

Conceptos Introductorios

Taller de Sistemas de Información Geográficos Empresariales



Ing. Agrim. Bruno Silveira
bsilveira@fing.edu.uy

Lic. Carlos Andrés Chiale
cchiale@fing.edu.uy

Nociones de Cartografía

Mapas

- ¿Qué es un mapa?
 - Es una representación, a escala de una selección de entidades sobre la superficie de la Tierra.
 - La noción de “mapa” se utiliza en Matemática y Computación como una transferencia de información de una forma en otra, de la misma forma que un cartógrafo transfiere información desde la superficie de la Tierra a un papel.



Nociones de Cartografía

Mapas

- ❑ La elaboración de un mapa implica:
 - Selección de entidades.
 - Clasificación de entidades (ej. calles, vías de tren, autopistas, etc.).
 - Escala (ej. visibilidad a determinada escala).
 - Simplificaciones (ej. polilíneas en vez de curvas, eliminación de irregularidades, etc.).
 - Exageraciones (ej. edificios que no se muestran a su escala real).
 - Simbolizaciones (ej. avión para aeropuertos, color azul para el agua, etc.).
 - Convenciones cartográficas (ej. Norte hacia arriba).



Nociones de Cartografía

Mapas

□ Tipos de Mapas:

- Topográficos. Muestran los relieves de entidades naturales o creadas por el hombre. Suelen ser usados como marco para mostrar otra información.



Nociones de Cartografía

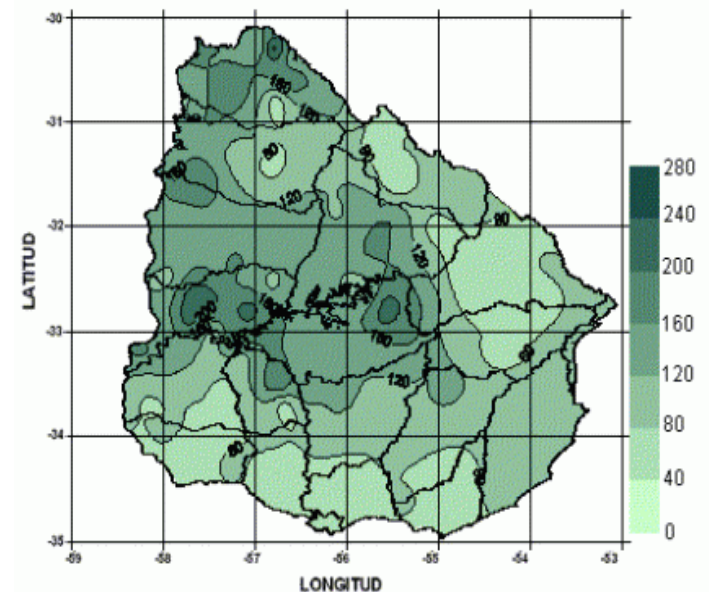
Mapas

- Temáticos: Muestran la distribución de un fenómeno sobre el territorio, como ser densidad de población, uso de suelo, vegetación, clima, etc.



DIRECCION NACIONAL DE METEOROLOGIA
DIRECCION DE CLIMATOLOGIA Y DOCUMENTACION
DIVISION SERVICIO PLUVIOMETRICO NACIONAL

Precipitación Acumulada en mm
Febrero 2011



Nociones de Cartografía

Modelos

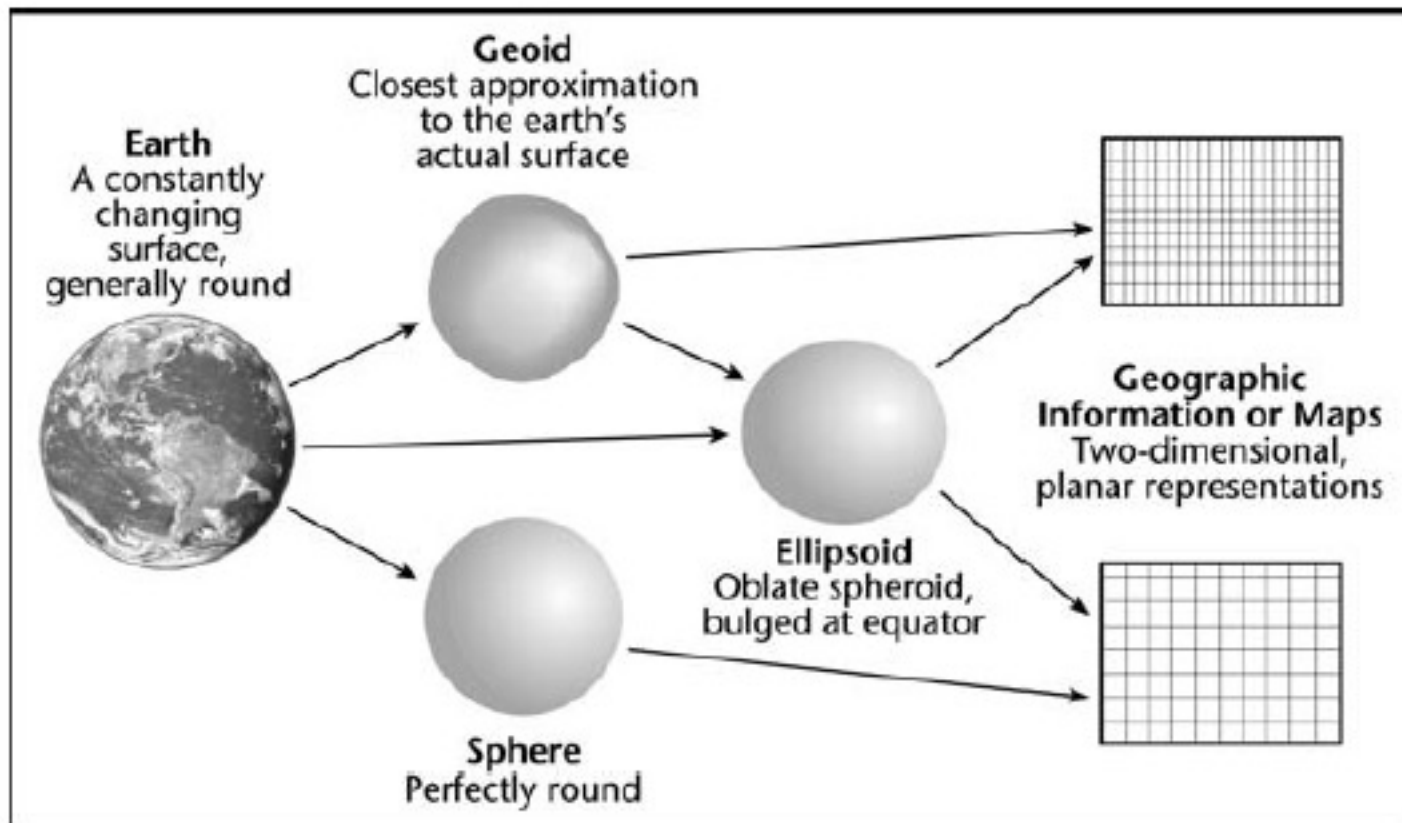
□ Modelado de la Tierra

- Dos modelos de la Tierra se utilizan para construir mapas: la esfera y el elipsoide.
- La forma de la Tierra esta definida por el geoide.
- La esfera y el elipsoide son volúmenes geométricos (el elipsoide se aproxima mejor)
- El geoide es un volumen irregular que se obtiene mediante mediciones. Es la mejor aproximación.



