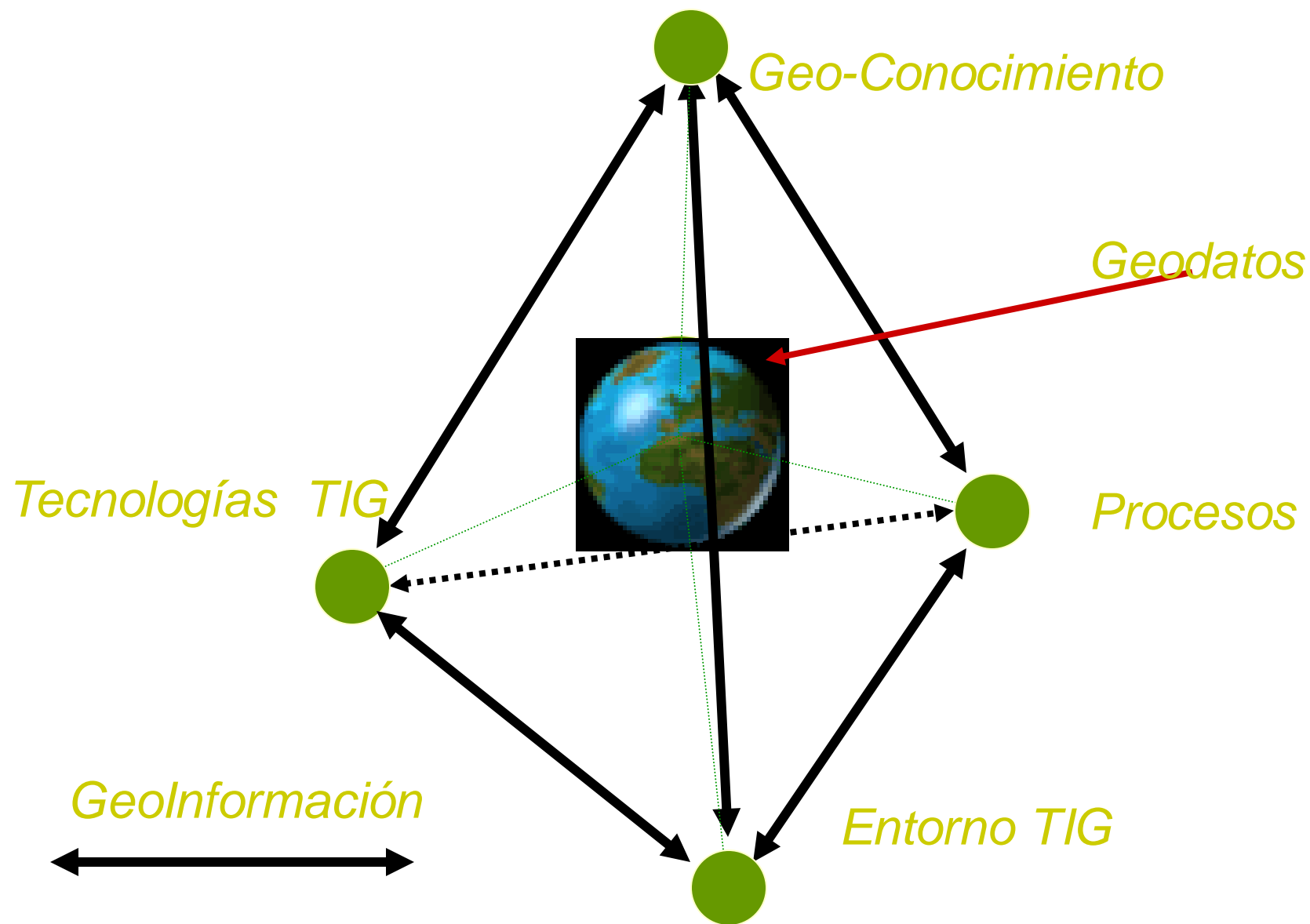
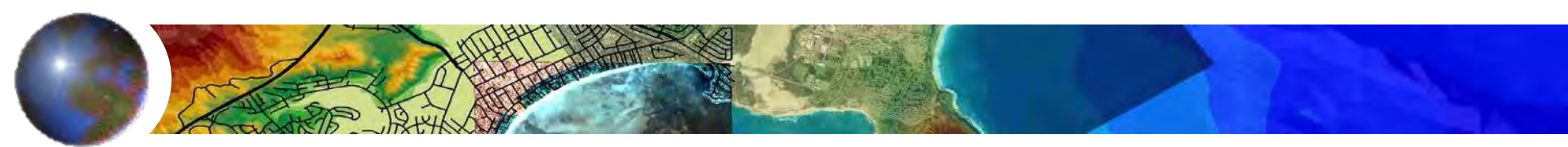
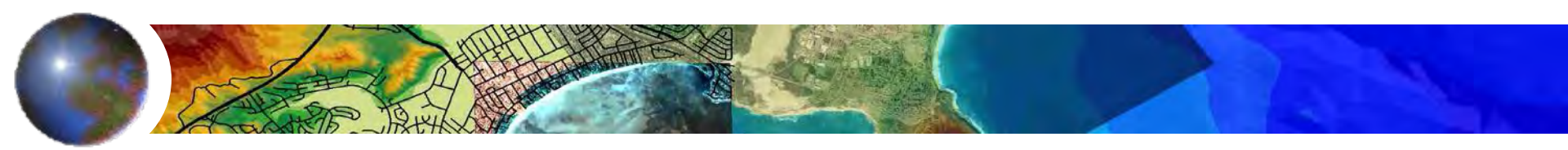


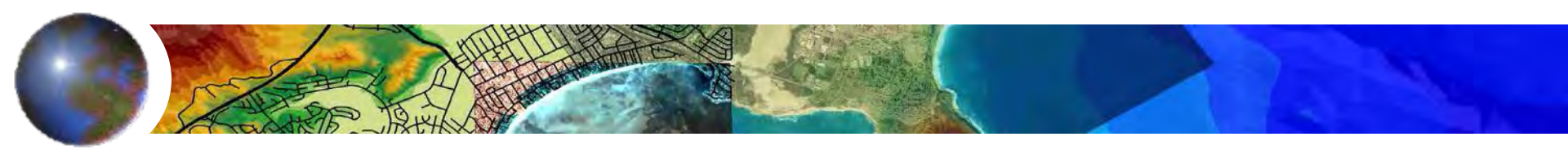
3. Representando la Geografía





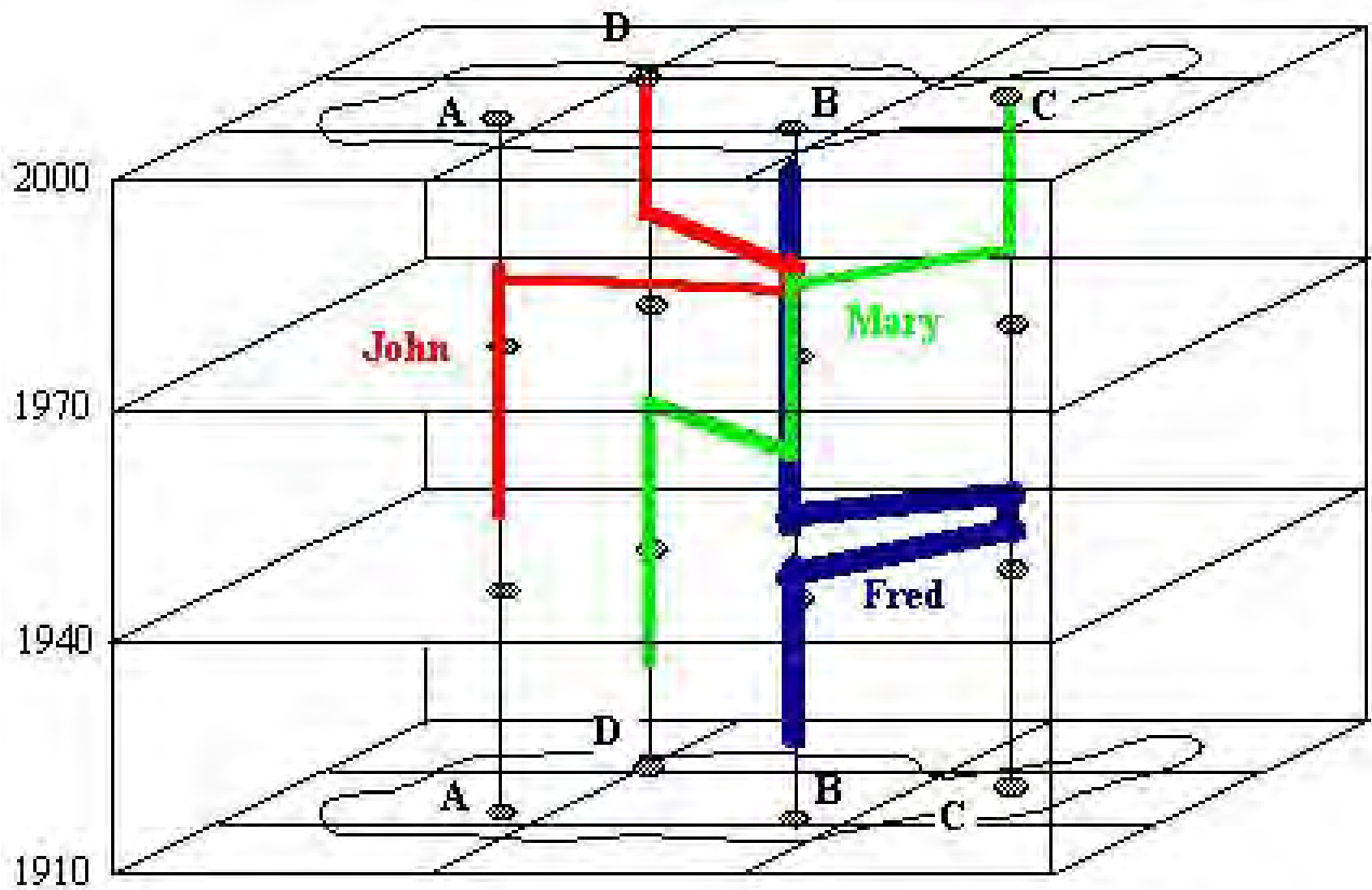
Sumario

- ✚ ¿Qué es representación?
- ✚ Representaciones Digitales
- ✚ El problema fundamental
- ✚ Objetos discretos y campos
- ✚ Raster y vector
- ✚ El mapa de papel

