



Sistemas de Información Geográfica y gestión del territorio

Curso de formación de gvSIG





C/ Salamanca, 50 y 52
46005- VALENCIA
Tel.: 902 25 25 40

www.gvsig.org

www.iver.es



GENERALITAT
VALENCIANA

CONSELLERIA D'INFRAESTRUCTURES I TRANSPORT

C/ Blasco Ibañez, 50
46010 - VALENCIA

www.gvsig.gva.es

Para cualquier consulta o cuestión pendiente la persona de contacto es:

Departamento	Nombre	Teléfono	e-mail
Área Software Libre - Gerente	Alvaro A. Anguix Alfaro	96 316 34 00 902 25 25 40 680 45 72 83	alvaro.anguix@iver.es
Conselleria de Infraestructuras y Transporte - Responsable área SIG/CAD	Gabriel Carrión Rico	96 386 22 35	carrion_gab@gva.es



INDICE

	Página
1. INTRODUCCIÓN A LA CARTOGRAFÍA.....	4
2. CARTOGRAFÍA TEMÁTICA	12
3. CARTOGRAFÍA TEMÁTICA II: EL DISEÑO CARTOGRÁFICO.....	34
4. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA..	41
5. EL DATO GEOGRÁFICO COMO ELEMENTO FUNDAMENTAL DE TRABAJO DE LOS SIG.....	48
6. BASES DE DATOS	57
7. BASES DE DATOS EN UN SIG	60
8. INTRODUCCIÓN A GVSIG.....	62
9. PROYECTOS Y DOCUMENTOS PROPIOS DE GVSIG	65
10. VISTAS.....	68
11. TABLAS	95
12. MAPAS.....	98
ANEXO . INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES.....	111

1. INTRODUCCIÓN A LA CARTOGRAFÍA



La Cartografía tiene como objetivo básico la producción de mapas y su interpretación. En la última década, con el avance tecnológico y su incorporación a esta ciencia ha pasado a ser un elemento fundamental en la sociedad de la información. La Cartografía ha adquirido un sentido transversal en el tejido cultural, socioeconómico y de gestión del territorio.

La Cartografía ha pasado a ser una herramienta imprescindible para el análisis socioeconómico del territorio, para establecer el equitativo reparto de la riqueza, planificar las infraestructuras y valorar las necesidades administrativas.

Desde el punto de vista de la ingeniería la Cartografía es el soporte básico en la planificación y diseño de obras, infraestructuras, análisis físico del territorio, económico o ambiental.

Las herramientas que se han establecido para el análisis de la cartografía son los denominados Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Conceptos de Cartografía

Definiremos como **Cartografía** al conjunto de operaciones y procesos que intervienen en la creación, edición y análisis de mapas.

Los últimos avances tecnológicos al estudio de la Tierra han cambiado radicalmente las formas de hacer mapas, hoy día la cartografía se engloba dentro de un entorno en el que encontramos conceptos como Infraestructuras de Datos Espaciales, Metadatos, Sistemas de Información Geográfica, Teledetección, etc.

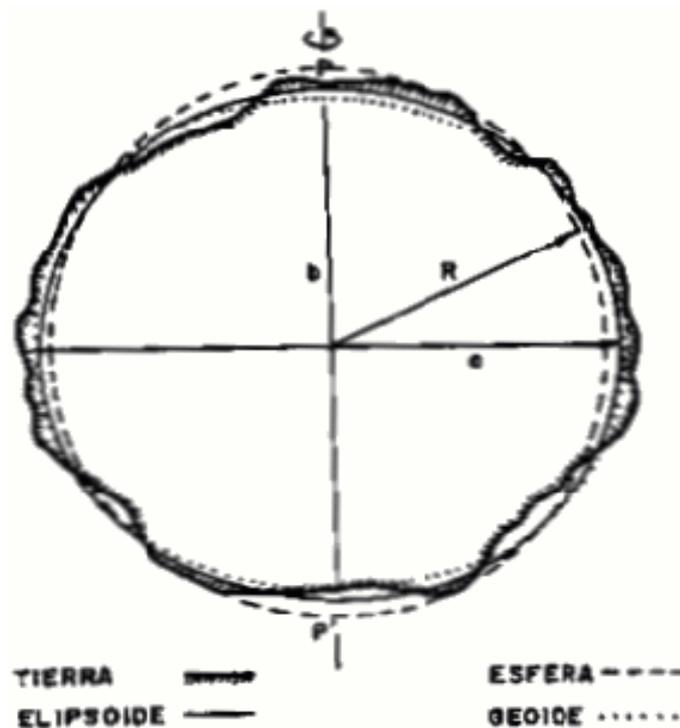
Empecemos definiendo los conceptos básicos de la cartografía y pasemos después a definir aquellos que han aparecido en los últimos años como fundamentales a la hora de manejar información geográfica.

Si la Tierra es redonda y la queremos representar en una superficie plana, esto nos obliga a estudiar otras ciencias como la Geodesia y la Cartografía Matemática.

Se entiende por **Geodesia** a la ciencia que estudia la figura de la Tierra y el campo gravitatorio, por tanto estudia la forma y dimensiones de la Tierra.

La forma de la Tierra es casi redonda, pero no tiene una figura geométrica clara, se admite que dicha figura es el **geoide**, pero este no tiene una expresión matemática clara y por ello la figura mas aproximada a este es la de definida por una elipse en revolución, lo que se conoce como un **elipsoide**.

La Cartografía matemática nos permitirá pasar las coordenadas de un punto del geoide o del elipsoide a su representación en un plano, evitando o disminuyendo los errores de transformación de una figura no plana (geoide y elipsoide) a una figura plana (**mapa** y Cartografía).



A veces la extensión que queremos trabajar de la Tierra es tan pequeña, que nos permite olvidarnos de la geodesia y representar la Tierra en un **plano**.

Al representar el territorio, el primer problema que debemos resolver es la relación de tamaños entre la representación y el territorio a tamaño normal. Esta relación es la **escala**. Una escla 1:5000 quiere decir que un metro del plano equivale a 5000 metros en el territorio.

Definimos **Plano** como la representación de una parte de la Tierra cuyo tamaño, nos permite prescindir de la esfericidad de la Tierra. Definimos por **Mapa** a la

representación de una parte de la Tierra cuyo tamaño, no nos permite prescindir de la esfericidad de la Tierra y debemos utilizar sistemas de proyección.

Es frecuente que el mapa en navegación marítima y aérea, se le llame **carta**, por que tiene algunas características especiales.

Escalas frecuentes son:

En Cartografía Urbana: 1:200. 1: 500 y 1:1000

En Cartografía Rústica: 1:2000 y 1:5000

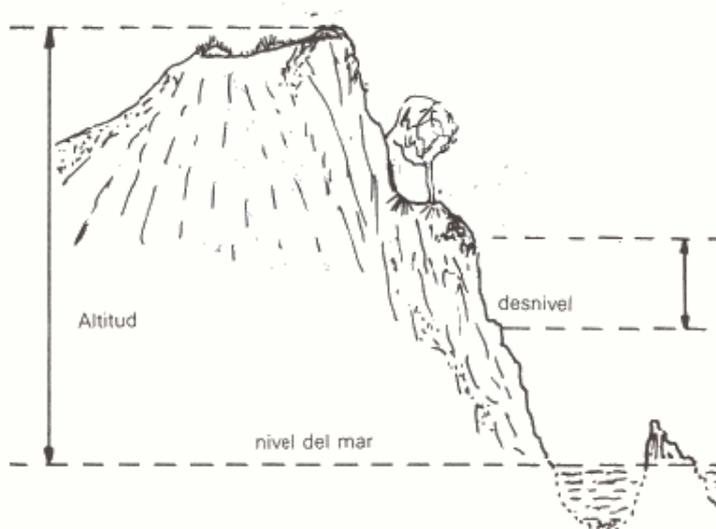
Para Análisis del territorio: 1:5000 1:10.000, 1:25.000,1:50.000

Escalas menores: 1:100.000. 1:200.000 1:400.000

En un plano el limite de percepción visual del ojo humano es de 0,2 mm, esto condiciona la precisión a exigir a un plano, ya que errores menores de un metro, entonces no tendrá representación a escala 1:10.000,puesto que $0,2 \text{ mm} * 10.000 = 1 \text{ m}$.

Obsérvese que escala menor es 1:100.000, escala mayor es 1:200, a veces estos conceptos se equivocan.

Coordenadas



Para representar los puntos en un mapa hay que establecer un código de coordenadas. Las coordenadas X e Y representan la planimetría. La coordenada Z representa la altimetría.

El trabajo en planimetría se realiza estableciendo para cada punto un valor de sus coordenadas. Estas pueden ser de diversos tipos. Además se tiene que tener en cuenta la tercera coordenada llamada coordenada Z en altimetría.

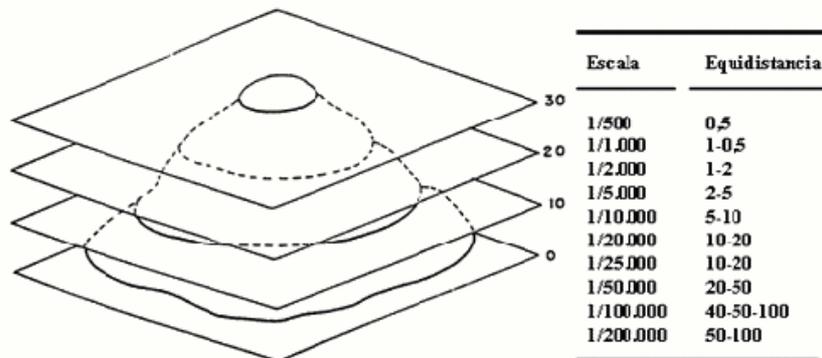
Por otra parte en geodesia y cartografía las coordenadas pueden ser geográficas, geodésicas, astronómicas etc.

Coordenadas geográficas: longitud y latitud

Latitud es la distancia que separa ese lugar del Ecuador. Las unidades utilizadas son grados, por eso diremos que un punto tiene una longitud de 2 grados, 5 minutos y 10 segundos, zona Este, si está al Este del Meridiano cero; y tiene una Latitud de 40 grados, 16 minutos Norte o Sur, según este al Norte o al sur del Ecuador.

La coordenada Z, o coordenada de las cotas en un plano se representa de forma puntual por su valor de cota; uniendo aquellos puntos que tienen igual cota o altitud definimos las curvas de nivel.

Se entiende por desnivel a la diferencia de cotas o altitudes entre dos puntos. Para poder realizar Cartografía se requiere conocer una malla de puntos perfectamente materializados y definidos en el Terreno, esto obliga a conocer este conjunto o malla de puntos que caracterizan la red geodésica. Esta es la estructura básica, y sobre ella se irán densificando otras redes de carácter regional o local.

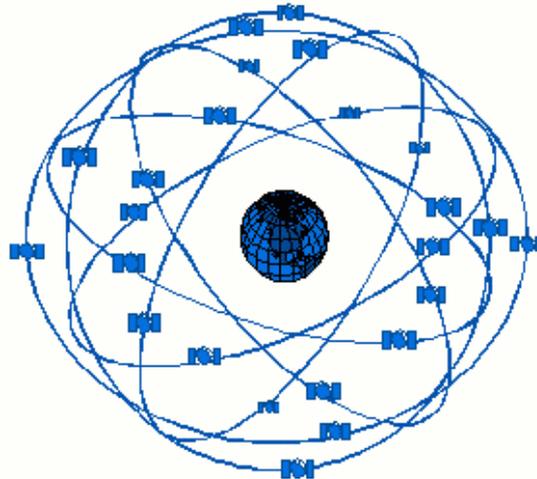


GPS (Sistema de Posicionamiento Global)

El Sistema NAVSTAR (NAVigation System by Timing And ranking, navegación sistema por radio y tiempos) es un Sistema de Posicionamiento Global "GPS" que fue diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos (UsDoD). El objetivo básico era sustituir al sistema Transit, como sistema de ayuda a la navegación y posicionamiento global.

Al igual que EEUU, la antigua URSS diseñó su propio sistema conocido como GLONASS, pero este no está operativo al 100 %. Europa a su vez está diseñando un sistema de características similares llamado GALILEO, que tardará unos años en ser operativo.

El sistema GPS nos permite conocer con precisión las coordenadas de cualquier lugar del mundo, y permite auxiliar la conducción o la navegación.



La idea es muy básica, unos satélites en el espacio, de los cuales se conocen sus coordenadas y precisión, un oscilador en el satélite que emite una señal, y que esta es detectada en la Tierra, como se conoce la velocidad de propagación y se mide el tiempo desde que sale la señal del satélite hasta que llega al receptor, se puede determinar la distancia entre satélite y receptor. Si se mide a la vez a tres satélites, el programa de determinar las coordenadas del receptor es muy simple geométricamente. Adquiere una cierta complejidad pues la velocidad de propagación pasa por un medio atmosférico que retarda la señal, existiendo otros errores que si no se corrigen tan solo se obtienen las coordenadas aproximadas.

La precisión del GPS puede oscilar desde cm o mm, hasta varios metros, depende del tipo de receptor, y del sistema de trabajo.

Geodesia

La geodesia es la ciencia de la medida de las dimensiones de la Tierra.

La imposibilidad de expresar la forma de la Tierra mediante un modelo matemático, lleva a definir un concepto llamado Geoide, y es un esferoide tridimensional aunque constituye una superficie equipotencial (nivel) imaginario que

resulta de superponer la superficie de los océanos en reposo y prolongado por debajo de los continentes Pero las irregularidades de masas de la Tierra hace que el geode no sea una superficie regular.

Se pensó en establecer una figura de fácil desarrollo matemático que se aproxime al geode, para poder realizar la proyección de los puntos del terreno sobre una superficie plana y elaborar mapas y planos, entonces se eligió un elipsoide de revolución que se adopta al geode y viene definido por unos parámetros matemático, denominándose **Elipsoide de referencia**. Durante muchos años cada país adoptó un elipsoide que se ajustaba mejor a su territorio, surgiendo elipsoide locales. En la actualidad debida, fundamentalmente a los sistemas de posicionamiento global, se adopta un elipsoide internacional.

El **Datum** geodésico esta definido por un elipsoide de referencia y un punto fundamental en el que coinciden las verticales al geode y al elipsoide.

Es frecuente adoptar dos datos un Datum vertical y un Datum Horizontal.

La cartografía estudia los sistemas de proyección para establecer una correspondencia matemática entre los puntos del elipsoide y sus transformados en un plano. Al conjunto de métodos se le llaman **proyecciones cartográficas**. Existen diversos tipos de proyecciones, y una de ellas es la proyección cilíndrica. Esta consiste en colocar un cilindro tangente a la Tierra por el ecuador. Se proyectan los puntos de la Tierra sobre el cilindro y posteriormente desarrollamos el cilindro. Según se coloque el cilindro tenemos a su vez varias proyecciones. Un caso es la proyección cilíndrica transversa de Mercator y dentro de este tipo tenemos la proyección transversa de Mercator. Esta proyección constituye la base de la **Proyección UTM** (Universal Transversa de Mercator).

En la proyección UTM, la Tierra esta dividida en 60 partes o **Husos**, es decir en 60 partes iguales de 6 grados cada una, que se empiezan a contar y dividir a partir del meridiano cero o de Greenwich. En ella los valores de coordenadas Y están tomados considerando el cero en el eje del Ecuador, y el valor de las coordenadas X, se toman a partir de la meridiana central de cada huso. Pero para que no haya valores negativos se le suma un valor de 500.000 por el valor de origen en las X.



Sistemas de Información Geográfica

Sistema compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación.

Metadatos

Hasta hace muy poco, los datos no ofrecían garantías de su calidad, por lo que el usuario quedaba expuesto a lo que el suministrador de los datos le dijese. Para paliar esto, en los últimos años se está imponiendo la costumbre de acompañar a los datos geográficos de información acerca de la información misma, información que hace más fiable la utilización de los datos geográficos que la posean. A estas "credenciales" se las denomina metadatos, conocidos también por la expresión "datos de los datos". Así pues, sería recomendable que este tipo de información acompañara en todo momento a los datos geográficos para garantizar ciertas características que no provoque su mal uso y por extensión unos malos resultados.

Así, por ejemplo, los metadatos incluirán información sobre el organismo productor de los datos, su marco de referencia (datum, sistema de proyección, etc.), datos gráficos y temáticos contenidos, calidad de los datos, medio de adquisición y de distribución, etc.

Infraestructuras de Datos Espaciales

En los últimos años, el creciente interés en la utilización de la información geográfica para el desarrollo sostenible ha llevado a muchos países y organizaciones a adoptar una combinación de técnicas, políticas y mecanismos encaminados a compartir información espacial a través de sus grupos de trabajo. Estos mecanismos son conocidos como Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). Las IDE incentivan la capacidad de los países, los gobiernos locales y las organizaciones para compartir conocimientos e información espacial. El Open Geospatial Consortium (OGC) es organismo impulsor de los metadatos, los lenguajes y los formatos utilizados para el intercambio de consultas y datos, y el proyecto INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe) la iniciativa que propone normativas de carácter comunitario



relacionados con la información geográfica para la Unión Europea. El estudio de la iniciativa INSPIRE y de las IDE de carácter público plantean la evolución de los Sistemas de Información Geográfica a clientes de IDE.

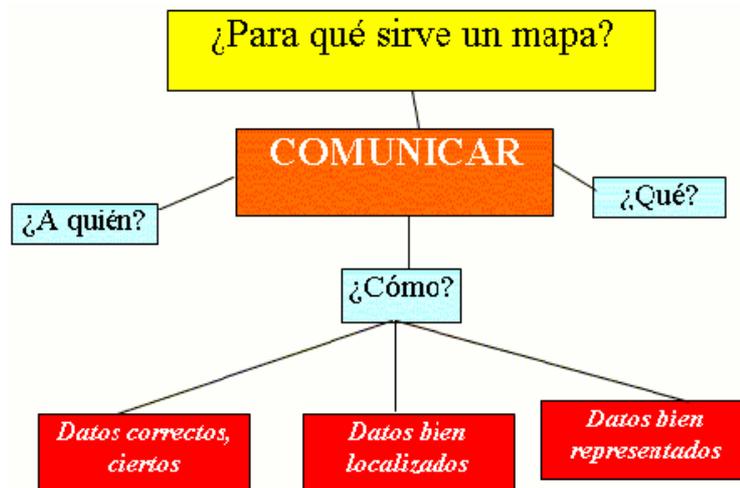
2. CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

Un mapa sirve para comunicar. Esta es una idea básica que debe mantenerse en mente siempre que se trabaja con mapas si queremos que nuestra labor sirva para algo. Para ello nos fijaremos en cuatro grandes grupos de cuestiones:

- El tipo de información que podemos introducir en un mapa,
- Qué características de esa información son las más relevantes,
- El tipo de símbolos que podemos emplear y
- Las variables visuales o gráficas que podemos emplear.

¿Para qué sirve un mapa?

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) gestionan y operan con información geográfica y por tanto buena parte del resultado de sus operaciones son mapas o planos. Conocer cómo han de ser dichos mapas para que cumplan su función resulta fundamental para que el trabajo realizado sea de verdad útil. Pero ¿para qué sirve los mapas ?



Los mapas deben servir, principalmente, para comunicar y son, por tanto, herramientas de comunicación. Su función es mostrar en qué lugar se halla tal cosa o como se distribuye aquel fenómeno. Como cualquier otro medio de comunicación los mapas tienen sus normas, algunas lógicas y otras perfectamente arbitrarias pero que han de ser respetadas si se quiere lograr una buena comunicación. Olvidarnos de esta

premisa lleva a errores mucho más serios de lo que uno puede imaginar. En muchos casos a tomas de decisión incorrectas.

Dado que el mapa es un instrumento de comunicación es fundamental saber quien será el usuario del mapa, para quien va dirigido o para qué va a servir. No necesariamente un mapa complicado es mejor que uno simple, ni al revés. Todo dependen de quién lo ha de utilizar y para que lo va a emplear.

¿Qué condiciones o cualidades ha de cumplir un buen mapa ? El buen mapa debe resolver de forma adecuada tres tipos de cualidades: las semánticas, las geométricas y las semióticas. Es decir, un mapa será correcto si :

- Los datos que presenta son correctos.
- La información está posicionada correctamente, con el grado de precisión que la escala requiere.
- La información está presentada de forma que su lectura e interpretación resulta clara y sencilla.

¿Cómo son los datos geográficos que se representan en un mapa?

Un mapa nos aporta información sobre la localización espacial de elementos existentes en el espacio. En realidad, cualquier elemento representable en un mapa podrá ser entendido como un fenómeno puntual o de lugar (pozos, torres eléctricas, nidos, ciudades, minas, vertederos, etc.), como un fenómeno lineal (ríos, carreteras, caminos, fronteras, lindes de propiedad, etc.), zonal o superficial (usos del suelo, litologías, áreas afectada por una epidemia, nacionalidad, área de una lengua, etc.) o volumétricos, es decir que transmita una magnitud (precipitaciones, cota del terreno, masas de aire, caudal de agua, producción industrial, flujo de emigrantes, número de habitantes, etc.

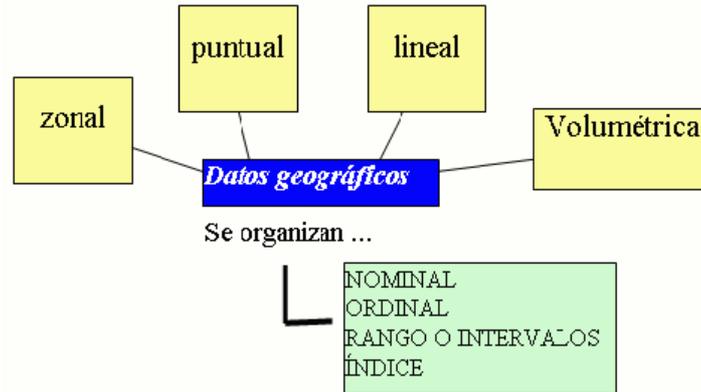
La definición de cómo es un elemento que ha de ser incluido en un mapa depende en buena medida de la escala del mapa en el que se va a incluir. En sentido estricto la realidad de los elementos tangibles, reales y visibles son siempre volumétricos: una ciudad, una poste eléctrico, un río, un camino, o cualquier otro elemento que podamos considerar presenta tres dimensiones. Sin embargo, si tales fenómenos se analizan a escalas pequeñas, se pueden considerar como elementos puntuales o lineales. De hecho, los elementos geográficos no son en si puntuales, lineales, zonales o volumétricos, sino que lo son dependiendo de la escala. Así, por

ejemplo la representación de la ciudad de Caracas sobre un mapa 1:10.000.000 es un punto, pero sobre un mapa 1:50.000 es una superficie. Cuando analizamos los datos geográficos que deseamos introducir en un mapa debemos tener claro por tanto a qué escala han de representarse.

Además de la escala es esencial cómo se ha organizado la información que se desea transmitir, distinguiendo si lo que se desea transmitir es que hay elementos que son distintos entre ellos o si se desean establecer categorías entre ellos.

La información puede escalarse en cuatro niveles:

- Nominal o cualitativa: en la que se indica qué es cada elemento representado pero no se categoriza, únicamente se expresa la localización de un fenómeno específico. El principal objetivo será, por tanto, remarcar las diferencias entre los distintos elementos representados. Por ejemplo, un mapa de las ciudades de Venezuela indica dónde se encuentra cada ciudad, un mapa litológico muestra qué tipo de roca hay en un lugar determinado.
- Ordinal: la información se presenta categorizada, destacándose que hay elementos de orden superior y otros de orden inferior, pero sin cuantificar la relación entre ellos. El principal interés radica en establecer una ordenación entre los distintos elementos mostrados. En el mapa de ciudades se puede distinguir entre capital del país, capitales de región, capital de estado y municipio. Se establece una diferenciación de categoría pero dicha categoría no queda reflejada por un valor numérico.
- Intervalo: la información se categoriza y los datos se subdividen en rangos definidos cuantitativamente. En el mapa de ciudades se distinguen cuatro niveles según el número de habitantes que tenga: > 1.000.000, entre 1.000.000 y 500.000, entre 500.000 y 250.000 y < de 250.000
- Índice: Se pretende que en el mapa quede representados cada elemento según un valor numérico. Es decir, cada ciudad quedará representada mediante un símbolo proporcional a su número de habitantes.



A la hora de formar el mapa es fundamental tener qué clase de información se desea transmitir como primer objetivo, sobre todo si lo que se pretende es distinguir unos elementos de otros o si se desea categorizarlos (ordinal o numéricamente) ya que la forma de representarse es muy distinta.

El mapa, ya sea en papel o sobre la pantalla del ordenador presenta una limitación fundamental respecto a la realidad y es que se trata de una realidad bidimensional mientras que la realidad es tridimensional. Por tanto debemos tener claro que la realidad -puntual, lineal, zonal o volumétrica- solo podrá ser representada en dos dimensiones, es decir, como puntos, líneas o áreas o superficies. Los volúmenes no podrán ser representados en sí mismos, sino que se tendrán que utilizar distintas variables gráficas que expresen la existencia de dichos volúmenes o magnitudes, pero sobre puntos, líneas o áreas.

Es importante destacar que no hay necesariamente siempre una relación entre el tipo de fenómenos y la simbología que se emplee en la confección del mapa.

La transmisión de la información se conseguirá combinando una serie de variables visuales que permitirán expresar aquella información que desea ser comunicada. Una variable visual es un conjunto de parámetros gráficos que define el carácter de un símbolo. Las variables visuales que se utilizan principalmente son:

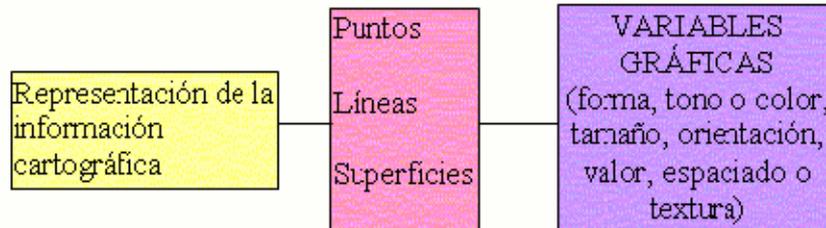
- La forma: modificando la forma de los símbolos se facilita la interpretación de qué elementos son distintos y cuáles idénticos o semejantes; en algunos casos pueden sugerir la naturaleza de dichos elementos. El cambio de forma se utilizará fundamentalmente en símbolos puntuales y lineales, siendo menos habitual su empleo en los zonales. En el caso de los zonales lo que podemos encontrar es símbolos puntuales de una forma determinada

que rellenan un polígono o área determinada. Este tipo de variable permite distinguir unos elementos de otros o para facilitar asociaciones entre los elementos que aparecen en el mapa, pero no sirve para categorizar u ordenar dichos elementos.

- **Orientación** : hace referencia a la diferencia de ángulo entre dos líneas. Siempre se refiere a símbolos lineales, aunque se aplique a fenómenos puntuales, lineales o zonales. Su empleo se orienta a la distinción o asociación de elementos, pero no a su ordenación o categorización. Conviene no hacer demasiadas distinciones -lo normal es cuatro- ya que un mayor número generaría dificultad interpretativa en el lector.
- **Espaciado o textura**: cuando se elabora un signo mediante una disposición de marcas, como por ejemplo una serie de puntos o líneas, su espaciado puede ser variado.
- **Tono o color** : es una de las variables visuales más empleadas en cartografía dada la gran riqueza expresiva que tiene. Las variaciones tonales, en las que no se detecta gradación resultan extraordinariamente útiles para establecer diferencias o semejanzas entre los elementos que aparecen en un mapa. En muchos casos, algunos colores tienen un "significado" en sí mismo, que siempre que se pueda se ha de respetar. Así, el azul se suele relacionar con el agua (una línea azul, un río ; una gran mancha azul, un lago, ...), el verde, con la vegetación, etc. Por tradición, algunas ordenaciones de color tienen, asimismo significado. Así una gradación que va de verde, marrón claro, marrón oscuro, se suele asociar con alturas del terreno cada vez mayores. También gradaciones que se mueven del azul al rojo, se suelen entender de más frío a más húmedo. Así pues, si no se utilizan gradaciones, la variable color sirve para mostrar las semejanzas o diferencias entre elementos ; si se utilizan gradaciones, entonces el color señala grados, es decir, niveles de una ordenación que puede ser o no cuantitativa.
- **Tamaño** : los cambios en la dimensión de los símbolos cartográficos permiten que el usuario advierta variaciones cuantitativas. Su empleo resulta muy expresivo para mostrar la ordenación de los valores. Se utiliza para representar volúmenes mediante símbolos puntuales y lineales. No

puede emplearse para representar áreas (alteraría la precisión geométrica del mapa).

- Valor : Es la sensación de claridad u oscuridad que tiene un tono uniforme. En el caso del blanco y negro haría referencia a la progresión continua de niveles de gris. Es una variable muy útil para expresar ordenación -grado o categorías- y se emplea con gran eficiencia en la simbología zonal, y de forma mucho más limitada en la lineal y puntual.

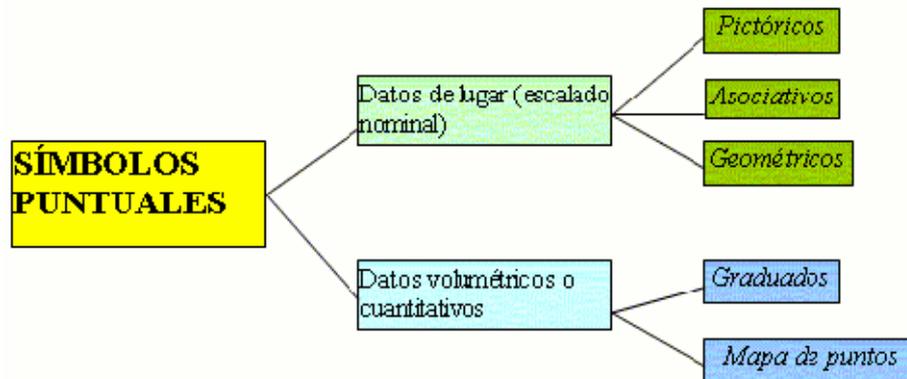


Si se desea lograr una buena comunicación resulta esencial respetar las indicaciones señaladas en la figura siguiente:

	<i>símbolos</i>	<i>puntuales</i>	<i>lineales</i>	<i>zonales</i>
<i>variables</i>				
TAMAÑO				
VALOR				
COLOR				
TEXTURA				
ORIENTACIÓN				
FORMA				

La variable tamaño se ha de utilizar para mostrar datos cuantitativos (de rango o de índice). La de valor se empleará para datos con un escalado ordinal o en rangos. Textura, forma y orientación se emplearán para diferenciar elementos, es decir, para mostrar datos con un escalado nominal. El color, se utilizará de forma análoga al valor en el caso de tratarse de una gradación de colores o, si no hay gradación, se utilizará para mostrar datos escalados nominalmente. En algunos casos, ha de tomarse en consideración que los usuarios de los mapas hacen interpretaciones fijas de ciertos colores y que, en para algunos mapas temáticos, hay colores ya estandarizados (por ejemplo en geología el verde significa era Cretácica, el azul Jurásico, etc.).

¿Cuándo utilizar símbolos puntuales?



Cuando pretendamos referenciar alguna característica a un lugar específico. Sin embargo, no necesariamente los símbolos puntuales se asocian a los datos de lugar o punto. Los símbolos puntuales se utilizarán :

- Para referenciar datos de lugar, con información cualitativa (escalado nominal)
- Para asignar un volumen o magnitud dada -es decir, información cuantitativa- referenciada a un punto concreto o a un área dada.