Nociones de Cartografía

Modelos



Nociones de Cartografía

Elipsoides

□ Elipsoides de Referencia.

- Se definen mediante sus semi-ejes mayor (ecuatorial) y menor (polar), o por la excentricidad (relación entre radio semi-eje mayor y achatamiento en los polos).
- Se los denomina generalmente por su autor y año (ej. Clarke 1880).
- El elipsoide más utilizado es el WGS84



Nociones de Cartografía

Datums

□ Datum.

- Los datums pertenecen al campo de estudio de la Geodesia.
- El datum define el conjunto de parámetros que permite poner en relación un elipsoide con un geoide.
- Los parámetros incluyen el punto de contacto, los parámetros del elipsoide, el sistema de referencia, etc.
- Existen datums simples de tierra plana hasta complejos que describen tamaño, forma, orientación, campo gravitacional y velocidad angular de la Tierra.
- Diferentes países, zonas y organizaciones utilizan diferentes datums.
- Las coordenadas dadas en un datum erróneo pueden provocar medidas sobre los datos con errores muy grandes,



Nociones de Cartografía

Datums

□ Tipos de Datums:

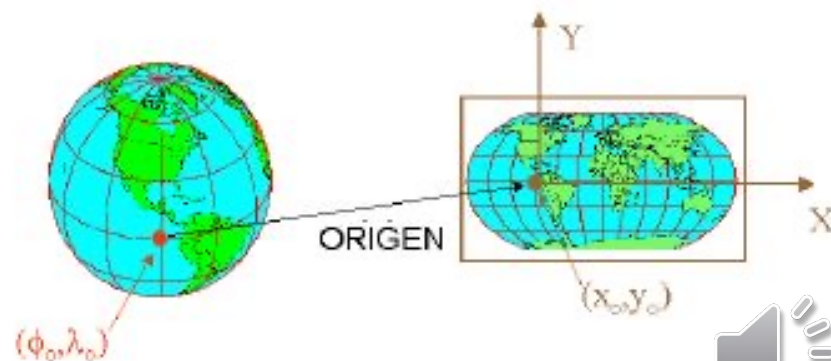
- Horizontales. Definen la relación entre la Tierra y las coordenadas horizontales (como latitud y longitud). Ej. NAD27, ED50.
- Verticales. Definen superficies de nivel, en base a mediciones sobre el nivel del mar y redes de nivelación o mediciones gravitacionales.
- Completos. Son tanto horizontales como verticales. Ej. WGS84



Nociones de Cartografía

Coordenadas

- ❑ Se llama *georreferenciación* al proceso de asignarle a un dato coordenadas sobre la Tierra.
- ❑ Para georreferenciar se utilizan sistemas de coordenadas (planas o geográficas, geodésicas u otras).
- ❑ Las coordenadas planas cartesianas utilizan dos ejes ortogonales igualmente escalados y cada punto del plano se define por sus coordenadas (x,y).
- ❑ Las coordenadas cartesianas de un punto del mapa dependen de la proyección cartográfica utilizada.



Nociones de Cartografía

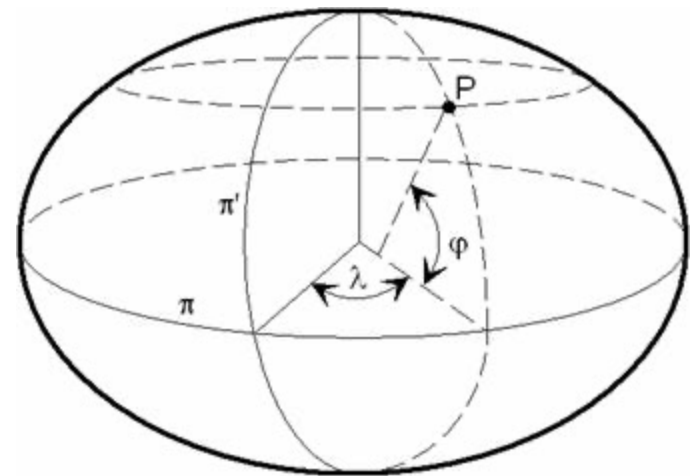
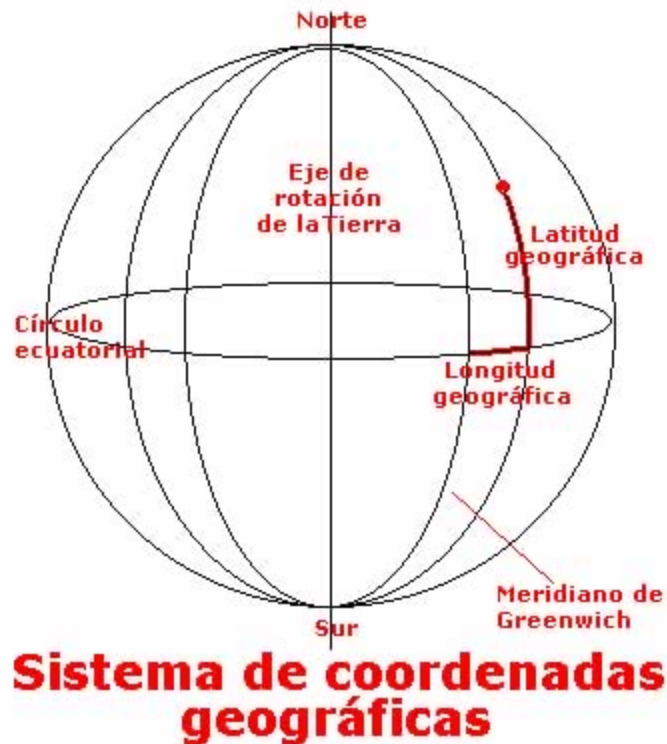
Coordenadas

- ❑ Las coordenadas geográficas (o geodésicas) se definen por el par (latitud, longitud).
 - Latitud. Medida de la distancia angular (entre 0 y 90°) entre el Ecuador y el punto de interés (ej. Uruguay se sitúa entre las latitudes 30 y 35 S).
 - Longitud. Medida de la distancia angular (entre 0 y 180°) de un punto y el Meridiano de Greenwich (ej. Uruguay se sitúa entre las longitudes 53 y 58 W).