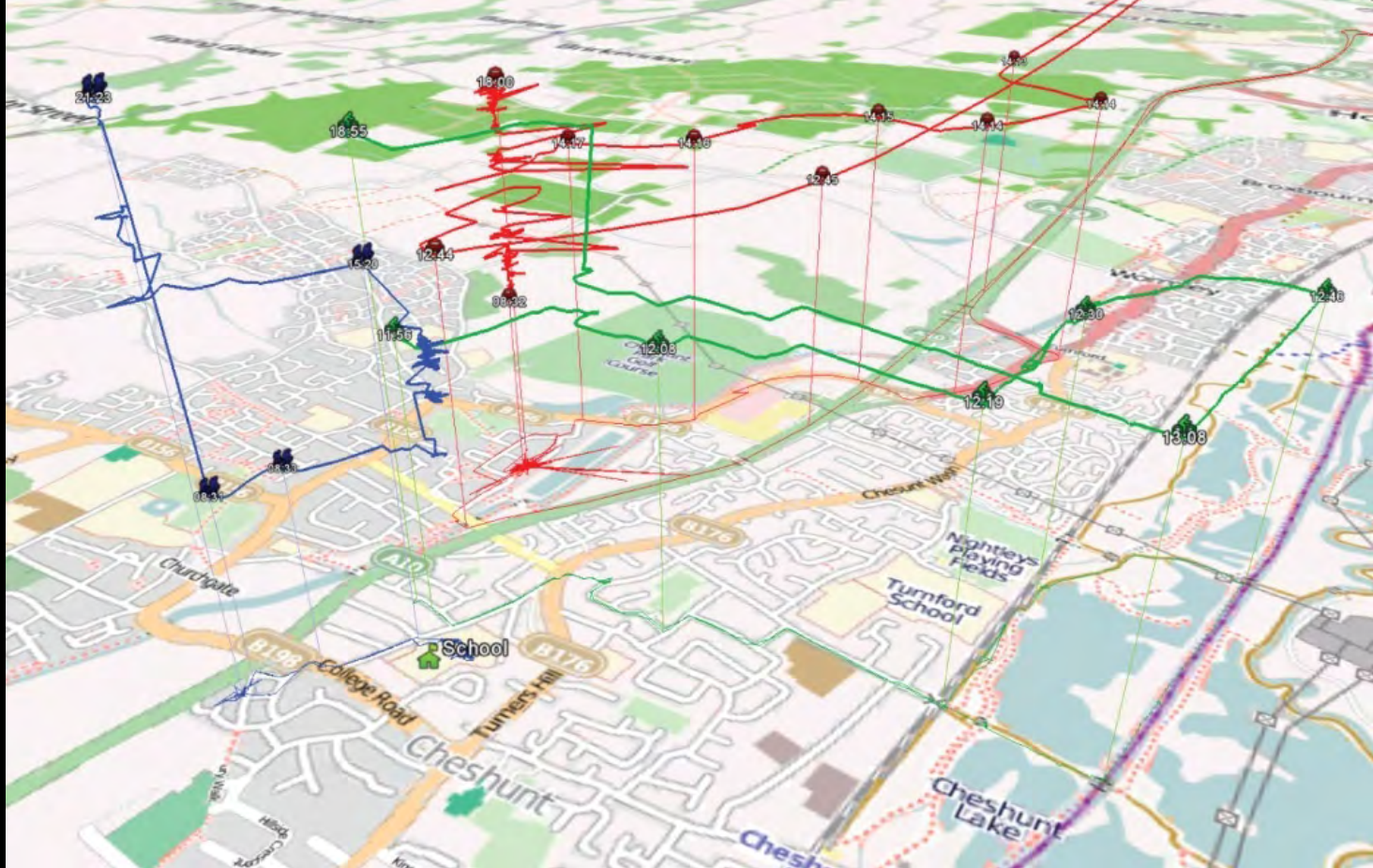


Percibiendo Información

- ⊕ Experiencia personal de tiempo y espacio:
 - ⊞ Vida media de una persona
 - ⊞ Una pequeña parte de la superficie terrestre
- ⊕ Todo el resto de conocimientos procede de libros, medios, películas, mapas, imágenes y otras fuentes de información
 - ⊞ De fuentes indirectas o remotas
 - ⊞ De la red
 - ⊞ De la nube



Representación esquemática de la vida de tres persona en espacio (dos ejes horizontales) y tiempo (eje vertical)



Schematic representation of weekend activities of three children in Cheshunt, UK.

The horizontal dimensions represent geographic space (rendered using OpenStreetMap) and the vertical dimension represents time of day. Each person's track plots as a three-dimensional line, beginning at the base in the morning and ending at the top in the evening.

(Reproduced with permission of Yi Gong: base image Courtesy www.openstreetmap.org)

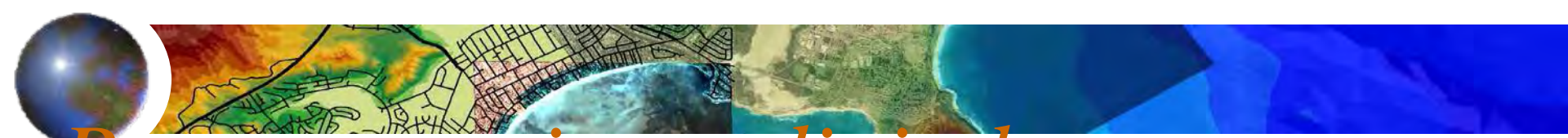


Prince Henry the Navigator, originator of the Age of Discovery in the Fifteenth Century, and promoter of a systematic approach to the acquisition, compilation, and dissemination of geographic knowledge.



Representaciones

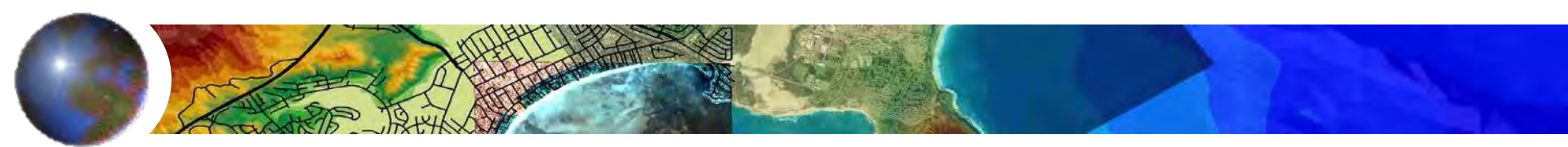
- ✚ Son necesarias para manejar información
- ✚ Es necesario ajustar la información dentro de formas estándar o modelos:
 - ✚ En los diagramas de tiempo iniciales las trayectorias coloreadas consisten sólo en unas pocas líneas rectas que conectan puntos
 - ✚ Casi siempre se simplifica la realidad que se está queriendo representar
 - ✚ No hay información en la representación sobre los viajes diarios al trabajo o de compras o viajes de vacaciones fuera de la ciudad: ESPACIO-TIEMPO
- ✚ Se dan en la mente humana, cuando la información se adquiere por medio de los **sentidos** y se guarda en la memoria, ó en la fotografías (que son modelos bi-dimensionales de la luz recibida por la cámara) ó en el texto escrito (cuando la información se expresa con palabras), etc.



Representaciones digitales

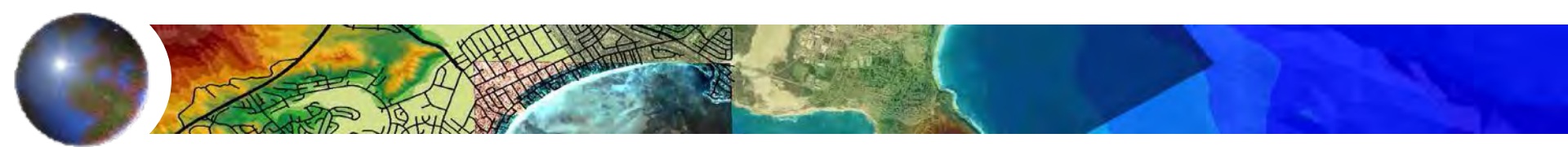
- ✚ Usa solo dígitos binarios (0 y 1) para representar información
- ✚ Es la base de casi toda la comunicación humana moderna
- ✚ Muchos estándares permiten varios tipos de información expresada de forma digital:
 - ✚ MP3 música
 - ✚ JPEG imágenes
 - ✚ **ASCII texto** (xml)
 - ✚ SIE debe tratar de estándares para datos geográficos
- ✚ Lo digital por: Economía de escala. Simplicidad. Fiabilidad. Facilidad de copiar y transmitir.

• **!!! NIVEL de Realidad de lo digital !!!**



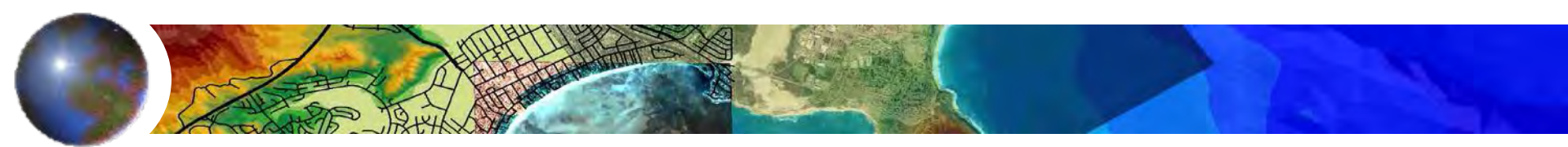
Algunos aspectos de las representaciones geográficas

- ⊕ Las representaciones raramente son perfectas
 - ⊞ Los detalles pueden ser irrelevantes o demasiado caros y voluminosos de registrar
- ⊕ Es importante conocer que está oculto en una representación concreta
- ⊕ Las representaciones pueden dejar **incertidumbres** sobre el mundo real
- ⊕ Es **importante qué y para quién** se va a representar (de toda la posible información relacionada con la superficie terrestre)



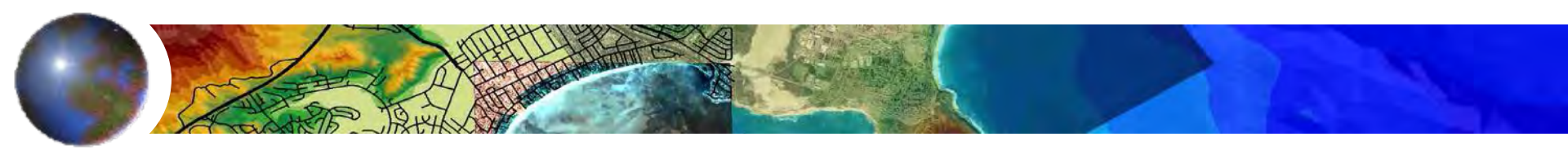
El problema fundamental

- ✚ La información geográfica enlaza un **lugar**, y a menudo **un tiempo**, con alguna **propiedad** de ese lugar (y tiempo)
 - ✚ “La temperatura a 34 N, 120 W por la noche el día 12/2/99 fue de 8 grados centígrados”
- ✚ El número potencial de propiedades es vasto:
 - ✚ En SIE se les denomina **atributos**
 - ✚ Los atributos pueden ser físicos, sociales, económicos, demográficos, ambientales, etc.
- ✚ **!! No podemos hacer un modelo de la tierra a escala 1 a 1 !!**



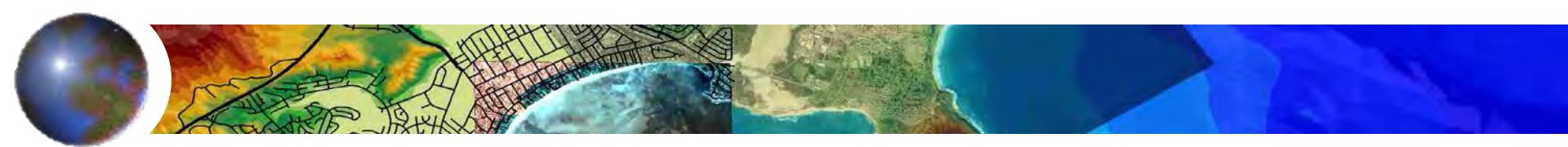
Tipos de Atributos

- ✚ Nominales. Sirven para identificar o distinguir una entidad de otra (ej. Tipos de cubiertas de terreno). Números, letras, colores,...
- ✚ Ordinales: Cuando los valores del atributo tienen un orden natural (ej. Ranking)
- ✚ Intervalos: Atributos en los que tiene sentido la diferencia de valores (ej. Temperatura)
- ✚ Ratios (Razones). Tiene sentido establecer cocientes Por ejemplo, las medidas
- ✚ Cíclicos (ej. Dirección del viento):
 - ✚ Indica más ejemplos relacionados con los ejemplos vistos en el Tema 2



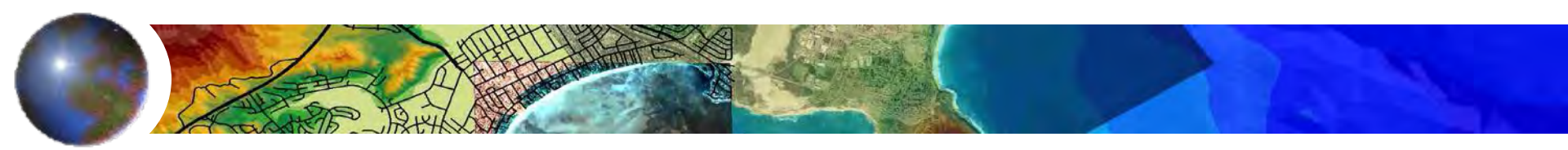
Atributos cíclicos

- ⊕ No se comportan como el resto de atributos:
 - ⊠ ¿Qué es la media de dos distancias circulares, ej. 350 y 10?
- ⊕ Se dan en los SIE
 - ⊠ Dirección del viento
 - ⊠ Aspecto y pendiente del terreno
 - ⊠ Direcciones de flujo (...)
- ⊕ Se necesitan métodos especiales para su manejo y análisis



