



Plan Ceibal



DIRECCIÓN
NACIONAL DE
TOPOGRAFÍA



FACULTAD DE
INGENIERIA



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Algunos conceptos sobre: Cartografía y SIG

Hacia la representación del territorio

Agosto 2012.

Contenido

Introducción.....	2
La difícil tarea de representar nuestro Planeta Tierra.....	3
Aprendiendo SIG.....	13
Créditos.....	23

Introducción

A iniciativa de la Dirección Nacional de Topografía, Ministerio de Transporte y Obras Públicas, en el año 2011, firma un acuerdo entre el Plan Ceibal y la Asociación gvSIG para desarrollar la incorporación de herramientas geomáticas, gvSIG Batoví, al entorno educativo con destino al Plan Ceibal. Posteriormente, se incorpora al Grupo de Tecnología de la Información Geoespacial a dichas tareas, en este sentido se elaboran manuales de uso e instalación de gvSIG Batoví, así como el presente documento.

En este documento se presentan una serie de conceptos relevantes a la hora de hablar de representación gráfica del territorio. El mismo está integrado por dos capítulos, uno correspondiente a conceptos cartográficos: "La difícil tarea de representar nuestro Planeta Tierra" y el segundo es una breve introducción a los Sistemas de Información Geográfica : "Aprendiendo SIG!"



La difícil tarea de representar nuestro Planeta Tierra.

Los mapas, la cartografía y su evolución

Agosto 2012

Contenido

¿Qué son los Mapas?	6
¿A qué llamamos “cartografía”?	7
¿Qué son las proyecciones cartográficas?	8
Bibliografía consultada:.....	12

La difícil tarea de representar nuestro Planeta Tierra.

Los mapas, la cartografía y su evolución

El representar gráficamente nuestro planeta ha sido siempre un desafío llevado a cabo desde tiempos inmemoriales. Muchos descubrimientos han ayudado a que esta representación se haya ido ajustando y así poder contar con una representación de la Tierra más cercana a la realidad.

El desafío en gran parte ha sido motivado por expansiones territoriales, conquistas de nuevas tierras, la necesidad de saber qué hay más allá de lo que el ojo humano podía ver a simple vista, etc.

Para poder entender mejor esta difícil tarea, es que vamos a introducir algunos conceptos básicos que explican cómo puede ser representado nuestro planeta en un plano.

¿Qué son los Mapas?

“Un mapa es una representación gráfica de la realidad, de forma plana, a escala, simplificada y convencional. En él se localizan, distribuyen, seleccionan y relacionan determinados aspectos del espacio geográfico.” (Abott, Ana et al. “Geografía. El espacio mundial y sus dinámicas”. Ediciones Santillana, 2009. Pág. 18.)



Figura 1: Mapa del mundo.

Fuente: http://go.hrw.com/atlas/span_hm/world.htm

Si tenemos que describir qué forma tiene la tierra, generalmente decimos que es redonda. Y en realidad en una aproximación primera sí lo es, pero si observamos la superficie con nuestros propios ojos, podemos detectar un montón de irregularidades como lo son los cerros, las depresiones, los valles y otras formas de relieve.

¿Qué sucede al querer representar esta superficie parecida a una esfera en un plano, o a una gran porción de su superficie? El resultado es que vamos a obtener muchas deformaciones. Por ejemplo, imaginemos una naranja. ¿Qué pasa con la naranja si la aplanamos? La naranja se rompe, queda aplastada contra la superficie. Lo mismo pasaría con la tierra si quisiéramos llevarla al plano directamente, tal como se muestra en la Figura 2.



Figura 2: Aplastando el mundo.

Fuente: Manual Directrices Catastro Multifinanciaro – pág.58

Para que grandes porciones de territorio sean representadas entonces, en un plano, es que recurrimos a las ciencias cartográficas.

¿A qué llamamos “cartografía”?

La cartografía es la ciencia que se encarga del estudio y de la elaboración de mapas para poder representar grandes extensiones del territorio o su totalidad, buscando una relación matemática en la que las deformaciones sean reconocibles.

“Cartografía es la ciencia que estudia la representación plana del total de la superficie curva de la Tierra o parte de ella” (D’Alvia, Antonio. CARTOGRAFIA MATEMATICA. Argentina.)