Nociones de Cartografía

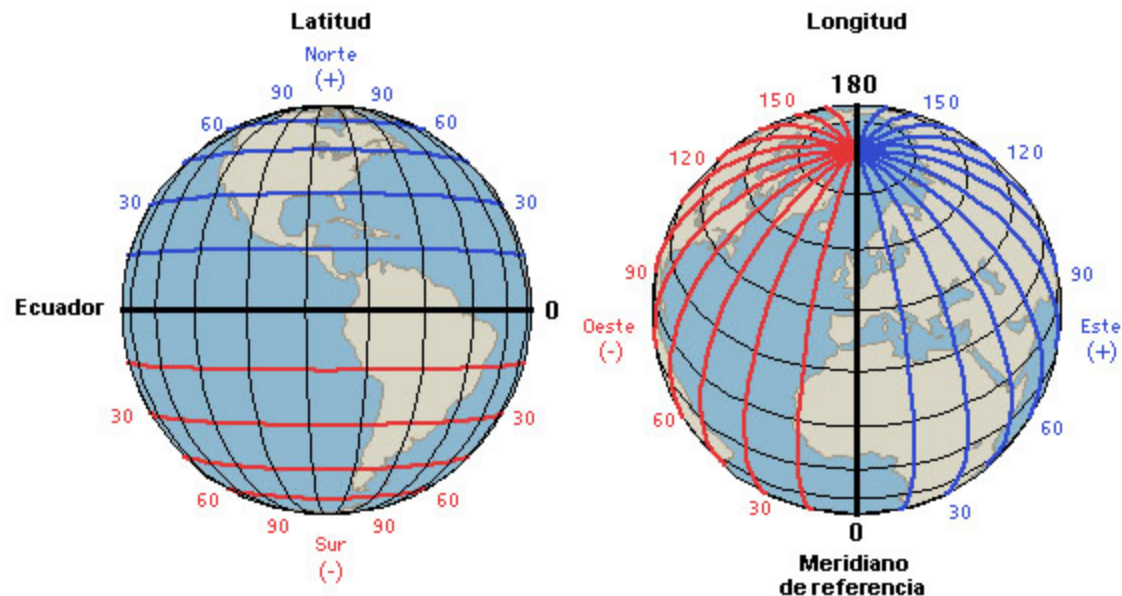
Coordenadas



Nociones de Cartografía

Coordenadas

- ❑ Malla de meridianos y paralelos.
 - Paralelos. Líneas este-oeste de igual latitud paralelas al Ecuador y al eje de abscisas de un sistema cartesiano. Cada línea completa una circunferencia.
 - Meridianos. Líneas norte-sur de igual longitud que conectan los polos. No son paralelos. Cada línea completa una semi-circunferencia.

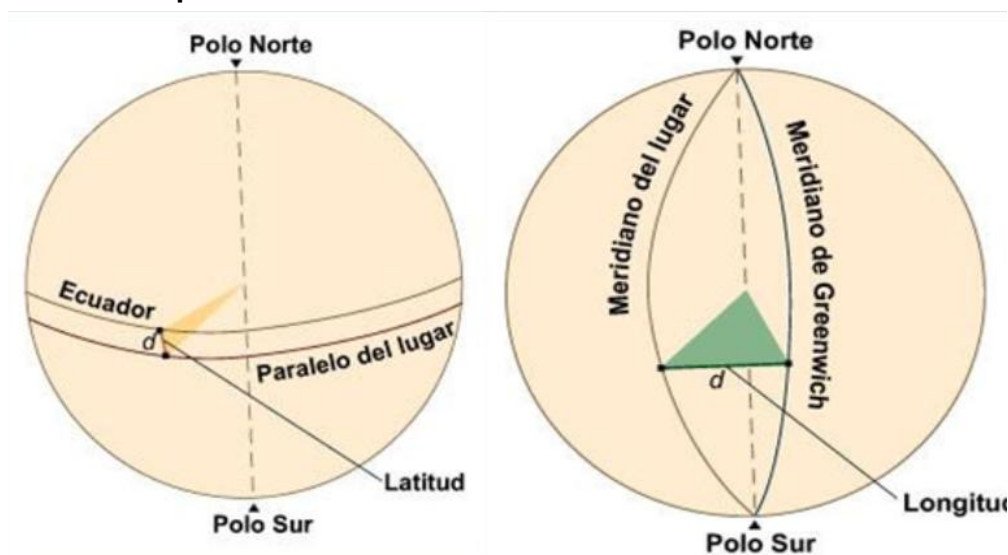


Nociones de Cartografía

Coordenadas

❑ Mediciones angulares.

- Se realizan en grados, minutos y segundos sexagesimales (notación DMS) o su equivalencia en grados decimales (notación DD). Ej (latitud $45^{\circ}33'22''$ S = - 45.55)
- Un grado de latitud son 110 km apróx. (varía levemente si se utilizan elipsoides). Un grado de longitud son 110 km en el Ecuador pero varía sensiblemente dependiendo de la latitud.



Nociones de Cartografía

Proyecciones

□ Proyección cartográfica

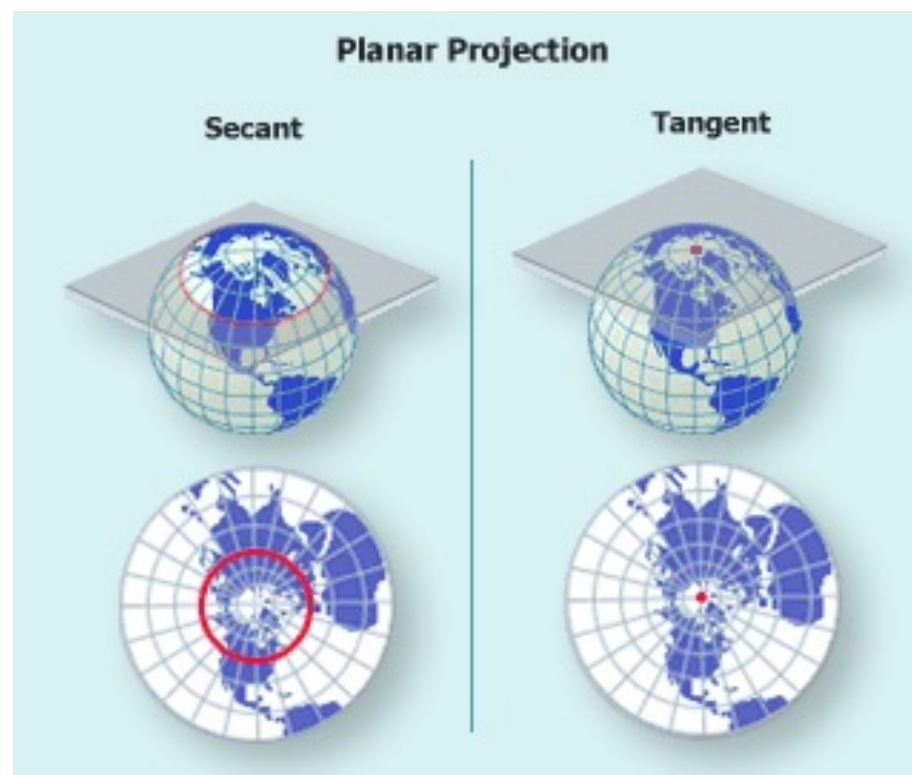
- Es una relación biunívoca entre los puntos de la superficie de la Tierra y los puntos de una superficie plana (mapa).
- Las proyecciones distorsionan ángulos, direcciones, áreas, formas o distancias. Cada proyección se comporta mejor o peor respecto a alguna de estas propiedades.