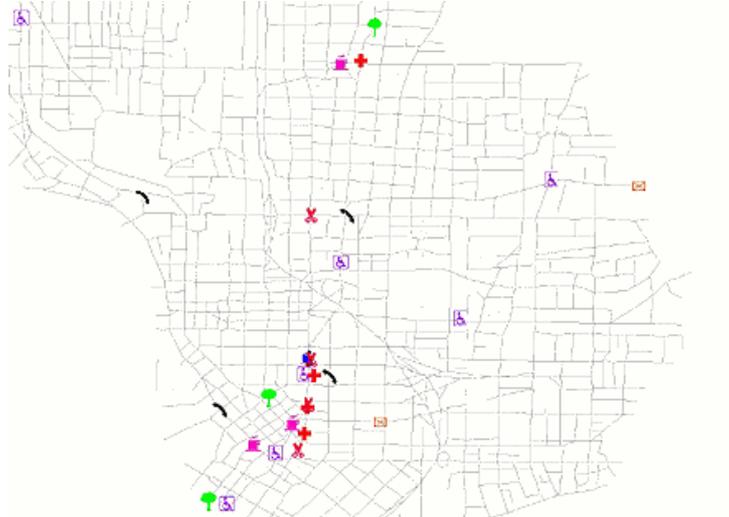
Las características que deben tener los símbolos puntuales cuando se utilizan para definir datos de lugar son:

Dado que los datos de lugar expresan distinción o diferencias entre unos elementos y otros, hay que emplear variables visuales que expresen tales cualidades. Si analizamos lo expuesto anteriormente se observa que se tendrá que utilizar la variable forma, tono o color o la orientación. De todas ellas, la más utilizada y más expresiva es la forma, si bien su uso puede combinarse con las otras, para de así mejorar la expresividad, mostrando distintos grados de asociación entre los elementos.

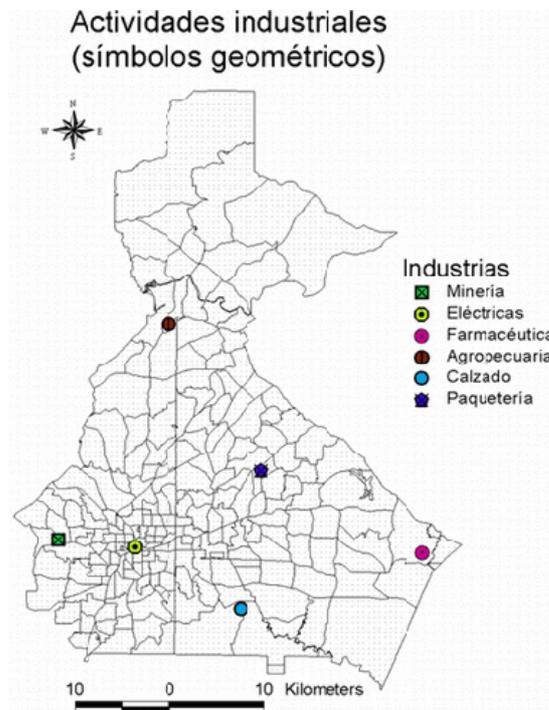
Son muchas los tipos de signos puntuales que pueden utilizarse, sin embargo conviene distinguir tres tipos que serán utilizables según el tipo de usuario al que se dirija el mapa :

Símbolos pictóricos : aquellos que por su propia forma resultan suficientemente expresivos y por tanto no requieren de una leyenda adjunta. Es difícil de crear, por lo que su introducción puede resultar más o menos compleja. Es el tipo de signo lógico que hay que utilizar cuando el mapa se dirige a todo tipo de usuarios sin distinción. En la imagen se muestra un ejemplo en el que aparecen indicados una serie de servicios

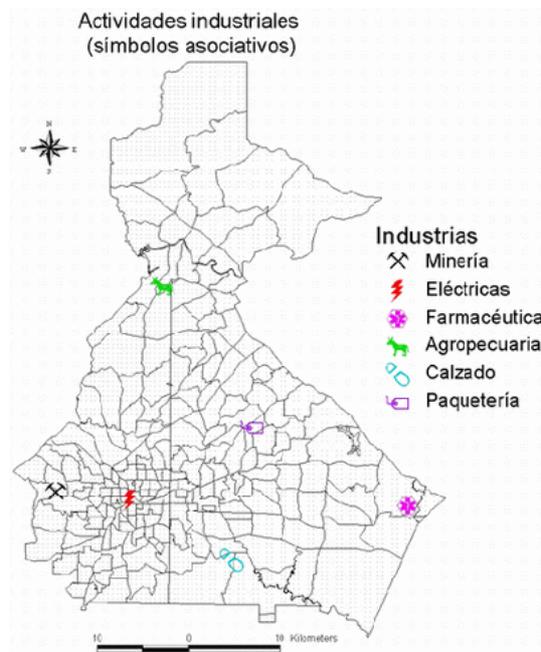
(parques, cafeterías, tiendas de ropa, lugares donde aparcar los minusválidos, teléfonos, etc.) sobre un callejero urbano. Por las propias características de los símbolos no se precisa leyenda.



Símbolos geométricos : son signos muy simples formados por trazos geométricos, muy sencillos de diseñar y de implementar en un mapa. Su empleo requiere necesariamente de leyenda. Estos símbolos es lógico emplearlos si el mapa ha de ser utilizado por pocos usuarios con un cierto nivel de formación.



Símbolos asociativos : se trata de símbolos que pueden relacionarse fácilmente con algunos fenómenos determinados. Su uso no requiere necesariamente el empleo de leyenda, pero su introducción puede ser conveniente. En el caso de los asociativos su lectura resulta mucho más intuitiva, pero conviene que lleve leyenda.



En todos los casos el cambio de forma supone una manera de distinguir distintos tipos de elementos. Asimismo, el empleo del color ayuda a establecer relaciones asociativas entre los distintos elementos.

¿Qué formas hay de utilizar los símbolos puntuales para expresar una magnitud (propiedad volumétrica)?

Fundamentalmente dos:

- Si se aplica a un punto dado, será el mapa de símbolos graduados: sobre un punto se coloca un símbolo -generalmente geométrico- cuyo tamaño indica la magnitud que refiere.
- Si se aplica a un área o superficie, será el mapa de puntos: en el que a un área o superficie se le introducen una cantidad de pequeños puntos proporcional a la magnitud que refiere.

¿ Cómo se ha de hacer un mapa de símbolos graduados?

En el mapa de símbolos graduados se utilizan variaciones en el tamaño de los símbolos para expresar cantidades o volumen asociado a un punto. El punto puede ser un lugar específico o el centro de gravedad de una superficie dada. Este tipo de simbología tiene sentido aplicarla en escalados de índice y de rango. El símbolo graduado utilizado por excelencia es el círculo, ya que es el más sencillo de diseñar; el área del círculo la podemos hacer proporcional al valor del dato estableciendo una relación entre el valor del dato y el cuadrado del radio del círculo. Sin embargo, además del círculo también se pueden realizar con otro tipo de símbolos (cuadrados, triángulos, etc.).

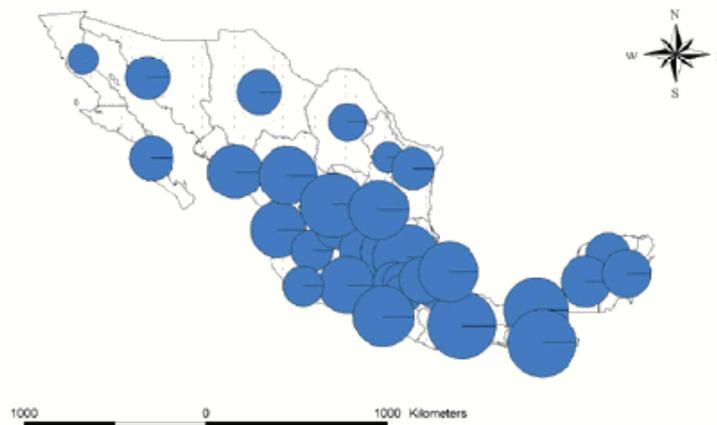
En estos momentos muchos SIG permiten la creación de mapas de símbolos proporcionales de una forma sencilla. Sin embargo, tanto por procedimientos automatizados como en la forma tradicional se han de tener en cuenta algunas limitaciones y consideraciones:

- Antes de generar los símbolos es ineludible conocer la serie estadística de los datos y saber en cuantos rangos se ha de dividir. En ningún caso es razonable hacerlo con un número superior a los 9 rangos (siendo mucho más conveniente utilizar sólo 5). Para establecer los rangos es preferible utilizar rupturas naturales en la serie de datos que simples divisiones en rangos de igual intervalo.
- Si se pretende utilizar una escala en índice es importante introducir una leyenda que ayude a interpretar cuantitativamente los datos mostrados en el mapa.
- En el caso de los escalados de índice aunque lo lógico es que el radio del círculo graduado sea proporcional al cuadrado del dato, es importante destacar que el lector tiende a infravalorar esta proporción, es decir un círculo con el doble de área no "da la impresión" de tener el doble de área.
- Si el rango de variación de datos es muy elevado, habrán símbolos excesivamente pequeños y otros demasiado grandes. Una solución pasa por utilizar símbolos distintos para los valores que se desvíen mucho del resto. Por ejemplo si se desea hacer un mapa de población de ciudades y hay algunas con valores muy elevados y otras muy bajos, se pueden presentar todas aquellas con valores extraordinariamente bajos con un

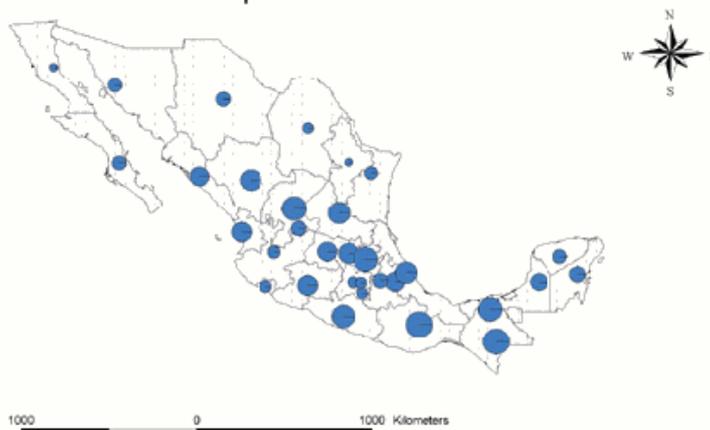
simple punto -a ser posible de otro color para que se detecte que es un símbolo distinto- y el resto con símbolos graduados.

- Si los símbolos se hacen muy grandes, el lector del mapa puede adquirir una visión equivocada de que hay mucho de lo que expresamos, por el contrario si introducimos símbolos muy pequeños, que dejan amplios espacios vacíos el error puede venir de generar la sensación contraria.
- Un problema grave se da en las zonas en las que los símbolos tienden a superponerse. Utilizar símbolos transparentes puede ser una solución. En todo caso, los símbolos pequeños siempre han de superponerse a los grandes.

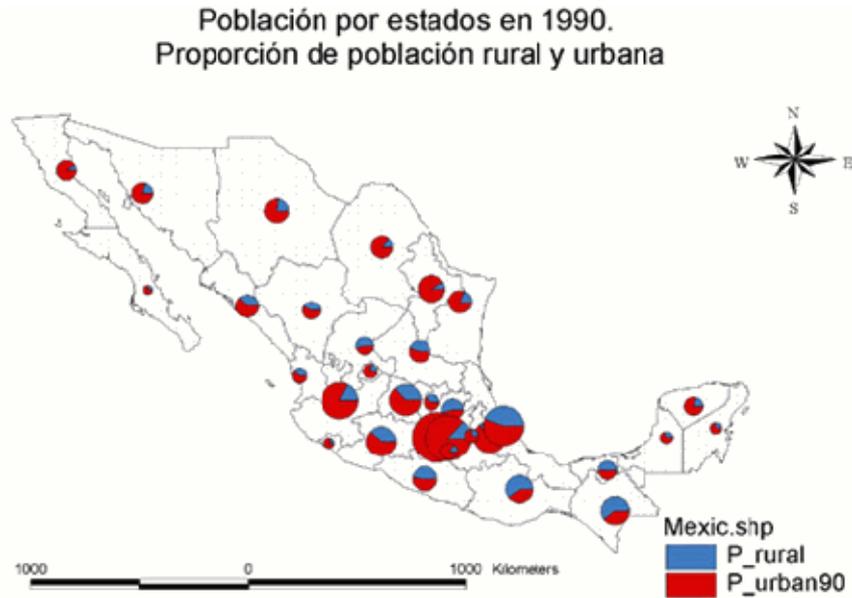
Población rural por estados en 1990



Población rural por estados en 1990



La principal dificultad para utilizar este tipo de mapa estriba en que exista una gran dispersión de valores a representar.



La utilización de símbolos graduados permite mostrar no solo para expresar cantidades sino también, dentro de una cantidad, la proporción de distintos tipos de elementos mediante el empleo de datos proporcionales, lo que lo convierte en una herramienta extraordinariamente expresiva para mostrar datos cuantitativos.

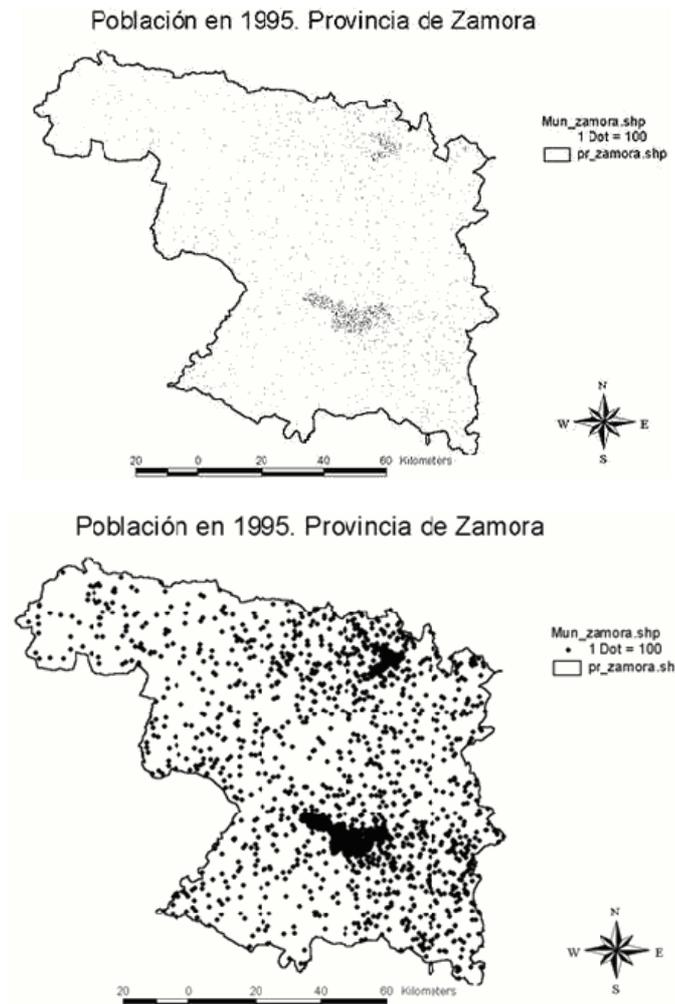
Se pueden utilizar símbolos graduados para expresar, además de magnitudes y proporciones de dichas magnitudes, datos direccionales e incluso temporales.

¿Qué es y cómo se hace un mapa de puntos?

Es un tipo de mapa en el que las magnitudes referidas a un área determinada son representadas por la densidad de puntos que se distribuyen en dicha superficie. En este tipo de mapas cada punto es igual al otro y su ubicación trata de mostrar la ubicación de la distribución. Así pues, el mapa de puntos nos permite mostrar los detalles de carácter locacional con mayor claridad que cualquier otro tipo de mapa, dado que permiten aproximar la distribución de puntos sobre las áreas en las que de hecho se produce los fenómenos que se desean representar, no introduciendo ningún punto sobre áreas donde hecho no pueden darse. Por ejemplo si se tienen datos de población de una región dada, puede distribuirse puntos por todos los lugares excepto

por allí donde por las condiciones naturales no puede vivir nadie (áreas de muy fuerte pendiente, lagos, áreas de alturas extremas, etc.).

A diferencia de lo que sucede con los mapas de símbolos graduados en el mapa de puntos el cartógrafo no ha de hacer ningún cálculo, pero deberá tener en consideración el tamaño del punto, su valor o carga y cómo distribuirlo para que el mapa final sea expresivo de la distribución del fenómeno.



- El tamaño de los puntos (diámetro). Puntos demasiado gruesos en lugares muy llenos hacen que los puntos se monten formando grandes manchas negras; por el contrario, puntos excesivamente pequeños provocan que prácticamente no se distingan y da sensación de vacío. Es fundamental elegir un tamaño de punto suficiente para que pueda ser distinguido, pero que a su vez en la mayor parte de los casos permita la individualización de cada uno de los puntos.

- El valor o carga del punto: Según la carga que se le asigne el número de puntos que se presentará será mayor o menor. Elegir una carga baja puede implicar que en los lugares con elevada concentración de un fenómeno los puntos no puedan individualizarse y formen una mancha, por el contrario, una carga excesivamente elevada, implicará que amplias áreas queden sin poder ser representadas, dando una falsa sensación de vacío. Se ha de buscar un equilibrio, de manera que no queden vacíos demasiado exagerados, ni zonas excesivamente cargadas.
- La ubicación del punto: dado que la principal ventaja del mapa de puntos frente al mapa de símbolos graduados es que permite aproximar de forma más expresiva la distribución del fenómeno, no es conveniente hacer una distribución homogénea de los puntos sobre el distrito que se considera. Caso de hacerlo sería lo mismo que si asignásemos el valor de un distrito a un punto central. Para realizar un mapa de puntos deberemos conocer -al menos con cierta aproximación- la distribución de fenómenos en la realidad o, al menos, alguno de los factores limitantes para dicho fenómeno. Las áreas en las que se dan esos factores limitantes han de quedar libres de puntos, concentrándose éstos en el resto del distrito considerado.

Es importante destacar que el mapa de puntos es un mapa que se hace con un escalado de índice, la cantidad de puntos asignadas a un polígono dado se relaciona directamente con el dato exacto que pretende mostrarse. Sin embargo, el usuario hace de él una lectura ordinal, es decir, capta dónde hay mayor o menor cantidad, pero nunca se dedica a contar cuantos puntos hay y a tratar de averiguar su magnitud. Los mapas nunca suplen las estadísticas, sino que cumplen otra función, permiten detectar la distribución geográfica de los fenómenos.

¿Cómo se representan los datos literales? ¿Cuándo emplearemos símbolos lineales?

Existen en la realidad datos lineales de muchos tipos (líneas de costa, ríos, acequias, lindes, límites fronterizos, flujos de emigración, carreteras, líneas férreas, etc.). Dentro de todos los grupos posibles algunos de ellos son perceptibles en la realidad (línea de costa, ríos, caminos, etc.), mientras que otros son fenómenos

abstractos (límites, fronteras, flujos comerciales, etc.). Todos ellos tenderán a representarse mediante símbolos lineales.

Asimismo, dichos fenómenos, como el resto de los fenómenos de la realidad pueden presentarse de forma:

- nominal: línea de costa, ríos, carreteras, líneas férreas, etc.
- ordinal: carreteras nacionales, autonómicas, provinciales, comarcales, locales, etc.
- de rango o índice: flujos de emigración, volumen de tráfico por carretera, etc.

En realidad, en este caso se trata de datos volumétricos pero en los que la magnitud que se representa sigue una trayectoria lineal.

Los símbolos lineales, sin embargo, además de servir para representar fenómenos lineales -cualitativos o cuantitativos- también se utilizan para representar fenómenos volumétricos distribuidos por todo el territorio. En este caso se utilizan como isolíneas, es decir, cuando cada línea representa una magnitud y en su análisis conjunto permite detectar la forma y el volumen del fenómeno que se representa (sería el caso de las curvas de nivel para representar el relieve, las isobaras para representar la presión atmosférica, etc.).

En el caso de la representación de fenómenos lineales, es muy importante si se desea lograr una correcta comunicación atender al escalado de los datos. Si la pretensión es mostrar elementos atendiendo a su naturaleza, pero no a su magnitud o a su categoría o nivel, las variables gráficas que habrá que combinar son la forma y el color de la línea.

Como en tantos otros casos en cartografía hay normas o directrices que son convenientes seguir, pero no hay normas estrictas. Veamos alguna de ellas :

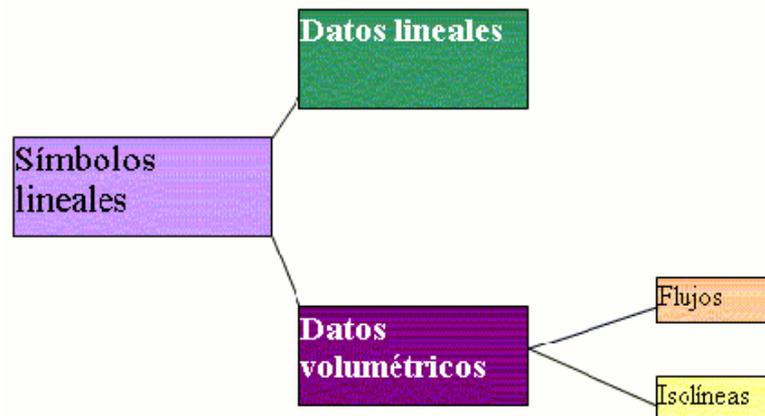
- Como norma general los elementos reales que existen y que por tanto se pueden ver en el paisaje serán representados mediante líneas continuas mientras que aquellos elementos no perceptibles directamente en el paisaje se trazarán con líneas discontinuas. Así, por ejemplo, los caminos, los ríos, la línea de costa, las líneas de ferrocarril, líneas de alta tensión, etc., serán trazadas con líneas continuas. Fronteras, lindes de propiedad, límites de cuencas de drenaje, etc., que no se ven en el terreno, se trazarán utilizando líneas discontinuas. Un caso especial es el de los cursos fluviales que se

trazan en línea continua si son flujos perennes de agua y como discontinuo si son flujos espasmódicos.

- Se suele tender a que la forma del objeto lineal sea lo más sugerente posible : así una línea de ferrocarril se suele indicar con una línea negra continua entrecortada por pequeños trazos que sugieren las traviesas que hay entre las vías.
- Siempre que sea posible, los colores se emplean de forma que también sugieran al lector lo que se pretende representar : así, los elementos asociados a las aguas se representarán en azul (ríos, barrancos, costas, ...), los relacionados con la vegetación en verde (como los cortafuegos, etc.).
- Si el mapa se hace con un único color, el empleo de otro color para algo específico le da una importancia singular. Así, por ejemplo, si señalamos ríos contaminados todo puede estar en azul pero los tramos contaminados en rojo.

Para representar los elementos lineales con escalado ordinal se utilizará la variable tamaño, expresando con líneas más gruesas aquellas que sean más significativas. La mayor significación de una línea puede quedar reforzada dándole a las líneas más importantes no solo mayor grosor sino también un tono más llamativo.

El empleo de símbolos lineales para expresar magnitudes



Se hará mediante el mapa de flujos (si esas magnitudes están referenciadas a una trayectoria fundamentalmente lineal) o mediante isolíneas (si la magnitud hace referencia a un volumen que se distribuye por toda la superficie).

Para representar mapas de flujos la variable que más se utiliza es el grosor de la línea. Un mayor grosor de la línea se asume que representa un flujo de mayor magnitud. Los flujos pueden expresarse mediante líneas rígidas o curvas.

Generalmente las líneas curvas se emplean para mostrar trayectos que no siguen una línea real (y por tanto identificable en la realidad), como por ejemplo los flujos de emigración, flujo comercial de un país a otro, volumen aportado a través de líneas marítimas. Las líneas rígidas señalan líneas que siguen siempre un itinerario concreto (y que de hecho suele existir en la realidad), por ej. flujos comerciales por carretera o ferrocarril, caudales medios en los ríos, etc.

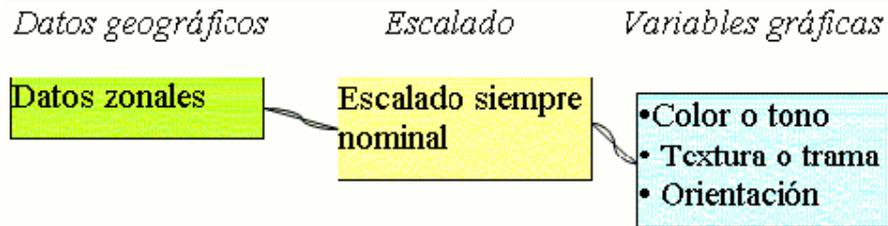
En ocasiones la sensación de dirección, propia de los flujos, se señala mediante flechas. En el caso de existan líneas tributarias (afluentes que incrementan el caudal de un río, líneas comerciales que se unen en una ciudad y continúan, etc.), es importante enlazar suavemente para favorecer el concepto visual de movimiento.

Además del grosor se puede conjugar con la forma (línea continua, discontinua, etc.), para incrementar la sensación de diferencia. El empleo de distintas formas o colores acentúa la distinción y favorece que nos fijemos en las líneas que cambian. Esto puede emplearse para conjugar grupos de flujos de dimensiones muy distintas.

La representación de volúmenes mediante símbolos lineales se fundamenta en otorgarle a cada una de las líneas que se emplean en la representación un valor. Así pues, cada línea une puntos con igual valor. El análisis conjunto de todas las líneas permite mostrar el volumen del conjunto presentado. A las líneas que unen puntos de igual valor se las conoce con el nombre genérico de isolíneas.

Siempre se parte de datos puntuales distribuidos más o menos homogéneamente por el territorio. A partir de dichos datos se definen unos intervalos que muestren o expliciten suficientemente la distribución (los valores de los límites del intervalo no necesariamente han de pasar por un punto con dato). Finalmente, se trazan las líneas de dicho valor. Para trazar las líneas previamente hay que localizar los lugares por los que va a pasar mediante la interpolación del valor que se busca partiendo de los datos originales.

¿Cómo se han de emplear los símbolos zonales?



Al igual que sucede con los símbolos puntuales y lineales, resulta fundamental distinguir si la información que se pretende presentar es de carácter nominal - cualitativa- o si es ordinal y/o cuantitativa. En el primer caso habrá que hablar de representación de datos zonales o superficiales. En el segundo, sobre todo si se habla de información cualitativa, en sentido estricto, se representan magnitudes asignadas a áreas.

¿Qué variables visuales se utilizarán para representar datos nominales ?

Podemos utilizar aquellas que sirven para diferenciar o distinguir entre elementos que pueden emplearse sin modificar la esencia del mapa sobre superficies. Hay que tener cuidado de no provocar con las variables empleadas sensación de gradación entre los distintos polígonos ya que en ese caso el lector no entenderá sólo que un polígono es distinto al otro sino que uno es más importante que el otro. Por tanto, para símbolos zonales se utilizará :

- El color o tono
- La textura o trama
- La orientación

En todo caso, los tres grupos de variables se pueden utilizar de forma conjunta para de esta forma poder mejorar la capacidad comunicativa.

No debe utilizarse la variable forma, ya que si alteramos las forma del polígono modificaremos las forma de la región. Sí se puede, sin embargo, crear una trama formada por la conjunción de distintos tipos de símbolos puntuales.

El lector o usuario del mapa establece una jerarquía visual, ya que algunas variables se imponen sobre el resto. En concreto, el color o tono asignado a una superficie es la variable más significativa y que ejerce una mayor dominancia en el conjunto del mapa. Por ello, el empleo del tono o color ha de hacerse con cuidado. Hay que advertir asimismo que colores hay muchos pero que conforman familias de forma que el lector tenderá a establecer relación entre los colores de una misma gama ; ello

habrá de tenerse muy en cuenta a la hora de confeccionar un mapa. Asimismo ha de tenerse en cuenta a la hora de hacer mapas temáticos de determinados aspectos que existen disciplinas que tienen predeterminado el significado de los colores.

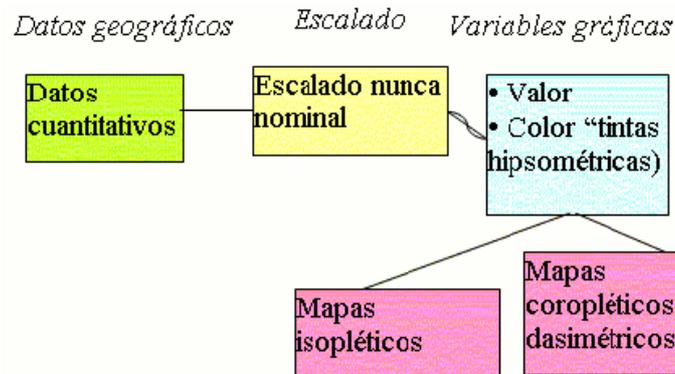
Las tramas, por su parte, pueden ser de muchos tipos. Su fuerza comunicativa, comparadas con el color es menor, pero dado que la trama puede estar hecha de la conjunción de símbolos específicos, éstos pueden resultar muy sugerentes por lo que su empleo puede ser muy recomendable. En el caso en que los signos que conforman la trama sean geométricos debe tenerse en consideración que el efecto visual que provoque no de sensación de gradación.

La orientación es un recurso muy sencillo de realizar pero presenta limitaciones. La más significativa es que no es conveniente utilizar más de cuatro niveles sin generar confusión. La segunda es que en todo caso la separación entre las líneas ha de ser igual en todos los niveles para no provocar sensación de gradación.

Para confeccionar un mapa con datos y símbolos zonales resulta fundamental establecer con claridad la leyenda que se va a utilizar y de qué forma se interrelacionan los elementos que se van a cartografiar; es fundamental establecer, si es que existe, agrupaciones de elementos según su afinidad. Los símbolos que se utilicen deberán dejar patente el grado de interrelación entre los elementos. La asignación de los símbolos debería, siempre que se pueda, presentar una lógica temática tanto en el empleo del color (lo verde significa vegetación, lo azul, agua, lo marrón, con poca vegetación, etc.) como en el de las tramas (así las tramas que siguen una pauta geométrica las utilizaremos para mostrar elementos de origen artificial y las que no siguen una pauta geométrica para los elementos de origen natural).

Si es posible, es conveniente utilizar todas las variables gráficas -y no sólo una- ya que de esa forma resulta mucho más sencillo mostrar no la interrelación entre los elementos.

¿Cómo se pueden representar datos cuantitativos mediante símbolos zonales?



La forma más habitual es utilizando la variable valor, es decir, mostrando mediante tonos cada vez más intensos una gradación que evidencia las diferencias cuantitativas entre los distintos polígonos considerados.

En este caso no debemos emplear la variable tamaño, ya que si engrandeciésemos o empequeñeciésemos un polígono se perderían las proporciones que necesariamente debe mantener un mapa para serlo. Existen, sin embargo, formas de representación que modifican el tamaño de los elementos, pero el resultado -que no cabe duda que es muy expresivo-no es un mapa en sentido estricto. Su realización, sin embargo es compleja, pero en ocasiones puede resultar interesante, sobre todo para usos educativos y/o periodísticos ya que permite reflejar desproporciones en la distribución de algunos fenómenos. Debe advertirse, sin embargo, que su empleo sólo es útil si el usuario al que va dirigido conoce la forma correcta y proporcionada de las regiones que se presentan. Por todo ello, repetimos que la forma más habitual de representar con símbolos zonales las variaciones cuantitativas es empleando la variable valor.

Para aplicar la variable valor lo que primero hay que analizar es la serie estadística que pretende ser representada y su dispersión. Suele ser muy elocuente hacerse un histograma que muestre las características de los datos que se van a representar, así como conocer alguno de los estadísticos básicos (valor máximo, mínimo, medio y desviación estándar). En estos momentos, la mayor parte de los SIG tienen opciones que permiten conocer esta información de forma automática.