El problema Fundamental

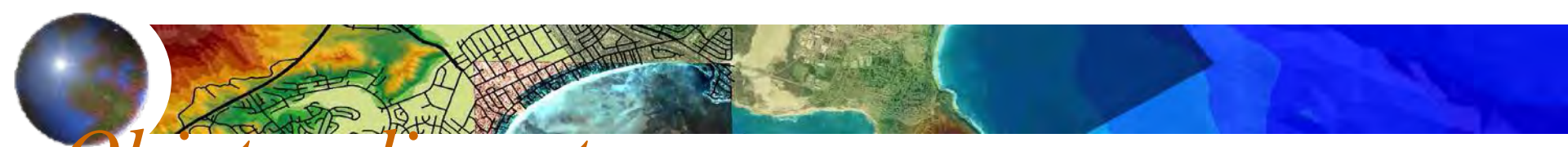
- ⊕ El número de lugares y tiempos es muy grande
 - ⊠ Potencialmente infinito
- ⊕ Cuanto más cerca miramos el mundo, más detalles aparecen:
 - ⊠ Potencialmente hasta el infinito
 - ⊠ El mundo geográfico es infinitamente complejo
- ⊕ Hemos desarrollado caminos ingeniosos para abordar este problema
 - ⊠ En SIE se usan muchos métodos para crear representaciones o *modelos de datos* que **"simplifican"** la realidad



Punto de vista “discreto” -- Punto de vista “de campos continuos” (field)

- ⊕ Dos modos de conceptualizar la información geográfica
 - La diferencia más fundamental en la representación de información espacial
- ⊞ Objetos discretos
- ⊞ Campos

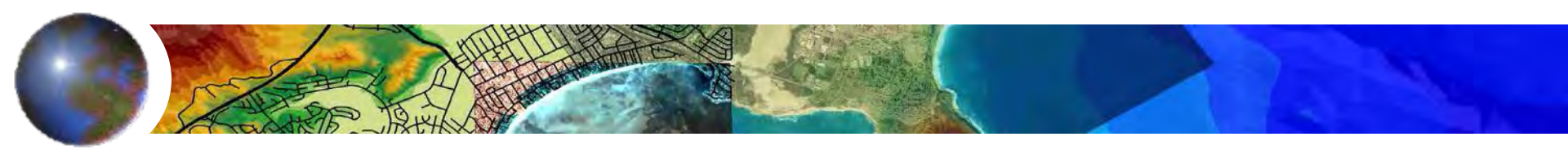
ES EL MODO HABITUAL EN QUE SE REPRESENTAN
LOS DIVERSOS TIPOS DE ELEMENTOS ESPACIALES
O ATRIBUTOS GEOGRÁFICOS



Objetos discretos:

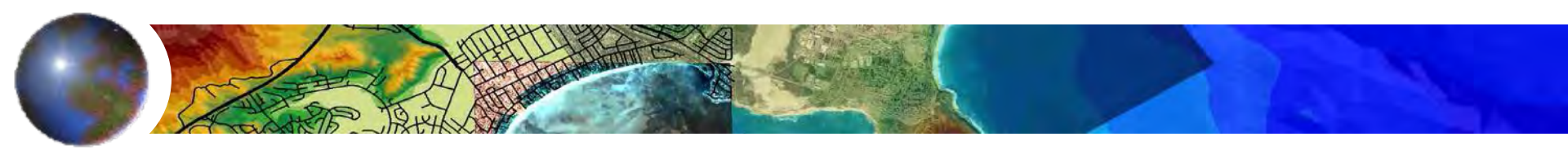
- *El mundo como una pantalla plana*
- *Objetos con fronteras bien definidas*

- ✚ Puntos, líneas, áreas, volúmenes.
- ✚ Enumerables.
- ✚ Persistentes en el tiempo, aunque posiblemente móviles: manzanas, calles, carreteras.
- ✚ Organismos biológicos:
 - ✚ Animales, árboles,...
- ✚ Objetos hechos por el hombre:
 - ✚ Vehículos, casas, bocas de riego,...



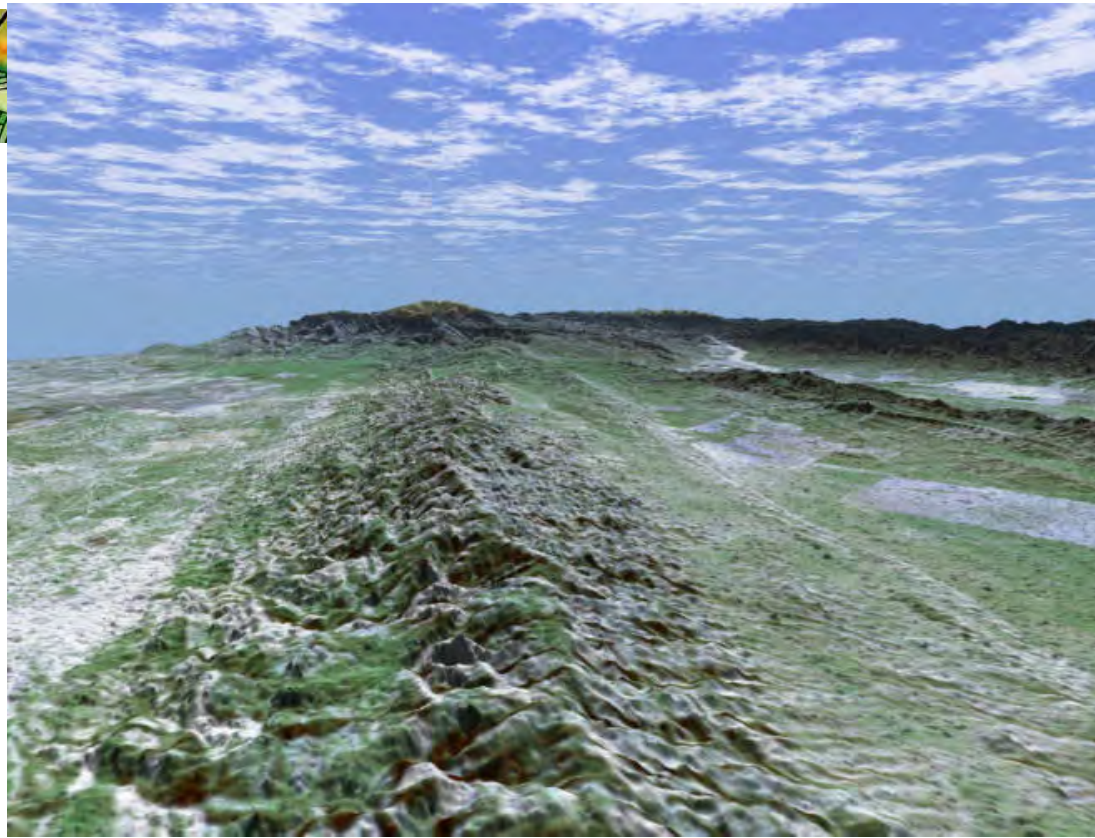
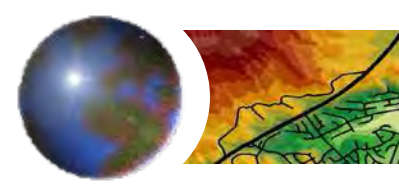
Campos (field)

- ⊕ Propiedades que varían sobre el espacio
 - ⊞ El valor es función de la situación
 - ⊞ La propiedad puede ser cualquier tipo de atributo
- ⊕ La Elevación es arquetipo de un campo
 - ⊞ Un valor en cada punto de la superficie de la tierra
 - ⊞ Fuente de metáforas y lenguaje:
 - Cualquier campo puede tener características especiales: pendiente, gradiente, hoyos, picos

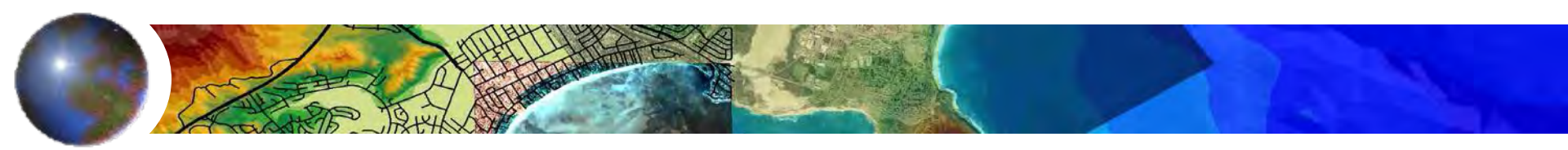


Ejemplo de campos

- ⊕ Propiedades del terreno (ej. pH, Soil properties, e.g. pH, humedad)
- ⊕ Densidad de población
 - ⊞ Aunque a escala de detalle el concepto no es válido
- ⊕ Identidad de propietarios de terreno
 - ⊞ Un valor de nombre de propietario para cada punto
- ⊕ Nombre de municipio, estado, nación
- ⊕ Temperatura y presión atmosférica



Fenómenos “representados” como campos. Datos de elevación de “Shuttle Radar Topography Mission” superpuesta por una imagen del satélite Landsat, mirando desde el SE a lo largo de la falla de “San Andreas Fault” (Sur de California), más un cielo simulado



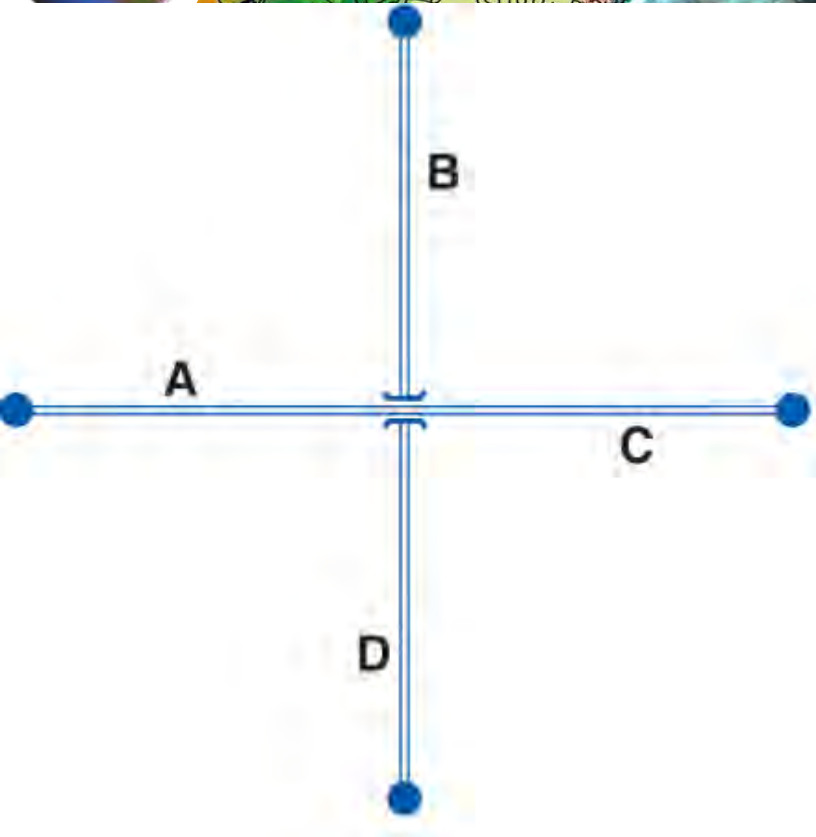
Casos difíciles

- ❖ Lagos, costas y otros fenómenos naturales
 - ❖ A menudo definidos como objetos pero difícil de definir o contar con precisión
- ❖ Pronósticos del tiempo (meteorología en general)
 - ❖ Las predicciones parten de datos de campos pero se representan en término de objetos discretos
 - Altos , bajos , frentes



An image of Manhattan taken by the MODIS instrument on board the TERRA satellite the day after the attack on the World Trade Center on September 11, 2001.

MODIS has a spatial resolution of about 250 m, detailed enough to reveal the coarse shape of Manhattan and to identify the Hudson and East rivers, the burning World Trade Center (white spot), and Central Park (the gray blur with the Jacqueline Kennedy Onassis Reservoir visible as a black dot). (Courtesy NOAA)



From link	To link	Turn?
A	B	No
A	C	Yes
A	D	No
B	C	No
B	D	Yes
B	A	No
C	D	No
C	A	Yes
C	B	No
D	A	No
D	B	Yes
D	C	No

The problems of representing a three-dimensional world using a two-dimensional technology. The intersection of links A, B, C, and D is an overpass, so no turns are possible between such pairs as A and B.