Nociones de Cartografía

Proyecciones

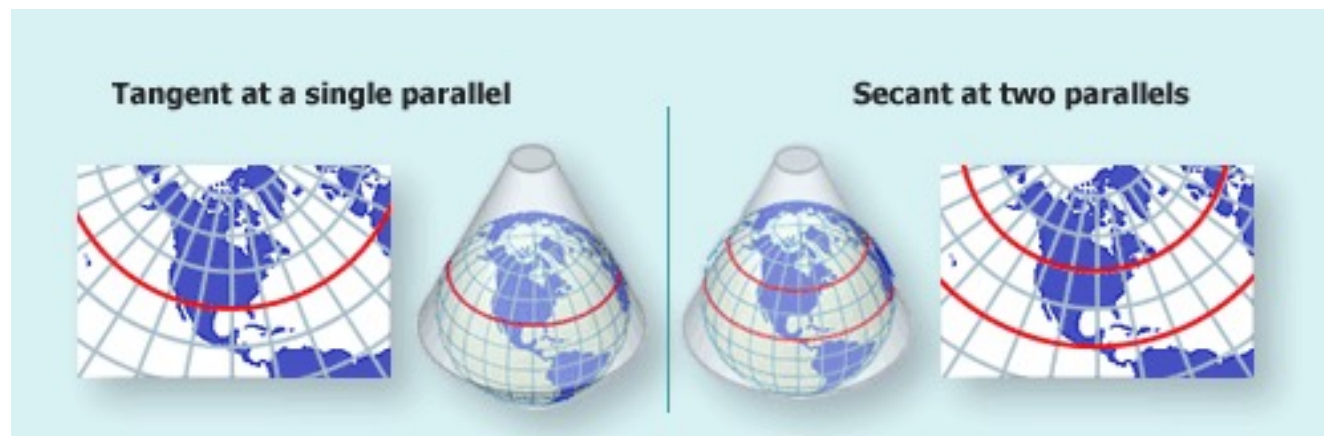
- ❑ Existen 3 tipos de proyecciones básicas:
 - Planas o azimutales. Se hace pasar un plano tangente por un punto de contacto con el globo o secante en una circunferencia. Se proyectan los puntos en el plano, transformando las coordenadas geográficas en coordenadas planas.



Nociones de Cartografía

Proyecciones

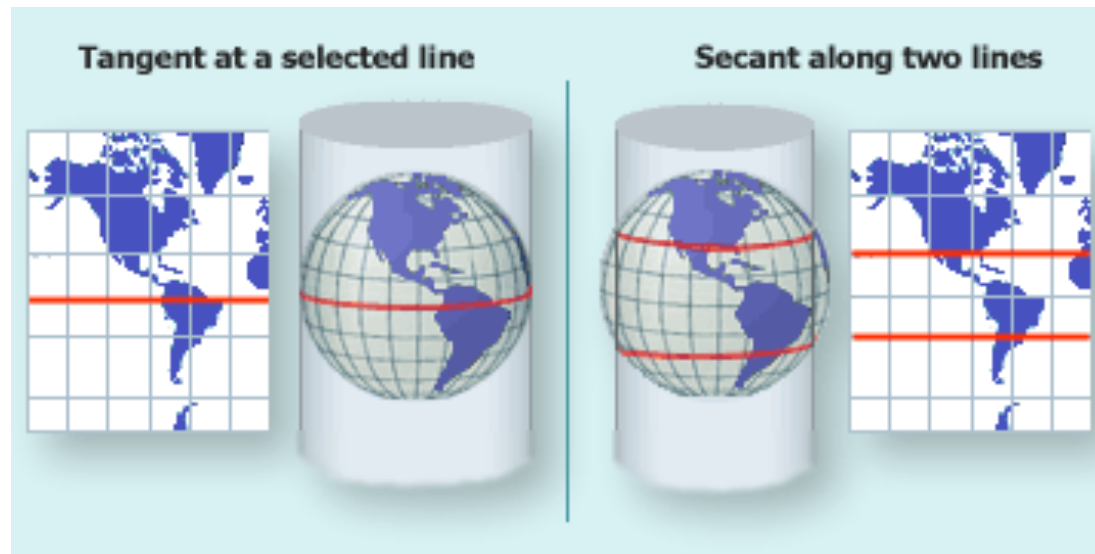
- Cónicas. Se hace pasar un cono tangente al globo en una circunferencia (como un paralelo) o secante en dos circunferencias. Se proyectan los puntos en el cono, transformando las coordenadas geográficas en coordenadas polares, con el origen en vértice del cono.



Nociones de Cartografía

Proyecciones

- ❑ Cilíndricas. Se hace pasar un cilindro tangente al globo en una circunferencia o secante en dos circunferencias. La proyección puede ser ecuatorial, transversa u oblícuca.



Nociones de Cartografía

Proyecciones

- ❑ También existen proyecciones modificadas que se basan en las anteriores y proyecciones no geométricas.
- ❑ Otra clasificación de proyecciones tiene en cuenta las propiedades que se preservan:
 - Conformes. conservan los ángulos (y forma en regiones pequeñas o medianas)
 - Equivalentes. conservan el área.
 - Equidistantes. Conservan la distancia entre puntos dentro de determinadas líneas.
 - De compromiso. No preservan ninguna propiedad, pero tampoco presentan grandes distorsiones.
- ❑ Una de las proyecciones más utilizadas es la Transversa de Mercator que es de tipo cilíndrica.



Nociones de Cartografía

UTM

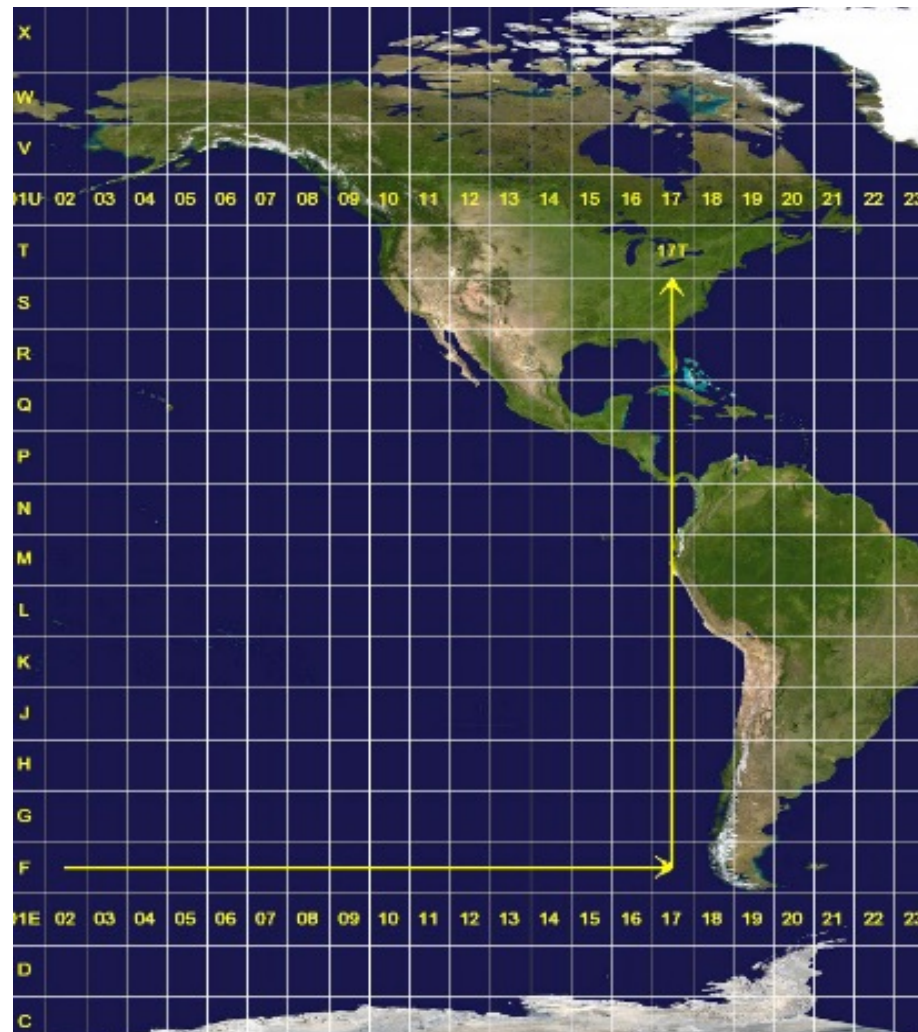
□ Universal Transverse Mercator (UTM)

- Es un sistema de referencia geográfico coordinado basado en coordenadas cartesianas.
- Utiliza la proyección transversa de Mercator.
- Define 60 husos o zonas, cada una con 6 grados de longitud, que se extienden de la latitud 80 S hasta la 84 N, y 20 bandas de 8 grados de latitud, que se denominan con letras de la C a la X (sin I, ni O, ni Ñ).
- Se suele establecer el origen de coordenadas X 500 km en el meridiano central del huso y el origen de coordenadas Y en el Ecuador.
- Las coordenadas se miden hacia el este (x) y norte (y) en metros.