Lo segundo es saber en cuántos rangos o intervalos va a ser dividida la información. Ello depende del nivel de distinción que se pretenda y, por otro, del usuario final al que va dirigido. A mayor número de intervalos más complicado resulta su comprensión. En todo caso, se ha de tener presente como norma, que no conviene superar nunca los nueve rangos o intervalos, dado que resulta muy complicado captar visualmente las diferencias de grado cuando hay muchos niveles.

Otro aspecto fundamental es decidir qué rangos o intervalos establecer, es decir, donde se fijan los límites de dichos intervalos. En principio habría que señalar que los intervalos equidistantes no siempre resultan los más descriptivos, siendo bastante más interesantes buscar las inflexiones o rupturas naturales de la serie. Algunos SIG permiten detectar de forma automática dichas rupturas para facilitar su representación.

La variable valor no es la única que se puede emplear, aunque sí es la que más posibilidades tiene; existen algunas excepciones que vale la pena destacar. La más significativa es el empleo de la variable color para expresar altitudes. Se aplican series de colores (verde para zonas más bajas, verdes amarronados, marrones claros a marrones oscuros y blanco) para expresar distintas altitudes. En muchos mapas físicos en atlas los podemos encontrar. Es una técnica muy expresiva para mostrar los principales accidentes del relieve.

Para aplicar la variable valor debemos considerar que:

- El valor se expresa por gradación de la intensidad del tono empleado. En todos los casos los tonos más claros -menos intensos- han de hacerse corresponder con los valores más bajos, mientras que los más fuertes con los valores más elevados.
- En algunos casos podemos emplear no solo un único tono sino dos tonos -series diacrómicas- mediante los cuales podemos hacer referencia a valores extremos. Por ejemplo, es de amplio uso y muy expresivo utilizar una serie diacrómica que vaya del azul oscuro al rojo oscuro para expresar la distribución térmica. En ese caso los tonos azules serán los más fríos, los más rojos los más cálidos y los tonos más claros corresponderán a situaciones intermedias.
- Los lectores de un mapa suelen hacer asociaciones de colores que obedecen al propio acervo cultural. Así, por ejemplo, cuando un mapa hace



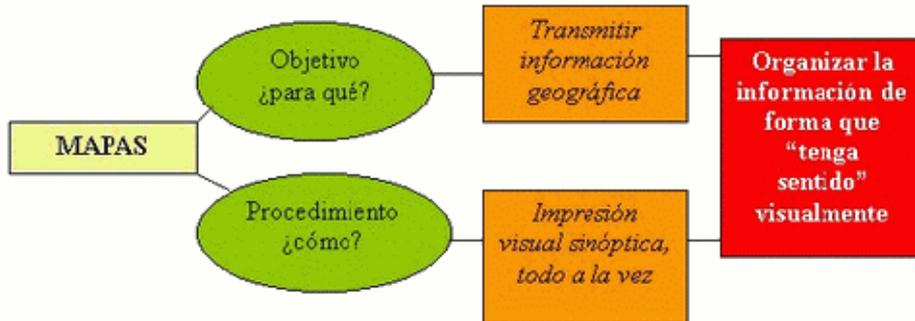
referencia a fenómenos que pueden asociar cierta negatividad, se tiende a establecer que aquello más oscuro es lo más negativo.

El mapa cuantitativo con simbología zonal no siempre se asocia a polígonos. De hecho hay al menos dos grandes grupos de mapas cuantitativos que emplean simbología zonal: el mapa coroplético y el mapa isoplético.

El mapa coroplético es aquel en el que las cantidades se asignan a superficies o polígonos predeterminados (una comarca, un municipio, provincia, etc.). En algunos casos, el polígono no hace necesariamente referencia a unidades preestablecidas, sino que quedan establecidas por el propio fenómeno que se desea representar -por ejemplo un mapa de pendientes presentado por rangos- en ese caso hablamos de un mapa dasimétrico.

El mapa isoplético es aquel que utiliza como base un mapa de isolíneas y utiliza símbolos zonales para resaltar determinados umbrales y facilitar la apreciación de gradientes reales.

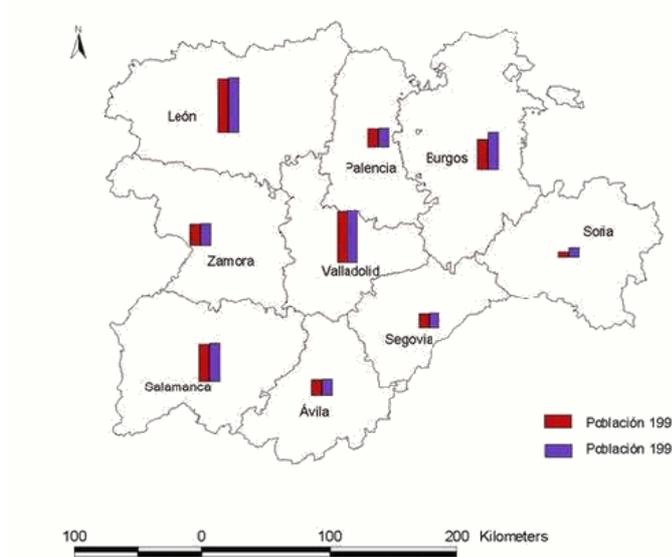
3. CARTOGRAFÍA TEMÁTICA II: EL DISEÑO CARTOGRÁFICO



Introducción al diseño cartográfico

Los mapas se deben hacer pensando en el objetivo fundamental: transmitir información geográfica. Los procesos de recogida de datos, simbolización, elección de escalas y proyección se enfocan hacia dicho fin. Todos los elementos existentes en un mapa están visualmente relacionados con todos los demás; si cambiamos un elemento los cambiamos todos.

Incremento de la población 1991-1995



Cuando observamos una representación de cualquier tipo, la procesamos perceptivamente. Ello implica la asignación de significado visual e importancia a los diversos signos y a las diversas formas, tamaños, orientaciones, valores, colores, etc. Como tendemos a rechazar la monotonía visual y la ambigüedad, "organizaremos" la

representación de forma que "tenga sentido" visualmente. Debemos hacer que el lector del mapa vea las señales gráficas de modo estructural: que algunas señales aparezcan destacando más que otras, que unas no anulen a otras, etc. Si las relaciones visuales entre los estímulos gráficos coinciden con las intenciones del cartógrafo se habrán establecido las bases para una comunicación efectiva.

Un riesgo importante y grave en el que podemos caer cuando operamos con un SIG es extraer mapas directamente, tal como vienen definidos por defecto en el programa. De esa forma no hay organización y puede quedar poco potenciada la comunicación.

Controles del diseño cartográfico



Antes de proseguir profundizando en las cualidades gráficas del mapa es importante seamos conscientes de aquellos factores que necesariamente influyen en el resultado final y que, por tanto, siempre han de ser tenidos en consideración:

- **Objetivo.** El propósito que rige la elaboración del mapa determina sus resultados.
- **Limitaciones técnicas.** Se refiere al modo en que se elabora el mapa.
- **Realidad.** La realidad espacial que va a ser cartografiada impone sus características (terreno muy accidentado o muy llano, con lagos o sin ellos, zona muy o poco poblada, etc.) y ello debe preverse a la hora de planificar un mapa o una serie de mapas.
- **Escala.** Cuando menor sea la escala más "alejado" estará del área representada el observador y esta sensación del armonizarse con el diseño

gráfico. Ahora bien, no podemos "empequeñecer" tanto los elementos que sean difícilmente observables. Si son demasiado pequeños no se introducen o se "exageran".

- Usuario. Los límites de conocimientos geográficos, familiaridad con convenciones simbólicas y gráficas y las limitaciones perceptivas de los lectores del mapa deben tenerse en cuenta.

Cualidades del diseño gráfico: calidad y legibilidad

La transmisión de información mediante signos (líneas, letras, tonos,...) requiere que éstos sean claros y legibles. Ello se logra mediante la elección adecuada de las líneas, formas y colores y mediante su proceso y correcta delineación. Las líneas deben ser claras, contrastadas y uniformes; los colores, formas y sombreados deben distinguirse fácilmente y registrarse de modo que encajen entre sí, y las formas no deben presentarse a confusión.

Un aspecto importante de la legibilidad es el tamaño: si una línea o símbolo es demasiado pequeño para apreciarlo no sirve de nada. En el caso de líneas o cualquier otro símbolo con longitud y anchura se puede reducir ya que la longitud realza la visibilidad. Otras características tales como colores en contraste o formas, pueden aumentar la legibilidad y la visibilidad. Ahora bien, a pesar de ello, si el tamaño del símbolo es excesivamente reducido es fácil que se vea (visibilidad) pero que no se reconozca (legibilidad).

Otra cualidad que afecta a la legibilidad es la familiaridad con el objeto. Es más fácil reconocer algo con lo que estamos familiarizados que algo que nos es completamente nuevo.

Cualidades del diseño gráfico: contraste visual

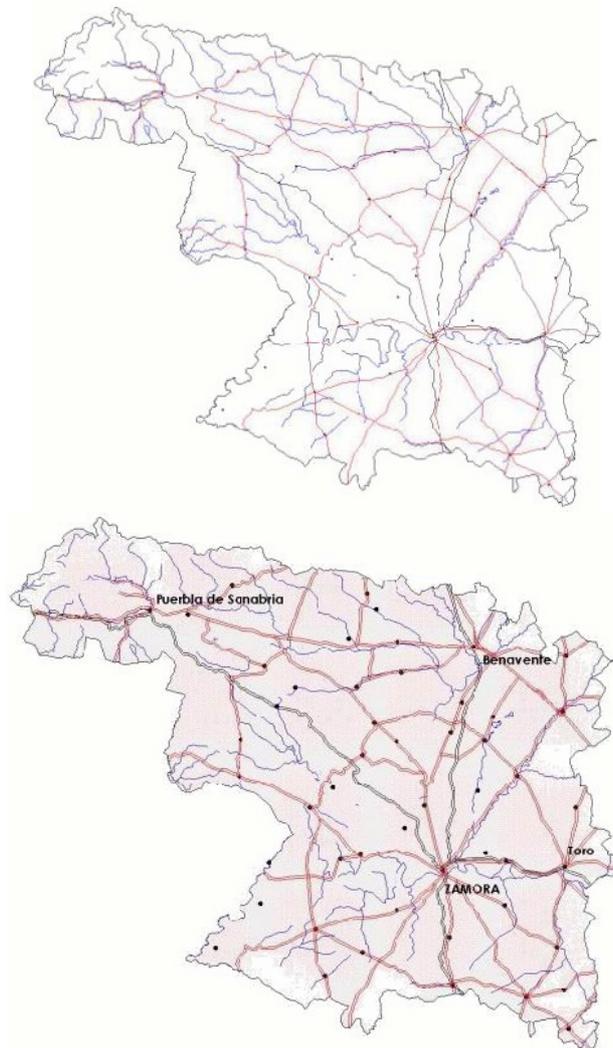
El contraste es la base de la percepción visual y, admitiendo que cada elemento sobre un mapa es lo suficientemente grande para poder verlo, la manera en que un signo difiera del fondo sobre el que se halla y de los signos adyacentes afecta a su visibilidad.

Ahora bien, no debemos deducir que el contraste máximo sea necesariamente deseable. En algunos casos, los componentes separados de un mapa difieren no sólo

en un grado limitado, y conviene que los signos así lo indiquen. En todo caso, siempre debe quedar muy claro que la ambigüedad visual dificulta el proceso de comunicación y que la diferenciación entre símbolos siempre ha de ser suficiente.

Los elementos gráficos son aditivos en cuanto que si dos signos varían de dos maneras (por ejemplo en tamaño y en forma), el contraste entre ellos será mayor que si se hubiera modulado un elemento.

El contraste de un símbolo o línea puede definirse por la interrelación de las distintas variables (tamaño, forma, fondo,...) y es necesario probar distintas posibilidades para lograr aquel nivel que estamos buscando.



Cualidades del diseño gráfico: equilibrio visual

El equilibrio de un diseño gráfico consiste en la colocación de diversos componentes visuales de modo que su relación parezca lógica, o al menos que nada aparezca aparentemente fuera de lugar. Componer es un proceso de llegar a un equilibrio adecuado, rechazando lo que no parece encajar. El equilibrio visual depende de la posición relativa y de la importancia visual de las partes básicas del mapa.

Se puede comenzar pensando los elementos del mapa como piezas mayores o menores que, sobre la pantalla del ordenador podemos mover para tratar de conformar una composición adecuada. Como elementos mayores debemos considerar se han de captar por sí mismos y son el título y la caja de la leyenda. Ambos se han de poder captar a primera vista, por tanto, invariablemente han de destacar con una ventana suficientemente remarcada y legible.

Los elementos menores son la escala del mapa, la proyección, la flecha del norte, la indicación de la fuente y cualquier otra clase de texto. Esos elementos, aunque importantes, deberían no quedar sobredimensionados ni adquirir demasiado protagonismo y mucho menos dominar a los elementos mayores. El propósito del mapa debe quedar expuesto por la presentación del propio mapa y reforzado por el título y la leyenda.

Una convención respecto a la ordenación del mapa es que con mapas de escala grande ($> 1 : 25.000$) los elementos adicionales del mapa han de estar situados en los márgenes externos del mapa, de forma que no oscurezcan los detalles del mapa. Con mapas de escala pequeña, los elementos adicionales pueden localizarse dentro y aparecer sobre la propia representación del mapa. Elementos tales como la escala o la leyenda pueden situarse sobre algún punto de la representación cartográfica que contenga escasa información, o donde la información que aparezca sea menos importante para el propósito que se desea transmitir. El cartógrafo ha de decidir si dichos elementos quedarán suficientemente distinguidos si se disponen sobre la propia representación o conviene abrir una caja específica rellena con un color que tape los detalles del fondo, para que sean leídos con facilidad.

El formato es un factor limitativo, generalmente un rectángulo cuyos lados presentan una proporción de 5 a 3 (siempre más ancho que alto).

Como se ha comentado anteriormente la decisión sobre cómo organizar una composición requiere ir probando, pero hemos de tratar siempre de ceñirnos a las normas señaladas.

Cualidades del diseño gráfico: relación fondo-figura y organización jerárquica

La separación del campo visual en figura y fondo es automática, no es una operación consciente. Es una característica natural y fundamental de la percepción visual y es, por lo tanto, un componente primordial del diseño gráfico de los mapas .

La diferenciación debe existir con el fin de que un área destaque como figura. La figura del área deseada deber ser visualmente homogénea y la homogeneidad de todo el campo visual (el mapa en su totalidad) no debe ser más fuerte que la figura deseada. Se puede potenciar la diferenciación mediante el colorido, el valor y el espaciado.



Las formas cerradas, tales como islas, penínsulas enteras o países, son más fáciles de contemplar como figuras que si sólo mostramos una parte. La familiaridad ofrece gran influencia en la proporción de la figura.

La diferencia de brillo (valor tonal) promueve la aparición de la figura y siendo los demás elementos iguales, lo oscuro se convierte en figura.

La articulación de un área, en el sentido de estar compuesta por una serie de señales internas, facilita la aparición de una figura. Símbolos de ciudades, carreteras, ríos y representaciones del relieve contribuyen a la aparición de la figura.

El área misma ocupada por la figura es importante a la hora de diferenciar entre figura y fondo. La relación entre figura y fondo $[(\text{área total del mapa} - \text{figura}) / (\text{área de la figura})]$ debe ser de 1:4 y 1:1,5. Cuando las relaciones son mayores que de

1:4 el fondo puede sobreponerse a la figura, si son menores a 1:1,5 puede provocarse confusión entre fondo y figura.

Aspectos prácticos a tomar en consideración

Cada componente gráfico del mapa debe evaluarse en combinación con los demás elementos en términos de su posible efecto sobre el lector. Debemos realizar un "esbozo" gráfico previo sobre el cual tomaremos decisiones de cómo debe ser el mapa definitivo.

Estos elementos cumplen una doble misión, una función identificativa de la ubicación, tema, simbolización, etc. Pero además, se utilizan como masas visuales que pueden colocarse de modo que proporcionen la organización gráfica del mapa.

Aunque no se puede generar, el título, como norma general, se pondrá en la parte superior de la página mientras que los elementos menores como la fuente de información de los datos o la escala, se situará cerca de la parte de abajo. Ésta, sin embargo, no es una norma rígida, de manera que la forma de presentar el título; depende del mapa, tema y propósito. El grado de prominencia e interés visual que se le de, a través del estilo, tamaño y grosor de las letras, debe armonizar con el diseño global y con el objetivo del mapa.

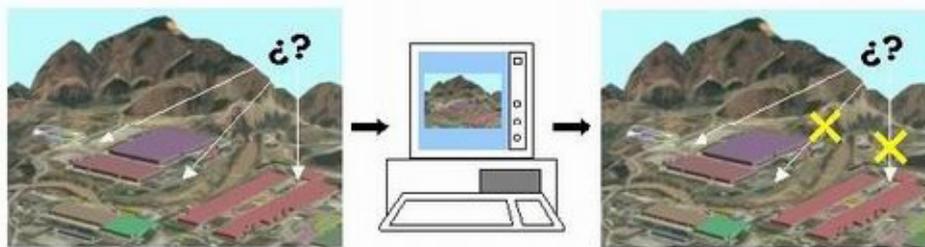
Las leyendas son imprescindibles casi siempre. Debe ser norma del cartógrafo que ningún signo que no sea autoexplicativo se utilice sobre el mapa a menos que se explique en la leyenda.

Cualquier símbolo que aparece en la leyenda debe mantenerse igual -tamaño, estilo, color- como aparece en el mapa. Respecto a la disposición de la leyenda cabe decir que como norma general una gama de valores se dispone verticalmente con los valores más bajos situados en la parte inferior. Las leyendas de los mapas pueden potenciarse o subordinarse variando la relación de forma, tamaño o valor.

Si el mapa ha de servir para medir distancias la aparición de la escala es necesaria y debe introducirse de manera que sea fácilmente utilizada por el usuario. En mapas de escala grande tiene lógica el uso de escala numérica (si no se piensa alterar el tamaño del documento). En escalas pequeñas es más común la escala gráfica.

4. INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Prevención de incendios, detención de la desertización, gestión y planificación municipal, implantación de nuevas oportunidades de mercado, explotación de recursos naturales... Las tecnologías de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se presentan como una poderosa herramienta que ayuda al hombre a resolver problemas relacionados con el territorio.



Sistema de Información Geográfica. Definiciones

Sistema compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación. (NCGIA, 1990).

Los SIG son ante todo herramientas de ayuda a la resolución de problemas. De forma general podemos decir que están compuestos por un conjunto metodologías, procedimientos y programas informáticos especialmente diseñados para manejar información geográfica y datos temáticos asociados. El concepto de herramienta hace referencia a que el SIG no es el fin, sino el medio, no debemos obsesionarnos en saber manejar el programa informático a la perfección, sino en saber cómo aplicar su potencialidad en nuestro beneficio.

Un sistema de información geográfica es una utilidad para preparar, presentar, hechos que ocurren sobre la superficie terrestre.

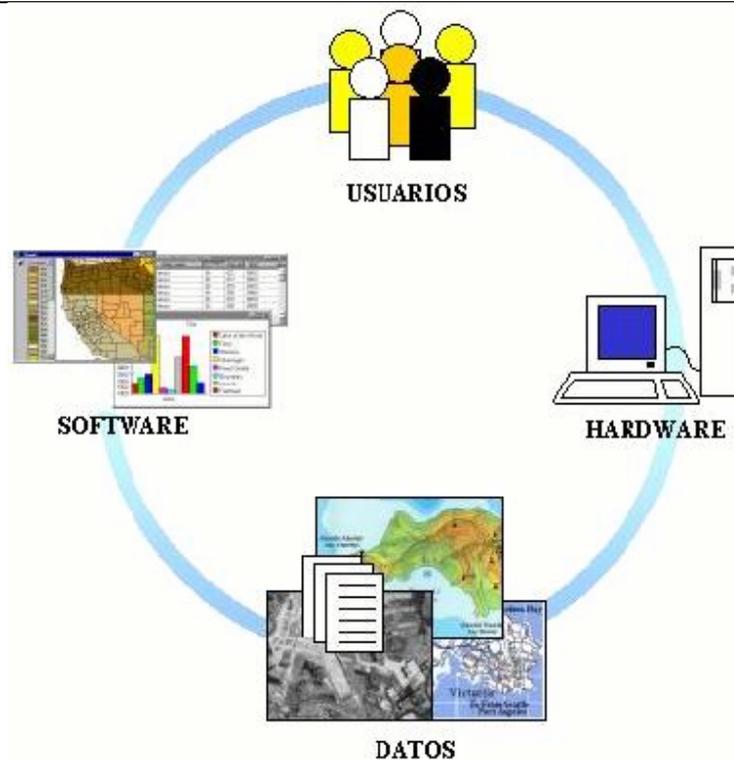
A partir de estas definiciones se pueden extraer algunas propiedades básicas de los SIG:

- Son sistemas diseñados para la visualización de información geográfica expresada en forma de mapas.

- El eje central de su funcionamiento (análisis, consultas, recuperación de información, etc.) se encuentra en la posición del elemento geográfico, representado por elementos gráficos (puntos, líneas y polígonos), y su información temática asociada.
- Disponen de un gran número de funciones de análisis y consulta para explotar la información geográfica enfocada hacia la resolución de un problema o necesidad, pudiendo realizar análisis sobre diversos estratos de información al mismo tiempo.
- Son el resultado de las aportaciones de múltiples disciplinas (geografía, matemáticas, cartografía,...) de las que se han extraído capacidades para el manejo de información geográfica.
- Almacenan las relaciones espaciales entre los diferentes elementos, lo que permite interrogar al sistema con cuestiones como ¿qué es lo más cercano a...?, ¿cuál es el mejor camino para...?, ¿cuántos elementos hay dentro de...?, etc. Esto es lo que realmente diferencia a un SIG de otros sistemas similares.



Componentes de un SIG



Si nos centramos en la denominación del término Sistema de Información Geográfica, la palabra "sistema", hace referencia a un conjunto de partes o componentes interrelacionados entre sí.

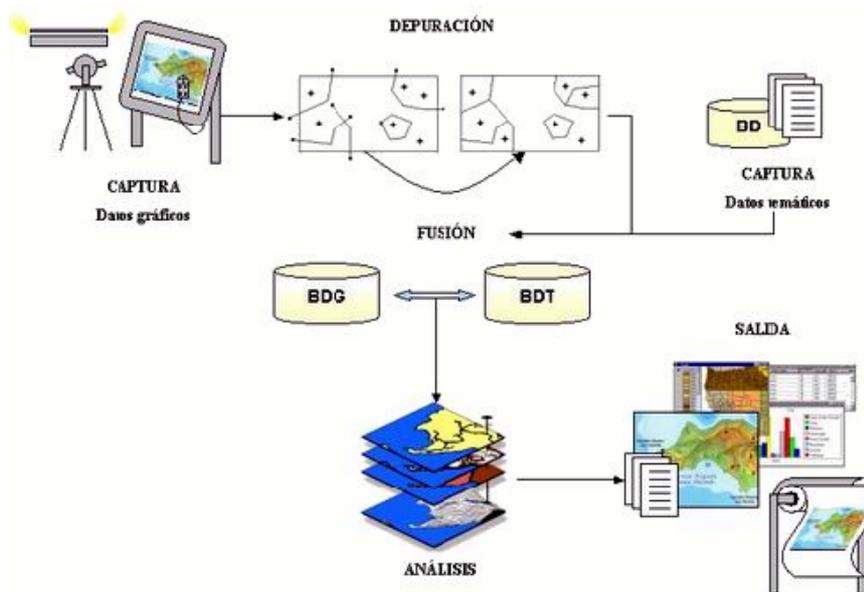
Estos componentes son los siguientes:

- El hardware. Equipos informáticos formados por ordenadores y sus periféricos (monitor, escáner, dispositivos de almacenamiento de datos, impresoras, trazadores, etc.).
- El software. Programas informáticos con funciones para visualizar, consultar y analizar los datos geográficos. Pueden tener estructura modular o integrada.
- El liveware. Es el componente vivo del sistema. Comprende a los usuarios del sistema (dependiendo de su especialización tendrán un mayor grado de exigencia del sistema) y a los datos, representación del territorio que ha de recogerse y mantenerse viva (actualizada), ya que de otro modo cualquier análisis posterior sería erróneo por referirse a datos desfasados.

Funciones usuales de un SIG

- Funciones de captura de la información. Funciones que permitan adquirir y depurar de errores tanto la información geográfica espacial como temática preparándola para que pueda ser tratada por el ordenador.
- Funciones de gestión. Con ellas es posible la estructuración de la información original en diferentes capas de información coherentes. Después podremos extraer la porción de información que interesa en cada momento para analizarla y consultarla de forma más eficiente.
- Funciones de análisis. Son las que confieren a un SIG su mayor potencialidad. Facilitan el procesado de los datos, permitiendo extraer información no presente a simple vista, generar nuevos datos y realizar simulaciones de comportamientos basados en modelos del territorio. Esto supone una inestimable ayuda en la planificación del territorio puesto que podemos saber qué pasará cuando se produzca un determinado fenómeno antes de que ocurra.
- Funciones de salida. Permiten mostrar al usuario tanto los propios datos incluidos en el sistema como el resultado de las consultas y análisis sobre ellos. El formato será muy diverso, permitiendo mapas, gráficas, tablas, listados, etc.

Flujo de trabajo en un SIG



Para obtener el máximo beneficio de un SIG, el usuario debe saber cuál es la secuencia de fases que ha de aplicar para llegar a solucionar un problema que se le ha planteado.

Las fases que se deben seguir son las siguientes:

- Captura de la información: la información necesaria será función del problema planteado. La calidad de los datos originales influirá en la bondad del resultado final. Los métodos de captura de la información espacial son múltiples y variados: tableta digitalizadora, escáner, levantamiento topográfico o fotogramétrico, plataformas de satélite, etc. Así mismo los datos temáticos serán capturados a partir de bases de datos existentes, fichas, encuestas, entrevistas, trabajos de campo, etc.
- Preparación de la información: es necesario que la información esté "limpia" de errores (cometidos en la captura) y dotada de una estructura que permita una consulta y un análisis eficiente por parte del sistema. En el caso de información vectorial, hacer que los polígonos estén cerrados o que las líneas conecten entre sí permitirá estructurar la información guardando sus relaciones topológicas. Esto hará que el sistema pueda contestar a preguntas como ¿qué es lo más cercano a...?, ¿cuál es el mejor camino para...?, ¿cuántos elementos hay dentro de...?, etc. En el caso de la información raster, será necesario georreferenciar la información y corregirla de posibles deformaciones y valores erróneos debidos al proceso de adquisición.
- Fusión de la información espacial y temática: es el proceso por el cual se asocia a cada elemento geográfico información temática externa de naturaleza diferente a la espacial. Cada elemento geográfico tiene un enlace biunívoco con su información temática asociada de forma que es posible interrogar a un elemento espacial y obtener el resultado en forma de información temática y viceversa, interrogar a la información temática y obtener como resultado un elemento espacial.
- Análisis de la información: una vez fusionados los datos, se los puede someter a operaciones de análisis que sigan los criterios de resolución del problema. Los análisis pueden ser sobre datos de una única naturaleza

(datos espaciales o temáticos por separado) o analizar ambos tipos de datos a la vez.

Aplicaciones generales de los SIG

Varios factores hacen posible que los SIG sean aplicables a casi cualquier actividad humana. Son actos para resolver cualquier problema que dependa de una variable espacial (que sea o esté asociada a una posición de un elemento geográfico). La popularización de la información visual en general y de los mapas en particular en los últimos años hace que cada vez más gente apoye sus argumentos con documentos cartográficos y sean estos usados como instrumentos de comunicación cotidianos. La entrada en el mundo laboral y personal de la informática hace que los usuarios se encuentren cómodos usando herramientas de este tipo. El intercambio masivo y libre de información geográfica a través de Internet hace que nos habituemos a referenciar cualquier tipo de idea a una posición en el planeta. La gestión y planificación del territorio y la explotación de los recursos naturales se ha convertido en una necesidad imperante para el hombre.

Estos factores nos dan una idea de la importancia que tiene para nosotros no sólo saber cómo es nuestro territorio y dónde estamos (función que ya cumple desde muy antiguo el mapa, sino saber explotar la información implícita que podemos extraer de ese territorio en nuestro propio beneficio.

A continuación, se citan algunos campos de aplicación usuales dentro de los SIG:

- Planificación urbana y regional. En la planificación de usos del suelo o espacios protegidos, licencias de obras, registros de la propiedad, catastro de rústica y urbana, etc.
- Ingeniería de transportes. En la gestión del tráfico rodado o aéreo, el análisis de rutas óptimas para distribución de mercancías, gestión de transporte público, etc.
- Explotaciones de recursos. En la evaluación de zonas de yacimientos minerales, la gestión de redes de alcantarillado, gas y electricidad, etc.
- Análisis de nuevos mercados. En la ubicación de nuevos centros comerciales, análisis demográficos para nuevos productos, mejora de las redes de distribución, gestión inmobiliaria, etc.



- Aplicaciones de seguridad pública. En aplicaciones para el control de la criminalidad por parte de la policía, aplicaciones militares para el control de armamento, etc.
- Aplicaciones de salud pública. En la mejora de la rapidez en la atención de las ambulancias, gestión de emergencias sanitarias, lucha contra epidemias, etc.
- Turismo. En el desarrollo turístico de zonas deprimidas, la generación de callejeros interactivos vía Internet, Medioambiente. En análisis de impactos ambientales, inventarios de recursos medioambientales, ubicación de nuevas plantas de procesamiento de residuos y vertederos, etc.
- Prevención de riesgos naturales. En la lucha contra incendios, desertización, inundaciones, terremotos, deslizamientos de terreno, etc.

5. EL DATO GEOGRÁFICO COMO ELEMENTO FUNDAMENTAL DE TRABAJO DE LOS SIG

Los Sistemas de Información Geográfica basan su potencia en las operaciones de consulta, manipulación y análisis de datos geográficos. Estos tipos de datos son la materia prima que permite a los SIG realizar análisis espaciales, simulando el comportamiento de los fenómenos del mundo real.

Es necesario por todo esto conocer la naturaleza y los componentes de estos datos geográficos, así como aspectos que van desde su captura y almacenamiento, hasta la detección y corrección de los errores que se pueden cometer al trabajar con ellos o cómo saber cuál es la calidad de estos datos.

Naturaleza y componentes del dato geográfico

El dato geográfico se diferencia en un aspecto fundamental respecto de los anteriores: su ubicación sobre una posición del espacio en el territorio, lo cual es fundamental para la filosofía de trabajo de los SIG.

De esta manera, el dato geográfico (contenido de la información) se puede referenciar sobre una entidad geográfica (soporte del contenido), representada por una simplificación de un elemento de la realidad.

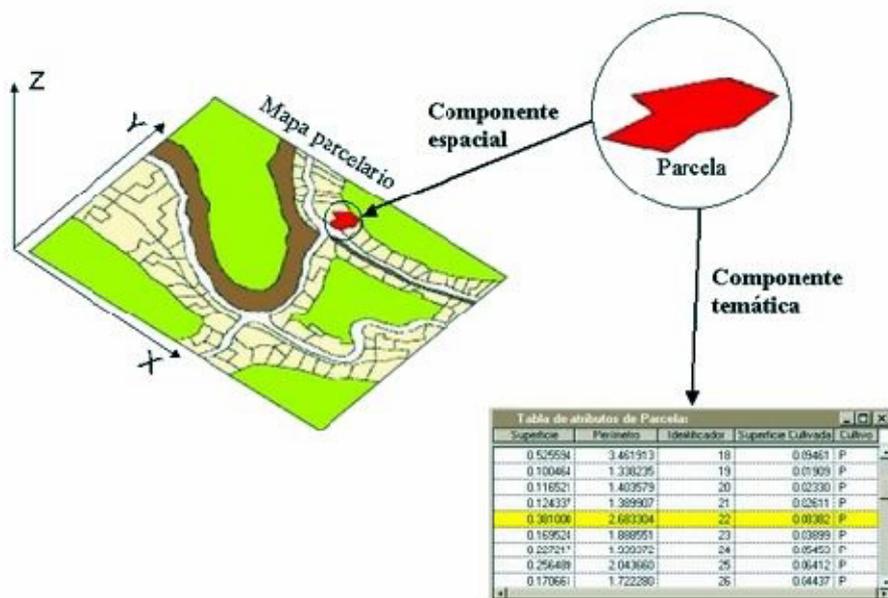
Por otro lado, la naturaleza de las entidades geográficas se suele dividir en dos grandes grupos: entidades naturales y entidades artificiales, según la ubicación espacial y forma de la entidad esté directamente condicionada por causas naturales o por la acción humana.

