renovación de *hardware*, *software* y datos.
- Controles de calidad.
- Previsión de todos los supuestos.
- Sentido común.

La realización de un SIG por parte de una organización, debe contemplar tres aspectos fundamentales:

- 1. Tecnológico:** Muchas organizaciones disponen de unos criterios o estándares en sus Tecnologías de Información y Comunicaciones, previos a la implantación de un SIG, que pueden ser condicionantes. En algunos casos, las restricciones son de tipo hardware (características, compatibilidades,...), en otros pueden ser de tipo lógico (sistema operativo, versiones, SGDB,...).

Es conveniente hacer una revisión de la experiencia de otras organizaciones en la implantación de los SIG.

- 2. De planificación,** basándonos en la premisa de que un buen plan siempre conduce al mejor resultado.
 - Se ha de desarrollar un concepto de negocio y marcar los objetivos.
 - Se deben identificar tanto los requisitos previos como los finales de los usuarios.
 - Se debe realizar un análisis financiero de costes y beneficios, con la finalidad de prever los posibles efectos positivos y negativos.



Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

3. De procesos: el análisis de los procesos nos revela aspectos a mejorar.

- Es necesario analizar las relaciones de la organización con los usuarios, proveedores y otras Entidades con las que coopere.
- Es recomendable evaluar las tareas actuales, los posibles usuarios, los datos y los distintos flujos.
- Se ha de desarrollar un modelo lógico de los datos.

Por último, la implantación de un SIG en una organización, debe suponer:

- Revisar aspectos de la dirección y/o administración con la finalidad de integrar nuevas prácticas en el trabajo.
- Reestructurar los departamentos. Por ejemplo, crear un departamento encargado del análisis de negocio y de la gestión del SIG.
- Dotar de formación y entrenamiento al personal para su adaptación a las nuevas necesidades.
- Definir políticas de estandarización para compartir e intercambiar nuevos datos entre los distintos departamentos de la organización, con el fin de que los datos y resultados puedan ser utilizados por toda la organización.

Un SIG en el que alguno de los componentes citados presente un desequilibrio frente a los demás, no puede funcionar satisfactoriamente y por lo tanto fracasará. La organización quizá resulte el más importante, ya que engloba a los demás.

1.3. Fases de un proyecto SIG

En este apartado citaremos de manera somera las distintas fases de las que consta un proyecto SIG, aunque posteriormente se desarrollarán en el Módulo 2 de este curso.

1.3.1. Organización y Planificación

En esta fase se definen los problemas o cuestiones que se quieren solucionar, así como los productos finales que se pretenden conseguir con el SIG. Otra de las características principales de esta fase del proyecto, es la definición de los posibles usuarios a los que va destinado el SIG.

Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

1.3.2. Diseño del SIG

El objetivo principal de esta fase es la obtención de la estructura óptima del proyecto, ya que de su diseño dependerá el futuro y la rentabilidad del SIG. En el diseño del SIG se realiza una **abstracción** de la realidad. Esta abstracción se refleja en el **modelo conceptual**, es decir, en la definición de las entidades, de sus atributos y de las relaciones existentes entre entidades. Una vez definido el modelo conceptual, éste se representará en la **estructura de los datos**.



Figura 6. Proceso de abstracción

1.3.3. Captura de la información

En esta fase se captura la información de partida en formato digital. Los datos pueden ser:

- Alfanuméricos: procedentes de bases de datos existentes o tecleados por un operador.
- Geográficos: ráster o vectoriales.

1.3.4. Control de Calidad

Con el fin de asegurar que las desviaciones del modelo frente a la realidad se mantienen dentro de unos límites permitidos, cada fase de un proyecto SIG debe llevar aparejada un control para detección y corrección de errores. También es necesario realizar un estudio teórico de estimación de errores y su propagación, así como la descripción final de calidad de datos y resultados finales obtenidos por el SIG.

1.3.5. Tratamiento (Integración y Edición)

La integración se refiere a la serie de operaciones que se realizan sobre los datos con la finalidad de que éstos sean manejables y homogéneos (cambios de formato, de sistema de proyección,...). La edición permite la eliminación de inconsistencias.



Unidad 1: Definición y componentes de un SIG

1.3.6. Almacenamiento y Gestión

Esta fase consiste en la carga de los datos en el sistema con la estructura y formato adecuado, y su mantenimiento con un nivel de rendimiento aceptable. Incluye la optimización del sistema, la seguridad (por ejemplo, política de copias y control de accesos), estudios de ampliación de recursos informáticos, etc.

1.3.7. Explotación

Se refiere a las consultas, es decir a la capacidad de análisis, cuya finalidad es la de proporcionar respuestas. Los resultados que se esperan del sistema, pueden evolucionar en el tiempo, tanto en contenido como en forma, evolución que en la medida de lo posible, debe ser prevista y planificada.

1.3.8. Actualización

Puesta al día periódica de los datos almacenados con la finalidad de reflejar fielmente la evolución temporal a la que está sometida el mundo real de manera continua.