Nociones de Cartografía

UTM



Nociones de Cartografía



Modelos de Datos Geográficos

Raster

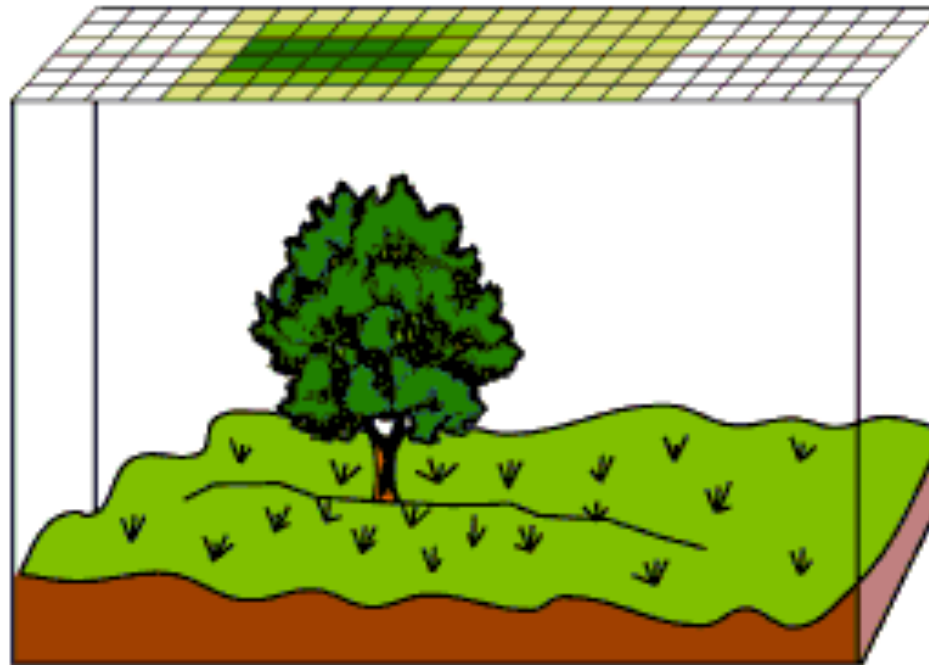
- ❑ Matriz bidimensional compuesta por pixels, en donde cada pixel posee un valor numérico que se representa visualmente con un color.
- ❑ Algunos usos: imágenes satelitales, fotos aéreas, cartografía digitalizada, etc.
- ❑ Ej1: en foto digital aérea, valor del pixel representa un color
- ❑ Ej2: en un modelo digital de terreno (DEM, MDT) el pixel representa una altura.



Modelos de Datos Geográficos

Raster

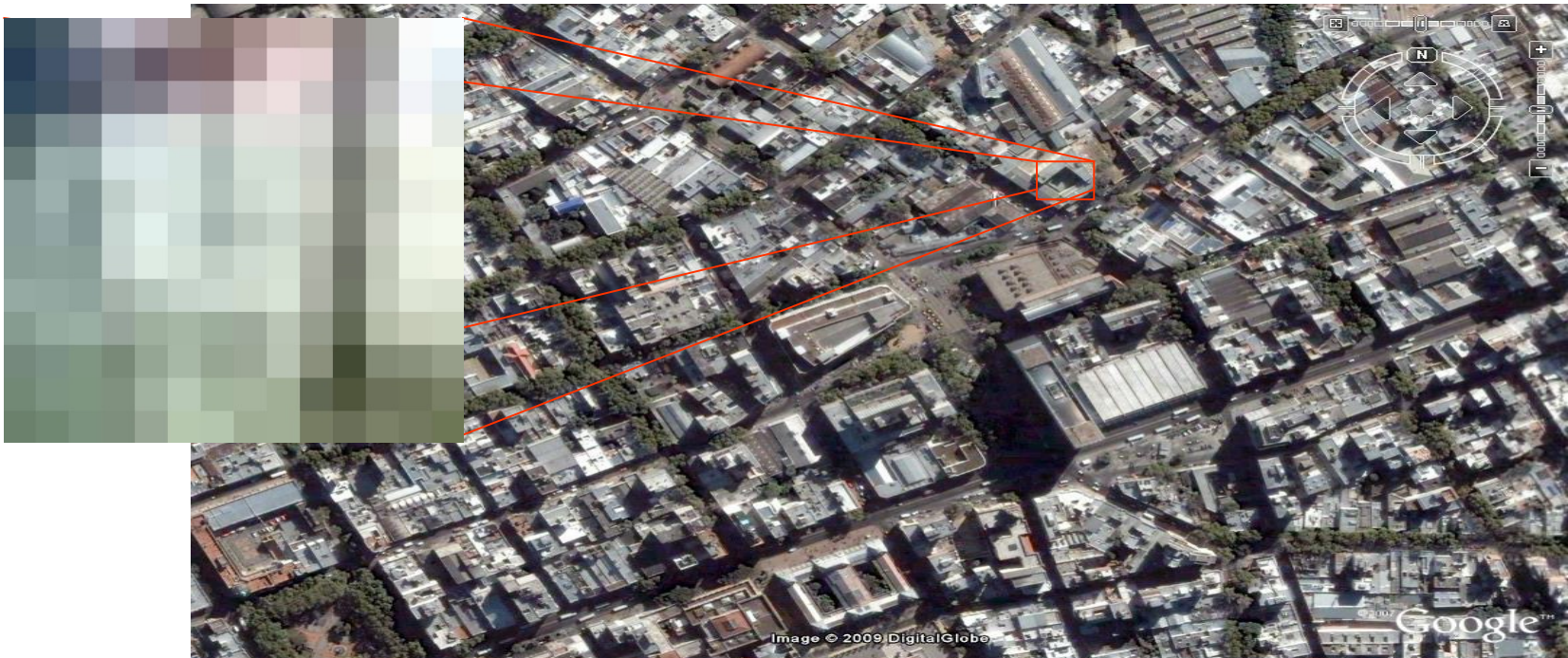
- Fig: Rasterización de un área



Modelos de Datos Geográficos

Raster

- Fig: Detalle del pixelado de una foto aérea digital .