En cuanto a la naturaleza del dato geográfico, diremos que el dato geográfico tiene una naturaleza dual, estando integrado por dos componentes: la componente espacial y la componente temática. La componente espacial vendrá dada por la entidad geográfica a la que se refiere el dato geográfico (expresada como un conjunto de coordenadas en un mapa), mientras que la componente temática será la parte descriptiva del dato geográfico y estará formada por los atributos o información asociada a la entidad geográfica. Como ejemplo tendremos que la información geográfica de una parcela estará compuesta por la componente espacial, en este caso la propia parcela considerada desde el punto de vista geométrico y la componente temática, con información sobre datos personales del propietario de la parcela, tipo de cultivo, superficie, etc.

A partir de esta última idea podemos decir que dentro de un SIG podemos tratar la información geográfica de tres formas:

- Analizando únicamente la parte temática (como haríamos en una base de datos corriente).
- Analizando únicamente la parte espacial, estudiando sus características geométricas.
- Analizando de forma conjunta ambos componentes, siendo esta forma la más útil y potente desde el punto de vista de la filosofía de trabajo de los SIG.

Por último, diremos que un aspecto muy importante del dato geográfico es que los SIG no solamente van a ser capaces de almacenar la componente temática y espacial, relacionando ambas componentes, sino también las relaciones existentes entre las diferentes entidades geográficas debido a que ocupan diferentes posiciones espaciales.



Georreferenciación de la información geográfica

Como dijimos en el punto anterior, la primera componente del dato geográfico es la componente espacial, la cual hacía referencia a una entidad geográfica como "recipiente" de la información temática (componente temática). Gracias a esta

componente podemos contestar a preguntas como ¿dónde se da tal o cual fenómeno?, ¿cómo se relaciona una entidad geográfica con el resto de entidades? o ¿qué entidad se encuentra en una posición determinada?.

El término que se usa comúnmente dentro de las tecnologías SIG para materializar la componente espacial es el de georreferenciación. Esta operación consiste en asignar a las entidades geográficas de coordenadas en un sistema coordinado predefinido según las necesidades. Esto va a posibilitar que exista una relación directa entre la entidad geográfica representada en un mapa y la entidad real apoyada en el terreno. Así, por ejemplo, un pozo de petróleo estaría situado en la posición (769158.52, 4509000.23), dada por las coordenadas (x, y) en el sistema de proyección UTM. De esta forma, podemos decir que existen dos tipos de georreferenciaciones: la denominada georreferenciación directa y la georreferenciación indirecta.

La primera de ellas, vista en el último ejemplo, consiste en la utilización de una red de coordenadas establecidas a nivel global o terrestre, lo cual además tiene la ventaja de mejorar la integración entre diferentes datos ya existentes que pueden coexistir bajo el mismo sistema de coordenadas.

La georreferenciación indirecta tiene un carácter menos global que la directa o si se prefiere, podemos decir que es una georreferenciación relativa, puesto que los elementos se localizan en relación con un elemento dado que sí tienen una posición conocida. Así por ejemplo la dirección postal de una persona tendría una posición asignada, referida al número de puerta de un número de policía dentro de una calle situada en un código postal de una ciudad determinada y en un país determinado. Este tipo de georreferenciación tiene bastantes aplicaciones para estudios de marketing, sociología, economía, etc.

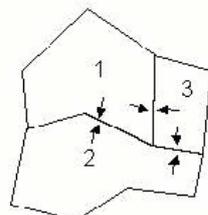
Referencias topológicas de los elementos geográficos

Podemos decir que las relaciones espaciales o topológicas, como se las conoce en el mundo de los SIG, se establecen por el sólo hecho de que una entidad geográfica tiene definida una posición sobre el espacio y dicha posición le relaciona con el resto de entidades geográficas de su alrededor, también con posiciones definidas. De esta forma nos encontramos con que una entidad puede estar contenida en otra, o comparte límite con otra o está conectada a otra. Preguntas como ¿qué colegios se

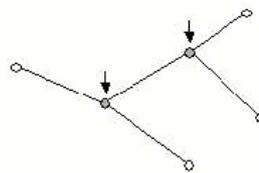
encuentran dentro de este distrito?, ¿qué parcelas son colindantes a mi propiedad? o ¿qué propietarios se verán afectados por el corte de una determinada tubería? se resuelven fácilmente teniendo en cuenta estas relaciones.

De manera más concreta podemos decir que existen diversas relaciones topológicas o topologías de distintas clases y sobre distintos tipos de entidades gráficas.

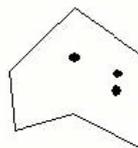
- **Contigüidad o adyacencia:** permite determinar qué polígonos son colindantes a otro dado. Un polígono será adyacente a otro cuando comparta una parte de su contorno.
- **Conectividad:** permite recorrer una red de entidades lineales que están conectadas entre sí. Una entidad lineal (arco en terminología SIG) está conectada a otra cuando comparte uno de sus puntos extremos (nodo en terminología SIG).
- **Inclusión:** permite determinar qué entidades se encuentran en el interior de otras entidades.
- **Proximidad:** permite el cálculo analítico de la proximidad de dos entidades.



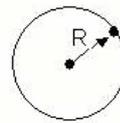
Adyacencia



Conectividad



Inclusión



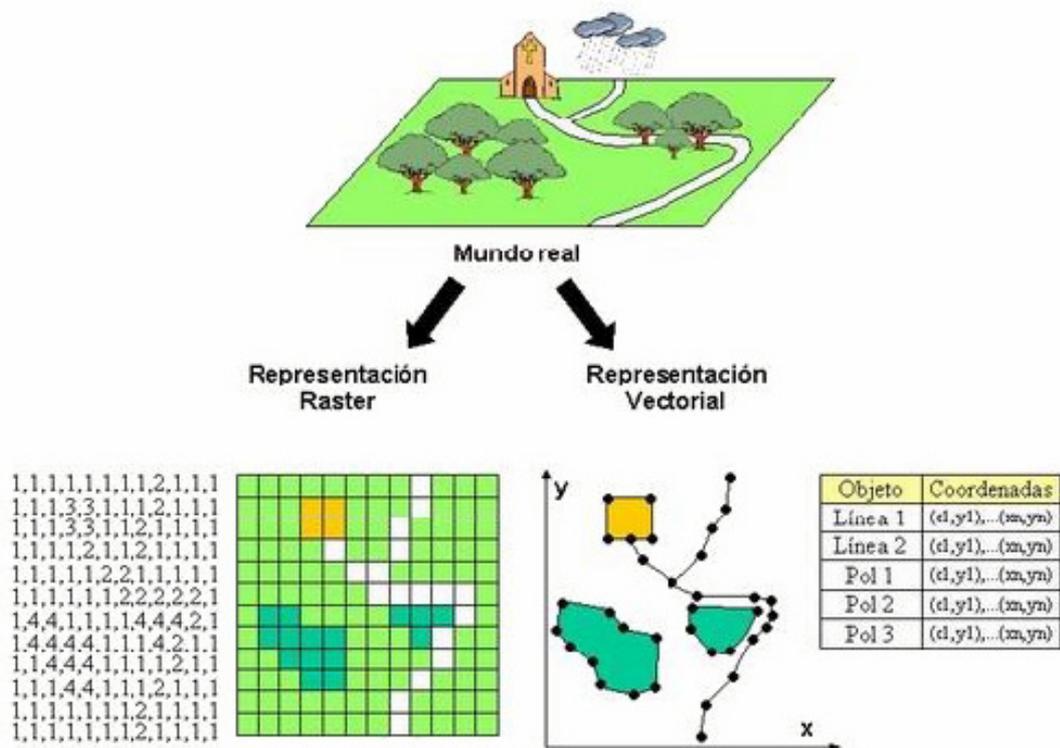
Proximidad

Estas relaciones, una vez almacenadas de forma apropiada, van a ayudarnos a automatizar determinados procesos como el cálculo de áreas, caminos críticos entre dos puntos de una red y otros muchos de una forma más eficiente.

Modelos de representación de la información geográfica

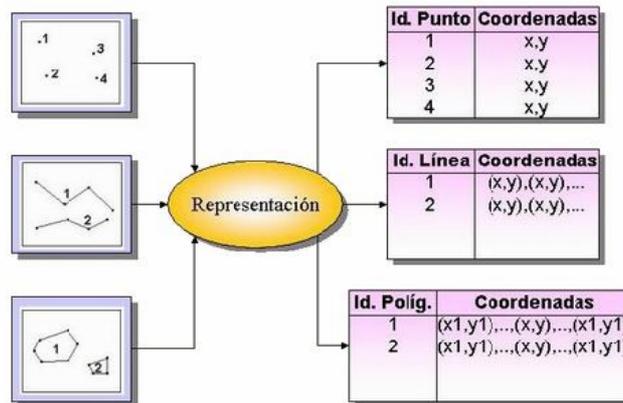
Los SIG deben ser capaces de representar y almacenar las entidades geográficas reales mediante la representación y almacenamiento de las entidades gráficas. Existen básicamente dos sistemas en los que se puede recoger y representar la información geográfica en los sistemas informáticos en general y por lo tanto, también en los SIG: estos dos sistemas son el modelo RASTER y el modelo VECTORIAL. Básicamente, la diferencia estriba en cómo cada modelo almacena la información de las entidades gráficas. Mientras que el sistema raster se basa en el almacenamiento de una matriz de posiciones que adoptan el valor de la entidad que discurre por una posición concreta, el sistema vectorial almacena las coordenadas de la geometría que define a cada entidad.

Un ejemplo de utilización de estos modelos los tenemos en los programas de diseño asistido por ordenador (CAD) que manejan gráficos vectoriales y en los programas de retoque fotográfico, los cuales están diseñado para la manipulación de imágenes raster.



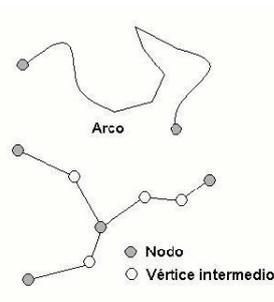
Modelo vectorial

En este modelo las entidades geográficas son representadas por elementos gráficos de los cuales son almacenadas las coordenadas que definen su geometría. Así, para elementos puntuales se almacenaría un par de coordenadas, para objetos lineales un conjunto de pares de coordenadas y para entidades poligonales, el conjunto de pares de coordenadas que definen el contorno de dicho polígono .



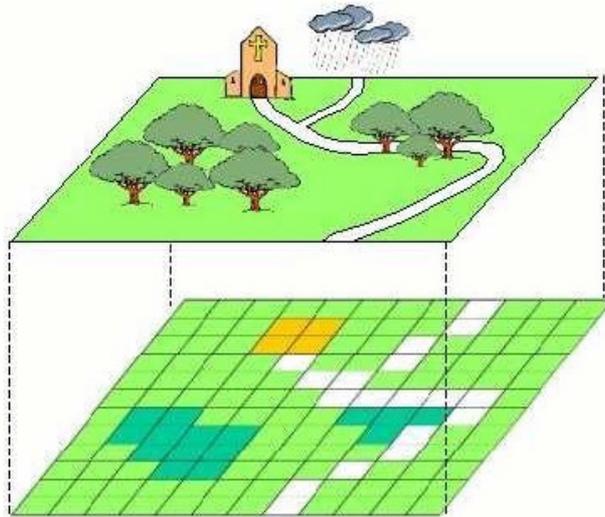
Esta es la manera más básica de almacenar la información en un modelo vectorial. Existen múltiples formas de almacenar las relaciones topológicas, aunque la más extendida es la estructura denominada Arco-Nodo, basada en los siguientes elementos:

- Arco: sucesión de segmentos rectos conectados siguiendo el mismo sentido que se comportan como un único elemento. En otras palabras, sería la línea definida entre dos puntos extremos con un número indefinido (0 a n) de vértices intermedios.
- Nodo: Son los puntos inicial y final de un arco y el punto donde conectan tres o más arcos. Los nodos de un arco marcan el sentido de dicho arco (según fueron capturados los arcos).

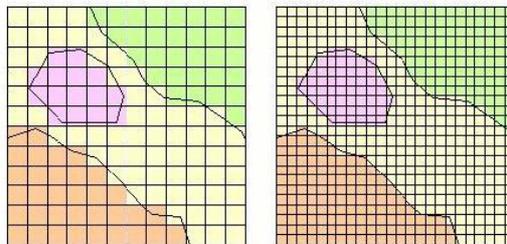


Modelo raster

En este modelo, el espacio geográfico es dividido en sectores de forma regular denominada comúnmente píxel. De esta forma se establece una malla coordenada (con el origen en la esquina superior izquierda) de píxeles en la que cada píxel va a tomar el valor de la información geográfica que se encuentre en la posición del píxel.



La resolución espacial, es decir, el tamaño del píxel, va a marcar la precisión de la información recogida. Cuanto más pequeño sea el tamaño de píxel más precisa será la representación de la información.



El propio hecho de que el píxel tenga un tamaño que puede ser mayor que el elemento geográfico que ha de almacenarse, puede hacer que los elementos geográficos sean "desplazados" de su posición real a posiciones "enteras" que son las que ocupan los píxeles, lo cual redunda en su precisión.

Al igual que en el modelo vectorial, existen varias maneras de almacenar la información, aunque en el modelo raster, se pueden establecer menos tipos de relaciones espaciales entre los píxeles, debido a que cada píxel es independiente de



cualquier otro y por lo tanto ya no existen elementos lineales o poligonales como tal, sino un conjunto de píxeles que adoptan el mismo valor y que ofrecen una "continuidad visual". De esta forma podemos establecer relaciones simples como sería la relación de vecindad entre un píxel y sus vecinos inmediatos.

En cuanto a la forma de almacenamiento de la información raster se basa en almacenar los valores asociados a la posición de cada píxel. Entre los métodos más utilizados para el almacenamiento de la información raster podemos citar que los hay que almacenan los valores de la imagen (método exhaustivo) o almacenan posiciones que sustituyen a conjuntos de píxeles del mismo valor, es decir, comprimiendo la imagen raster.

Comparación entre modelos

Modelo Vectorial	Modelo raster
Ventajas	
Ocupa menos espacio de memoria Precisión elevada en la definición de entidades el cálculo de magnitudes geométricas Representación adecuada de las relaciones topológicas Mejores salidas gráficas	Facilidad de captura Estructura de datos simple Sencillez en la manipulación y gestión de la información
Inconvenientes	
Captura de datos más costosa Estructura de datos más compleja Mayor dificultad a la hora de realizar ciertas operaciones (Comparación de mapas)	Menor precisión en el cálculo de áreas y longitudes Ocupan mayor espacio de memoria Dificultad de representar ciertas relaciones topológicas

De forma general diremos que recomendaremos el trabajo con información raster cuando:

- Trabajemos con grandes extensiones de terreno y a pequeñas escalas.
- No requiramos precisiones muy altas para nuestros cálculos.
- Requiramos análisis rápidos de estudios de variabilidad temporal.
- Estas condiciones se pueden dar en casos de estudios sobre recursos naturales, impacto medioambiental, estudios regionales y globales sobre climatología, cálculo de superficies afectadas por incendios, etc.

Por el contrario, se recomendará trabajar con información vectorial cuando:

- Trabajemos con extensiones pequeñas y a medianas o grandes escalas.
- Necesitemos altas precisiones en cálculos y definición de entidades.
- Necesitemos tener reflejadas complejas relaciones topológicas.

Estos criterios se dan en casos como la gestión catastral, planificación urbana local, arqueología, etc.

Captura de información geográfica. Fuentes de error

Cuando trabajamos con SIG, el coste más alto, en tiempo y dinero, recae sobre la captura y el mantenimiento (actualización) de la información geográfica. Los datos son "materia viva" y deben ser mantenidos en estado de "óptima calidad", tanto desde el punto de vista geométrico (adecuada exactitud posicional, exentos de errores topológicos, etc.), temático (fiabilidad de la información temática, asociación adecuada con los datos gráficos, etc.) como temporal (los datos han de ser lo más reciente posible).

Por lo tanto debemos ser capaces de conocer de qué tecnologías y metodologías disponemos para capturar la información geográfica y qué errores podemos cometer en este proceso. Esto será un indicador fundamental de la calidad de nuestros datos y por extensión, de la calidad de nuestros análisis y resultados al trabajar sobre el SIG.

Fuentes de error

Los tipos de errores que podemos encontrarnos al trabajar con información geográfica dentro del entorno de los SIG pueden ser de dos tipos:

- Los errores propios debidos al método de captura de los datos.
- Errores debidos a la manipulación de la información original por aplicación de sucesivos procesos de análisis y transformación dentro del propio SIG.

Ambos tipos de errores pueden aplicarse tanto a la información gráfica como a la información temática e influir directamente sobre la calidad final de los datos.

6. BASES DE DATOS

Una base de datos es una colección de archivos interrelacionados, son creados con un sistema gestor de las bases de datos. El contenido de una base de datos engloba la información concerniente (almacenadas en archivos) de una organización, de tal manera que los datos estén disponibles para los usuarios; una finalidad de la base de datos es eliminar la redundancia o al menos minimizarla.

Tabla de datos: La tabla es la unidad lógica de almacenamiento de información en una base de datos.

Una tabla está formada por muchas filas (también llamadas registros o tuplas) con el mismo patrón de información. Cada registro está formado por una o varias columnas (también llamados campos o atributos), que son los datos que nos interesan conocer.

Así pues, de manera resumida podemos decir que una base de datos está formada por una o varias tablas que representan las "ideas lógicas" de las cuales queremos obtener información. En cada una de estas tablas habrá cero o muchas filas con información diferente. Por cada fila tendremos un detalle de sus datos más relevantes que nos interesan representar, es decir, los campos de la tabla.

El sistema gestor de bases de datos es la porción más importante del software de un sistema de base de datos. Es una colección de numerosas rutinas de software interrelacionadas, cada una de las cuales es responsable de alguna tarea específica.

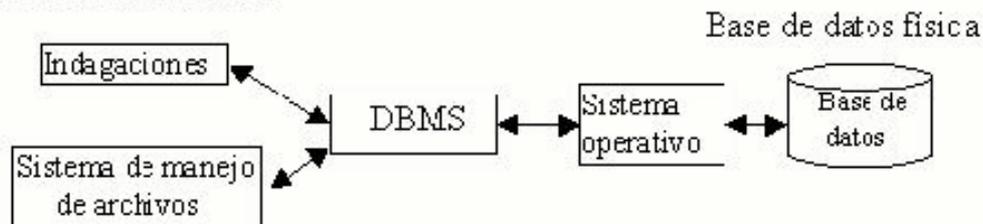
El objetivo primordial de un sistema gestor de base de datos es proporcionar un contorno que sea a la vez conveniente y eficiente para ser utilizado al extraer, almacenar y manipular la información de la base de datos. Todas las peticiones de acceso a la base, se manejan centralizadamente por medio del sistema, por lo que este paquete funciona como interfase entre los usuarios y la base de datos.

Las funciones principales de un sistema gestor de base de datos son:

- Crear y organizar la base de datos.
- Establecer y mantener las trayectorias de acceso a la base de datos de tal forma que el acceso a los datos sea rápido.
- Manejar los datos de acuerdo a las peticiones de los usuarios.
- Registrar el uso de las bases de datos.
- Interacción con el manejador de archivos.

- Respaldo y recuperación. Consiste en contar con mecanismos implantados que permitan la recuperación fácilmente de los datos en caso de ocurrir fallos en el sistema de base de datos.
- Control de concurrencia. Consiste en controlar la interacción entre los usuarios concurrentes para no afectar la inconsistencia de los datos.
- Seguridad e integridad. Consiste en contar con mecanismos que permitan el control de la consistencia de los datos evitando que estos se vean perjudicados por cambios no autorizados o previstos.

Petición del usuario



La figura superior muestra el sistema (DBMS) como interfase entre la base de datos física y las peticiones del usuario. Interpreta las peticiones de entrada/salida del usuario y las manda al sistema operativo para la transferencia de datos entre la unidad de memoria secundaria y la memoria principal.

En sí, un sistema gestor de base de datos es el corazón de la base de datos ya que se encarga del control total de los posibles aspectos que la puedan afectar.

Relaciones entre entidades

Existen 4 tipos de relaciones que pueden establecerse entre entidades, las cuales establecen con cuantas entidades de tipo B se pueden relacionar una entidad de tipo A:

- Relación uno a uno. Se presenta cuando existe una relación como su nombre indica uno a uno, denominado también relación de matrimonio. Una entidad del tipo A sólo se puede relacionar con una entidad del tipo B, y viceversa.
- Relación uno a muchos. Significa que una entidad del tipo A puede relacionarse con cualquier cantidad de entidades del tipo B, y una entidad del tipo B sólo puede estar relacionada con una entidad del tipo A.



- Relación muchos a uno. Indica que una entidad del tipo B puede relacionarse con cualquier cantidad de entidades del tipo A, mientras que cada entidad del tipo A sólo puede relacionarse con una entidad del tipo B.
- Relación muchos a muchos. Establece que cualquier cantidad de entidades del tipo A pueden estar relacionados con cualquier cantidad de entidades del tipo B.

7. BASES DE DATOS EN UN SIG

Introducción a las bases de datos espaciales

Una base de datos espacial es una colección de datos espacialmente referenciados que actúan como modelo de la realidad. Las bases de datos espaciales son sistemas donde se almacena la información espacial. Estos sistemas necesitan representar información de dos tipos: espacial y nominal (sin representación espacial).

Los elementos de la realidad modelados en una base de datos SIG presentan dos identidades:

- El elemento en la realidad (Entidad). Una entidad es un fenómeno de interés de la realidad que no puede subdividirse en fenómenos de la misma clase.
- El elemento según es representado en la base de datos (Objeto). Un objeto es la representación digital de toda o parte de una entidad.

El método de representación digital de un fenómeno varía con la escala, por ejemplo una ciudad puede representarse geográficamente como un punto considerando una escala continental, en cambio, en escalas más locales se representa como una superficie.

Representación de la información geométrica

La representación digital de los diferentes tipos de entidades en una base de datos espacial requiere una previa elección de los apropiados objetos espaciales, y sus dimensiones. En la toma de esta decisión estará implicado el tipo de atributos temáticos de la entidad, las operaciones de análisis o las consultas futuras que debe soportar nuestro sistema, así como la naturaleza de la información geométrica de partida. Por ejemplo, las vías de comunicación se pueden representar como elementos lineales o superficiales.

Datos puntuales

Es el tipo de objeto espacial más simple. La elección de las entidades que se representarán como puntos depende de la escala del mapa / estudio. Cada fila o registro es un punto, toda la información acerca del punto estará contenida en dicha fila. Cada columna o campo es un atributo. Cada punto es independiente de cualquier otro punto y está representado por otra fila en la tabla de datos.



Datos lineales:

Algunas entidades representables mediante objetos lineales son: Redes de infraestructuras: Vías de comunicaciones (carreteras, ferrocarril), redes de recursos (gas, eléctricas, teléfono, agua, etc.), redes de transporte (aéreo, marítimo).

Datos superficiales:

Los objetos espaciales superficiales representan a mapas de áreas. Los contornos de las áreas pueden estar definidos por fenómenos naturales como por ejemplo lagos, o por fenómenos artificiales como zonas de censo, ajardinadas, etc.

Hay varios tipos de superficies que pueden ser representadas:

- Zonas de recursos naturales o medioambientales. Por ejemplo: datos geológicos (tipos de material), usos del suelo (bosques, urbano), tipos de suelo (industrial, urbanizable).
- Zonas socio-económicas. Por ejemplo: códigos postales, distritos, barrios.
- Zonas con carácter tributario. Por ejemplo: parcelas, uso del suelo, información de tasas.

En los objetos espaciales que representan superficies pueden aparecer huecos o islas o áreas de diferentes atributos encerradas íntegramente dentro de ellas.



8. INTRODUCCIÓN A gvSIG

gvSIG se presenta como un Sistema de Información Geográfica multiplataforma y desarrollado como software libre. gvSIG va más allá de los proyectos desarrollados hasta la actualidad, convirtiéndose en una potente herramienta de gestión de información geográfica, destinado a satisfacer las nuevas necesidades y demandas del mercado potencial de usuarios, desarrollado bajo los estándares internacionales y que garantiza su interoperabilidad, siendo diseñado como cliente de las Infraestructuras de Datos Espaciales, nuevo paradigma a la hora de trabajar con información geográfica.

gvSIG es un proyecto que surge por iniciativa de la Generalitat Valenciana (gobierno local), a través de la Conselleria de Infraestructuras y en el que participan la Universidad Jaume I realizando las tareas de supervisión, con el objetivo de que el desarrollo siga todos los estándares internacionales (Open GIS Consortium) e IVER Tecnologías de la Información S.A., empresa ganadora del concurso, llevando el peso del desarrollo

¿Qué es gvSIG?

gvSIG es una herramienta orientada al manejo de información geográfica. Se caracteriza por una interfaz amigable, siendo capaz de acceder a los formatos más usuales de forma ágil tanto raster como vectoriales. Integrará en una vista datos tanto locales como remotos a través de un origen WMS o WFS.

La aplicación es de código abierto, licenciada como GPL y gratuita. Además, se ha hecho especial hincapié en la extensibilidad del proyecto, de forma que los posibles desarrolladores puedan ampliar las funcionalidades de la aplicación fácilmente, así como desarrollar aplicaciones totalmente nuevas a partir de las librerías utilizadas en gvSIG (siempre y cuando cumplan la licencia GPL).

¿Qué podemos hacer con gvSIG?

gvSIG es un sofisticado Sistema de Información Geográfica que permite gestionar datos espaciales y realizar análisis complejos sobre estos.

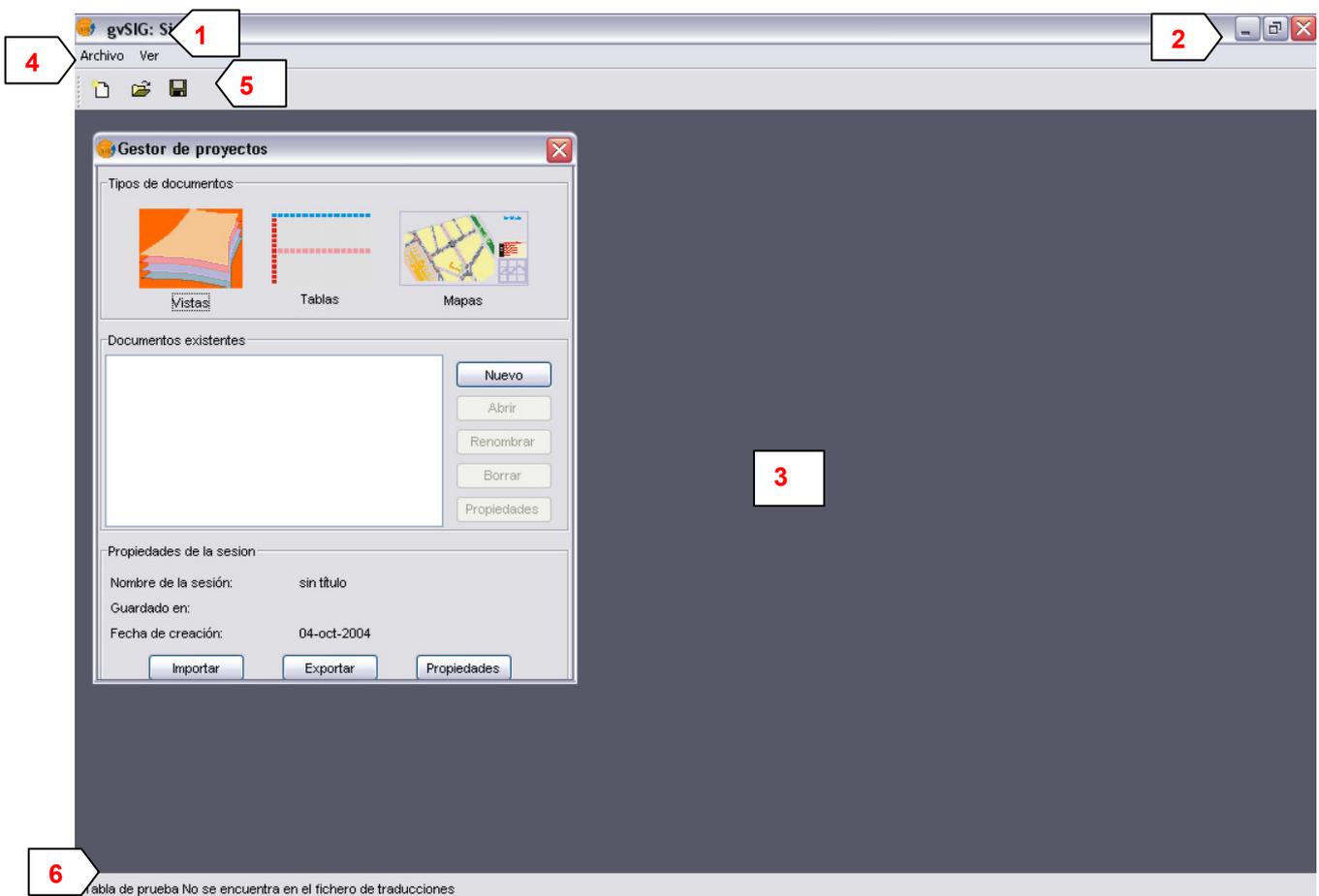
Con gvSIG se pueden realizar múltiples tareas, como las que se describen a continuación:

El interfaz de gvSIG

El Interfaz de gvSIG nos proporciona los elementos necesarios para comunicarnos con el programa. La interfaz gráfica de gvSIG es intuitiva y fácil de manejar, al alcance de cualquier usuario familiarizado con los Sistemas de Información Geográfica.

El interfaz de gvSIG se compone de una ventana principal en la que se sitúan las distintas herramientas y ventanas secundarias que conforman los documentos propios del programa, tal y como veremos en los siguientes puntos.

Antes de conocer los distintos documentos y herramientas es necesario conocer la interfaz de gvSIG, cuanto más familiar te resulte la misma, más fácil será orientarte en los capítulos siguientes.



1 Barra de título: se encuentra en la parte superior de la ventana de gvSIG. Contiene el nombre del programa, en este caso "gvSIG".



2 Casillas con las que poder maximizar o minimizar la ventana activa del programa, o bien cerrarlo completamente.

3 Ventana principal: Espacio de trabajo, donde encontramos las distintas ventanas que nos muestran el “Gestor de proyectos” y los distintos documentos propios de gvSIG.

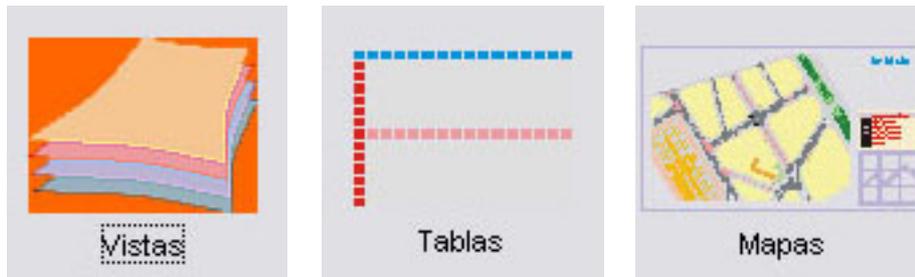
4 Barra de menús: Aquí podemos encontrar agrupadas en forma de menús y submenús algunas de las funciones que gvSIG puede realizar.