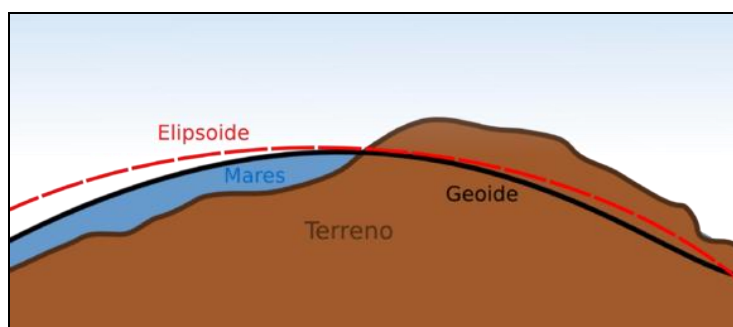


Figura 3. Comparación entre geoide y elipsoide.
Fuente: <http://jauladepalabras.netii.net/?p=309>

Existe un Elipsoide Global que es el que más se aproxima al Geoide, pero las diferencias entre ambas superficies tienen ciertas particularidades en cada porción de territorio que se desee representar. Así es que para cada lugar en particular, se adoptan Elipsoides Locales que se ajustan mejor al Geoide en esa porción de territorio.

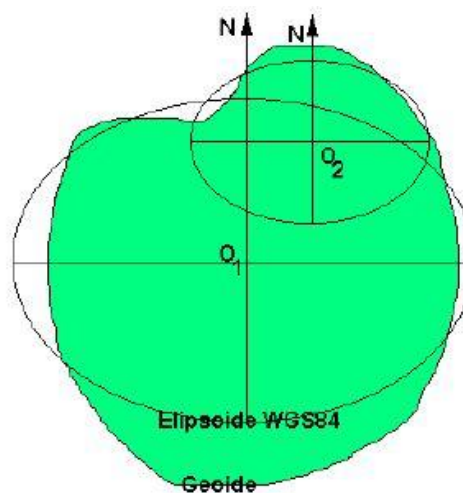


Figura 4. El Geoide, elipsoide global WGS84, y elipsoide local.
Fuente: http://www.cartovirtual.es/aprendizaje/cursoTIG/definicion_clsica.html

Ahora bien, si queremos llevar directamente el elipsoide al plano, tampoco podemos “aplastarlo” simplemente, sino sucedería lo mismo que una pelota de rugby al pasarle una aplanadora.

La cartografía tiene la dificultad de transferir toda la información existente en la superficie curva terrestre sobre una superficie plana, en la cual se pueda medir y servir de base para un sinfín de trabajos técnicos. Para evitar que esta superficie se “rompa” o deforme de cualquier manera, es que la cartografía utiliza las proyecciones cartográficas.

¿Qué son las proyecciones cartográficas?

Son técnicas mediante las cuales se relaciona una superficie con otra de referencia fácilmente desarrollable en un plano. Las proyecciones cartográficas introducen deformaciones, pero éstas son reconocibles. Dependiendo del tipo de atributo que se conserva al realizar la correspondencia entre puntos de una y otra superficie, la proyección se denomina *conforme* si mantiene las formas de las figuras y conserva los ángulos; se denomina *equivalente* si se conservan las superficies, y *equidistante* si lo que se conservan son las distancias entre los puntos representados.

Existen varios tipos de proyecciones cartográficas. Si la superficie desarrollable es un cilindro, la proyección se denomina cilíndrica; si esta es un cono, cónica. En estos casos, lo que se hace es utilizar una superficie intermedia para proyectar los puntos desde el globo al plano. Estas superficies intermedias, el cono y el cilindro, son fácilmente desplegables en un plano. Otro tipo de proyección es la denominada proyección planar o acimutal, que ubica un plano tangente en un punto del globo, y se proyectan directamente los puntos de la superficie sobre este.

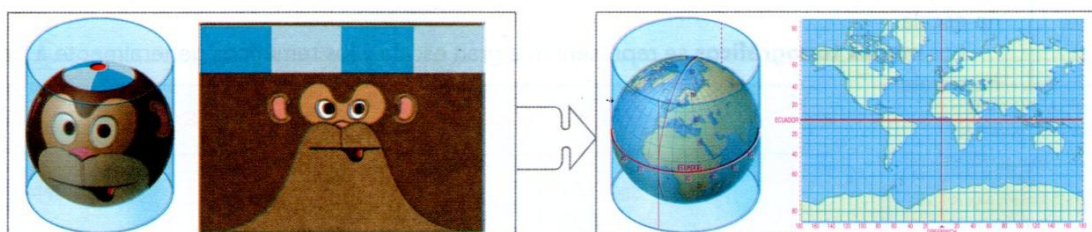


Figura 5. Proyección Cilíndrica.