(Hal Gage/Alaskastock/Photolibrary Group Limited)



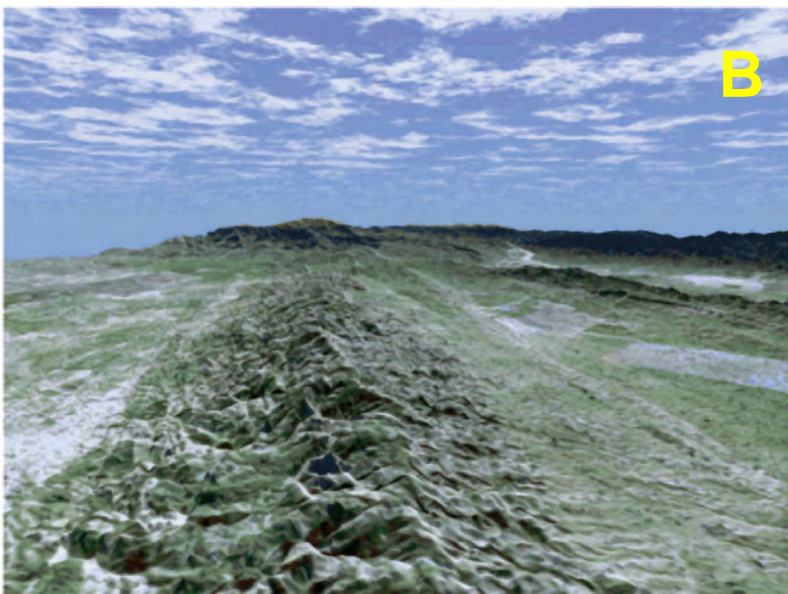
Bears are easily conceived as discrete objects, maintaining their identity as objects through time and surrounded by empty space.
(Hal Gage/Alaskastock/Photolibrary Group Limited)



Examples of field-like phenomena

(A) Image of part of the Dead Sea in the Middle East. The lightness of the image at any point measures the amount of radiation captured by the satellite's imaging system.

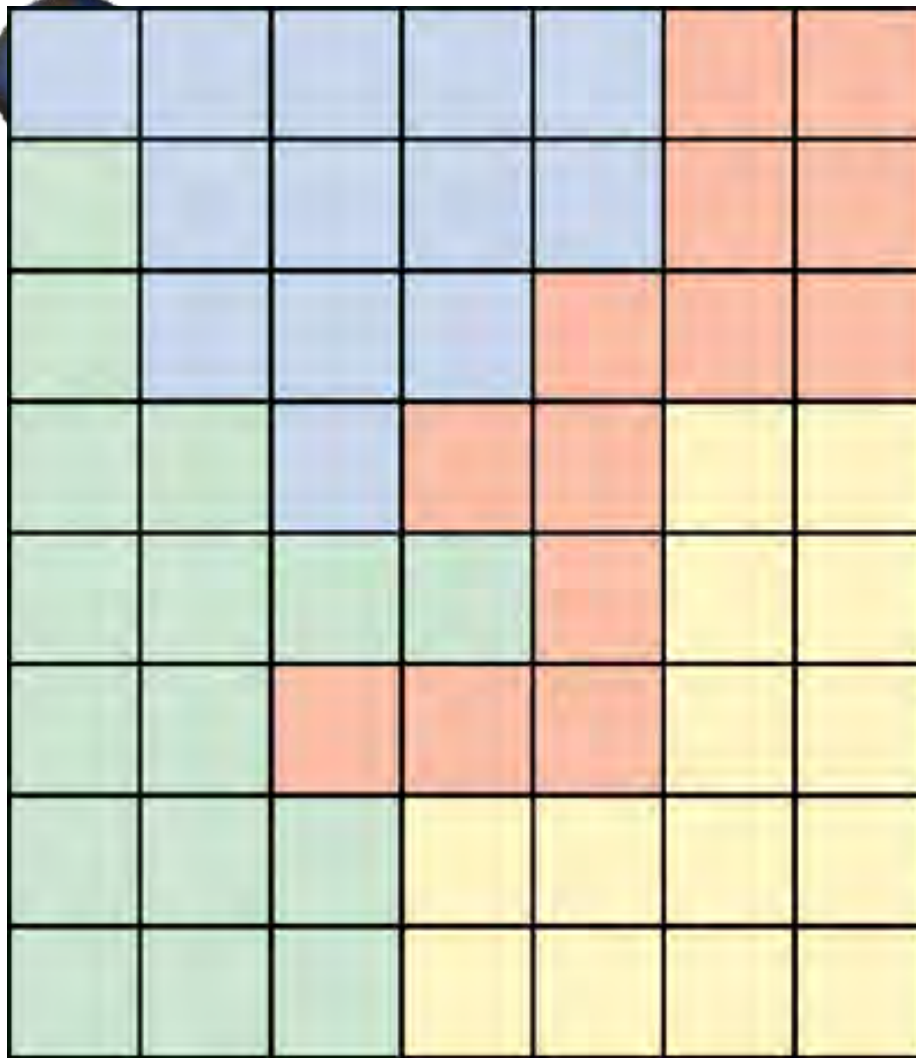
(B) A simulated image derived from the Shuttle Radar Topography Mission. The image shows the Carrizo Plain area of Southern California, with a simulated sky and with land cover obtained from other satellite sources.



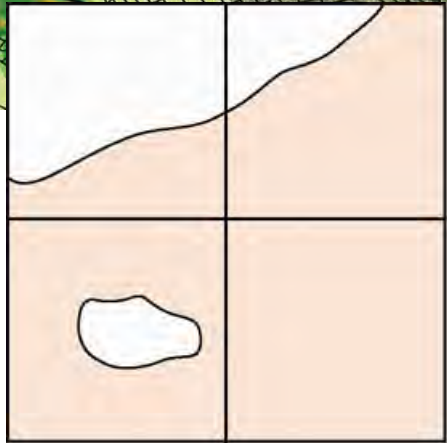
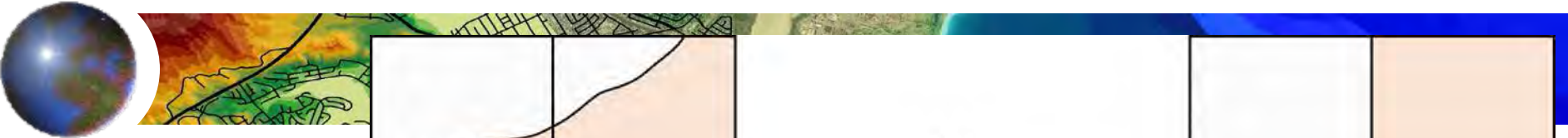


Lakes are difficult to conceptualize as discrete objects because it is often difficult to tell where a lake begins and ends, or to distinguish a wide river from a lake.

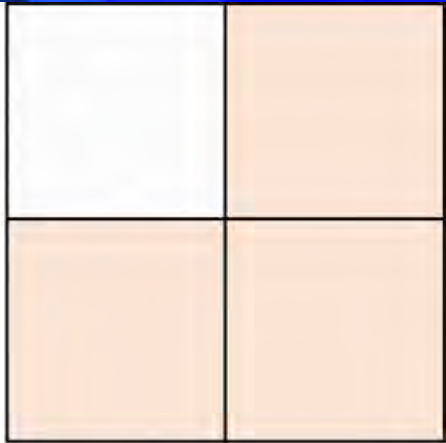
Raster representation



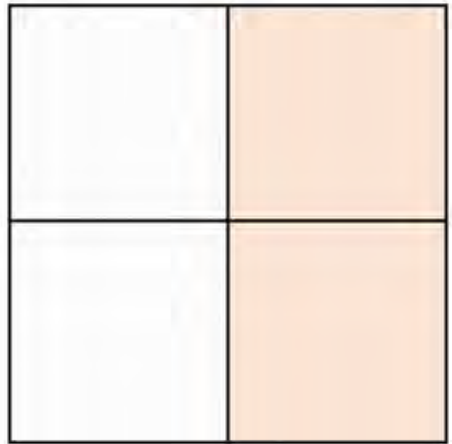
Each color represents a different value of a nominal-scale variable denoting land cover class