5 Barra de herramientas: contiene los iconos de los comandos más usuales. Es la forma más fácil de acceder a ellos. Haciendo click y arrastrando, podemos mover de su posición inicial las barras de herramientas, siendo flotantes. No es necesario memorizar el significado de cada uno de los iconos, con situar el puntero sobre ellos aparecerá inmediatamente una casilla con la descripción de su función. Se trata simplemente de una casilla de información rápida.

6 Barra de estado: proporciona información sobre coordenadas, distancias y cosas similares.

9. PROYECTOS Y DOCUMENTOS PROPIOS DE GVSIG

En gvSIG toda la actividad se localiza en un proyecto, el cual está formado por diferentes documentos. Los documentos en gvSIG son de tres tipos: Vistas, tablas y mapas.



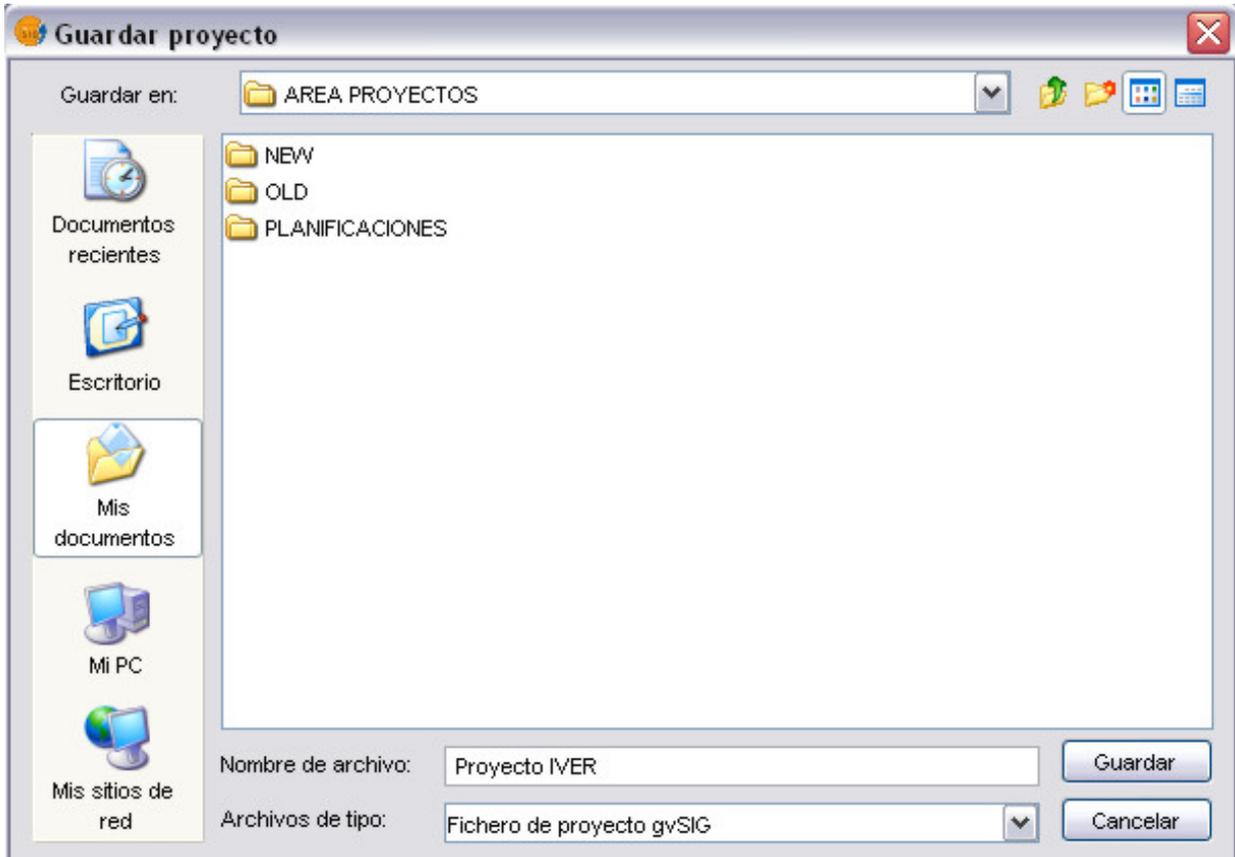
- Vistas: son los documentos donde se trabaja con las bases de datos gráficas.
- Tablas: son los documentos donde se trabaja con las bases de datos alfanuméricas.
- Mapas: constructor de mapas que permite insertar los distintos elementos cartográficos que componen un plano con facilidad.

Los proyectos son archivos que tienen la extensión “.xml”. Este archivo no contiene los datos espaciales y atributos asociados en forma de tablas, sino que almacena referencias al lugar donde se conservan las fuentes de los datos (la ruta que hay que seguir en el disco para llegar a los archivos). Si los datos cambian, las actualizaciones se reflejarán en todos los proyectos donde sean utilizados.

Guardar un proyecto

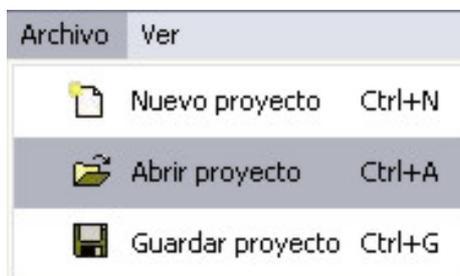


1. En la barra de menús pulsa en “Archivo” y después en “Guardar proyecto”. Otra opción es pulsar la combinación de teclas “Control + G”, o bien pulsar el botón de guardar.
2. Al abrirse la ventana de gestor de archivos podremos establecer el nombre del proyecto y el lugar en que se va a guardar.

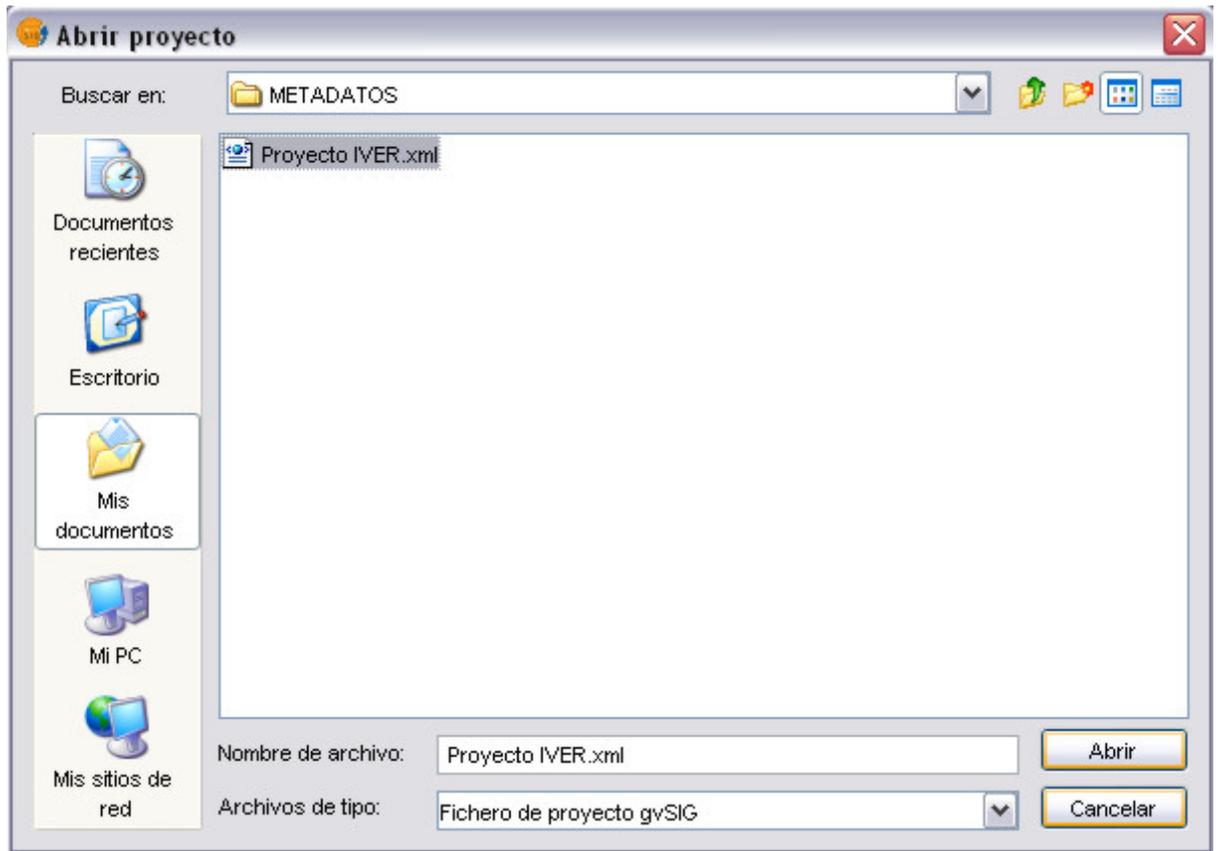


3. El proyecto se guarda en un archivo con extensión “.xml”.

Abrir un proyecto



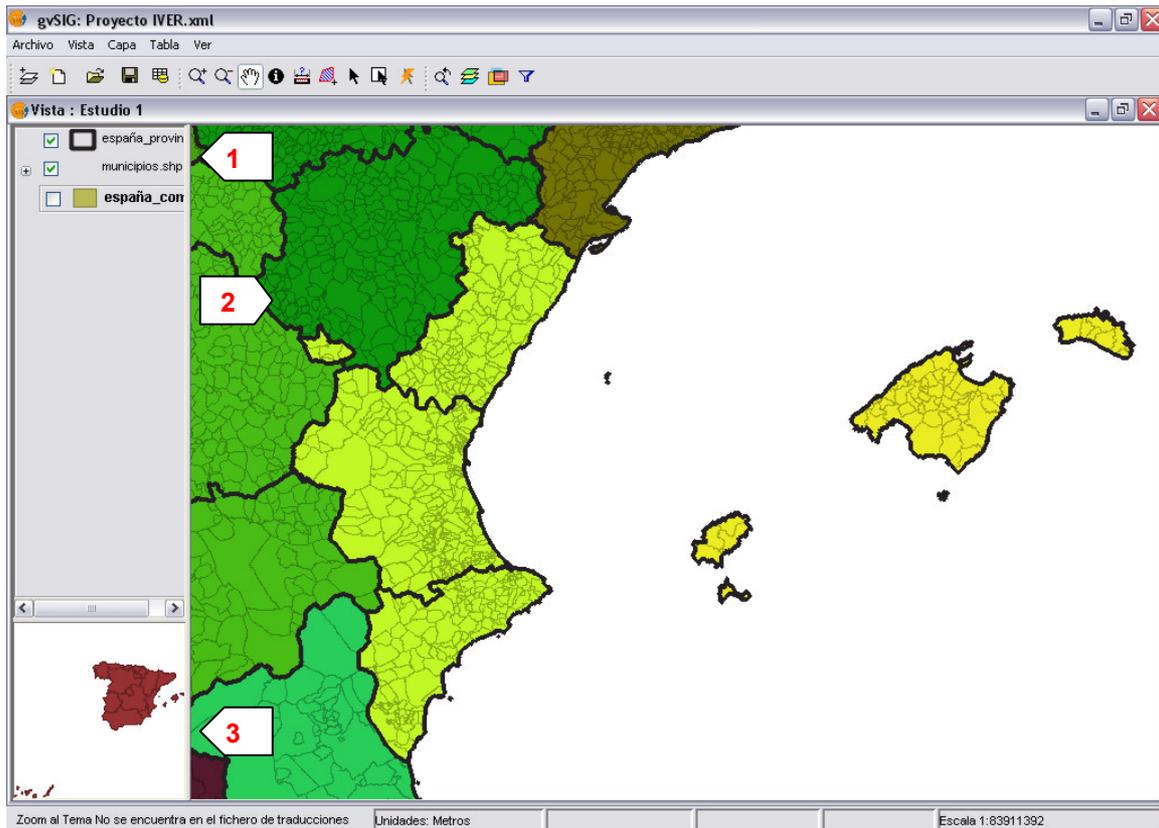
1. Cuando queramos abrir un proyecto ya existente para su consulta o modificación debemos ir al menú “Archivo” y pulsar en “Abrir proyecto”. Otra opción es pulsar la combinación de teclas “Control + A” o bien el botón de Abrir proyecto.
2. Se abrirá la ventana de gestor de proyectos, donde podremos buscar el archivo “.xml” que contiene el proyecto que deseamos abrir.



10. VISTAS

Las vistas son los documentos de gvSIG que funcionan como el área de trabajo de la información cartográfica.

Dentro de una Vista pueden existir distintas capas de información geográfica (hidrografía, comunicaciones, divisiones administrativas, curvas de nivel, etc.). Cada Tema es una “capa” de información.



Cuando se abre una de las vistas que pueden componer un proyecto aparece una nueva ventana dividida en los siguientes componentes:

1 Tabla de materias: se encuentra en la parte izquierda de la ventana o pantalla de la Vista. En la Tabla de materias se enumeran todos los Temas que contiene y los símbolos empleados para la representación de los elementos que componen el Tema.

2 Ventana de visualización: en la parte derecha de la pantalla de la Vista. Es el lugar donde se representan los datos cartográficos del proyecto.

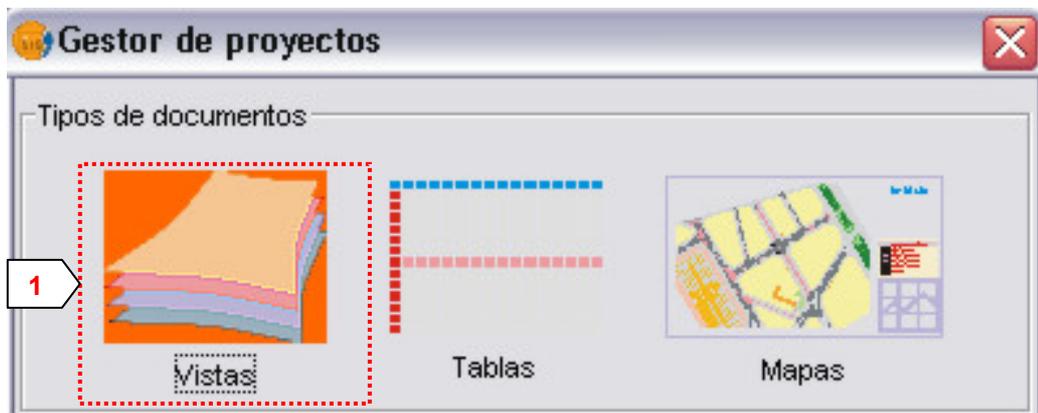
3 Localizador: en la parte inferior izquierda. Permite situar el encuadre actual en el total del área de trabajo.

La ventana principal, en el momento que abrimos una Vista, aumenta el número de menús y botones, añadiendo las herramientas que permiten trabajar con los elementos que conforman la Vista.

El tamaño de la Tabla de materias se puede modificar, haciéndola más grande para poder visualizar al completo la descripción de los temas, arrastrando su borde hacia la derecha con el ratón.

Crear una Vista

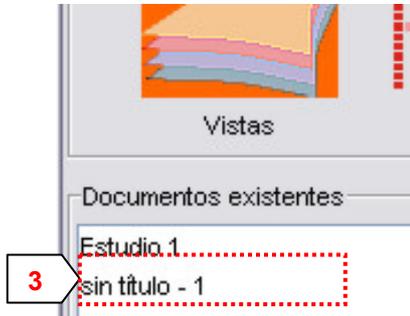
1. En la ventana de Gestor de Proyectos debemos seleccionar el documento "Vistas".



2. Una vez seleccionado pulsamos sobre el botón "Nuevo"



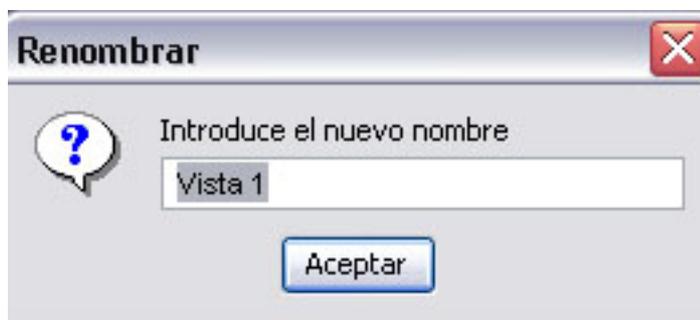
3. Inmediatamente se crea una Vista, que nos aparece listado en el apartado de “Documentos existentes”. Por defecto aparece como “Sin título – 1”.



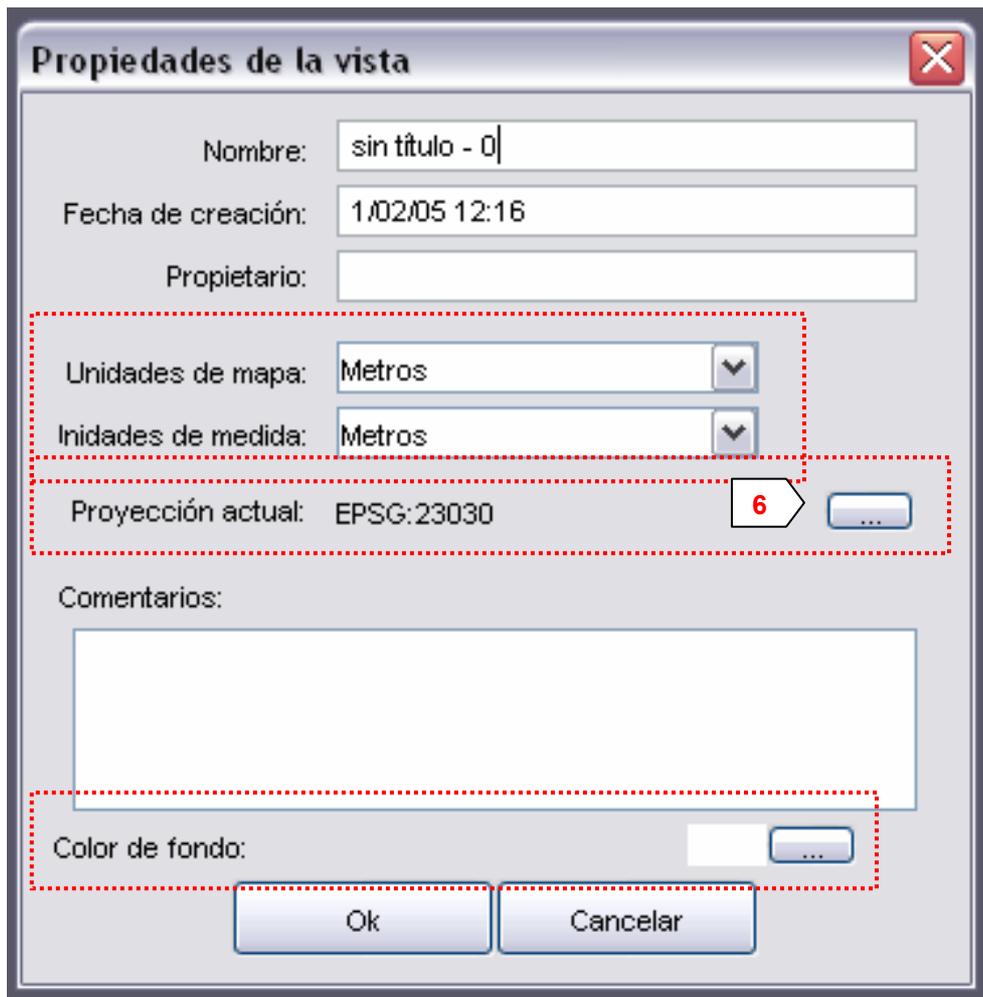
4. Podemos cambiar el nombre de la Vista seleccionando el documento y pulsando en el botón de renombrar.



5. Aparece una ventana de dialogo en la que podemos cambiar el nombre de la Vista.



6. El siguiente paso consiste en configurar las propiedades de la vista. Es muy importante seleccionar las unidades de la cartografía y las unidades de distancia que usaremos para esa vista (por defecto vienen en metros). Además podemos configurar el color de fondo (por defecto es blanco). Desde la versión 0.3 de gvSIG, las vistas soportan diferentes proyecciones y sistemas de referencia. Podemos cambiar la proyección y el sistema de referencia de cada vista pulsando en el botón de cambio de proyección.



7. El menú de cambio de sistema de referencia nos permite elegir entre los sistemas de referencia más utilizados, como el WGS84 o el ED50. Además nos permite elegir entre visualizar la información en coordenadas geodésicas o según una determinada proyección.



Tabla de Contenidos

Como se ha comentado, la Tabla de Contenidos es la zona donde se listan los distintos Temas o capas que conforman la información cartográfica.

Una casilla de verificación junto a cada Tema o capa indica si éste está o no “visible”, esto es, si ha sido dibujado o no en la Ventana de visualización.

No es lo mismo activar un tema que hacerlo visible. Cuando un tema es activado aparece en realce con respecto al resto de Temas de la Tabla de contenidos. Al activarlo se avisa a gvSIG que se pueden trabajar con los elementos de dicho Tema.

El orden de aparición de los Temas en la Vista es importante. Los Temas que aparecen en la parte superior son dibujados sobre los que aparecen más abajo. Por ello, los elementos de textos, puntuales y lineales deberían conservarse en la parte superior, dejando en la parte inferior los temas poligonales e imágenes que forman el fondo de la vista. Pueden desplazarse pulsando con el ratón sobre ellos y, manteniéndolo pulsado, colocarlos en la posición deseada.



Fuente de datos para los Temas

Dentro de una Vista podemos agregar diferentes tipos de Temas o capas de información cartográfica. Podemos cargar ficheros vectoriales o raster, y dentro de cada uno de estos grupos una gran variedad de formatos.

- Datos SIG: el formato estándar de los SIG es el shape, que almacena tanto datos espaciales como atributos de estos. Los shapes (también llamados “Archivos de formas”) aunque desde gvSIG se trata como un solo archivo en realidad consta de tres o más archivos con el mismo nombre y extensiones diferentes:
 - Dbf: Tabla de atributos.
 - Shp: Datos espaciales.
 - Shx: Índice de los datos espaciales.

Los archivos shape pueden ser de tres tipos, según representen elementos poligonales, lineales o puntuales. En un mismo shape no pueden representarse elementos de distinto tipo.

- Datos CAD: son archivos de dibujo vectorial. Los formatos soportados son dxf y dgn. Los ficheros CAD pueden contener información de puntos, líneas, polígonos y textos.
- Datos WMS (Web Mapping Service): con gvSIG es posible consultar datos WMS, esto es, datos que se encuentran disponibles vía web.

- Imágenes: gvSIG puede visualizar archivos de diferentes imágenes del tipo raster (tiff, jpg, ecw, etc.).

Añadir un Tema

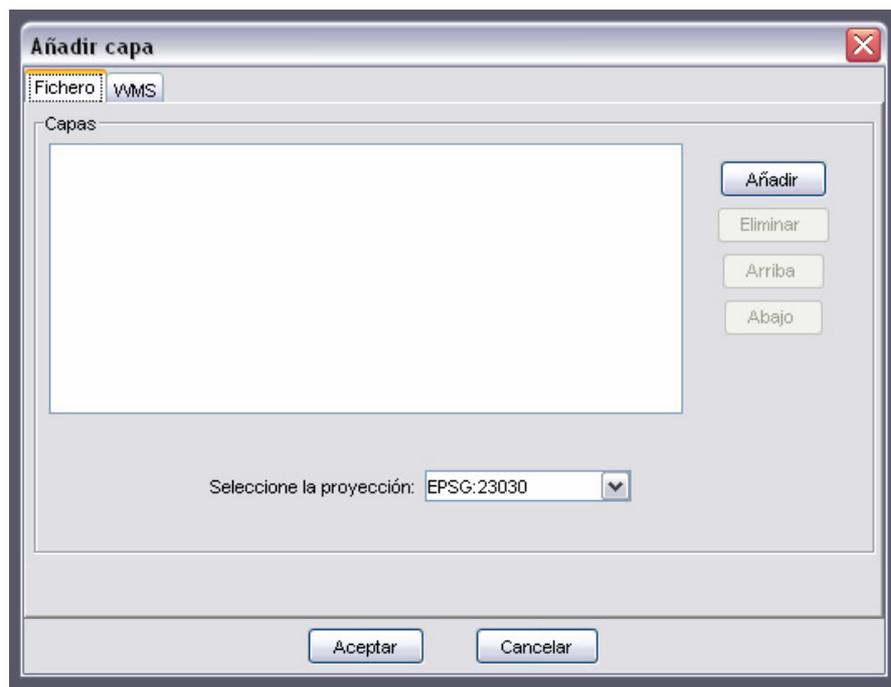
8. En el menú "Fichero" pulsamos "Añadir capa". Otra opción es pulsar la combinación de teclas "Control + O", o bien pulsar el botón de añadir Capa.



9. Se abrirá una ventana en la cual seleccionamos si el archivo a cargar se encuentra en local o vía web (WMS).

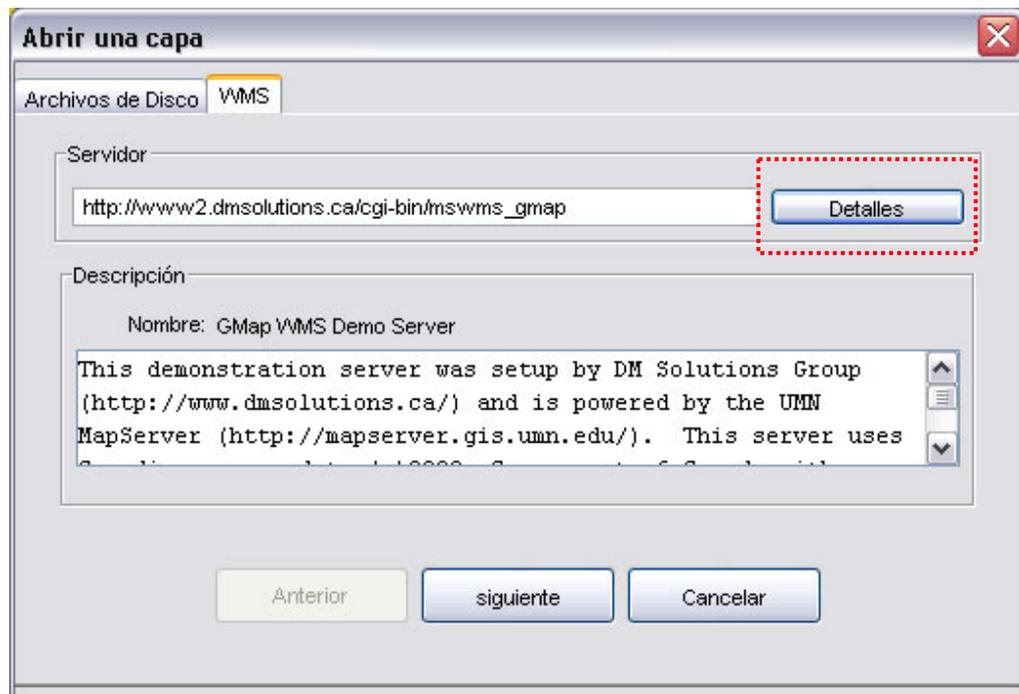


- 9.1 En el caso de los archivos de Disco, pulsando sobre el botón de añadir se abrirá la ventana de gestor de archivos donde podremos buscar y seleccionar el Tema que queremos añadir a la Vista. En la parte inferior podemos elegir el tipo de archivo a cargar. Desde la versión 0.3 de gvSIG es posible además elegir el sistema de referencia y la proyección de cada tema.

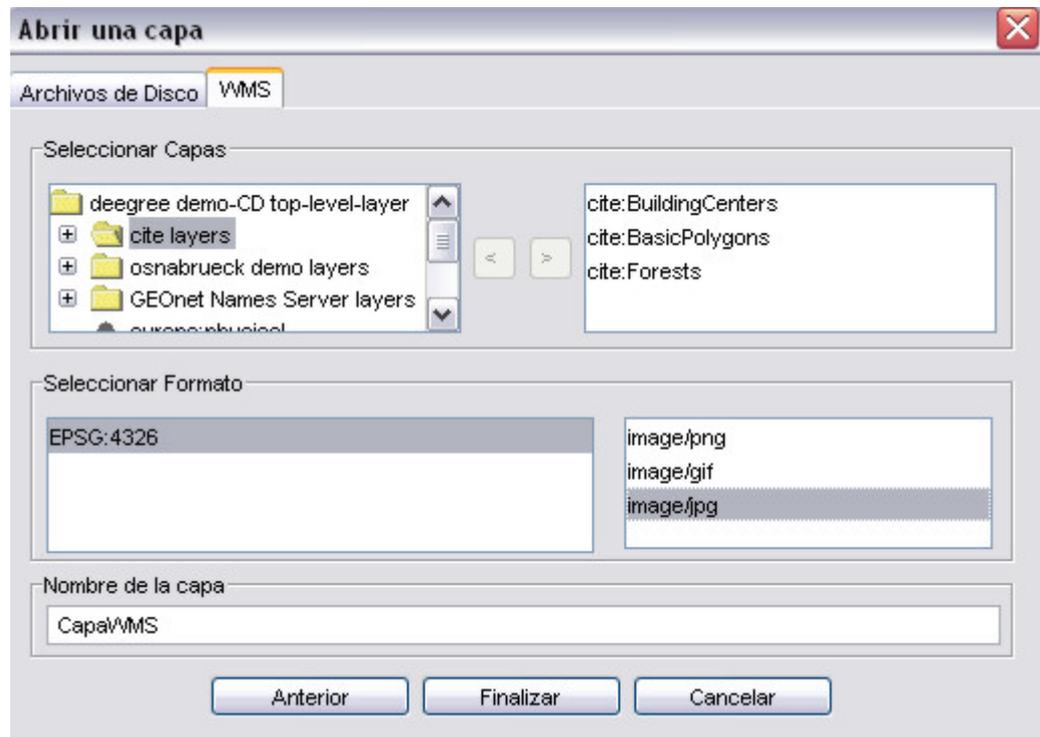




- 9.2 En el caso de seleccionar capas WMS debemos indicar el sitio web que sirve los datos. Pulsando sobre el botón de “Detalles” nos aparecerá información sobre el mismo.



Al pulsar el botón de “Siguiente” se nos mostrará la información disponible y las opciones de descarga.



10. El Tema nos aparecerá listado en la Tabla de contenidos.

Navegar / Explorar el mapa

Son varias las herramientas que nos permiten navegar por el mapa y que consisten básicamente en zooms (cambios en la escala de visualización) y desplazamientos.

Zooms y Desplazamientos

Estas herramientas las podemos “ejecutar” desde el menú Vista o, de forma más rápida, desde la barra de botones.



Zoom más: amplía una determinada área de la Vista.



Zoom menos: disminuye una determinada área de la Vista.



Desplazamiento: permite cambiar el encuadre de la Vista arrastrando el campo de visualización en todas las direcciones mediante el ratón; se debe mantener el botón izquierdo pulsado y mover el ratón hacia la dirección deseada.



Zoom completo: Hace un zoom a la extensión total que definen todos los temas de la Vista.



Zoom previo: Permite volver al zoom anterior. Permite retroceder hasta cuatro encuadres.



Zoom al tema: pulsando con el botón derecho del ratón aparece un menú flotante en el que tenemos la opción de “Zoom al Tema”. Hace un zoom a la extensión del Tema.