Fuente: Geografía. El espacio mundial y sus dinámicas - pág. 17.

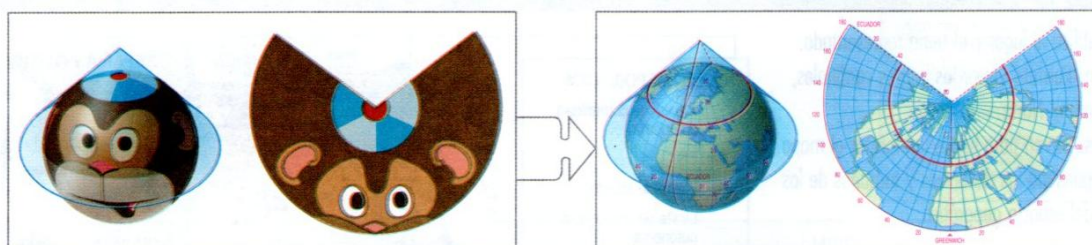


Figura 6. Proyección Cónica.

Fuente: Geografía. El espacio mundial y sus dinámicas - pág. 17.

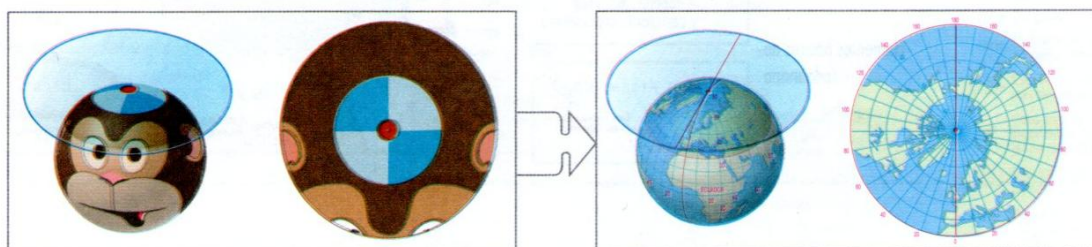


Figura 7. Proyección Acimutal.

Fuente: Geografía. El espacio mundial y sus dinámicas - pág. 17.

En resumen,

“Una proyección cartográfica es el sistema que utilizamos para poder representar un punto de la Tierra sobre una superficie plana. Sabiendo que la esfera no puede representarse en un plano se hace necesaria la utilización de otras formas geométricas que sí posean esta cualidad: son las llamadas superficies desarrollables. Estas son el cilindro y el cono. De forma muy sencilla podemos decir que una proyección cartográfica consiste en introducir la esfera terrestre dentro de una de estas figuras, proyectar los puntos de la superficie terrestre sobre ellas y luego proceder a su desarrollo; es decir, desplegar el cilindro o el cono sobre el que se ha realizado la proyección para obtener una superficie plana: el mapa.”

*Fuente: Erba, Diego; Aguila, Miguel. “Cartografía Catastral Urbana”,
Lincoln Institute of Land Policy. Pág.18*

Dentro de las proyecciones más conocidas se encuentran:

Proyección Mercator.

Es una proyección cilíndrica conforme, que utiliza un cilindro tangente al elipsoide en el ecuador como superficie intermedia entre el elipsoide y el plano.

El eje de revolución del cilindro coincide con el eje de la Tierra, por lo cual se dice que la proyección es directa.

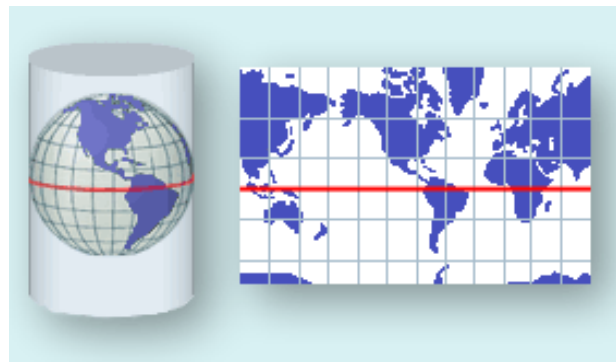


Figura 8. Proyección Mercator.

Fuente: http://nationalatlas.gov/articles/mapping/a_projections.html

Proyección Mercator Transversa.