(A) →



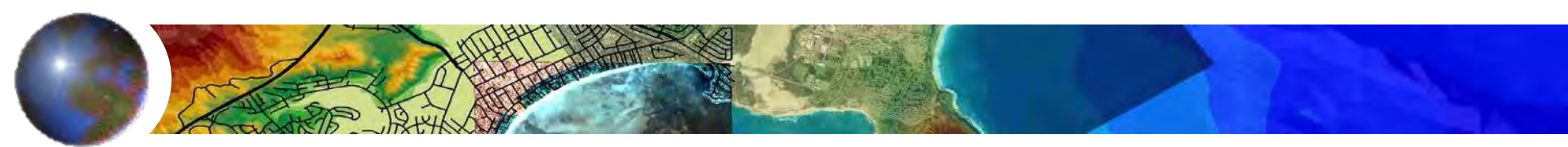
(B) ↘



**Effect of a raster
representation using:**

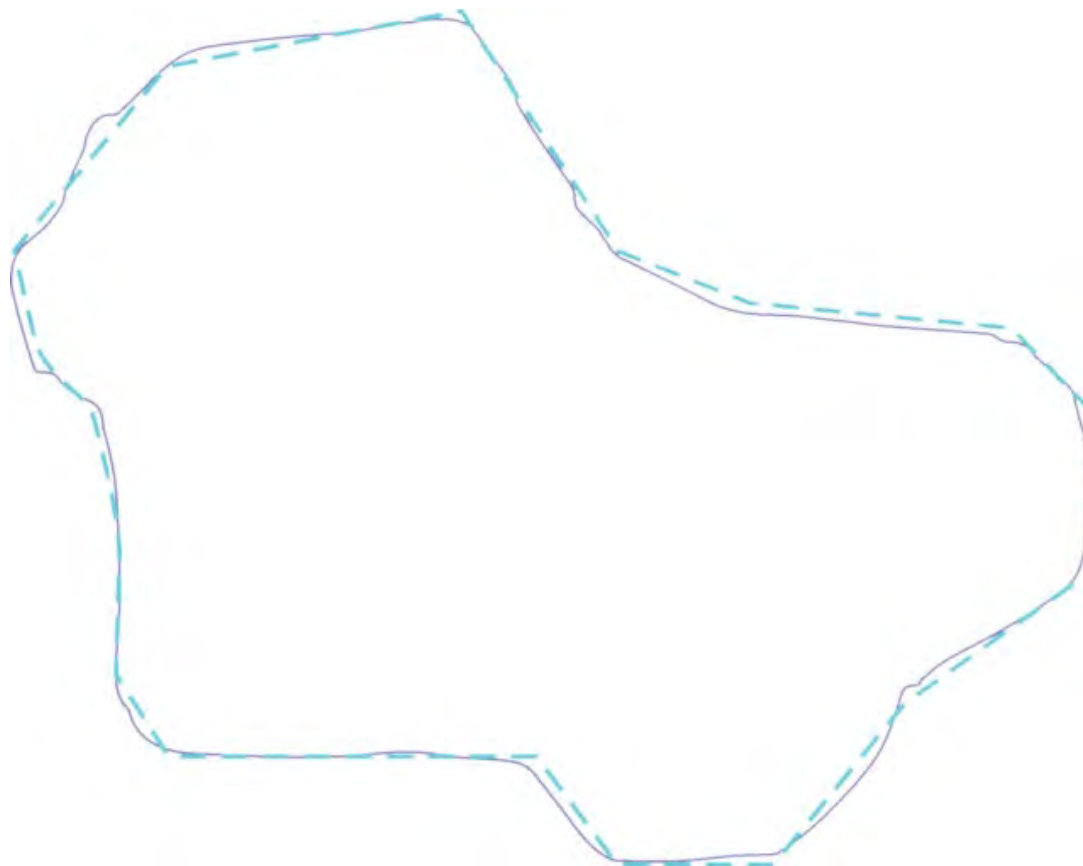
(A) the largest share rule

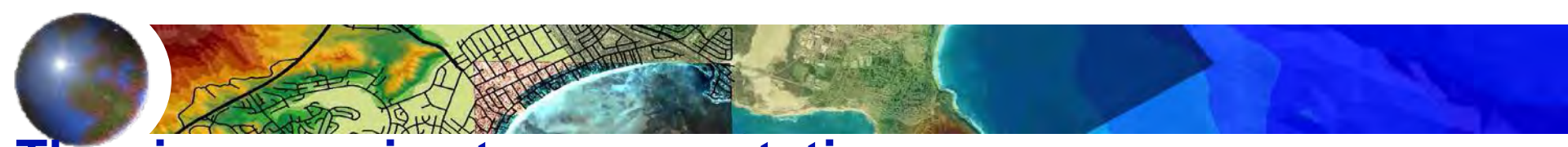
(B) the central point rule



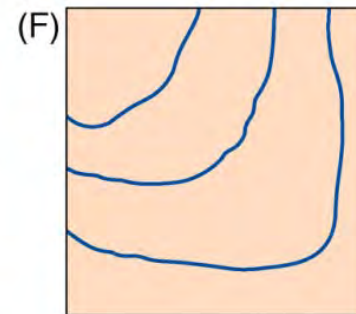
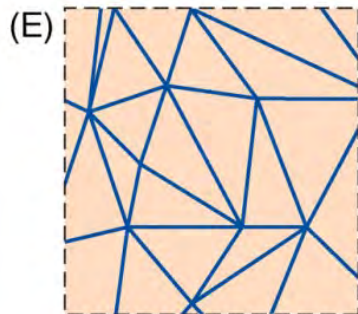
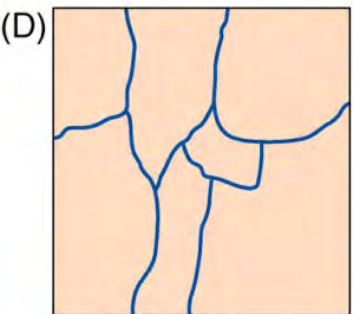
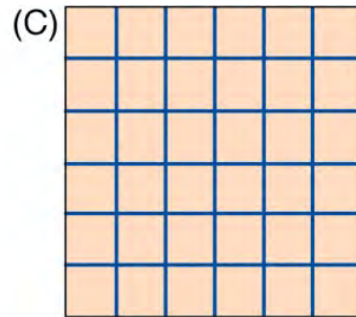
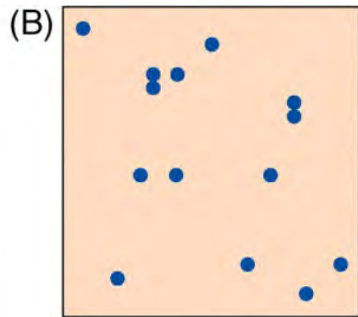
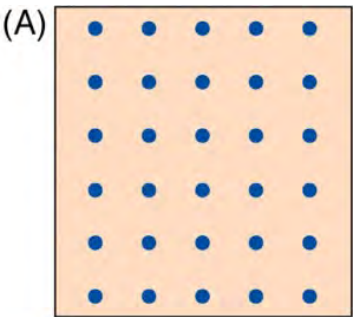
An area (red line)

and its approximation by a polygon (dashed blue line)





The six approximate representations of a field used in GIS.



(A) Regularly spaced sample points

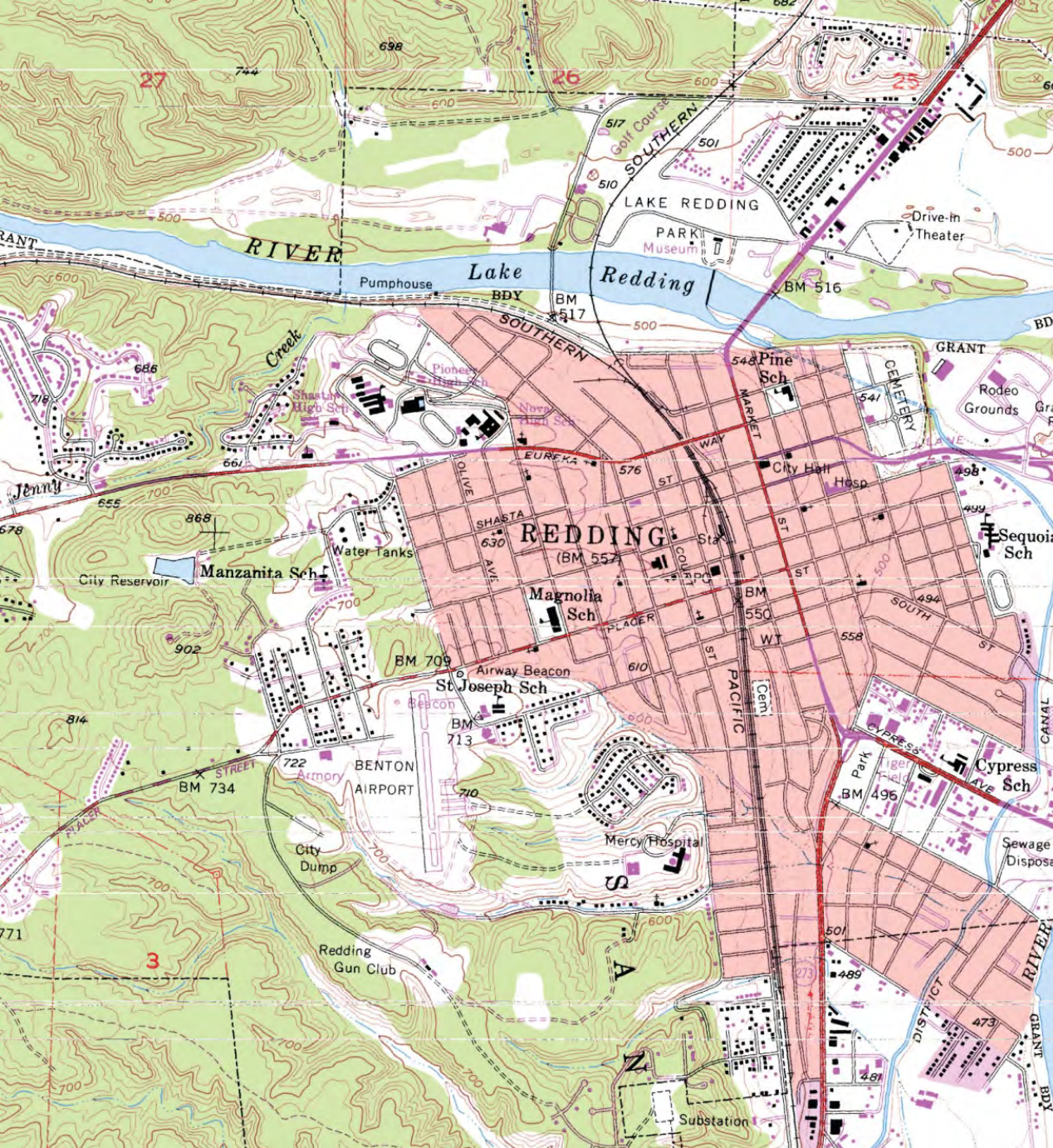
(B) Irregularly spaced sample points

(C) Rectangular cells

(D) Irregularly shaped polygons

(E) Irregular network of triangles, with linear variation over each triangle (the Triangulated Irregular Network or TIN model; the bounding box is shown dashed in this case because the unshown portions of complete triangles extend outside it)

(F) Polylines representing contours



**Part of a Digital
Raster Graphic,
a scan of a U.S
Geological
Survey 1:24000
topographic map**

(Courtesy USGS)

Spatial Transformation (Operator)	Representation in	
	Original Map	Generalized Map
	At Original Map Scale	
Simplification		
	At 50% Scale	

Spatial Transformation (Operator)	Representation in	
	Original Map	Generalized Map
	At Original Map Scale	
Smoothing		
	At 50% Scale	



Illustrations from McMaster and Shea of their 10 forms of generalization

Spatial Transformation (Operator)	Representation in	
	Original Map	Generalized Map
	At Original Map Scale	
Collapse		
	At 50% Scale	

Spatial Transformation (Operator)	Representation in	
	Original Map	Generalized Map
	At Original Map Scale	
Aggregation		
	At 50% Scale	

The original feature is shown at its original level of detail, and below it at 50% coarser scale.

Spatial Transformation (Operator)	Representation in	
	Original Map	Generalized Map
	At Original Map Scale	
Amalgamation		
	At 50% Scale	

Spatial Transformation (Operator)	Representation in	
	Original Map	Generalized Map
	At Original Map Scale	
Merge		
	At 50% Scale	

Each generalization technique resolves a specific problem of display at coarser scale and results in the acceptable version shown in the lower right.

Spatial Transformation (Operator)	Representation in	
	Original Map	Generalized Map
	At Original Map Scale	
Refinement		
	At 50% Scale	

Spatial Transformation (Operator)	Representation in	
	Original Map	Generalized Map
	At Original Map Scale	
Exaggeration		
	At 50% Scale	

Spatial Transformation (Operator)	Representation in	
	Original Map	Generalized Map
	At Original Map Scale	
Enhancement		
	At 50% Scale	

Spatial Transformation (Operator)	Representation in	
	Original Map	Generalized Map
	At Original Map Scale	
Displacement		
	At 50% Scale	



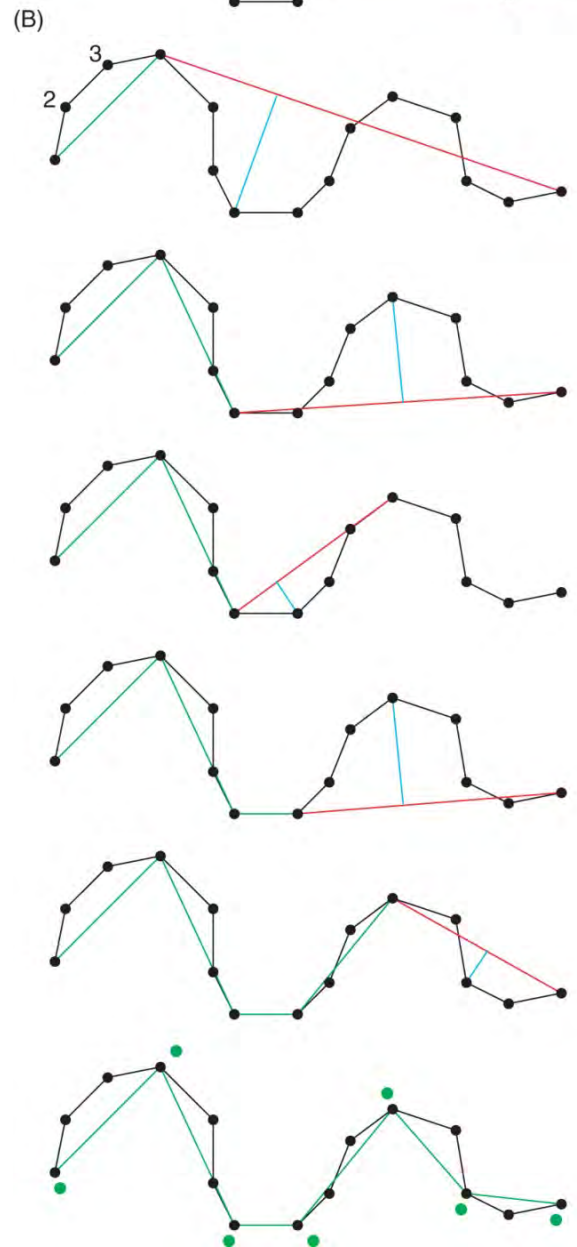
The Douglas–Poiker algorithm is designed to simplify complex objects like this shoreline by reducing the number of points in its polyline representation.

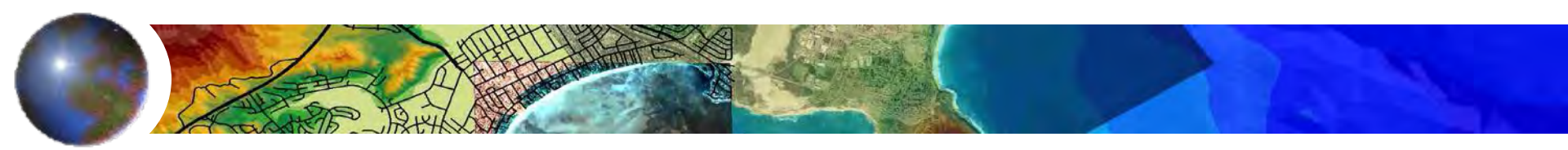


The Douglas–Poiker line simplification algorithm in action. The original polyline has 15 points.

(A) Points 1 and 15 are connected (red), and the furthest distance of any point from this connection is identified (blue). This distance to Point 4 exceeds the user-defined tolerance.

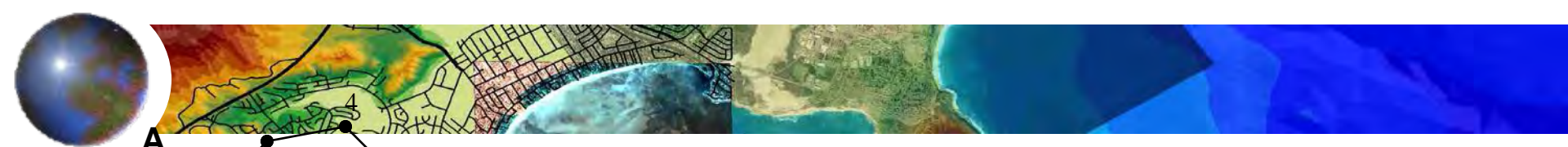
(B) Points 1 and 4 are connected (green). Points 2 and 3 are within the tolerance of this line. Points 4 and 15 are connected, and the process is repeated. In the final step 7 points remain (identified with green disks), including 1 and 15. No points are beyond the user-defined tolerance distance from the line.