Zoom a la selección: Hace un zoom a la extensión total que definen todos los elementos seleccionados.

Control de escalas: pulsando en el menú Capa, Propiedades, accedemos al menú Propiedades del Tema. Una vez aquí, desde la pestaña de Visualización podemos limitar la escala a la que se podrá visualizar la Capa.

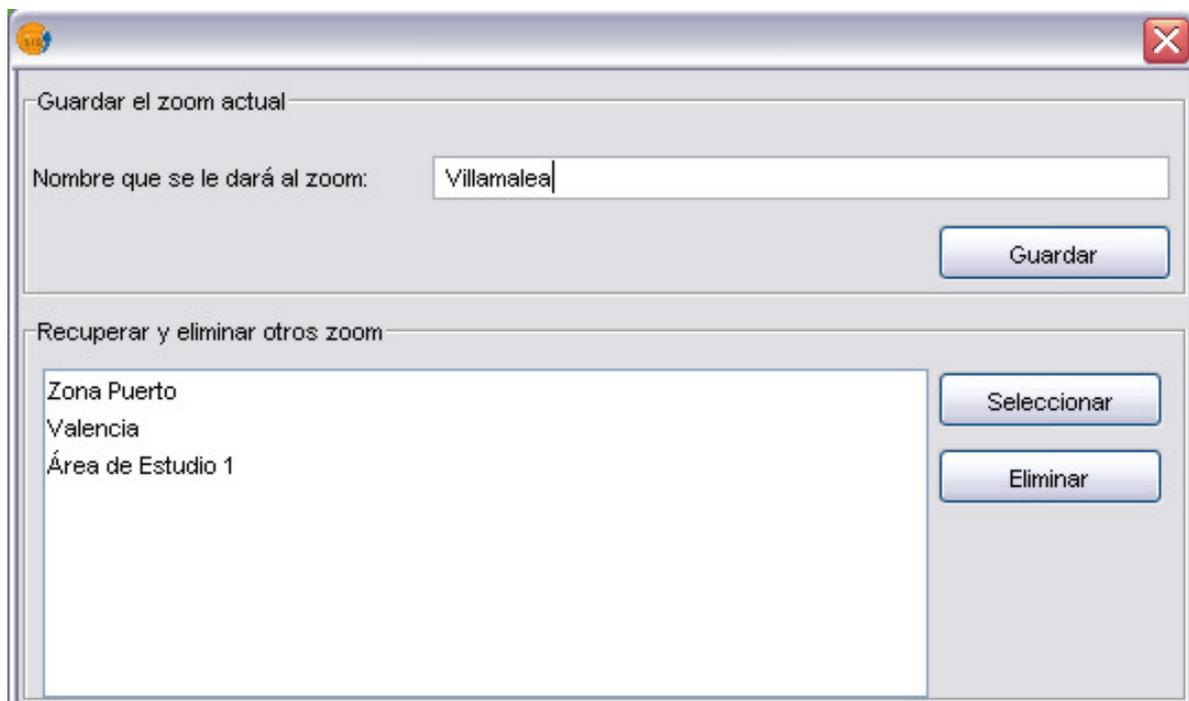




Gestión de Encuadres



Pulsando el botón de Gestión de encuadres podemos grabar una determinada área de trabajo, con el fin de poder volver en cualquier momento a dicho encuadre. Cuando llevamos a cabo esta acción nos aparece la ventana de “Gestión de Encuadres” desde la que podemos guardar, cargar o eliminar los distintos encuadres o áreas de trabajo.

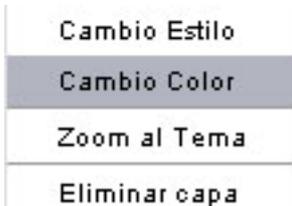


Editor de Leyendas

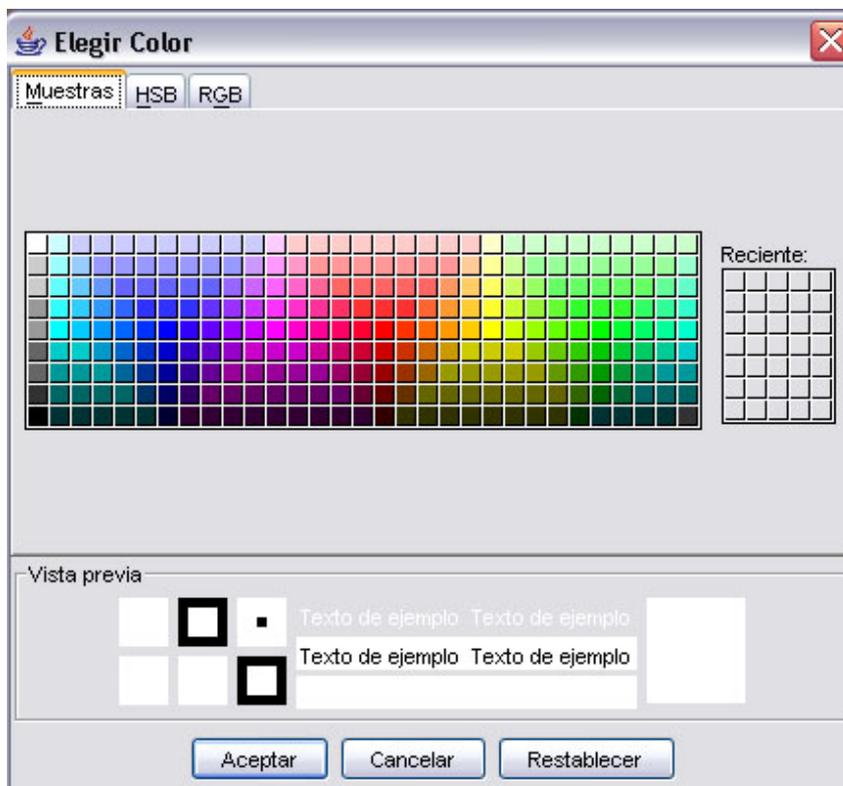
Los datos los podemos representar de multitud de formas mediante el Editor de Leyendas de gvSIG. Es una herramienta que permite realizar cartografía temática con relativa facilidad.

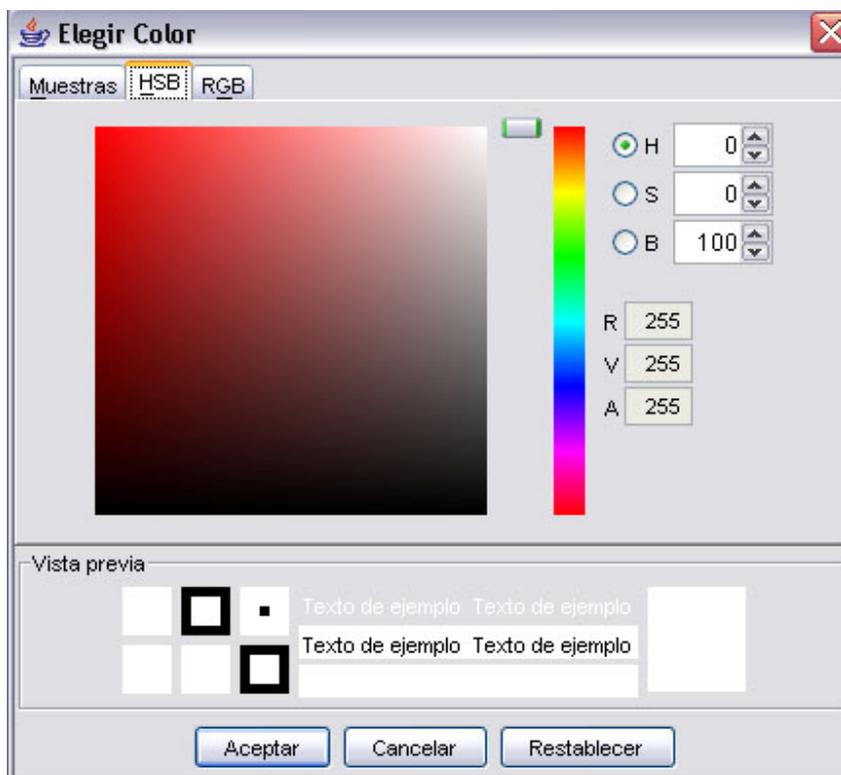
Para simbolizar o representar los datos o variables de los elementos de un determinado Tema podemos elegir el color, el tramado, etc. adecuado para cada uno de ellos.

Pulsando con el botón derecho del ratón sobre el Tema nos aparece un menú flotante en el cual tenemos dos opciones para llevar a cabo la edición de la leyenda del Tema.



Cambio Color: permite acceder a una ventana que nos da diversas opciones para definir el color de los elementos del Tema.





Cambio Estilo
Cambio Color
Zoom al Tema
Eliminar capa

Cambio Estilo: permite acceder a la ventana de simbología, donde podemos definir de manera avanzada el tipo de leyenda con la que representar los datos de un Tema.

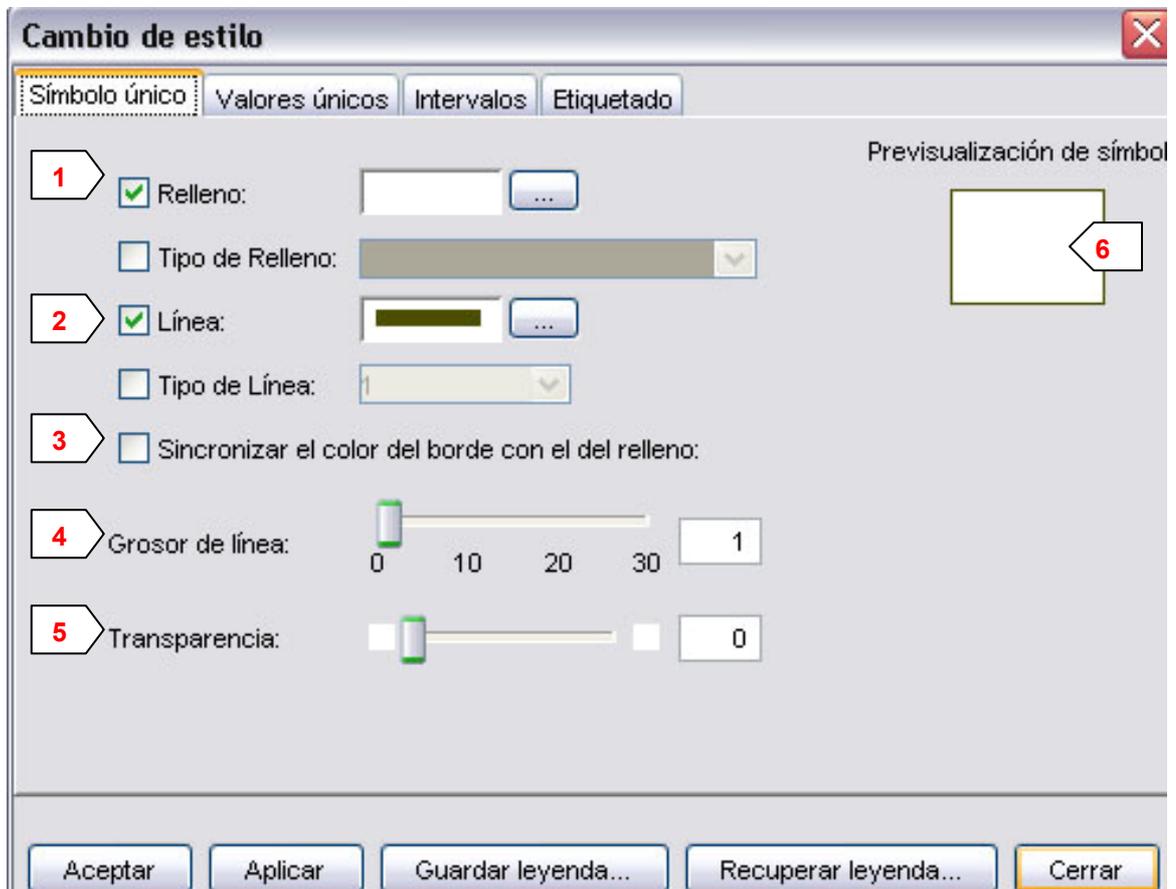
Podemos elegir entre las siguientes formas de representación:

- **Símbolo Único:** el tipo de leyenda por defecto de gvSIG. Este tipo de leyenda representa todos los elementos de un tema usando el mismo símbolo. Es útil cuando necesitamos mostrar la localización de un tema más que cualquiera de sus atributos.
- **Valores Únicos:** Podemos representar cada registro con un símbolo exclusivo según el valor que adopte en un determinado campo de la tabla de atributos. Es el método más efectivo para desplegar datos categóricos, como municipios, tipos de suelo, etc.
- **Intervalos:** Este tipo de leyenda representa los elementos de un Tema usando una gama de colores. Los intervalos o colores graduados son usados principalmente para representar datos numéricos que tienen una progresión o gama de valores, como la población, la temperatura, etc.
- **Etiquetado:** permite añadir textos o etiquetas a la vista de forma automática en función de los valores que adopta cada elemento en un determinado campo de su tabla de atributos.

Las opciones que nos muestra la ventana de Cambio de Estilo varían según el Tema sea de puntos, líneas o polígonos. A continuación veremos las opciones que se muestran para un tema de polígonos, que es el que más herramientas de configuración presenta.

En todo momento podremos guardar o cargar (recuperar) una leyenda.

Símbolo Único



Encontramos las siguientes opciones de configuración de simbología:

1 Relleno: permite seleccionar el tipo de color (accediendo a las ventanas de Cambio de Color); si activamos la opción “Tipo de Relleno” podemos definir el tramado del relleno.

2 Línea: permite seleccionar el tipo de color (accediendo a las ventanas de Cambio de Color); si activamos la opción “Tipo de Línea” podemos definir el estilo de la línea.

3 Sincronizar el color del borde con el del relleno.

4 Grosor de línea: permite definir el ancho de la línea.

5 Transparencia: permite otorgar un grado de transparencia a los elementos. Esta opción permite disponer los temas de polígonos superpuestos a otros de cualquier tipo sin impedir su visualización.

6 Previsualización: permite ver inmediatamente el resultado de los cambios que vamos realizando.

Valores Únicos



Encontramos las siguientes opciones de configuración de simbología:

1 Campo de clasificación: nos abre un desplegable en el que se puede seleccionar el campo de la tabla de atributos del Tema que contiene los datos por los que realizar la clasificación.

2 Añadir Todos / Añadir: una vez seleccionado el “Campo de clasificación”, pulsando el botón de “Añadir Todos” se muestran todos los distintos valores, asignando

un símbolo (color) distinto a cada uno de ellos. Estos símbolos pueden modificarse pulsando sobre ellos. Por defecto, la etiqueta (nombre que aparece en la leyenda) es similar al valor que adopta en ese campo. Pulsando el botón de “Añadir” podemos incluir nuevos valores a la lista.

3 Quitar Todos / Quitar: permite eliminar todos (quitar todos) o alguno (quitar) de los elementos que constituyen la leyenda.

4 Etiquetas: Pulsando con el botón izquierdo del ratón sobre cualquiera de las “celdas” de “Etiqueta” podemos modificar el nombre con el cual aparecerá en la leyenda.

Intervalos



1 Campo de clasificación: muestra un desplegable en el que podemos seleccionar el campo de la tabla de atributos del Tema por el que realizar la

clasificación. El campo ha de ser numérico, ya que se trata de una clasificación gradual (por rangos de valores).

2 Número de Intervalos: Debemos indicar el número de rangos o intervalos que definen nuestra clasificación.

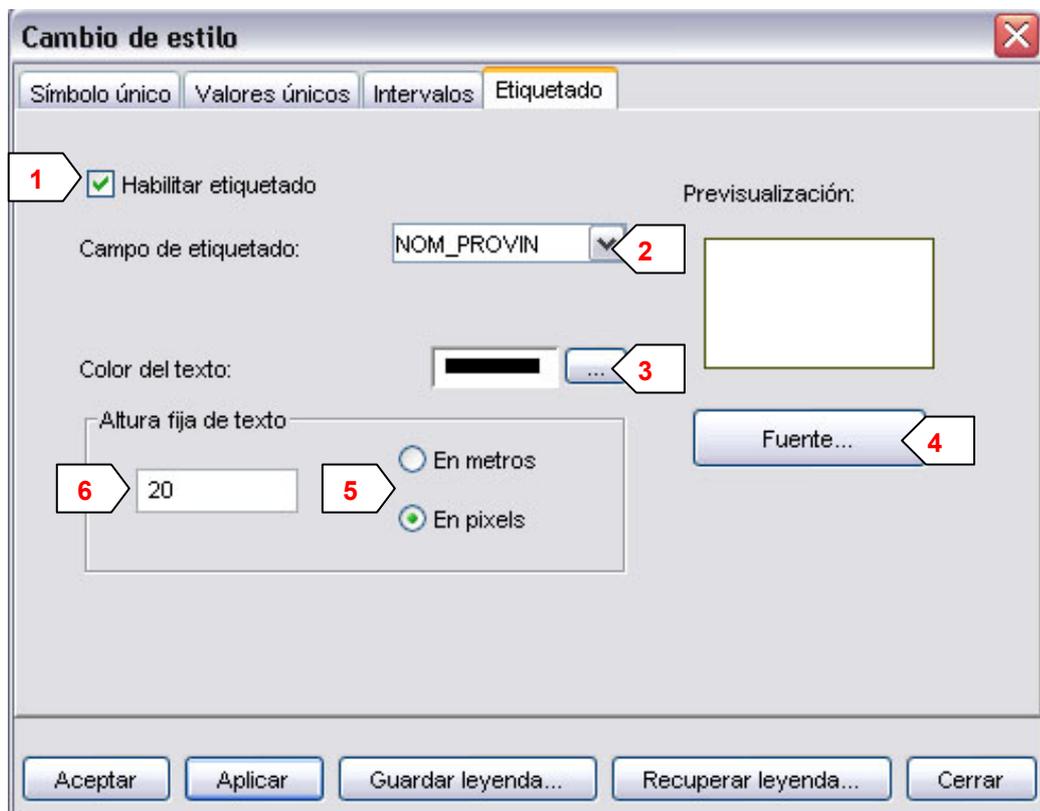
3 y 4 Color inicio y Color final: seleccionamos los colores que se utilizarán para hacer la graduación. El color de inicio para los valores más bajos y el final para los más altos.

5 Calcular intervalos: una vez definidas las opciones anteriores debemos pulsar al botón de “Calcular intervalos” para que se nos muestre el resultado final de la leyenda. Al igual que en casos anteriores los símbolos y las etiquetas que aparecen por defecto pueden ser modificadas pulsando sobre ellas.

6 Añadir: Podemos añadir nuevos rangos a los calculados.

7 Quitar Todos / Quitar: permite eliminar todos (quitar todos) o alguno (quitar) de los elementos que constituyen la leyenda.

Etiquetado



1 Habilitar etiquetado: activando la casilla de verificación podemos hacer visible o invisible el etiquetado en la Vista..

2 Campo de etiquetado: desplegable que nos permite elegir el campo de la tabla de atributos del Tema que contiene los valores a mostrar como etiquetas.

3 Color de texto: permite seleccionar el color del texto.

4 Fuente: permite seleccionar el tipo de fuente.

5 y 6 Altura fija de texto: seleccionamos las unidades (metros o píxeles) y el tamaño de los textos. Si seleccionamos píxeles, la altura del texto será fija, aunque cambiemos la escala de visualización; si seleccionamos metros, la altura de los textos variará en función de la escala en la que nos encontremos.

Eliminar un Tema

Para quitar un Tema de forma permanente de la Vista, pulsamos el botón derecho del ratón sobre él en la “Tabla de contenidos” y seleccionamos la opción “Eliminar Tema”.



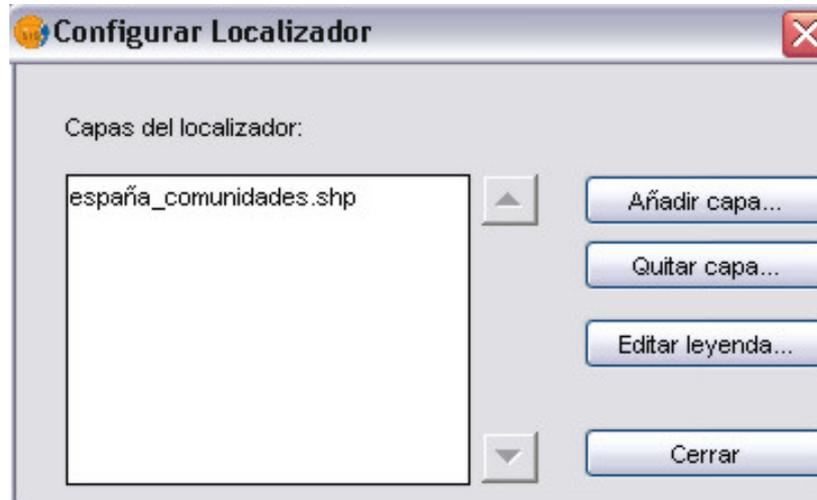
Localizador

El localizador es un mapa general que se muestra en la parte inferior izquierda de la ventana del documento Vista y que sirve para situar el área de trabajo (zoom de la Ventana principal).

Podemos seleccionar cualquier Tema para que forme parte del localizador.

1. En la barra de menús pulsa en “Vista” y selecciona “Configurar localizador”.

2. Aparece una ventana en la que podemos ir añadiendo la capa o capas que formaran parte del localizador. Desde esta misma ventana podemos eliminar capas o editar las leyendas de las mismas.



Herramienta de información



Para obtener información acerca de cada uno de los elementos del mapa se utiliza la herramienta de Información.

Cuando se pulsa sobre cualquier elemento con esta herramienta gvSIG nos muestra en un cuadro de diálogo los atributos de dicho elemento. Para ello se ha debido activar previamente el tema al que pertenece el elemento que se desea identificar (haciendo click con el puntero sobre el nombre del Tema en la Tabla de contenidos).



Medir Distancias



Esta herramienta nos proporciona información de la distancia entre dos puntos.

En primer lugar debemos asegurarnos que hemos establecido correctamente las unidades de medida (por defecto metros). Recordamos que las unidades se establecen en las “Propiedades” de la Vista.

Para utilizar la herramienta de medida basta con pulsar con el ratón en el punto de origen y desplazarlo hasta el de destino; podemos realizar tantas medidas como queramos dando un doble click para finalizar la acción.

En la parte inferior de la Ventana de la Vista aparece el cálculo de la distancia medida. Nos muestra la distancia del último segmento medido, así como del total de segmentos.

X= 695.700,35 Y= 4.387.129,81	Segmento = 15.405,17	Total = 58.218,3
-------------------------------	----------------------	------------------

Medir Áreas



Esta herramienta nos proporciona información sobre una determinada área definida por el usuario.

Funciona de manera similar a la herramienta de “Medir Distancias”. Basta con pulsar con el ratón en el punto que representa el primer vértice del polígono que define el área a medir, e ir desplazando el ratón y haciendo click en cada nuevo vértice, finalizando en el último con un doble click.

En la parte inferior derecha de la Ventana de la Vista aparece el cálculo del área medida.

Unidades: Metros	X= 708.567,11 Y= 4.377...	Perímetro = 113.661...	Area = 730.120.3...	Escala 1:83911392
------------------	---------------------------	------------------------	---------------------	-------------------

Tabla de Atributos de un Tema

Todos los temas de gvSIG poseen sus tablas de atributos asociadas. Cada elemento (punto, línea o polígono) de un tema tiene un único registro en la tabla de atributos de dicho Tema.

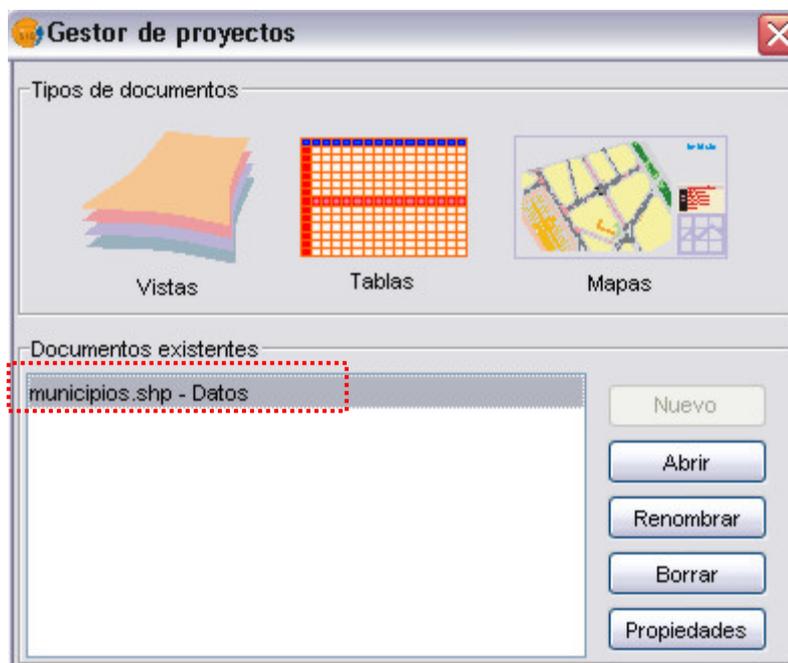


Al pulsar sobre el botón se nos muestra la tabla de atributos del Tema que se encuentre activado en ese momento. La tabla de atributos es la que describe para cada elemento del tema sus elementos temáticos (datos alfanuméricos).

R01	ORDER07	ORDER08	NAME	POP
	02	020019	Abengibre	987
	02	020024	Alatoz	648
	02	020030	Albacete	149.507
	02	020045	Albatana	875
	02	020058	Alborea	808
	02	020061	Alcadozo	771
	02	020077	Alcalá del Jú...	1.480
	02	020083	Alcaraz	1.740
	02	020096	Almansa	23.782
	02	020100	Alpera	2.360
	02	020117	Ayna	936
	02	020122	Balazote	2.342
	02	020138	Balsa de Ves	225

8101 registros.

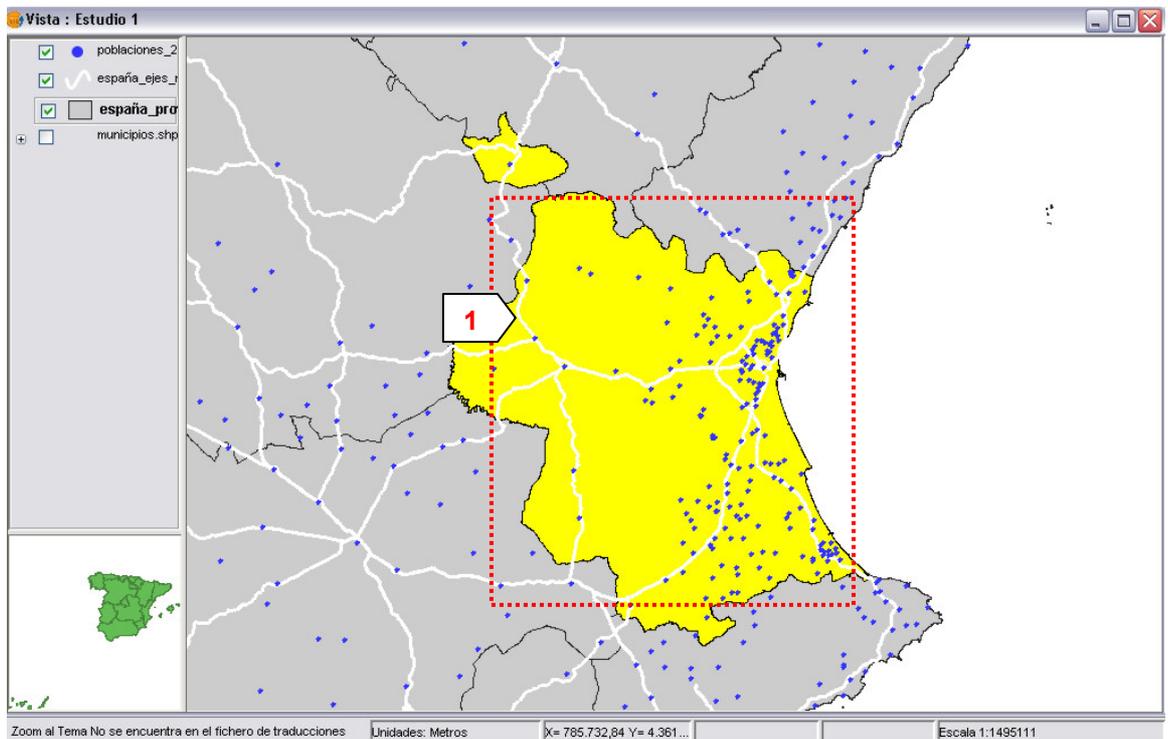
Al activar esta tabla nos aparecerá listada en la Ventana de Proyecto dentro del documento Tablas.



Selección de elementos

Para seleccionar uno o varios elementos hay diversos métodos, bien por consultas gráficas o bien por consultas alfanuméricas. Los elementos se seleccionan tanto en la parte gráfica (Vista), como en la parte alfanumérica (Tablas).

- 1 Los datos seleccionados siempre se muestran en la Vista con color amarillo.



Por punto



Es el método de selección básico, consistente en pulsar sobre el elemento que queremos seleccionar.

Por rectángulo



Permite seleccionar los elementos que se encuentren parcial o totalmente dentro de un rectángulo definido por el usuario.

Para definir el rectángulo colocamos el puntero del cursor, con el botón izquierdo presionado, en el lugar donde queremos empezar a dibujar el rectángulo y soltamos en el que sería el vértice opuesto.

Por atributos

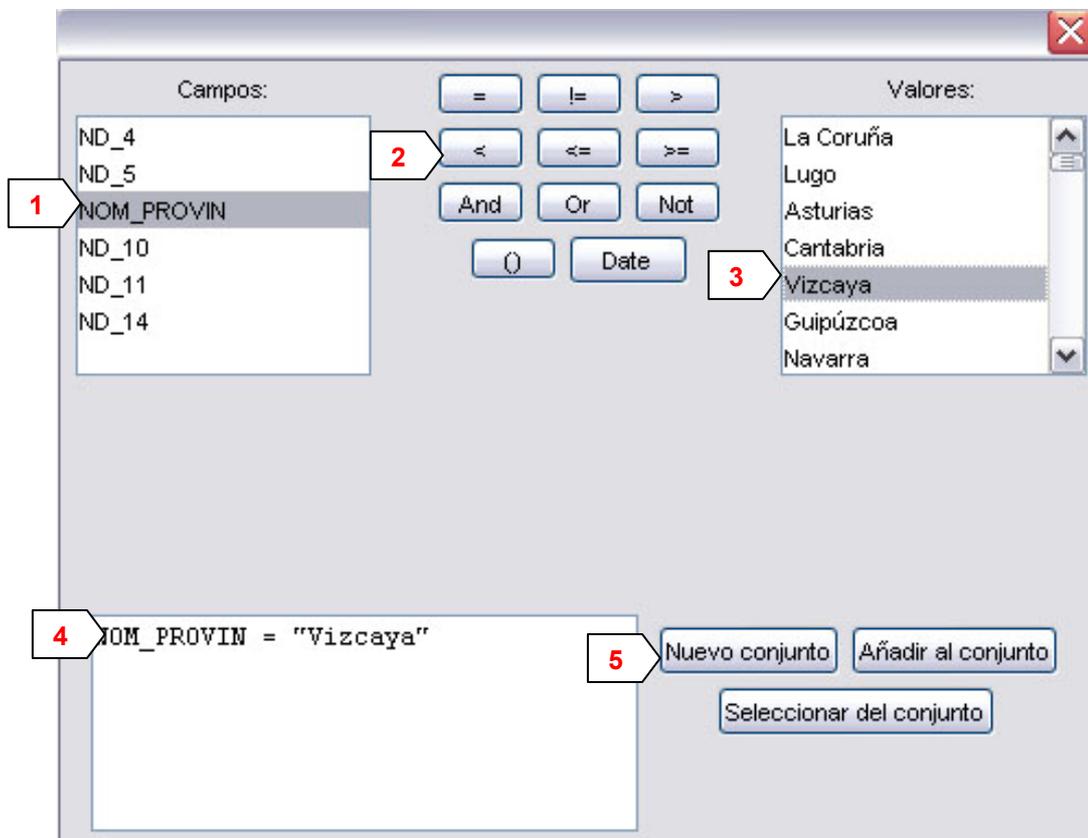


gvSIG permite realizar selecciones selectivas, mediante consultas (filtros); esto permite identificar elementos con características específicas.