Es una variante de la proyección Mercator. En esta proyección el cilindro se ubica en forma transversal al elipsoide, donde el eje de revolución del cilindro es perpendicular al eje de la Tierra.

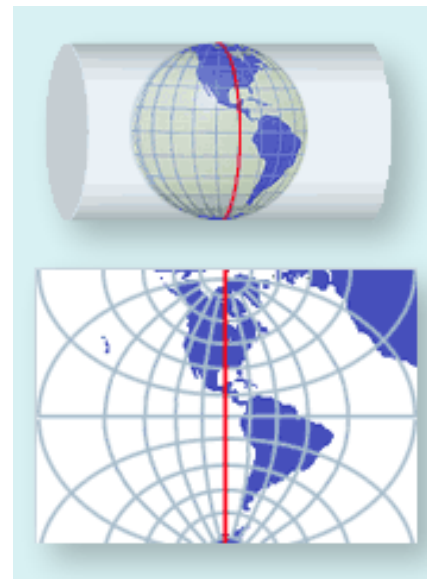


Figura 9. Proyección Mercator Transversa.

Fuente: http://nationalatlas.gov/articles/mapping/a_projections.html

Proyección UTM.

La proyección Transversa de Mercator Universal es una proyección conforme, que utiliza un cilindro transversal como superficie intermedia entre el elipsoide y el plano. Es la proyección adoptada por la mayoría de los países del mundo. Permite representar sin deformaciones importantes la zona comprendida entre los paralelos 80°S y 84°N, quedando las zonas polares excluidas. Para la representación más fiel de la zona polar se utiliza comúnmente la proyección UPS (Universal Polar Stereographic).

Para la utilización de la proyección UTM, se divide la Tierra en 60 husos de 6° de longitud cada uno. Los husos se enumeran del 1 al 60, donde el primer huso es limitado por los meridianos 180°W y 174°W y como meridiano central de contacto el 177°W. Uruguay se encuentra situado en los husos 21 y 22.

Esta proyección es compuesta, ya que por cada huso se considera un cilindro tangente al meridiano central del huso, abarcando cada porción de la proyección 3° para cada lado del meridiano de contacto. De esta forma, la proyección UTM proporciona la ventaja de que ningún punto se encuentra muy alejado del meridiano de contacto de su zona lo cual hace que las distorsiones sean menores.

Desde el Ecuador hacia los polos, la Tierra se divide cada 8° de Latitud en lo que se denominan bandas, sin considerar como se mencionó anteriormente las bandas polares. La enumeración de las bandas se muestra en la figura 10. Husos y bandas forman la grilla de la proyección UTM, la cual se puede observar también en la figura 10. Cada cuadrícula se define por el número de huso y la letra de la zona.