Modelos de Datos Geográficos

Raster

- ❑ Tipos de datos para los que los rasters son adecuados:
 - Datos discretos (ej. uso del suelo)
 - Datos continuos (ej. elevación, información espectral)
 - Imágenes (ej. fotos, mapas escaneados)

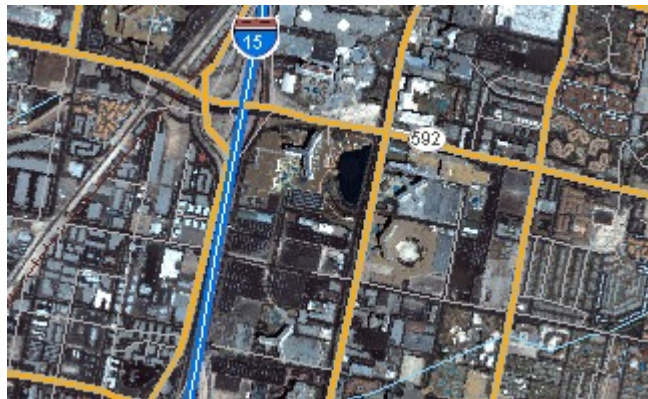


Modelos de Datos Geográficos

Raster

□ Usos:

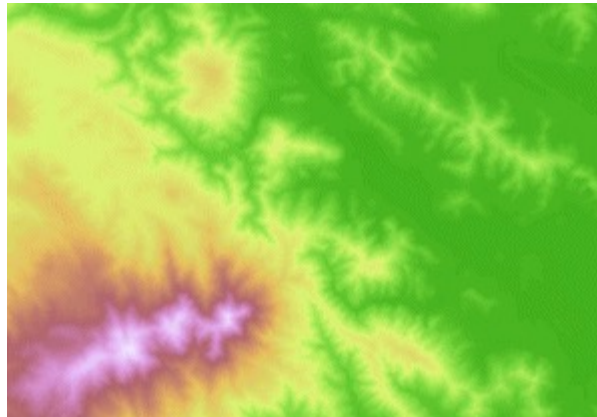
- Base de un mapa: primera capa sobre la que se superponen capas vectoriales. Ej. imagen satelital (raster) + caminería (vectorial)



Modelos de Datos Geográficos

Raster

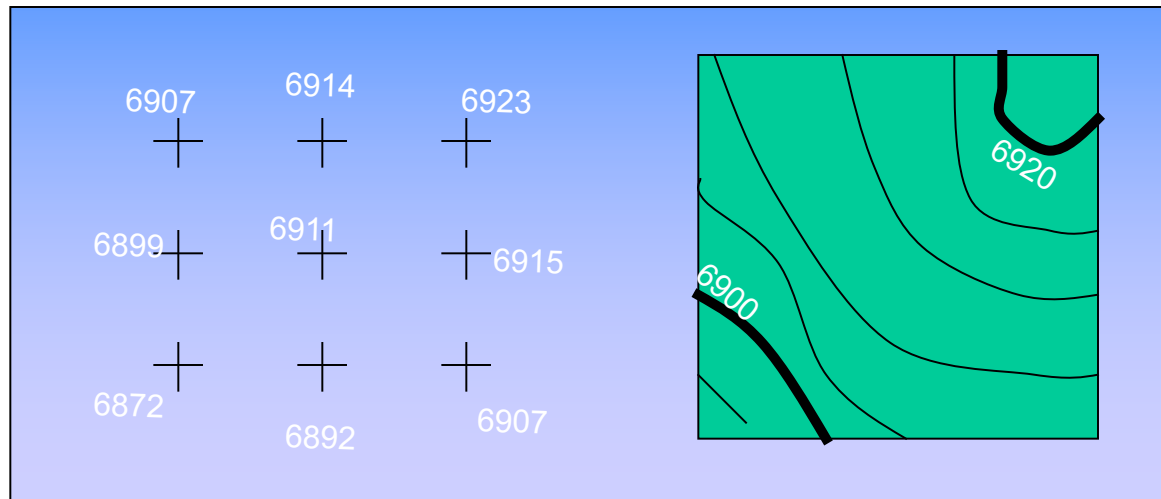
- Mapa de superficie: representa parámetro que varía continuamente sobre el terreno. Ejs. elevación, humedad, lluvias, densidad de población.



Modelos de Datos Geográficos

Raster

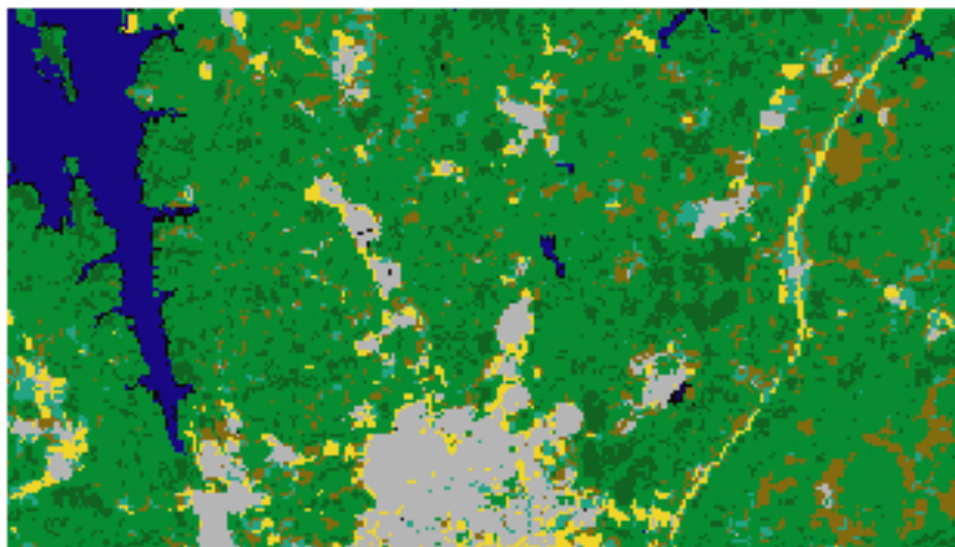
- Digital Elevation Model (DEM): es un tipo de raster muy utilizado en donde el valor indica la altura del punto. A partir de un DEM pueden derivarse curvas de nivel.



Modelos de Datos Geográficos

Raster

- Mapa temático: clasificación de los pixels en clases o categorías. Ejs: en un raster de uso de la tierra, las clases pueden ser actividades económicas (agricultura, ganadería, forestación, etc).



Modelos de Datos Geográficos

Raster

- Raster como atributo: se utilizan fotografías de una característica (un edificio, una playa, etc.) como un atributo, que puede mostrarse junto con los atributos alfanuméricos.



Modelos de Datos Geográficos

Vectorial

- ❑ Representación geométrica de características geográficas en forma precisa y compacta, utilizando puntos, líneas y polígonos.
- ❑ Algunos usos: representación de edificios, parcelas, tuberías, caminería, etc.
- ❑ Ej. capa vectorial de polígonos que representan padrones.