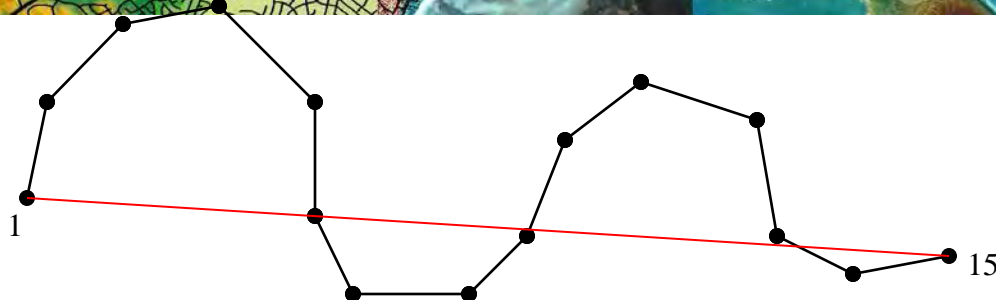


“Weeding”

- ✚ Simplificar la forma de una línea o área reduciendo el numero de puntos para su representación
- ✚ Algoritmo Douglas-Peuker que reduce los puntos de una polilínea o polígono
 - ▣ Se usa una tolerancia preestablecida

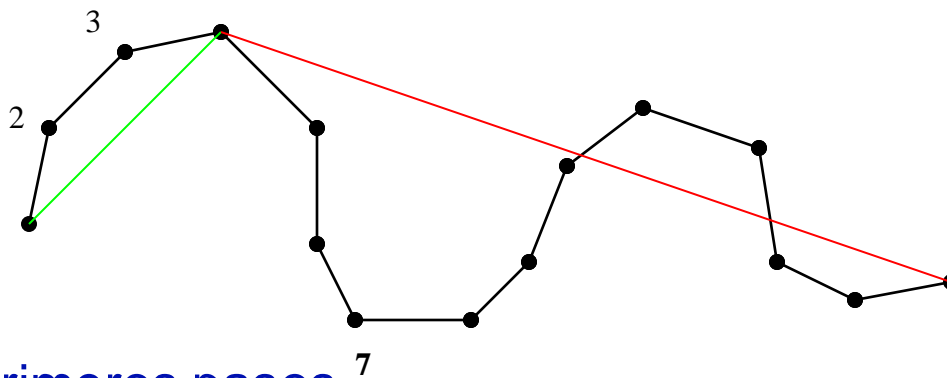


A



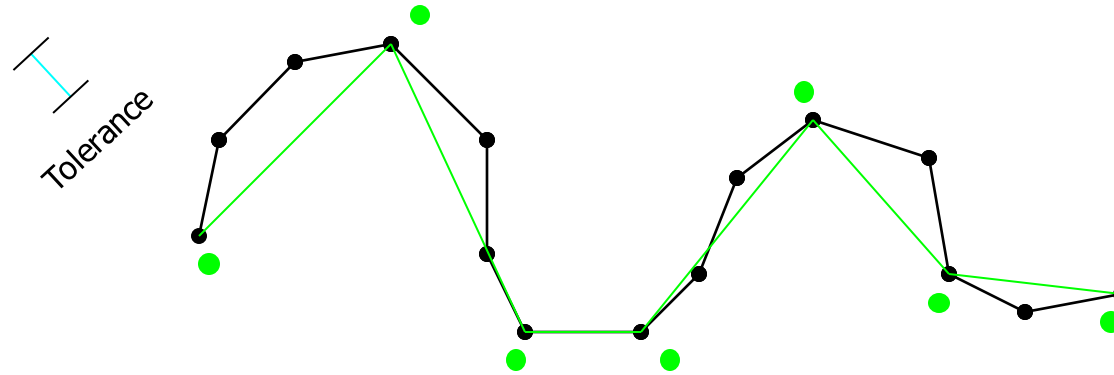
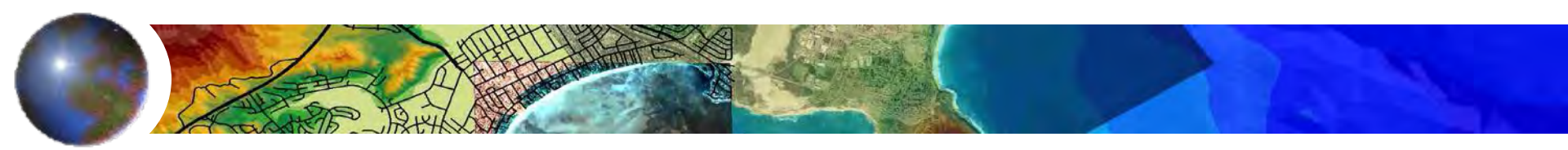
Tolerance

B

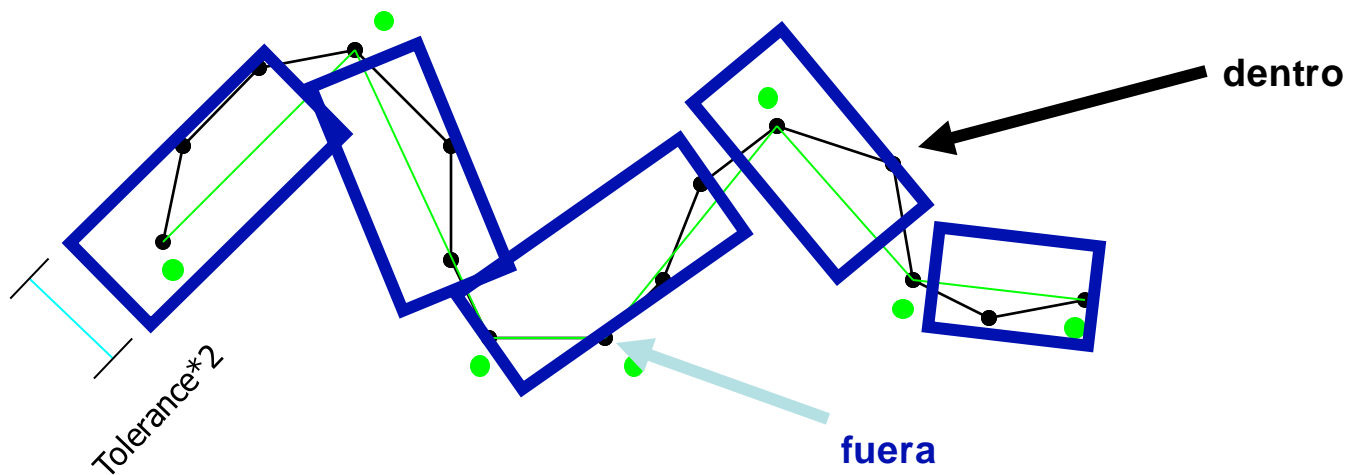
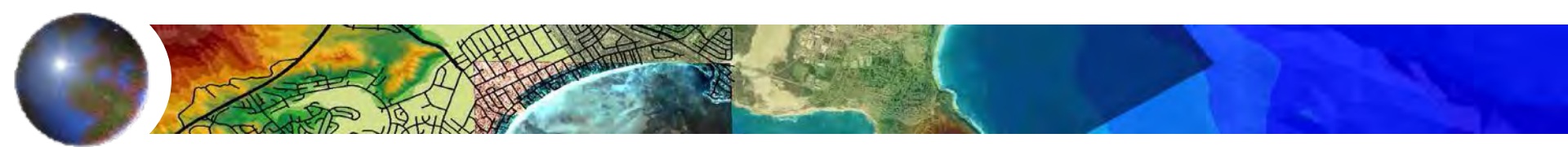


Dos primeros pasos.

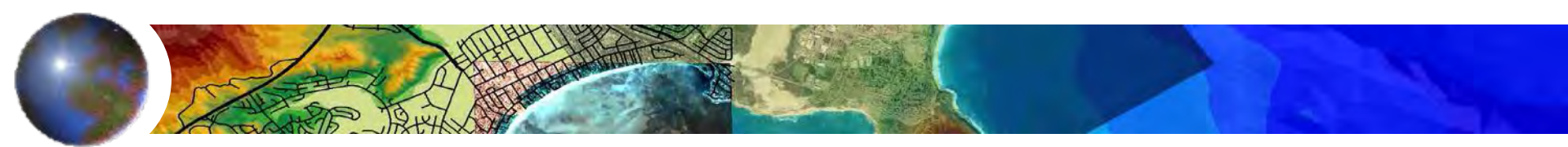
- Se conectan los puntos inicial y final. Se van viendo los puntos siguientes. Si está más lejos de la distancia prefijada, se selecciona y se pinta la línea de nuevo (**si hay varios, se elige el de distancia mayor**).
- Puntos 2 y 3 están dentro de la tolerancia de la línea 1-4-15, pero el punto 4 no.



En el paso final permanecen 7 puntos, incluidos el 1, 4, 7, y 15. Ningún punto está fuera de la tolerancia fijada.



En el paso final permanecen 7 puntos, incluidos el 1, 4, 7, y 15. Ningún punto está fuera de la tolerancia fijada.



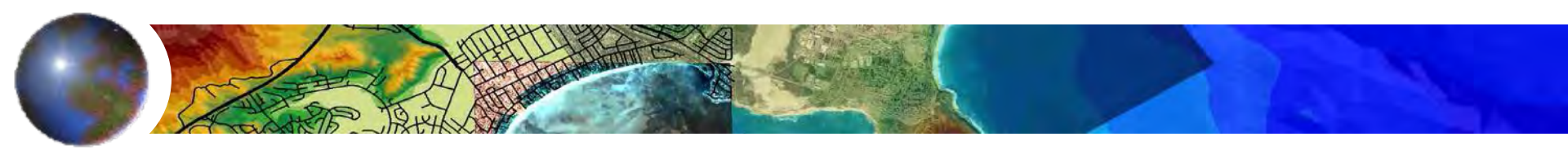
Características de los Rasters

✚ Tamaño del Pixel

- ▣ Tamaño de la celda, que define el nivel de detalle espacial
- ▣ Toda variación dentro del pixel se pierde

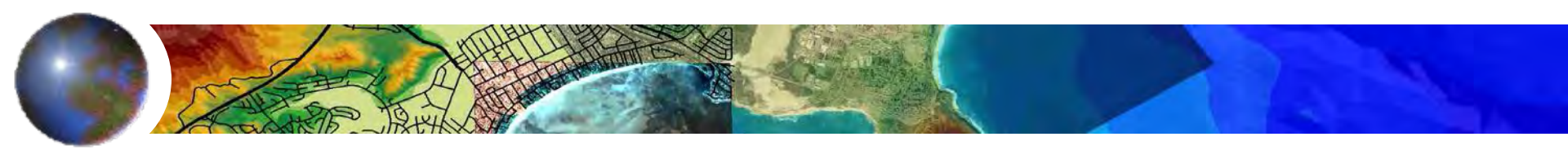
✚ Esquemas de asignación:

- ▣ El valor de una celda puede ser una media de la celda, o un total dentro de la celda o valores comunes en la celda
- ▣ También puede ser el valor en el punto central de la celda



Características de los vectoriales

- ✚ Se usan puntos, líneas y áreas (elementos geométricos “vectoriales”) para representar los diversos elementos
- ✚ Todos los elementos se representan usando coordenadas
 - ❏ Una por punto
 - ❏ Areas como polígonos
 - Líneas rectas entre puntos, conectándolos desde el comienzo hasta el final (cerrados)
 - Las localizaciones puntuales se registran como coordenadas
 - ❏ Las líneas como *polilíneas*
 - Líneas rectas entre puntos
- ✚ ¿Y el 3D?: (2,5), Paralelepípedos, Poliedros, Mallas de triángulos (meshes),...