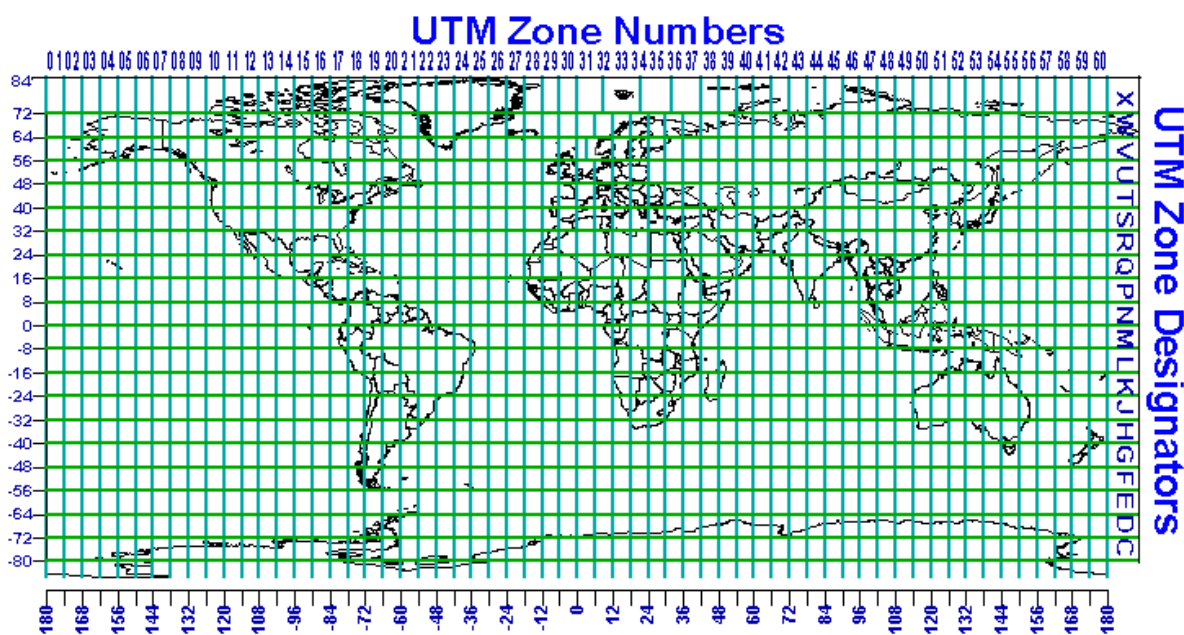


Figura 9. Proyección Mercator Transversa.
Fuente: <http://www.kwikplot.com/id7.html>

Para recordar...

- Longitud Geográfica: Distancia expresada en grados, entre el meridiano de un punto y otro tomado como referencia en el Ecuador. (Definición de la Real Academia Española)
- Latitud Geográfica: Distancia que hay desde un punto de la superficie terrestre al Ecuador, contada en grados de meridiano. (Definición de la Real Academia Española)

Bibliografía consultada:

- Cartographic History and Education. Roy, P.S.; Kumar, Minakshi. Indian Cartographer, 2002. Pages 347-352.
- Nociones de cartografía. J. Franco Rey
- Cartografía Catastral Urbana. Material del curso a distancia “Aplicaciones del Catastro Multifinalitario en Definición de Políticas de Suelo Urbano” del Lincoln Institute of Land Policy. Diego Erba, Miguel Aguila.
- Abbott, Ana et al. Geografía. El espacio mundial y sus dinámicas. Ediciones Santillana, 2009.
- López, Rocío; Striewe, Esteban. Criterios cartográficos para el registro de planos de mensura rural en el Uruguay (Trabajo de Proyecto de Grado), diciembre 2011.



Aprendiendo SIG!

Sistemas de Información Geográfica

Agosto 2012

Contenido

Introducción	15
¿Qué es un SIG?	16
Objetos de la superficie terrestre y su representación.	18
Datos en formato Vectorial	18
Datos en formato Ráster	19
El éxito de los Sistemas de Información Geográfica	20
Aplicaciones de los SIG	20
Software propietario y software libre	21
Bibliografía consultada y páginas web visitadas:	22

Aprendiendo SIG!

Sistemas de Información Geográfica

Introducción

Antiguamente la información relacionada al territorio era tratada manualmente a través de documentos cartográficos creados con fines específicos (mapas temáticos, mapas a escalas definidas para trabajos específicos, etc.).

Estos documentos en principio se realizaban a mano por personas idóneas en el arte de la cartografía, insumiendo mucho tiempo para su realización.

Más adelante, con la aparición de la informática y los programas de dibujo asistido, la construcción de documentos cartográficos fue evolucionando, pero el manejo de información de varias fuentes (varias dependencias generadoras de información espacial, información de mapas a distintas escalas, etc.) era aún engorroso. Muchas veces el cruzamiento de datos de diferentes mapas era una tarea no simple, a veces tediosa, y que requería también de mucho tiempo de dedicación.

Con los avances tecnológicos, la aparición de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) revolucionó el manejo de la información asociada al territorio, de tal forma de facilitar los procesos de relacionamiento o asociación entre los distintos datos, la presentación de la información en papel e incluso en digital, y con ello el apoyo en la toma de decisiones relacionadas a temas que involucren el territorio.

El siguiente trabajo muestra una introducción al universo de los SIG y a las ventajas que estos ofrecen.

¿Qué es un SIG?

Existen varias definiciones de lo que es un SIG (Sistema de Información Geográfica), pero básicamente es un sistema que permite integrar información de un territorio, de modo que los mapas y los datos alfanuméricos relacionados puedan visualizarse y manejarse en forma conjunta.

La siguiente es la definición adoptada por el Nacional Center for Geographic Information and Analysis de los EUA y también la adoptada por Joaquín Bosque Sendra, autor español reconocido en el tema:

Un SIG es:

“Un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión”. (NCGIA, 1990 - Bosque, 1992)



Figura 1: Relacionamiento de datos en un SIG.
Fuente: elaboración propia utilizando software gvSIG

En un SIG, existe una relación biunívoca entre los datos gráficos y alfanuméricos que administra. Es decir, a cada elemento gráfico del mapa, le corresponde un solo registro en la tabla de atributos. Cada elemento gráfico corresponde a un objeto geográfico de la realidad, y el registro correspondiente en la tabla corresponde a aquellos atributos del dato de los cuales se tiene información.