La selección por atributos permite definir de forma precisa lo que se desea seleccionar, incluyendo varios atributos, operadores y cálculos.

Las consultas se realizan mediante operadores lógicos, tales como “igual que”, “mayor que”, “distinto a”, etc.

Una vez pulsado el botón de “Filtro” de la barra de herramientas, nos aparece una ventana de diálogo en la que construir nuestra consulta.



1 Campos: en la lista de Campos del Tema hacemos doble click sobre el campo que queremos incorporar a la consulta.

2 Operadores lógicos: nos permiten insertar, pulsando sobre ellos, una expresión lógica a la consulta.

3 Valores: muestra una lista con los distintos valores que toma el campo seleccionado.

4 Consulta: es la ventana donde se va representando la consulta a ejecutar. Podemos escribirla directamente.

5 Botones de selección: Ejecutan la consulta realizando una nueva selección (eliminando cualquier selección anterior), añaden los elementos seleccionados por la consulta a los existentes previamente, o realizan la consulta sobre los elementos ya seleccionados.

Borrar selección



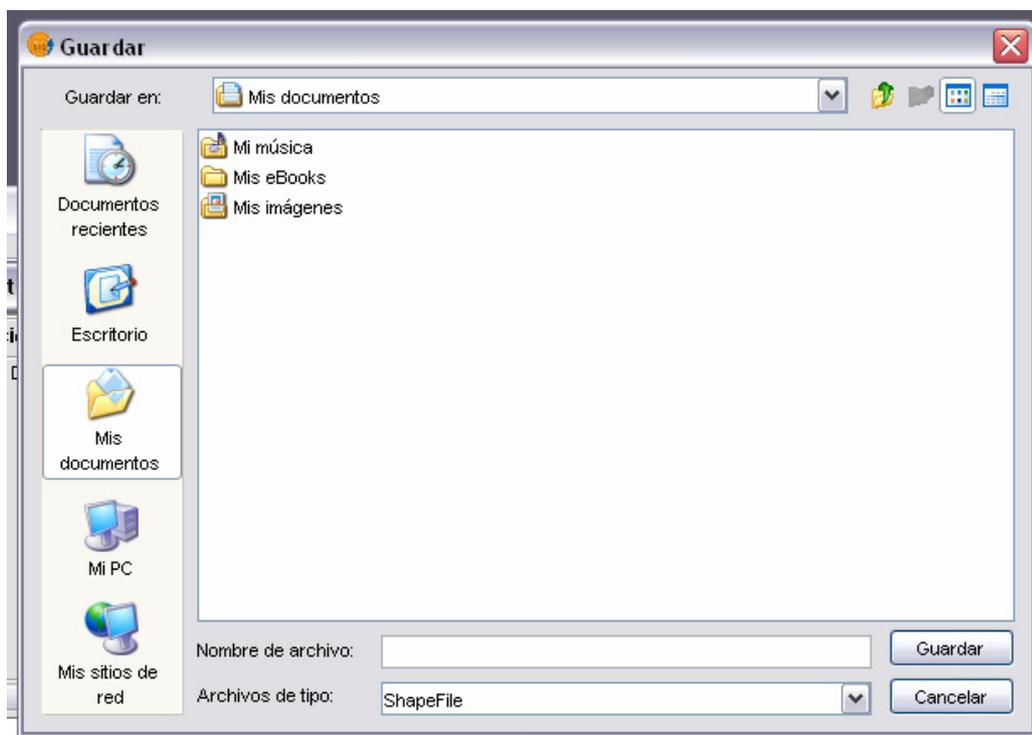
Pulsando este botón conseguimos que el conjunto de elementos seleccionados vuelva a estar vacío.

Exportar selección

Si pulsamos en Capa, Exportar selección, podremos exportar los elementos seleccionados a un nuevo fichero Shape.



En el menú “Guardar como”, indicamos un nombre de fichero y obtenemos un nuevo fichero Shape con el conjunto de selección.



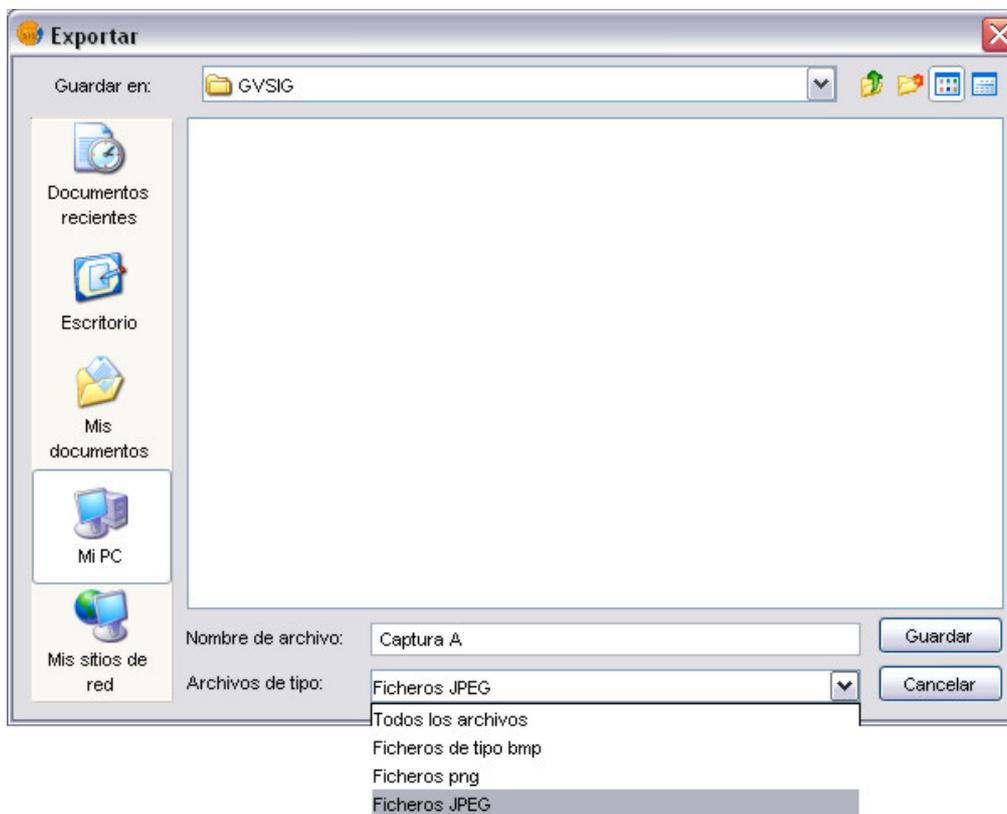
Hiperenlace



Mediante esta herramienta al pulsar sobre un elemento de la Vista nos aparece un documento de imagen asociado a dicho elemento. Para ello es preciso definir la ruta donde se ubica el archivo mediante un campo de la tabla de atributos del Tema.

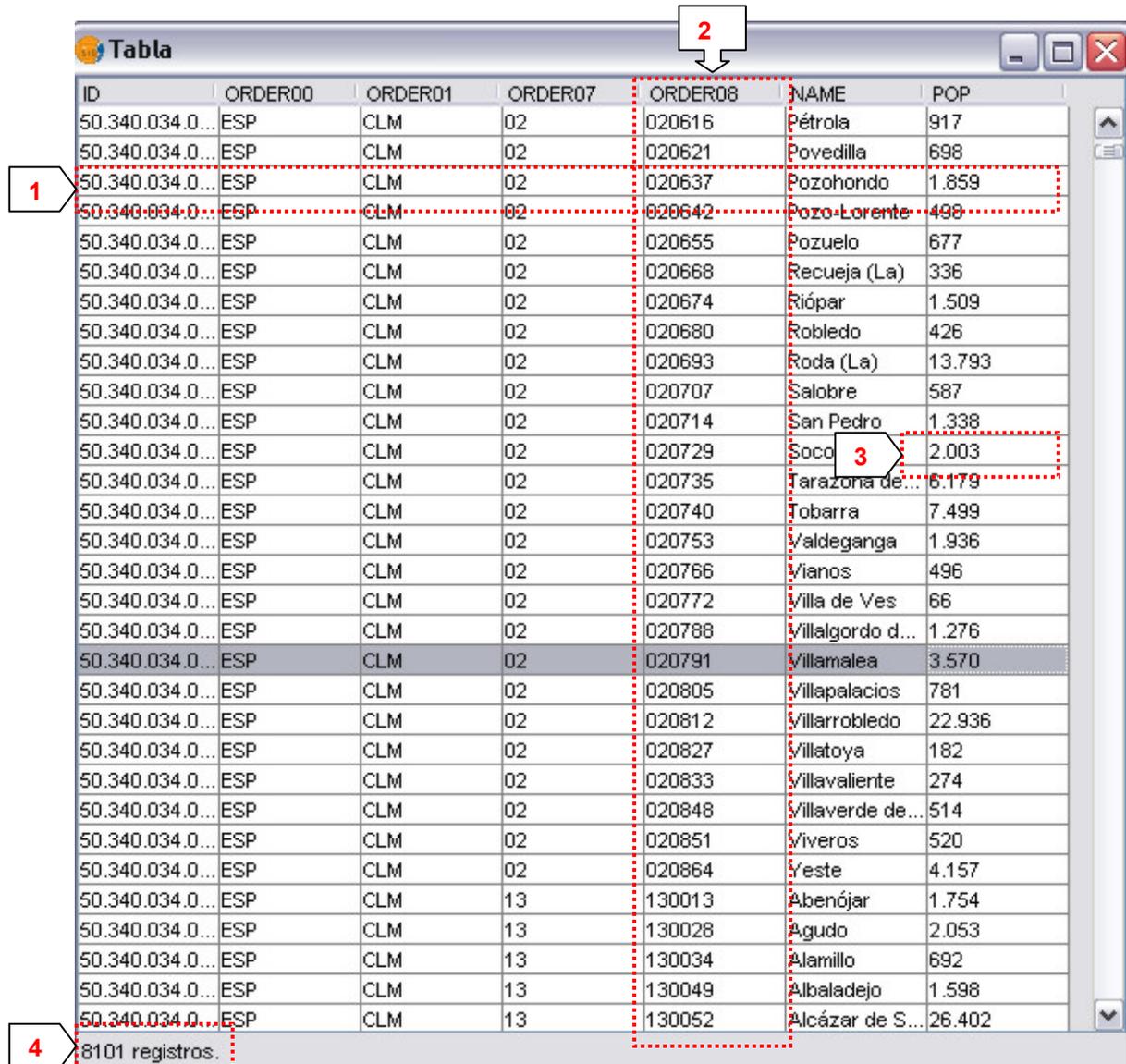
Exportación a imagen

En el menú "Vista" encontramos la opción de "Exportar a" que permite exportar la vista actual a un formato de imagen (bmp, Jpg o png).



11. TABLAS

Las tablas son los documentos que contienen la información alfanumérica. Las tablas se componen de filas o registros (que representan cada uno de los elementos de la base de datos) y columnas o campos (que definen los distintos atributos de cada elemento).



ID	ORDER00	ORDER01	ORDER07	ORDER08	NAME	POP
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020616	Pétrola	917
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020621	Povedilla	698
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020637	Pozohondo	1.859
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020642	Pozo-Lorente	498
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020655	Pozuelo	677
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020668	Recueja (La)	336
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020674	Riópar	1.509
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020680	Robledo	426
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020693	Roda (La)	13.793
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020707	Salobre	587
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020714	San Pedro	1.338
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020729	Soco	2.003
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020735	Tarazona de...	6.179
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020740	Tobarra	7.499
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020753	Valdeganga	1.936
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020766	Vianos	496
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020772	Villa de Ves	66
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020788	Villalgordo d...	1.276
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020791	Villamalea	3.570
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020805	Villapalacios	781
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020812	Villarrobledo	22.936
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020827	Villatoya	182
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020833	Villaviente	274
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020848	Villaverde de...	514
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020851	Viveros	520
50.340.034.0...	ESP	CLM	02	020864	Yeste	4.157
50.340.034.0...	ESP	CLM	13	130013	Abenójar	1.754
50.340.034.0...	ESP	CLM	13	130028	Agudo	2.053
50.340.034.0...	ESP	CLM	13	130034	Alamillo	692
50.340.034.0...	ESP	CLM	13	130049	Albaladejo	1.598
50.340.034.0...	ESP	CLM	13	130052	Alcázar de S...	26.402

8101 registros.

1 Fila o registro: es la representación de los distintos elementos de la base de datos.

2 Columna o campo: son los tipos de atributos que definen a cada elemento.

3 Celda: la intersección de un registro y un campo es una celda. La celda es el elemento mínimo de trabajo y siempre puede contener información.

4 Información de registros: Nos informa del total de elementos (registros) que contiene la tabla.

Todas las capas de información vectorial tienen sus tablas de atributos. Cada elemento gráfico de un determinado Tema tiene su correspondiente registro en la tabla de atributos de dicho Tema.

Para seleccionar elementos en la tabla basta con pulsar con el botón izquierdo del ratón. Empleando las teclas de control y mayúsculas podemos seleccionar más de un registro.

Propiedades de las tablas

Desde la ventana del Gestor de Proyectos podemos acceder a las Propiedades de la Tabla.

Visible	Campo	Alias
<input type="checkbox"/>	ND_4	alias
<input type="checkbox"/>	ND_5	alias
<input type="checkbox"/>	NOM_PROVIN	alias
<input type="checkbox"/>	ND_10	alias
<input type="checkbox"/>	ND_11	alias
<input type="checkbox"/>	ND_14	alias



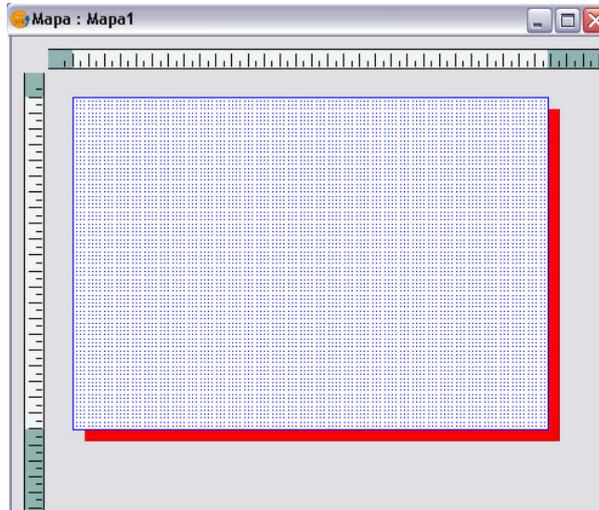
Desde esta ventana podemos cambiar el nombre de la Tabla y, fundamentalmente, indicar que campos queremos que se muestren visibles (activando las casillas de verificación) y cuales no.

Filtros

La herramienta “Filtro” funciona de forma similar que las Vistas. Ver (ap. 3.13 – Selección de elementos por atributos).

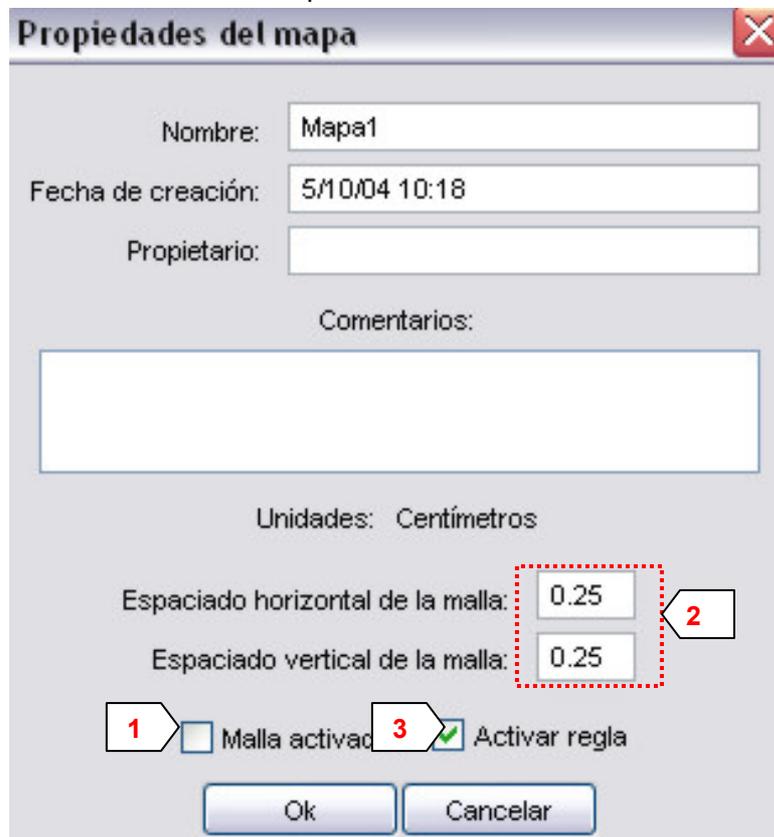
12. MAPAS

Los documentos de mapa permiten diseñar y combinar en una página todos los elementos que deseamos que aparezcan en un mapa impreso.



Los mapas se presentan en una ventana como una hoja con una malla de puntos que sirve como ayuda para el dibujo y con dos reglas (vertical y horizontal).

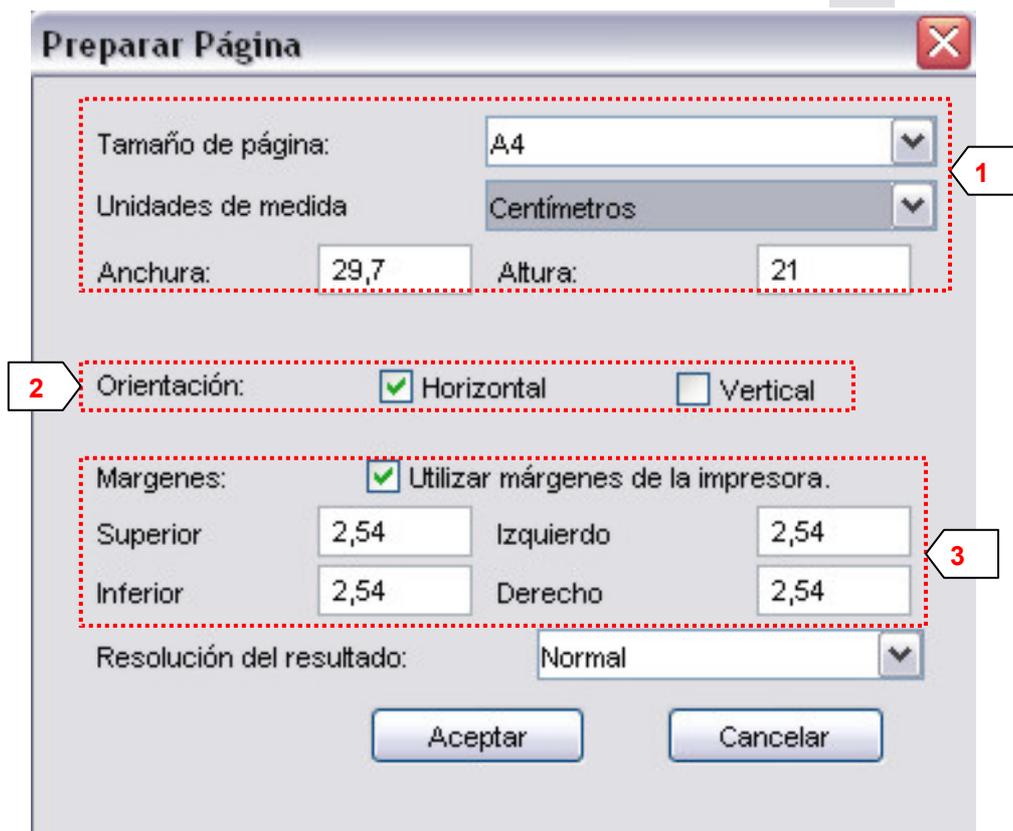
Esta malla no aparece impresa y se define seleccionando la opción "Propiedades" dentro del menú "Mapa".



- 1 Activando la casilla de verificación se activa la malla. Esto significa que cualquier elemento que se inserte en el mapa se ajustará a la malla.
- 2 Mediante las opciones de espaciado vertical y horizontal se define la separación entre los distintos puntos que componen la malla.
- 3 Activando la casilla de verificación se activa la regla. La regla se utiliza como elemento de ayuda al dibujo.

Preparar página

En el menú “Mapa” seleccionamos la opción “Configurar página”. Mediante esta herramienta podemos definir el espacio de trabajo, esto es, el tamaño y propiedades de la página donde vamos a realizar la composición de nuestro mapa. Otra opción es pulsar el botón de “Configurar página” de la barra de herramientas. 



1 Papel: permite definir el origen y el tamaño del papel donde va a ser impreso el mapa. Podemos seleccionar un tamaño estándar o uno definido por el usuario.

2 Orientación: una vez definido el tamaño del papel debemos definir su orientación, horizontal o vertical.

3 Márgenes: permite definir los cuatro márgenes de la hoja. La regla se ajusta a los márgenes de la página.

Insertar elementos

Es posible añadir a nuestro mapa los siguientes elementos cartográficos:

- Vistas
- Imágenes
- Barras de escala
- Leyendas
- Objetos gráficos

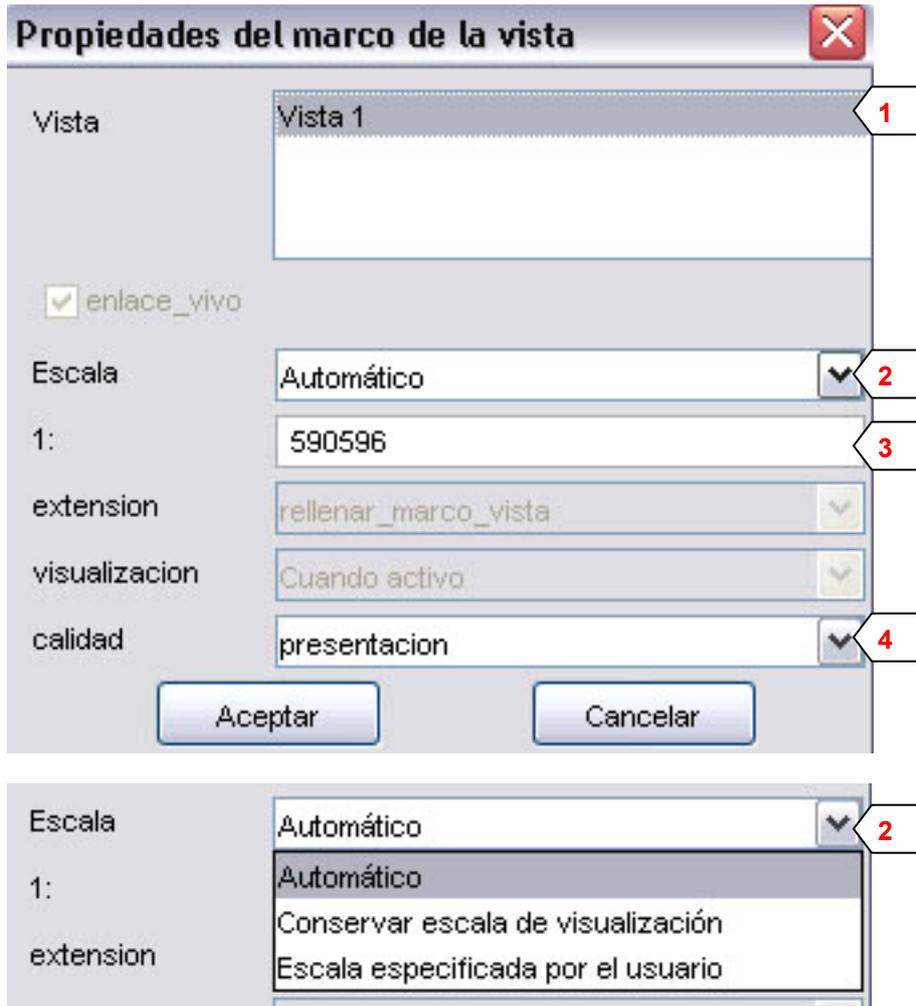
Muchos de los elementos cartográficos están íntimamente ligados al documento Vista, de modo que al realizar cambios en ésta, se ven reflejados en el mapa (cambios de zoom, desplazamientos, modificación de leyendas, organización de capas, etc.).

Vista



Pulsando el botón de “Insertar Vista” de la barra de herramientas podemos insertar una Vista en el Mapa. Para ello colocamos el puntero del ratón, pulsado el botón izquierdo, en uno de los extremos del rectángulo que define el espacio a ocupar por la Vista y arrastramos hasta soltar en el extremo opuesto.

Aparece un cuadro de diálogo en el que podemos definir las propiedades del elemento Vista que acabamos de insertar.



1 Vista: seleccionamos, en caso de haber más de una, la Vista que queremos insertar.

2 Escala: seleccionamos uno de los tres tipos de escala siguientes:

- Automático.
- Conservar escala de visualización.
- Definida por el usuario: que nos permite introducir una escala determinada. En el caso de seleccionar esta opción definimos en **3** el factor de escala.

4 Calidad: Influye en la visualización, puede ser de presentación o borrador.

Imagen



Herramienta que permite insertar una Imagen en el Mapa.

El cuadro de diálogo que aparece es el siguiente:



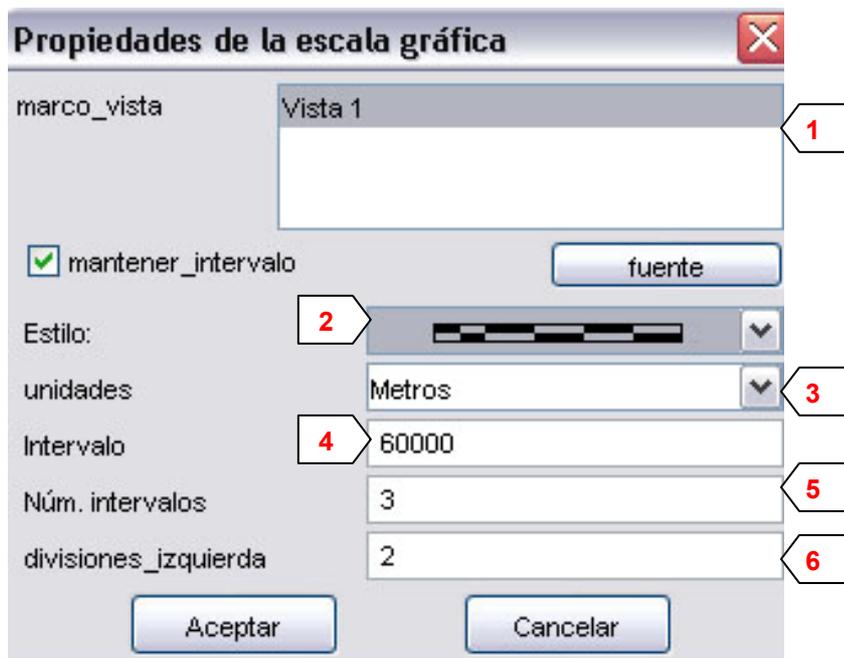
Pulsando el botón de examinar podemos seleccionar la ruta donde se encuentra ubicado el archivo de imagen a insertar. Podemos insertar Jpg, Gif y Png.

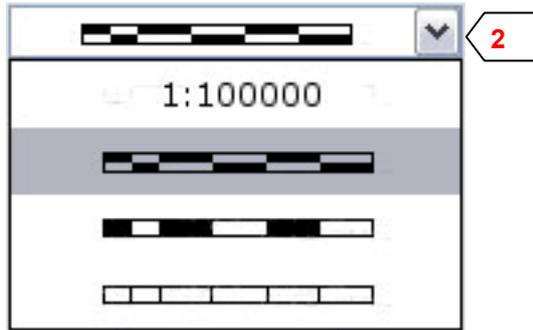
Escala



Herramienta para insertar una escala (relacionada con una Vista) en el Mapa.

El cuadro de diálogo del elemento escala es el siguiente:





1 Vista: seleccionamos, en caso de haber más de una, la Vista con la que está relacionada la escala que queremos insertar.

2 Estilo: seleccionamos el tipo de escala que queremos insertar, ya sea numérica o gráfica.

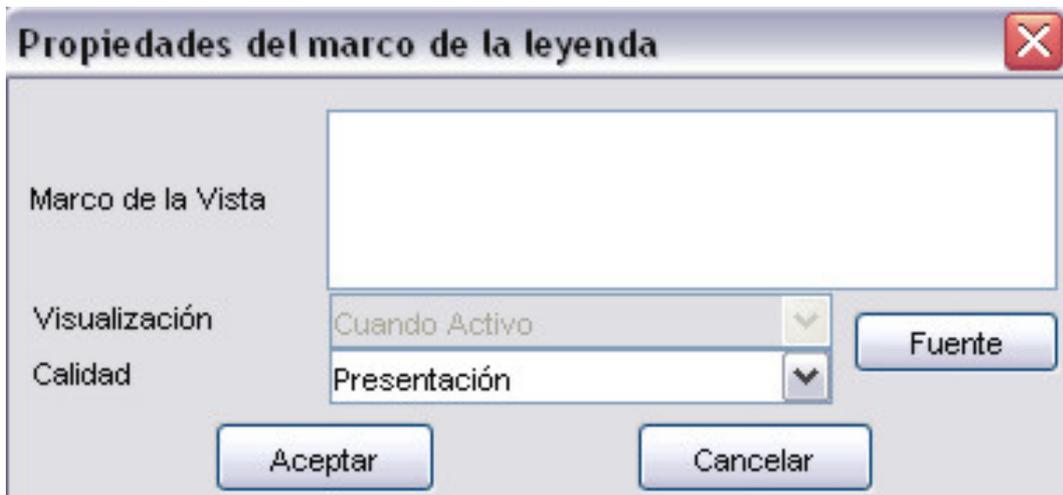
3 Unidades: definimos las unidades de la escala gráfica (metros, Km., etc.).

4, 5 y 6 Intervalos: seleccionamos el número de intervalos, lo que representa cada uno de ellos y el número de divisiones a la izquierda del 0.

Leyenda



Herramienta para insertar una leyenda en el mapa. La leyenda representa los Temas visibles de la Tabla de contenidos de la Vista seleccionada.