Raster / Vector

⊕ Volumen de datos

- ⊞ El Raster es cada vez más voluminoso al disminuir el tamaño de la celda

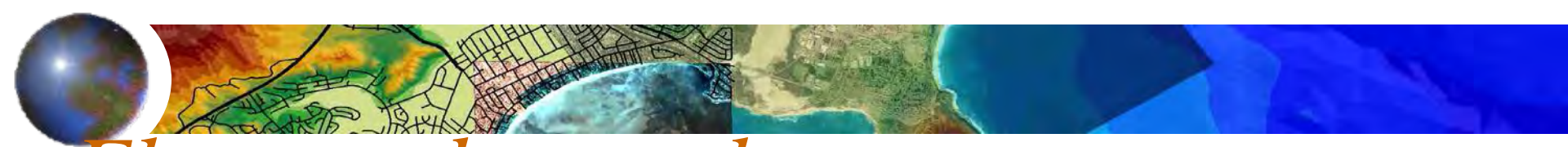
⊕ Fuente de datos

- ⊞ Teledetección y datos de elevación en forma ráster
- ⊞ Vector mejor para datos administrativos

⊕ Software

- ⊞ Algunos GIS más orientados a raster; otros a vector. Módulos

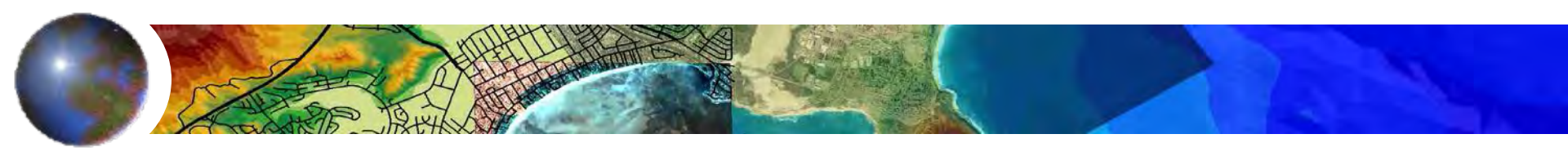
Más adelante lo veremos con más detalle



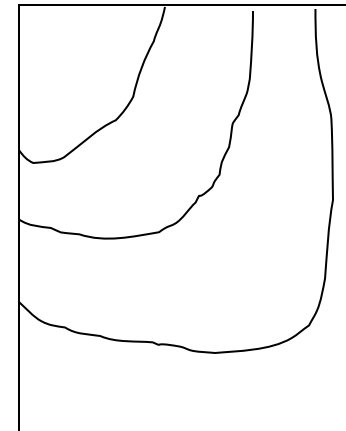
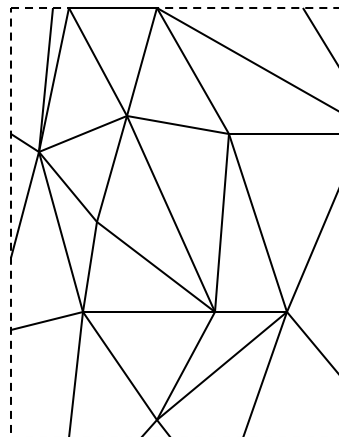
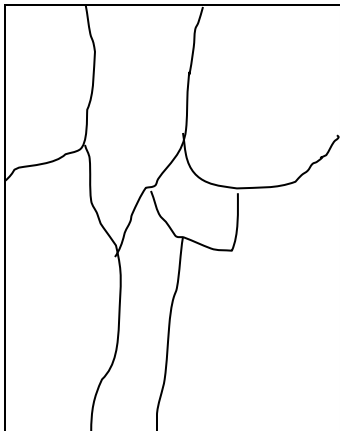
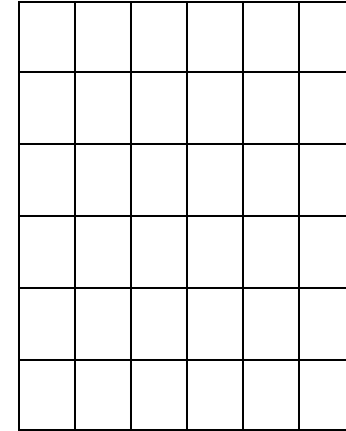
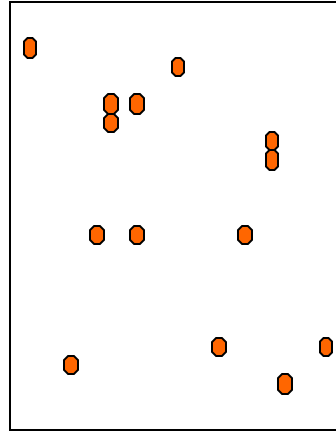
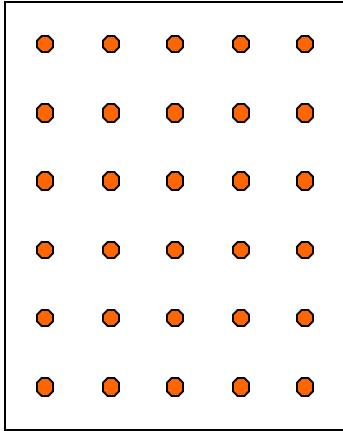
El mapa de papel

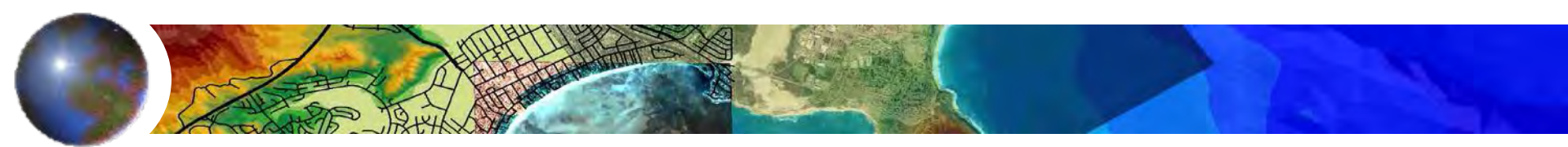
- ✚ Larga y rica historia
- ✚ Tienen una escala o fracción representativa
 - ▣ La razón entre la distancia en el mapa y en la realidad
- ✚ Es una gran fuente de datos
 - ▣ Obtenidos por digitalización o escaneado del mapa y registrándolo sobre la superficie de la tierra
 - ▣ Las representaciones digitales son mucho más potentes que sus equivalentes en papel.
- ✚ Ventajas / inconvenientes. Relación con los SIE

Deben servir de referencia pero con los SIE debemos ser más ambiciosos:



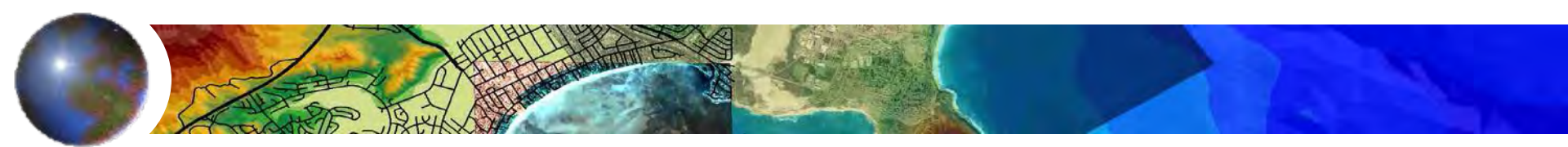
Seis formas de representar un campo





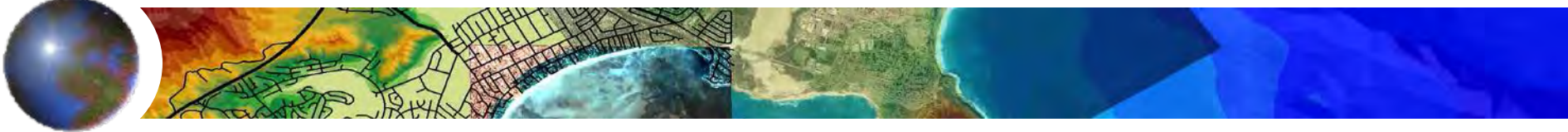
Especificación de mapas

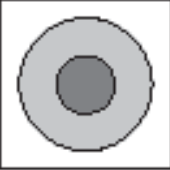
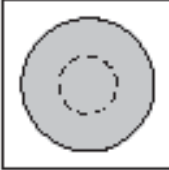
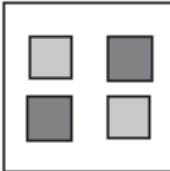
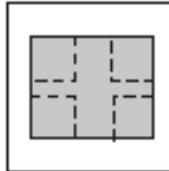
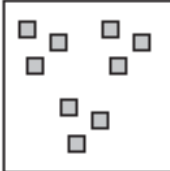
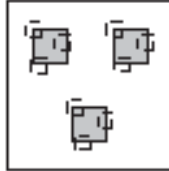
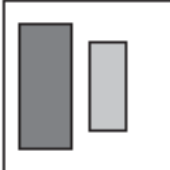
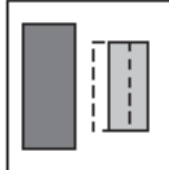
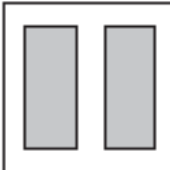
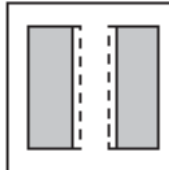
- ❖ Los mapas topográficos se preparan por agencias cartográficas que usan especificaciones concretas para cada escala:
 - ❖ Una especificación de escala indica las reglas para representar las entidades del mundo real en el mapa
 - ❖ Estas reglas implican generalización y aproximación
- ❖ Si un mapa resuelve su especificación puede decirse que es perfectamente exacto:
 - ❖ Aunque su contenido no se ajuste al mundo real exactamente

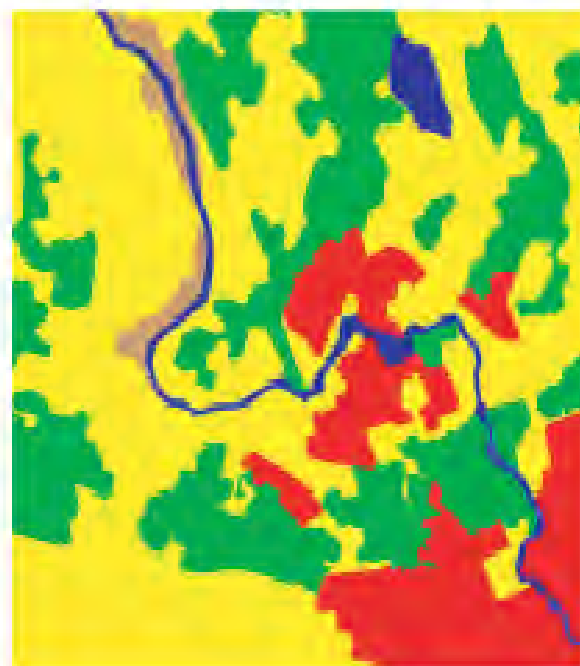
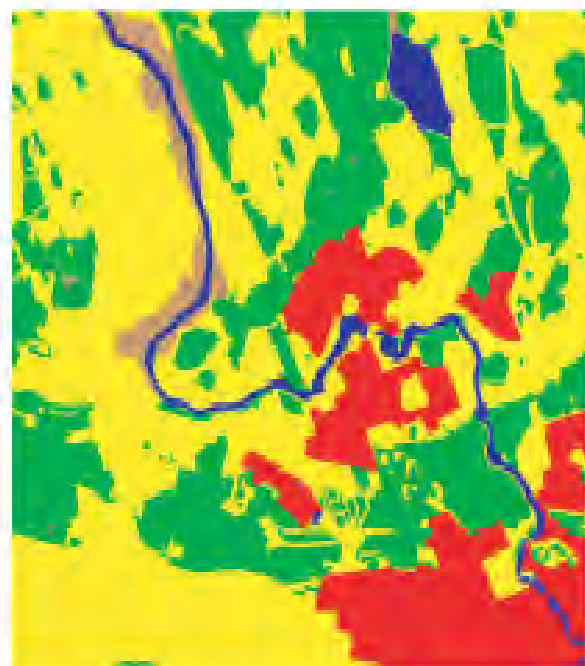
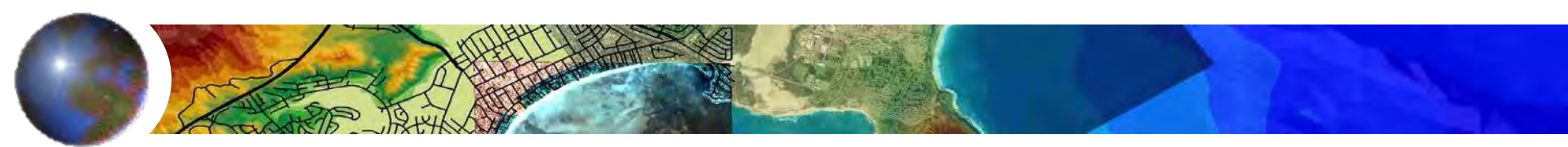