Con datos alfanuméricos nos referimos a los datos compuestos tanto por letras como por números. Un ejemplo puede ser una planilla de cantidad de habitantes de un lugar, donde en una columna colocamos el nombre del lugar de referencia y en otra columna el número de habitantes del mismo. Si conocemos la ubicación geográfica de ese lugar, es decir, si podemos ubicarlo en un mapa, podemos decir que esos datos de la planilla son georreferenciables, y a través de esa ubicación geográfica conocida podremos relacionarlos con otros datos que tengan la misma ubicación geográfica. Por ejemplo, si conocemos la cantidad de computadoras vendidas en los últimos años en ese lugar

podremos estimar la cantidad de computadoras per cápita, así como ver la distribución espacial del nuevo dato.

Los SIG representan el espacio geográfico a través de “capas de información”, que conforman un conjunto de datos al que se denomina “modelo” del espacio geográfico. Cada una de estas capas responde a una temática particular del espacio (por ejemplo: edificaciones, espacios verdes, redes de alumbrado público, etc.) y están georreferenciadas en un mismo sistema de coordenadas, lo que permite su visualización y tratamiento en forma conjunta. Esta manera de organizar los datos geográficos, permite que desde un software SIG, el usuario pueda seleccionar y trabajar sólo con la información del espacio geográfico que necesita, prescindiendo del resto de los datos del modelo y agilizando la obtención de resultados. La Figura 2 muestra en forma clara la superposición de capas de distinta información:

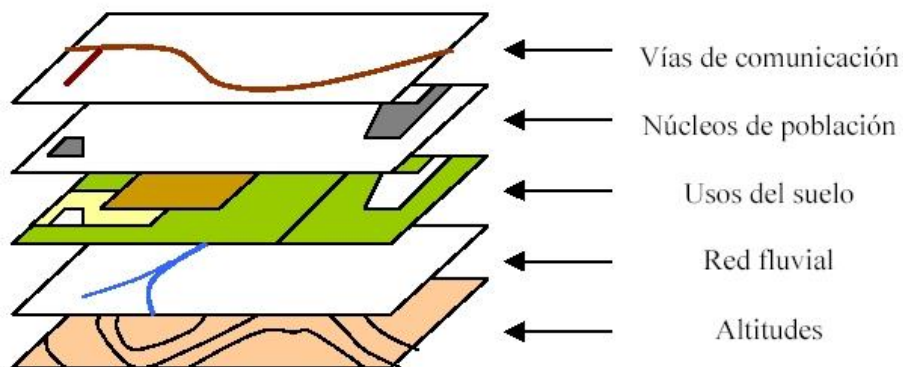


Figura 2: Capas de información combinables a través de los SIG.

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Sig.jpg>

Los Sistemas de Información Geográfica surgieron en la década del 60', y han ido evolucionando a medida que se han hecho conocidos por su utilidad en el manejo de información del territorio de una manera más eficiente.

Objetos de la superficie terrestre y su representación.

En general, todos los objetos de la superficie de la tierra pueden representarse de manera discreta y abstracta, mediante un punto, una línea, o un polígono.

Con un punto podemos representar por ejemplo, la intersección de dos calles, o la posición de una escuela en el barrio, o la posición de los árboles existentes en una determinada zona. Mediante líneas podemos representar calles, ríos, arroyos, vías férreas, etc. Con polígonos podemos representar superficies como ser, una casa, una cancha de fútbol, una ciudad, etc. Los polígonos determinan una superficie cerrada por el contorno del mismo, en la cual considero que los atributos dados a la superficie representada por el mismo son homogéneos.

Este tipo de información se conoce como información vectorial. Los Sig permiten manejar información tanto en formato vectorial como en raster (matriz digital de celdas generalmente cuadradas, en la cual a cada una de ellas se le asigna el valor de un atributo de la superficie representada).