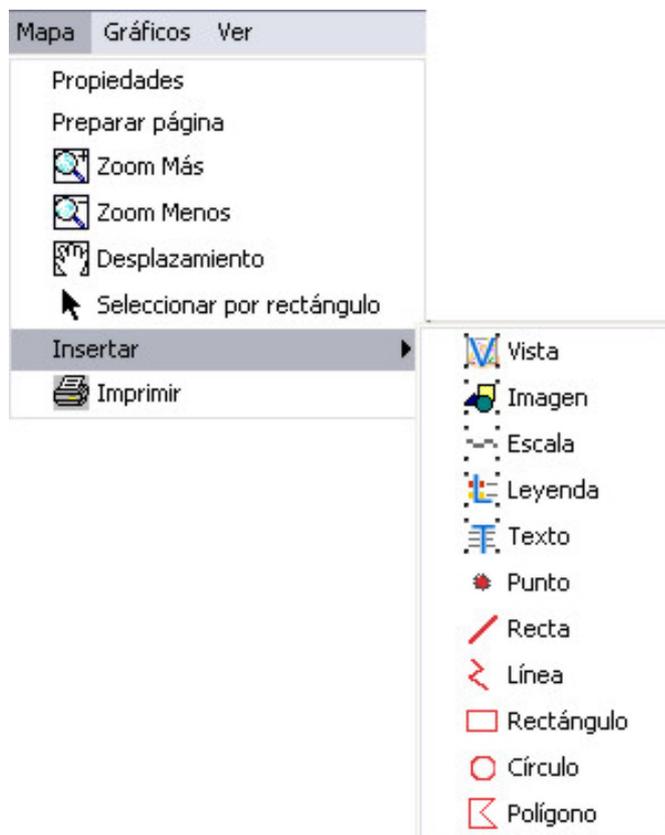


Gráficos

Podemos insertar los siguientes tipos de elementos gráficos:

- Textos
- Puntos
- Líneas / Polilíneas
- Rectángulos
- Círculos
- Polígonos

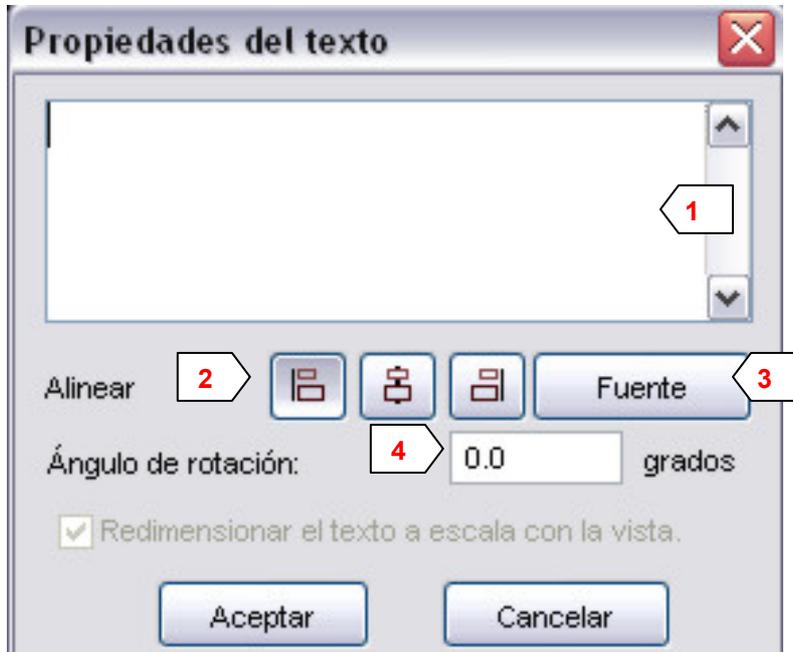
Todos estos elementos se pueden insertar accediendo a “Insertar” del menú “Mapa”.



La forma de dibujar estos elementos es similar, haciendo click con el ratón en cada uno de los puntos que definen el elemento. Un caso especial es el de los textos.



Los textos, que también pueden insertarse pulsando el botón respectivo de la barra de herramientas, se definen en el cuadro de diálogo que aparece.



- 1 En este cuadro se escribe el texto que queremos insertar.
- 2 **Alinear**: seleccionamos el tipo de alineación (izquierda, centrada o derecha).
- 3 **Fuente**: seleccionamos el tipo de fuente.
- 4 **Ángulo rotación**: Indicamos el ángulo, con respecto a la horizontal, de inclinación de los textos.

Gráficos

Podemos realizar múltiples acciones con los gráficos, aparte de las básicas de desplazar o cambiar su tamaño. La mayoría de las herramientas de edición de gráficos se encuentran en el menú "Gráficos" o en los botones de la derecha en la barra de herramientas. Pulsando el botón derecho del ratón nos aparece un menú flotante con alguna de las herramientas más utilizadas.

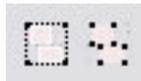
Alinear

Esta orden la encontramos en el menú "Gráficos". Mediante ella podemos alinear los elementos del Mapa que tengamos seleccionados. Hay una gran variedad de

opciones para personalizar la distribución de los elementos, tal y como se puede ver en el cuadro de diálogo que nos permite seleccionar la acción a realizar.



Agrupar / Desagrupar



Mediante estos dos botones de la barra de herramientas (o en el menú “Gráficos”) podemos agrupar varios elementos en uno solo o desagrupar una agrupación existente.

Agrupar varios gráficos en uno nos permite realizar ciertas acciones con mayor facilidad, como desplazamientos o cambios de tamaño.

Simplificar

En el menú “Gráficos” encontramos la herramienta de “Simplificar” que permite convertir en elementos simples entidades gráficas complejas, como leyendas o escalas gráficas. Una vez simplificados estos elementos pierden su enlace con la Vista.

Orden de visualización



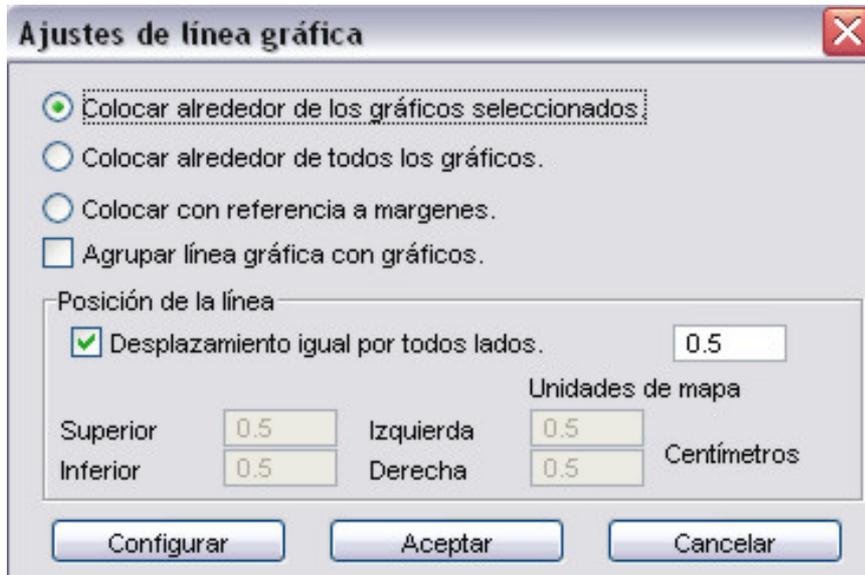
Mediante estos dos botones podemos cambiar el orden de visualización de los elementos seleccionados, colocándolos por encima o debajo de otros.

Línea gráfica



Esta herramienta dibuja un borde alrededor del elemento o elementos seleccionados.

Las opciones se presentan en el siguiente cuadro de diálogo:



Tamaño y posición



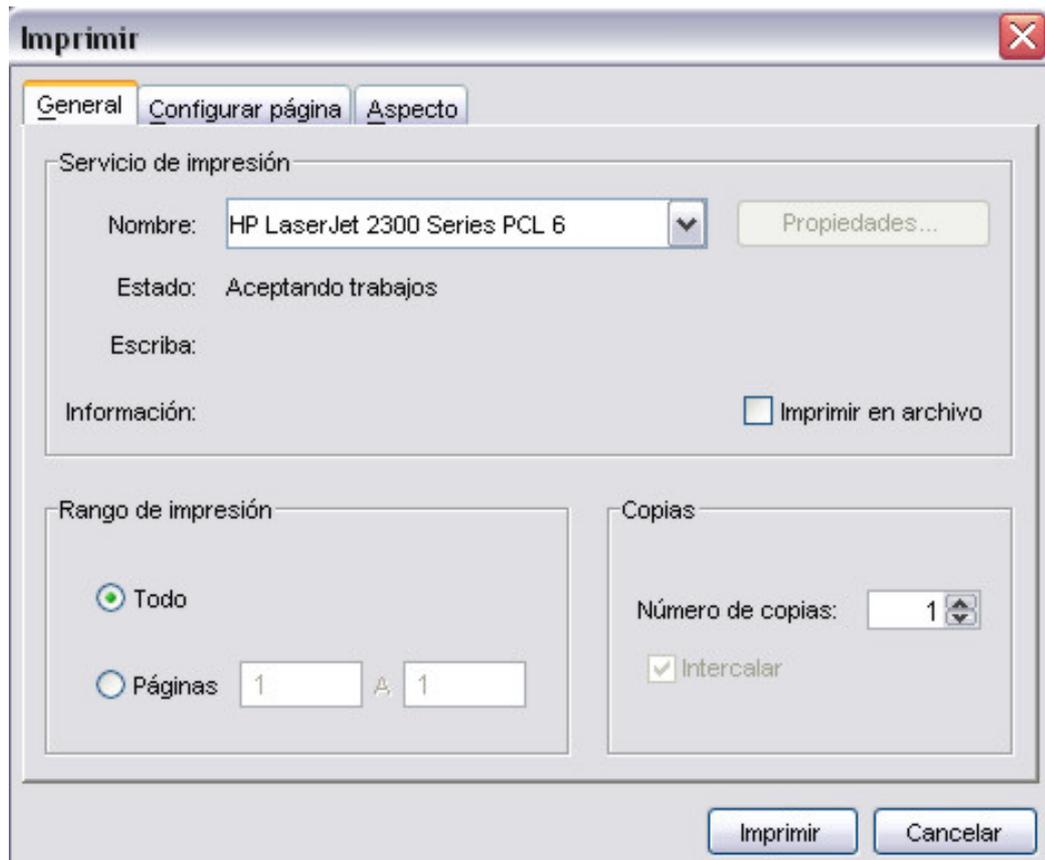
Esta herramienta abre un cuadro de diálogo que nos permite especificar con detalle el tamaño y la posición del elemento seleccionado.



Impresión



Mediante esta opción se abre el cuadro de diálogo de impresión, en el que podemos seleccionar las opciones relativas a la misma (seleccionar impresora, calidad, etc.)



Herramientas de navegación por el mapa



Mediante estas herramientas podemos movernos por la página de mapa, acercandonos o alejandonos por la misma.



Zoom Ventana más: realiza un zoom hacia dentro de la página centrado en la posición o área definida por el usuario.



Zoom Ventana menos: realiza un zoom hacia fuera de la página centrado en la posición p o área definida por el usuario.



Desplazamiento: permite movernos por la página.



Zoom Completo: realiza un zoom a la extensión de la página.



Zoom a escala 1:1: realiza un zoom al tamaño “real” de la página configurada.

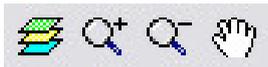


Zoom más: realiza un zoom hacia dentro de la página centrado en la misma.



Zoom menos: realiza un zoom hacia fuera de la página centrado en la misma.

Herramientas de navegación por la vista



Mediante este conjunto de herramientas el usuario puede navegar por una vista insertado del mismo modo que si estuviera en el documento “Vista”. Así, podremos definir el área exacta que queremos aparezca en nuestro mapa sin tener que cambiar de documento.



Zoom Completo a la Vista: Realiza un zoom a la extensión que definen los temas de la Vista.



Zoom más sobre la Vista: amplía una determinada área de la Vista.



Zoom menos sobre la Vista: disminuye una determinada área de la Vista.



Desplazamiento: permite desplazarnos por la Vista.

ANEXO. INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES.

La historia de las infraestructuras de datos espaciales comienza (de forma organizada) cuando el entonces presidente norteamericano William J. Clinton publicó, en el año 1994, una orden presidencial para poner en marcha la Infraestructura Nacional de Datos Espaciales de EEUU (NSDI). La podemos consultar en:

<http://www.fgdc.gov/publications/documents/geninfo/execord.html> .

Desde entonces hubo una serie de salidas en falso en Europa, intentando seguir el modelo rompehielos americano pero contaban con una dificultad adicional: la necesidad de soportar una comunidad de proveedores y usuarios mucho más diversa, por las diferencias obvias de nacionalidad, cultura, política, idioma, etc. Después de varios intentos fracasados (el más llamativo, GI2000) de crear una normativa oficial europea sobre el tema, por fin, en el mes de julio de 2004, la Comisión Europea consiguió la admisión a debate parlamentario europeo del borrador “DIRECTIVA DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad (INSPIRE)”. (Se puede acceder al borrador desde <http://inspire.jrc.it>)

Ahora bien, aunque el parlamento acaba de recibir noticias del intento de crear una IDE europea, los comités de trabajo que hay tras la iniciativa INSPIRE – representantes de la comisión europea y expertos medioambientales y de la información geográfica de todos los estados miembros— llevan más de tres años elaborando documentos, diseños, y recomendaciones sobre el contenido y la forma de construir las IDE’s con el objetivo de poder publicar, en forma de la directiva INSPIRE, las ‘reglas de juego’ que aseguren que las IDE’s locales y nacionales puedan formar algún día piezas de un único puzzle: la IDE europea. Así, desde hace ya dos años, la sombra de la futura INSPIRE y la necesidad de cumplir con las exigencias de su directiva, ha impulsado una serie de iniciativas de IDE’s a varios niveles: nacional (IDEE), en las CCAA (destacándose Cataluña, Galicia, Andalucía, Navarra y ahora la Comunidad Valenciana), local (la pionera IDE de Zaragoza) y algunas diputaciones y grandes municipios. Todos con el mismo objetivo: maximizar el acceso a los datos geográficos a los usuarios, minimizando así la duplicación de esfuerzo e inversiones.

Una definición, entre varias posibles, de una IDE, es la del recetario de la iniciativa global sobre IDE's, GSDI (Global Spatial Data Infraestructure) traducido por el grupo Mercator de la UPM (http://www.gsdi.org/pubs/cookbook/recetario_es0515.pdf).

“Se suele usar el término "Infraestructura de Datos Espaciales" (IDE) para indicar la acumulación importante de tecnologías, normas y planes institucionales que facilitan la disponibilidad y el acceso a datos espaciales. La IDE provee una base para el descubrimiento de datos espaciales, con evaluación y aplicación para usuarios y proveedores a todos los niveles gubernamentales, para el sector comercial, instituciones no lucrativas, sector académico y público en general.” (p. 7)

Y en la misma página matizan:

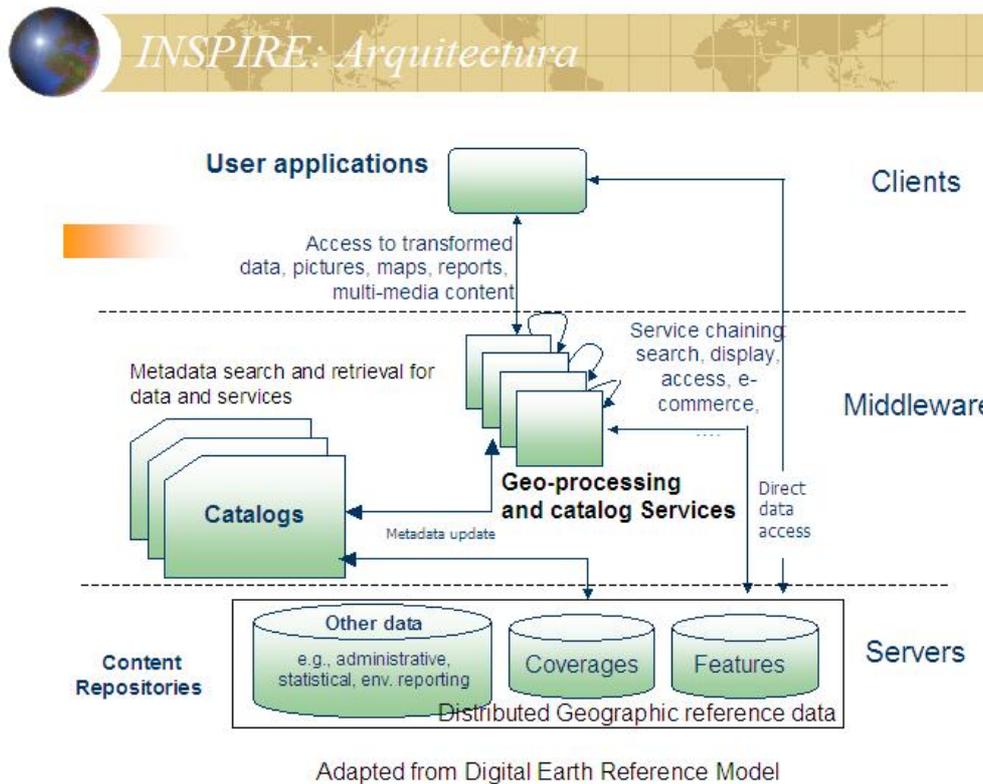
“Una IDE tiene que ser más que una serie única de datos o una base de datos; una IDE incluye datos y atributos geográficos, documentación suficiente (metadatos), un medio para descubrir, visualizar y valorar los datos (catálogos y cartografía en red) y algún método para proporcionar acceso a los datos geográficos. Además, debe haber servicios adicionales o software para permitir aplicaciones de los datos. Para hacer funcional una IDE, también debe incluir los acuerdos organizativos necesarios para coordinarla y administrarla a escala regional, nacional y transnacional.”

¿Cuál es el fin de una IDE? Es notable que la orden Clinton empieza, no hablando de los beneficios que una IDE aporta a los proveedores, sino a los usuarios finales de la información geográfica. Dice *“La información geográfica es crítica para promover el desarrollo económico, mejorar la preservación de nuestros recursos naturales, y proteger el medio ambiente.”* A continuación traza las líneas de colaboración que deben existir entre las agencias proveedoras de dicha información geográfica, *“para soportar aplicaciones de los geodatos en el sector público y privado... transporte, medio ambiente, gestión de emergencias, etc.”*

En este sentido la IDE es comparable con otras infraestructuras más conocidas, como por ejemplo las de transporte de electricidad o gas ya que estas se trazan por el beneficio del desarrollo económico en general, no por el beneficio sólo de la industria eléctrica.

Por otro lado hay una diferencia clave entre esas otras infraestructuras y las IDE's: mientras que las primeras suministran un producto consumible y finito, las IDE's transportan información digital, la cual no se gasta y se puede duplicar con facilidad y repartir a múltiples consumidores de forma simultanea. Para ilustrar la idea, preguntamos "¿Porque rehacer una cartografía digital a escala 1:10.000 de una zona de Valencia, cuando aquellos datos ya existen en una base de datos (asequible en Internet) del Instituto Cartográfico?" En este ejemplo la IDE de la Comunidad Valenciana facilitaría el descubrimiento de la existencia de estos datos, acceso a sus descripciones detalladas o metadatos, en muchos casos una vista preliminar a los datos, e incluso a veces acceso directo a la base de datos a través de un sistema de e-commerce.

Para poder llegar a la implementación de esta visión de la IDE, que facilite una variedad de posibilidades para mejorar el acceso a, o compartir, datos geográficos, hay que plantear cuáles son los componentes básicos que habrá que poner en marcha.



Metadatos

Los metadatos son definidos generalmente como "datos que describen otros datos". Estos describen el contenido, calidad, restricciones y cualquier otra característica de los datos principales. Los metadatos ayudan al 'dueño' de los datos a mantenerlos y organizarlos, y a una persona (o una máquina) externa a localizarlos y utilizarlos mejor.

En el caso de los datos espaciales, –mapas digitales, imágenes obtenidas vía satélite, etc.— los metadatos que los describirán son creados y almacenados en formato de texto (XML). Cada texto de descripción de metadatos pertenece 1:1 a una fuente de datos espacial (llamadas datasets en la documentación en inglés).

Ejemplo: Un mapa digital (equivalente a una hoja 1:10.000) guardado y disponible para compartir conllevaría un registro de metadatos que describe ese mapa y que reside en un catálogo accesible vía Internet (o Intranet).

Principales usos de los metadatos

Invertir en organización y mantenimiento de los datos.

Los metadatos ayudan a que la inversión de las organizaciones en los datos sea segura. A medida que se produce un cambio de personal o el tiempo pasa, la información sobre los datos de una organización se pierde y los datos pueden perder su valor. Después un nuevo trabajador puede tener menor comprensión del contenido y uso de una base de datos digital y pueden encontrarse con que no puede confiar en los resultados generados a partir de estos datos. Las descripciones completas en metadatos del contenido y la precisión de un conjunto de datos geoespaciales fomentará el uso adecuado de los datos. Tales descripciones también pueden proporcionar una cierta protección de la organización productora si se presentan conflictos sobre el uso erróneo de los datos.

Proporcionar información a catálogos de datos y geoportales.

Las aplicaciones de sistemas de información geográfica a menudo requieren muchos tipos (categorías de temas) de datos. Pocas organizaciones pueden permitirse crear todos los datos que necesitan. A menudo los datos creados por una organización también pueden ser usados por otras. Haciendo disponibles los metadatos a través de catálogos de datos y "geoportales", las organizaciones pueden encontrar datos para

usar y colaboradores con quien compartir colecciones de datos y esfuerzos de mantenimiento, así como potenciales consumidores de sus datos. Los comités centrales están dirigiendo el desarrollo de las Infraestructuras de Datos Espaciales Global y Nacional de modo que los productores de datos puedan proporcionar metadatos a otros usando Internet. Los gobiernos regionales están haciendo lo mismo, en el tercer nivel del conjunto geográfico, creando IDE's regionales que, si están construidas siguiendo los estándares internacionales, podrán encajar entre ellas como las piezas de un puzzle, siendo posible cubrir las necesidades locales y al mismo tiempo ayudar a la creación de la IDE Nacional.

Proporcionar información para ayudar a la transferencia de los datos.

Los metadatos deberían acompañar la transferencia de un conjunto de datos. El metadato ayudará a la organización receptora de los datos a procesar e interpretar los datos, a incorporarlos a su dominio y a actualizar los catálogos internos que describen los datos de su dominio.

Niveles de metadatos

Los metadatos pueden usarse a diferentes niveles:

- Metadatos de **descubrimiento** - ¿Qué conjuntos de datos contienen la clase de datos en que estoy interesado? Esto habilita a las organizaciones a conocer y publicitar qué posesiones de datos tienen.
- Metadatos de **exploración** - ¿Contienen suficiente información los conjuntos de datos como para permitir hacer un análisis sensato para mis propósitos? Esta es documentación a proveer con los datos para asegurarse de que otros los usan correcta y juiciosamente.
- Metadatos de **explotación** - ¿Cuál es el proceso por medio del cual se obtienen y utilizan los datos que se requieren? Esto ayuda a los usuarios finales y a las organizaciones proveedoras a almacenar, volver a utilizar, mantener y archivar con efectividad sus posesiones de datos.

Cada uno de estos propósitos, aunque complementarios, requiere diferentes niveles de información (lo que supondría completar más que los elementos descriptivos de la plantilla o perfil de metadatos). De por sí las organizaciones deben mirar a sus necesidades de conjunto antes de generar sus sistemas de metadatos.

Esto no quiere decir que estos niveles de metadatos sean únicos. Hay un alto grado de reutilización de los metadatos para cada nivel y cada organización diseñará el esquema de metadatos y su ejecución en base de sus necesidades empresariales para acomodar esos tres requisitos.

Los metadatos de descubrimiento son un mínimo de información que se necesita para transmitir la naturaleza y el contenido de la fuente de datos. Esto pertenece a las amplias categorías de las preguntas "qué, por qué, cuándo, quién, dónde y cómo" de los datos geoespaciales.

- ¿Qué? - título y descripción del conjunto de datos.
- ¿Por qué? - razones abstractas detalladas para la colección de los datos y sus usos.
- ¿Cuándo? - fecha de creación del conjunto de datos y ciclos de actualización, si los ha habido.
- ¿Quién? - origen, proveedor de los datos y posibles destinatarios o interesados en la obtención de los datos.
- ¿Dónde? - extensión geográfica basada en latitud/longitud, coordenadas, nombres geográficos o áreas administrativas.
- ¿Cómo? - cómo fueron creados y cómo se accede a los datos.

Así pues, no solamente puede el contenido de los metadatos variar de acuerdo con su cometido, sino que también puede cambiar de acuerdo con el campo de acción de los datos que se están definiendo. Habitualmente, aunque no exclusivamente, los metadatos de descubrimiento tienen que ver con colecciones de fuentes de datos o series de conjuntos de datos que, teniendo características similares, están relacionados con extensiones geográficas o tiempos diferentes. El ejemplo más habitual es una serie de mapas, pero igualmente puede aplicarse a estudios estadísticos.

Escenarios de uso

¿De qué modo son usados típicamente los metadatos? En la vida diaria estamos acostumbrados a usar los metadatos, aunque quizás no los reconozcamos bajo ese nombre. Puede que sean llamados información nutritiva (en la comida etiquetada), ficha técnica (para un coche), ficha bibliotecaria, o fichero de cabecera (en el caso de una imagen satélite). Veamos tres ejemplos a continuación.

Etiquetado Nutricional	
Tamaño de la porción 1 taza (30 g)	
Porciones por recipiente 2	
Cantidad por porción	
	% del valor diario*
Grasa total 13 g	20%
Grasa saturada 5 g	25%
Colesterol 30 mg	10%
Sodio 660 mg	28%
Carbohidratos totales 31 g	10%
Fibra dietética 0 g	
Azúcares 5 g	
Proteína 5 g	
Vitamina A 4%	Vitamina C 2%
Calcio 15%	Hierro 1%

*El porcentaje del valor diario se basa en una dieta de 2000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de las necesidades calóricas:

Grasa total	Menos de	25 g	35 g
Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg
Colesterol	Menos de	300 mg	300 mg
Sodio	Menos de	2400 mg	2400 mg
Carbohidratos totales	Menos de	300 g	375 g
Fibra dietética	Al menos	25 g	30 g

Calorías por gramo:
Grasa 9 • Carbohidratos 4 • Proteína 4

MA: Bibid Lookup - Microsoft Internet Explorer - Ya.com

http://vialint.uj.es:8000/cgi-bin/vis_web_gateway?lib=7009320306&conf=000000+++++screen=MA

PANTALLA BIBLIOGRÁFICA MARC

Nivel loc:	1	Análiz:	0	Operador:	0022	Edi:		
EntRaga:	n	EntR:	980512	Usat:	990106			
Tipus:	a	NivBib:	m	PublGov:	0	Llen:	spa	
RepEtr:	1	Ilust:	a	Codif:				
DGMat:	W	MatBis:	PublCon:	0	País:	sp	TipDat:	s
PubPeriód:								
Index:	1	TipPub:	Homeste:	0	Form:	Nivel:	Dates:	
1997								
001		8432131547						
020	10	M \$:	31696	\$:	1997	\$:	m	
021	10	84-321-3154-7						
035		0093-20360						
090		570.212						
100	20	Bosque	Sendra					
100	20	Bosque	Sendra					
245	10	Sistemas de información geográfica	\$:	Joaquín				
250	00	* ed. corregida						
260	00	Madrid	\$:	Rob				
300	00	451 p.						
300	00	\$:	4					
504	00	Bibliografía						
650	00	Sistemas de información geográfica						
650	00	Geografía						
650	00	Geografía						
650	00	Geografía						
650	00	Geografía						
650	00	Geografía						
650	00	Geografía						

Metadatos (etiqueta nutricional) de un producto alimenticio. Describen algunas de sus características que pueden incidir en la decisión de compra del consumidor.

Metadatos bibliográficos (formato MARC). Ayudan al bibliotecario a mantener sus recursos y al usuario (lector) a determinar si un libro le interesa antes de intentar conseguir la copia física en la biblioteca.

Idrisi for Windows - Version 2 - DEMO

Environment File Display Analysis Reformat Data Entry Window Help

December, 1988 NDVI (stretched for display)

DESCRIBE - Documentation File Description

Select file type:

- Image files
- Vector files
- Values files
- Reference files
- Composition files

Select file:

dec8Bvi

bedem
berds
brazil2
brazilc
cuenca
dec8Bc
dec8Bvi
drelief
dsolts
etidem
gcanton
njolodem
njolofc

file title : December, 1988 NDVI (str
data type : byte
file type : binary
columns : 488
rows : 438
ref. system : lat/long
ref. units : deg
unit dist. : 1
min. X : -20
max. X : 60
min. Y : -35
max. Y : 38
pos'n error : unknown
resolution : unknown
min. value : 0
max. value : 255
value units : ndvi - stretched
value error : unknown
flag value : none
flag def'n : none
legend cats : 0

Composer

- dec8Bvi

Add Layer...
Remove Layer
Properties...
Save Composition

Image Histogram
Display

Icon:

05/10/2004 15:54:19

Metadatos (archivo de cabecera) de un sistema de teledetección. Describen la fecha de adquisición de la imagen, su tamaño, su sistema de referencia (latitud/longitud), etc., sin lo cual 1) el sistema no podrá visualizar adecuadamente la imagen, y 2) el usuario no sabrá si esa imagen le sirve para sus necesidades.



En todos estos casos, los metadatos proveen de información adicional e interna que pueden ayudar al consumidor a decidir si este producto satisface sus necesidades o no. Los metadatos puede ayudar incluso con la organización y mantenimiento de los propios productos: por ejemplo, ayudan a mantener los libros organizados en una biblioteca.

En el contexto de la información geoespacial que un usuario GIS podría querer descubrir, adquirir y explotar, algunos de los escenarios donde los metadatos serán útiles son:

- Un **usuario GIS necesita un tema de datos específico** (por ejemplo: carreteras nacionales) para solaparse con otros temas de datos que ya están en la pantalla de su ordenador.

El usuario podría conectar a un portal web y ejecutar una búsqueda en los metadatos. La petición, si esta fuera traducida a lenguaje natural, podría ser algo como: “buscando mapas digitales entre las escalas 1:50.000 y 1:250.000, en el tema ‘carreteras’, creados después del 1 de enero de 2002 y cubriendo un área geográfica especificada (rectángulo definido en un mapa base)”.

En realidad la petición podría componerse simplemente seleccionando atributos desde listas controladas, tecleando atributos (palabras clave) en ciertas cajas de texto y seleccionando el botón Buscar (ver un ejemplo de esta búsqueda en la figura de más abajo).

El portal podría entonces ejecutar la búsqueda (en uno o más catálogos de metadatos) y producir una lista de aquellas fuentes de datos que casan con los requerimientos del usuario.

El usuario podría entonces seleccionar una de las fuentes listadas (URL) para visitar el sitio web del proveedor de los datos o visualizar e incluso descargar los datos directamente.

- Una **oficina gubernamental necesita saber si otra oficina colaboradora ya posee un conjunto de datos** que está planeando adquirir (ejemplo: fotos aéreas).
- Un técnico de un organismo usuario-productor de información geoespacial necesita **saber si existen datos producidos o adquiridos con anterioridad** por otro departamento (evitar la duplicación de trabajos).



Estándar ISO 19115

Para ser efectivos en la búsqueda y recuperación de información geográfica, los metadatos que las describen deben seguir un formato estándar. La comunidad de bibliotecas digitales inventó formatos para describir colecciones de libros, el formato MARC y luego Dublín Core (DC), pero salvo excepciones mencionadas en otra sección de este documento, dichos formatos son demasiado generales como para servir bien a la comunidad de la información geográfica. A raíz de la orden ejecutivo de Clinton se formó un comité federal de datos geográficos (FGDC) y uno de los primeros 'resultados' fue la publicación de la norma norteamericana de metadatos geoespaciales (Content Standard for Digital Geospatial Metadata) en 1998.



Durante esta misma época hubo desarrollos similares en Europa, por el comité técnico 287 del Comité Europeo de Normalización (CEN). CEN/TC287 produjo una norma no muy compatible con la norma norteamericana pero que ofreció ciertas ventajas para los proveedores y usuarios europeos de los geodatos. Se tradujo a varios idiomas oficiales europeos y algunos países (como Holanda o Polonia) empezaron a implementar sus catálogos de metadatos basados en esta norma CEN.

Justo cuando aquellas normas empezaron a conocerse, el organismo internacional de normas (ISO) creó un comité técnico (número 211) con el fin de homogenizar las otras normas e intentar llegar a un consenso internacional sobre los metadatos geoespaciales. En el año 2001 salió un borrador bastante sólido, el pre-estándar ISO 19115, y dos años más tarde el documento final.