Modelos de Datos Geográficos

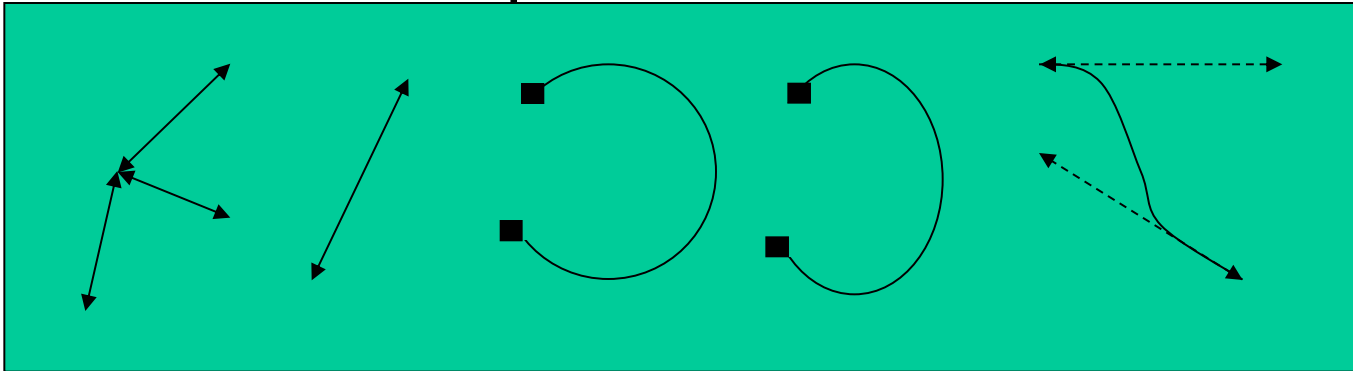
Vectorial

- Tipos de datos vectoriales:
 - Punto: Coordenadas (x,y)
Multipunto: Conjunto de puntos
 - Línea o Polilínea: Secuencia de segmentos conectados que no se cruzan (caminos). Cada segmento se define por dos puntos de coordenadas(x,y).
Los puntos consecutivos pueden definir un segmento de recta o una curva.
 - Polígono: Conjunto de anillos. Cada anillo es un serie cerrada de puntos de coordenadas (x,y) que definen un área. Permite representar áreas con “huecos” o “islas”.

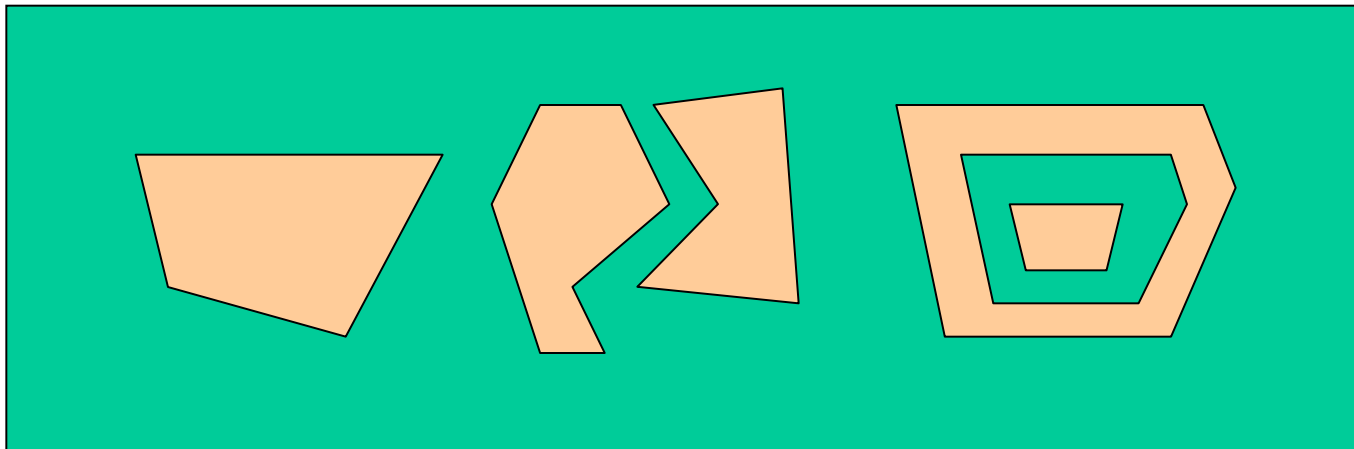


Modelos de Datos Geográficos Vectorial

- Líneas definidas por rectas o curvas



- Polígonos definidos mediante anillos



Modelos de Datos Geográficos

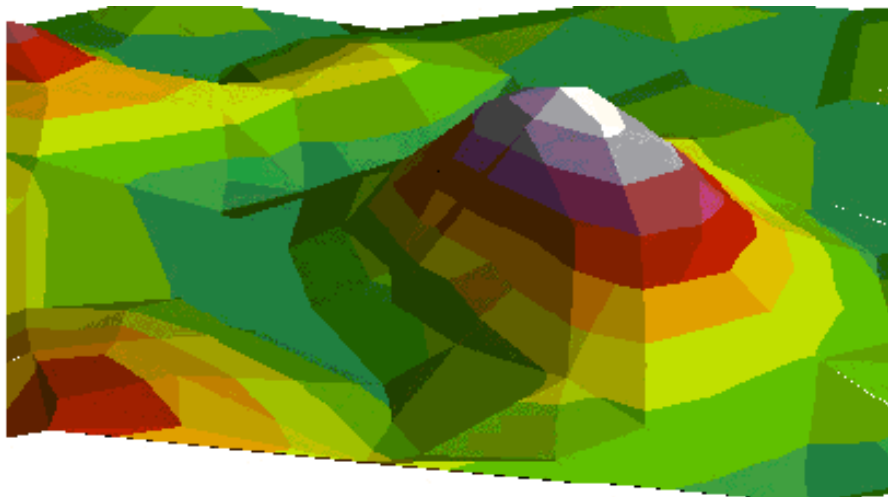
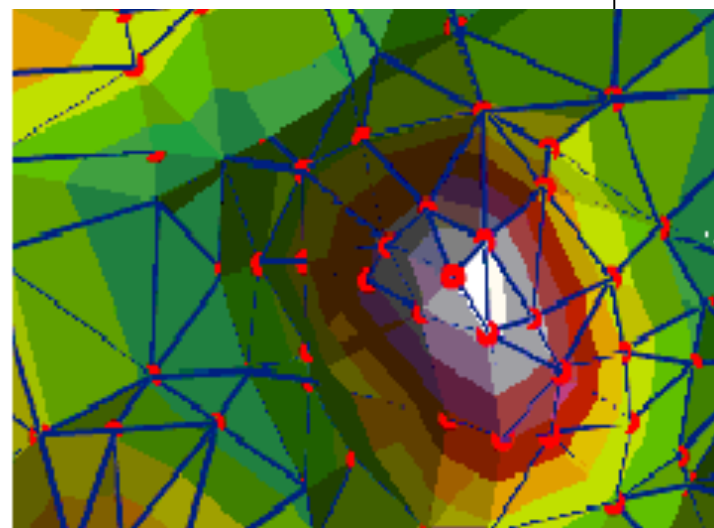
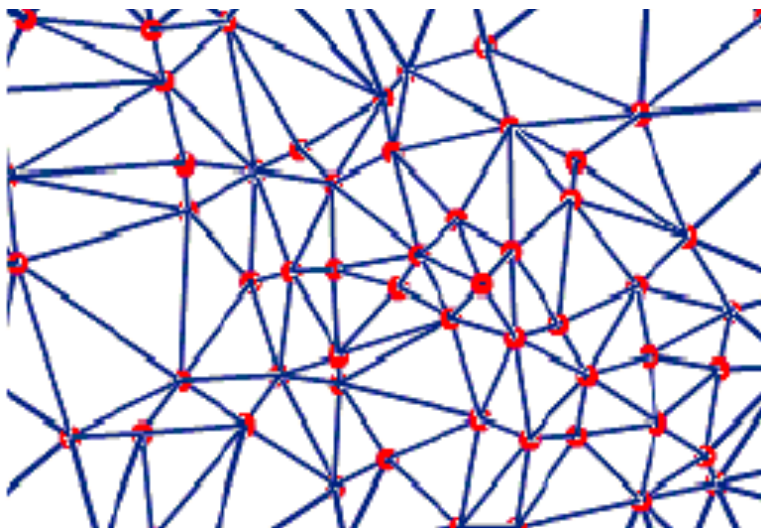
Triangular (TIN)