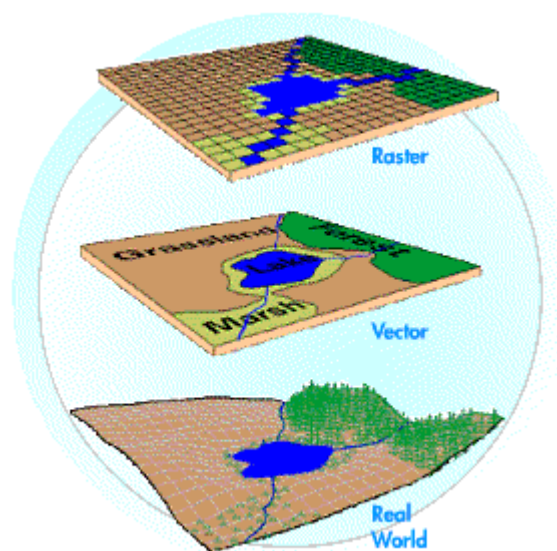


Figura 3. Modelos Raster y Vectorial

Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos/gis/gis.shtml>

Datos en formato Vectorial

La información gráfica de datos en formato vectorial se representa internamente por medio de segmentos orientados de rectas o vectores.

Los objetos geométricos (puntos, líneas y polígonos), se definen mediante sus coordenadas. *Los puntos se codifican en formato vectorial por un par de coordenadas en el espacio, las líneas como una sucesión de puntos conectados y los polígonos como líneas cerradas o como un conjunto de líneas que constituyen las diferentes fronteras del polígono.* Además, se establece una relación entre los diferentes objetos representados, relación conocida como topológica.

La captura de datos en formato vectorial puede hacerse por medio de mesas digitalizadoras, convertidores de formato Ráster a formato vectorial, sistemas de posicionamiento global (GPS), entrada de datos alfanuméricos, etc.

Datos en formato Ráster

El formato Ráster, guarda la información del territorio en una matriz de celdas, generalmente cuadradas, donde cada una de estas celdas representa una porción de la realidad del territorio. Cada una de las celdas recibe un valor único para esa realidad de territorio que abarca.

Una capa Ráster se compone de 4 elementos principales que son la matriz de datos, la información geométrica de la matriz de datos y su posición espacial, una tabla de colores que permita visualizar la matriz coloreada en pantalla, y una tabla con información descriptiva si corresponde.

La información en formato Ráster puede obtenerse mediante imágenes digitales capturadas por satélites, o bien al digitalizar un mapa o fotografía mediante el escaneo de imágenes.

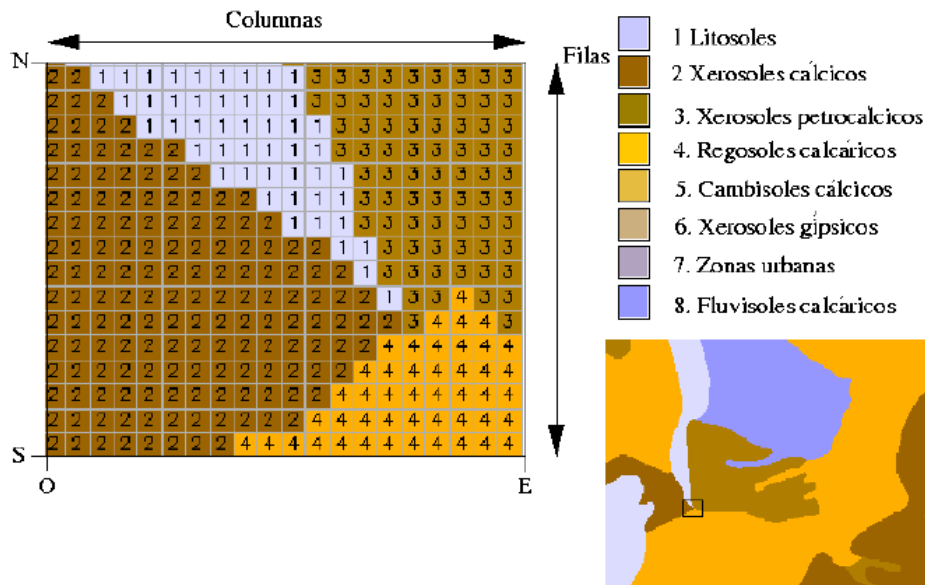


Figura 4. Codificación de una variable cualitativa en formato Ráster

Fuente: http://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/node29_ct.html (fig 32)

El éxito de los Sistemas de Información Geográfica.

Los SIG, como herramienta tecnológica, están teniendo mucho éxito en la actualidad debido a las ventajas que brinda su utilización.

Dentro de estas ventajas, podemos destacar que los SIG permiten hacer lo mismo que se realizaba en el pasado con la información geográfica, pero consumiendo menos recursos, en tiempos más reducidos, permitiendo la toma de decisiones con más eficacia. También brindan la oportunidad de generar salidas (mapas, planillas de datos, etc.), en forma personalizada y adecuada a la situación particular de cada problema a resolver.

Los SIG han evolucionado a lo largo del tiempo gracias a los avances tecnológicos los cuales hoy permiten que no solo se pueda trabajar desde una PC (solución SIG desktop) sino que también se pueda trabajar en forma remota utilizando la red.

Estas nuevas posibilidades de trabajo con los SIG (mediante conexión remota, mediante la integración de GPS, smartphones, etc.) han potenciado las capacidades de toma de datos en forma masiva, sin tener la necesidad de tener el programa instalado en una PC.

También, con el desarrollo de software de uso libre para SIG, ha sido posible que esta tecnología haya llegado a instituciones y personas que no pueden o no tienen interés en acceder a una licencia de software comercial, así como también permitir a desarrolladores la adaptación y mejora del producto para fines específicos.

Aplicaciones de los SIG

Los Sistemas de Información Geográficos son útiles principalmente por su capacidad de construcción de modelos de la realidad a partir de información digital asociada al territorio, y en la utilización de estos modelos para simular los efectos que un determinado proceso produce sobre un escenario en particular, en un momento o época específica.

Las aplicaciones de los Sig no se reducen a un área específica sino que abarcan una variedad de temáticas muy amplias, como por ejemplo: medioambiente, salud, ordenamiento territorial, seguridad pública, etc.

- Los Sig pueden utilizarse, entre otros, para atender y resolver problemas en relación a:
- Producción y actualización de la cartografía básica
 - Administración de servicios públicos (luz, agua, teléfono, etc.)
 - Atención de emergencias (incendios, terremotos, accidentes de tránsito, etc.)
 - Regulación del uso de la tierra
 - Control ambiental
 - Localización óptima de la infraestructura de equipamiento social (educación, salud, deporte y recreación)
 - Diseño y mantenimiento de red vial

Software propietario y software libre

El término software propietario es también conocido como software privativo o de código cerrado, y con él nos referimos a los programas informáticos que tienen alguna restricción o limitación en el uso, en su modificación o su redistribución. Muchas veces estos programas poseen licencias de uso que debemos comprar, y el precio que tienen en muchos casos no justifica el uso que se le piensa dar al programa, o simplemente no se cuenta con los recursos económicos suficientes para acceder al mismo.

El software libre, o de código abierto, es aquel en el cual el usuario tiene la libertad de usar, copiar, modificar, etc., el programa y/o sus aplicaciones bajo ciertas condiciones que varían en cada caso y que son específicas a cada producto. Generalmente este tipo de software es gratuito, o bien distribuido con licencias muy económicas.

En relación a los Sistemas de Información Geográfica, existen programas tanto del tipo privativo como libre, siendo éstos últimos más recientes en el tiempo.

Bibliografía consultada y páginas web visitadas:

- F. Escobar , G. Hunter, I. Bishop, A. Zerger. Introducción a los Sig, Department of Geomatics, The University of Melbourne.
- Gavirondo, Miguel. Material curso “La Herramienta Sig y la Calidad de la Información Geográfica”, Instituto de Agrimensura, Facultad de Ingeniería, UdelaR, 2011.
- Piumetto, Mario. Conceptos básicos de Sistemas de Información Geográfica. Lincoln Institute, of Land Policy, 2005.
- <http://www.geogra.uah.es/gisweb/1modulosespanyol/IntroduccionSIG/GISModule/GISTheory.htm> (19/3/2012)
- http://www.sigte.udg.edu/jornadassiglibre2008/uploads/file/Comunicaciones_2/4.pdf (20/3/2012)
- http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_8.pdf (20/3/2012)
- http://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario_4.pdf (20/3/2012)

Créditos

Iniciativa y Auspicio

Dirección Nacional de Topografía, Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Desarrollo y pruebas de gvSIG Batoví

Asociación gvSIG.

**Grupo en Tecnologías de la Información Geoespacial -
Facultad de Ingeniería, Universidad de la República.**

Desarrollo de manuales

**Grupo en Tecnologías de la Información Geoespacial
Facultad de Ingeniería, Universidad de la República.**

Msc. Ing. Agrim. Rosario Casanova

Msc. Ing. Raquel Sosa

Prof. Geog. Mariángeles Antoni

Ing. Agrim. Natalia Canneva

Alejandro Silvera