- ❑ Triangular Irregular Network (TIN): modelo eficiente y preciso (vectorial) para representar superficies continuas, construido en base a nodos distribuidos en forma irregular (con coordenadas x,y,z) y líneas conectoras que forman un red de triángulos
- ❑ Algunos usos: análisis de elevación, pendiente, volúmenes, visibilidad desde un punto, etc.
- ❑ Suelen construirse a partir de un DEM, eligiendo puntos de interés en forma algorítmica
- ❑ Permiten visualización 3D



Modelos de Datos Geográficos

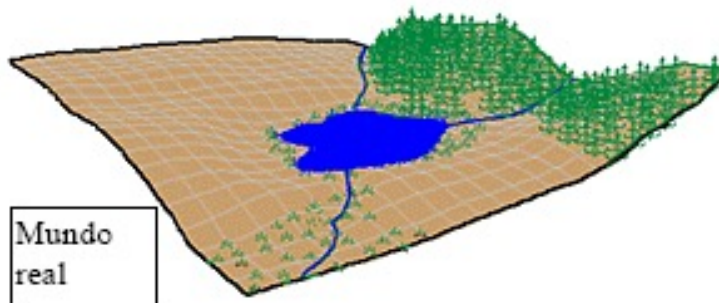
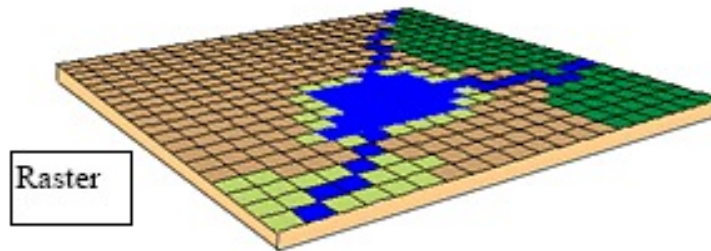
Triangular (TIN)



Modelos de Datos Geográficos

Comparación de Modelos

Raster vs Vectorial

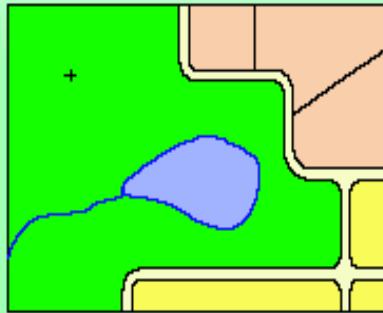


Modelos de Datos Geográficos

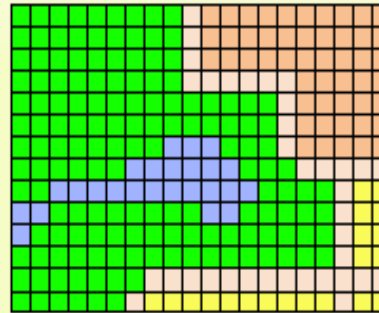
Comparación de Modelos

Raster vs Vectorial vs Triangular

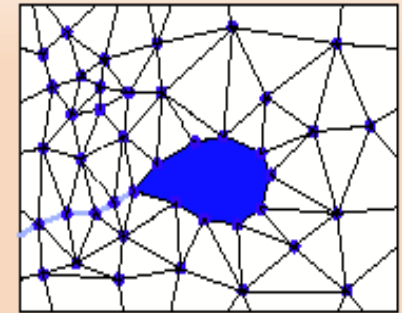
Vector data representation



Raster data representation



Triangulated data representation



VECTORIAL

Foco del modelo

Esta centrado en modelar discretamente con entidades agrupadas en shapes, o capas.

RASTER

Centrado en modelar fenómenos continuos y sobre las imágenes de la tierra.

TIN

Dedicado a representar eficientemente una superficie que puede representar elevación u otra característica, como concentración.



Modelos de Datos Geográficos

Comparación de Modelos

	VECTORIAL	RASTER	TIN
Fuentes del dato	Foto aérea Gps Digitalización Vectorizado de raster Relevamiento topográficos Importados de cad	Foto aérea digital Imagen satelital Convertido de tin Vector rasterizado Escaneado	Compilado de fotos aéreas A partir de datos GPS Importado de puntos con elevación Convertido de contornos vectoriales
Almacenamiento espacial	Los puntos se guardan con coord. X, y Líneas como puntos conectados Polígonos como caminos cerrados	La matriz tiene un sistema de coordenadas coordenadas a la izq arriba donde se indica fila,columna	Cada nodo tiene coord. x,y con un valor z asociado
Representación de elementos	Puntos – elementos pequeños Líneas-elementos con una longitud representable Polígonos- elementos con una superficie representable	Un punto estara representado por un pixel Linea –serie de px Poligono –conjunto de px	Z representa la forma de la superficie
Asociaciones topológicas	Las lineas se conectan por nodos Los polígonos se conectan por lineas y distibguen que poligono esta a la izq. Y cual a la der.	Los px se conectan por su localizacion fila, columna	Cada triangulo esta asociado a su triangulo vecino



Modelos de Datos Geográficos

Comparación de Modelos

	VECTORIAL	RASTER	TIN
Análisis geográfico	Superposición de mapas Análisis de proximidad o buffer Operaciones espaciales y consultas lógicas Análisis de redes	Coincidencia espacial Análisis de proximidad Análisis de superficie	Elevación Pendientes Cálculo de volúmenes Perfiles verticales Cuencas visuales
Salida cartográfica	Este modelo es el mejor para representar con precisión de los elementos a representar No es bueno para representar fenómenos continuos	Es el mejor para representar imágenes y fenómenos continuos No es bueno para líneas y puntos	Es bueno para representaciones atractivas de la superficie



Almacenamiento en Archivos

GeoTIFF

- ❑ GeoTIFF es un estándar de metadatos que permite incrustar información georreferenciada en un archivo de imagen TIFF.
- ❑ Es uno de los formatos más usados para rasters geográficos.
- ❑ La información incluye tipo de proyección, sistema de coordenadas, elipsoide, datum, etc.



Almacenamiento en Archivos

Shapefile

- ❑ Formato creado por ESRI para almacenamiento de datos vectoriales.
- ❑ Es el formato de intercambio de información geográfica más utilizado.
- ❑ La geometría de una entidad se almacena como una figura geométrica definida por sus coordenadas vectoriales.
- ❑ Los tipos de figuras son punto, multipunto, polilínea y polígono.
- ❑ Cada shapefile almacena un conjunto de entidades de un mismo tipo.
- ❑ Los polígonos son representados como un conjunto de anillos.
- ❑ Un shapefile no se almacena en un solo archivo sino en varios archivos de diferente tipo.
- ❑ Los archivos requeridos son 3: archivo principal (.shp), archivo de índice (.shx), archivo DBase (.dbf)



Referencias

- ❑ GIS Basics. Fazal, S. New Age International. 2008
- ❑ Basic GIS Coordinates. Van Sickle, J. CRC. 2010
- ❑ A Primer of GIS. Harvey, F. Guilford. 2008
- ❑ Curso Introducción a SIG. In.Co, FING.