Métodos de generalización

- ✚ McMaster y Shea (1992) definen 10 tipos distintos de generalización
 - ▣ Puede afectar a la base de datos permanentemente (generalización de la base de datos: *database*)
 - ▣ Sólo temporalmente a efectos de visualización (generalización *cartográfica*)



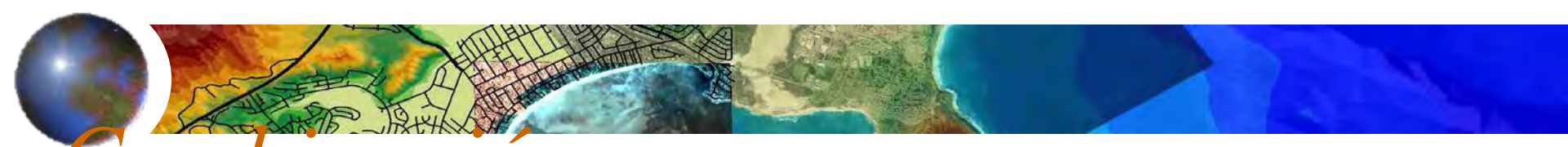
semantic transformation	map	Reclassification	changes the category an object belongs to and possibly combines it with neighboring objects of the same class.		
	group of polygons / regions	Aggregation	combines an object with other objects of the same or a similar class to a new object.		
		Typification	reduces the complexity of a group of objects by removing, displacing, enlarging and aggregating single objects, maintaining the typical object arrangement.		
	polygon / region or group of polygons / regions	Displacement	denotes the movement of an entire object; its shape remains unchanged.		
		Exaggeration	defines a local increase (decrease) of an object; its shape is distorted.		
	ion				



Legend

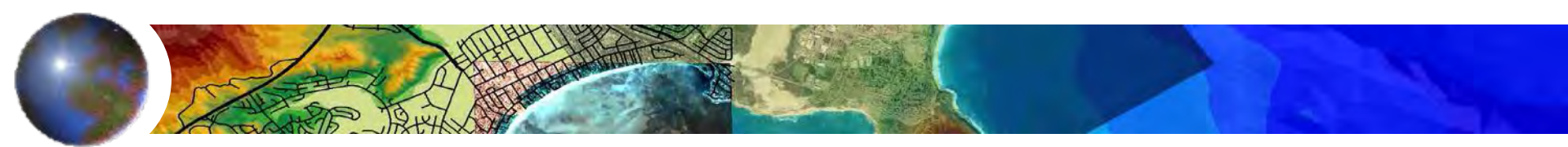
- Water
- Wetland
- Forest
- Open fields
- Built up areas

Figure 2.4: Example of raster-based land cover generalization. Original map (left) and the result of combined elimination, aggregation and smoothing (right). (Schylberg 1993, p. 100)



Combinación

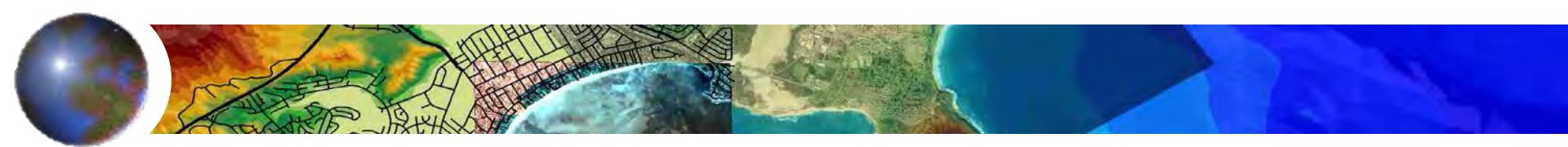
- ✚ Otra forma usual de generalización
 - ▣ Se agregan áreas adyacentes
- ✚ Las áreas pequeñas se pueden generalizar por eliminación de las que están por debajo de un valor de usuario
 - ▣ Se conoce como Minimum Mapping Unit o MMU (unidad mínima de mapa)
 - ▣ Tales áreas se combinan con las áreas vecinas similares
 - ▣ El problema se deriva del empleo de unidades espaciales artificiales para la observación: sus fronteras no son naturales, ni fijas y pueden variarse sin dificultad. "gerrymandering" modificar los distritos electorales para favorecer a unos partidos en detrimento de otros (Mr. Gerry, new York, siglo XIX. Es imprescindible tenerlos en cuenta a efectos de análisis estadísticos).



Medir el grado de generalización

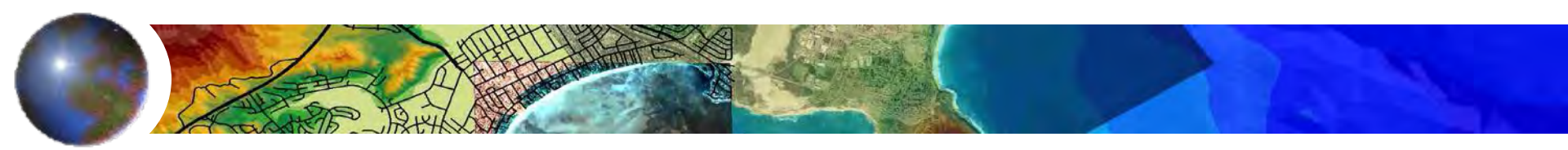
✚ Fracción representativa

- ✚ Cociente entre la distancia en el mapa y en la realidad
- ✚ Se conoce también como escala
- ✚ Ej. 1:50,000
- ✚ Cada 10 cm en el mapa se corresponde con 5 km en la realidad



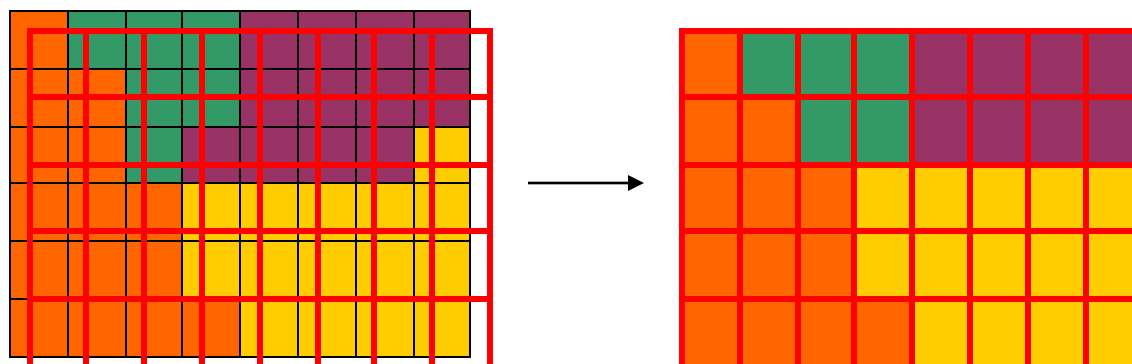
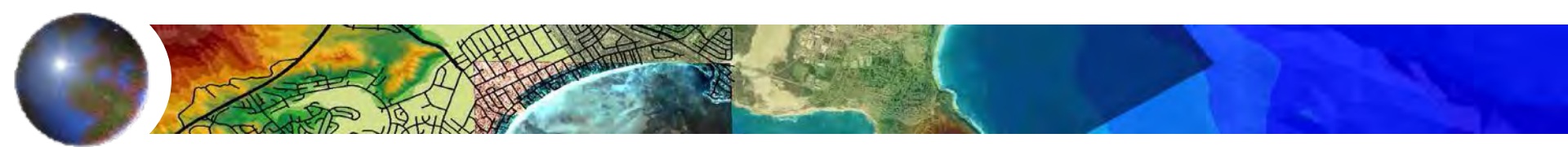
Escala para bases de datos digitales

- ✚ ¿Cómo calcular un cociente representativo en una base de datos digital?
 - ▣ No hay distancias a ser medidas en la base de datos
- ✚ Un sistema convencional permite hablar de escalas en bases de datos digitales
 - ▣ Ej., uso de la escala de mapa a partir del cual se digitalizó o escaneó la base de datos

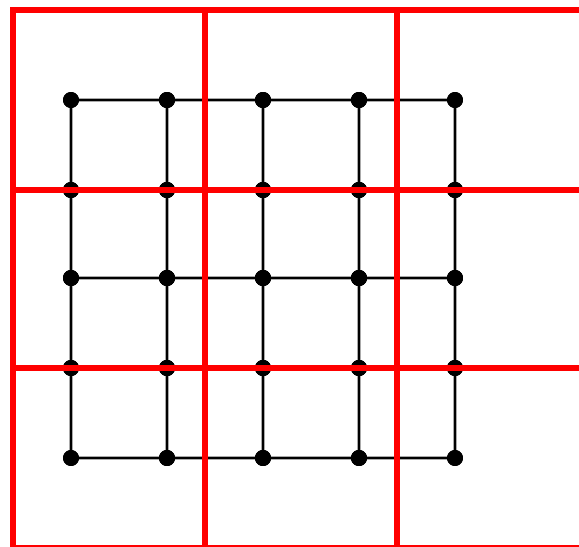
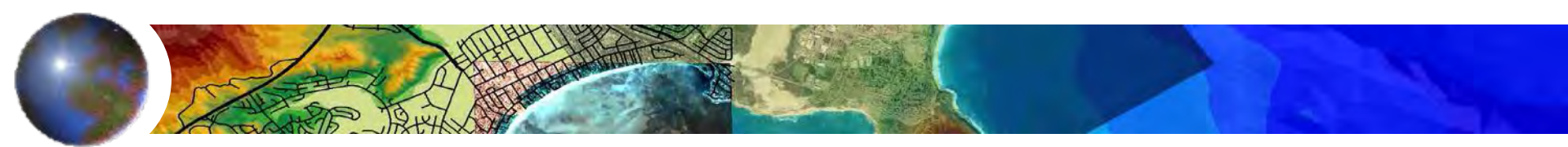


Resolución Espacial

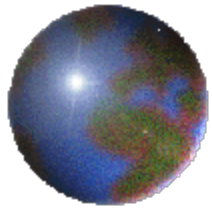
- ✚ La distancia más pequeña en la que se registran los valores
- ✚ Fácilmente definidas para raster pero no para vector
 - ▣ ej, si el censo aporta zonas que varían mucho en área, ¿cuál es la resolución espacial del censo?
 - ▣ Remuestreo puede crear resolución espacial falsa
 - ▣ Ej. Dividendo cada pixel por 4 no necesariamente da más resolución espacial
 - ▣ La resolución espacial se define por el proceso de observación, no por las transformaciones o remuestreos



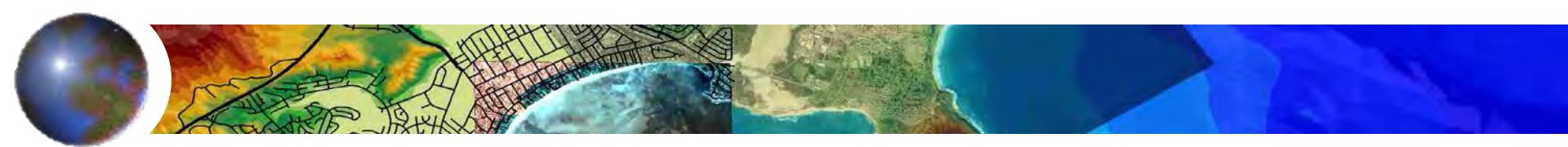
Ejemplo de remuestreo. Las celdas originales bordeadas en negro se remuestrean a la bordeadas en rojo. Los nuevos atributos de cada celda se han asignado usando en criterio de area máxima



Ejemplo de remuestreo de un DEM existente para obtener uno nuevo con menos espaciado de puntos. Los puntos negros son los nuevos. Cada celda roja indica un valor. La mejora aparente de la resolución espacial como resultado del remuestreo no se puede justificar.

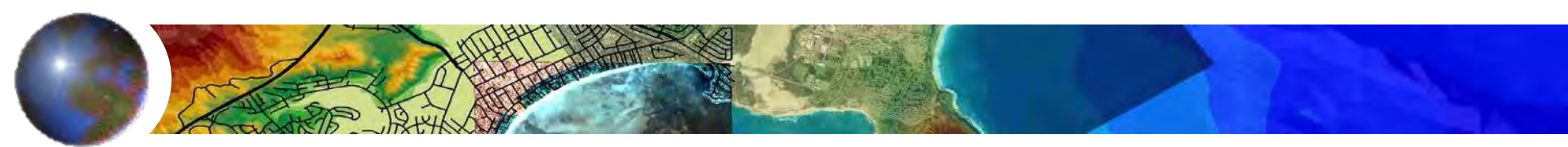


La Naturaleza de los Datos Geográficos



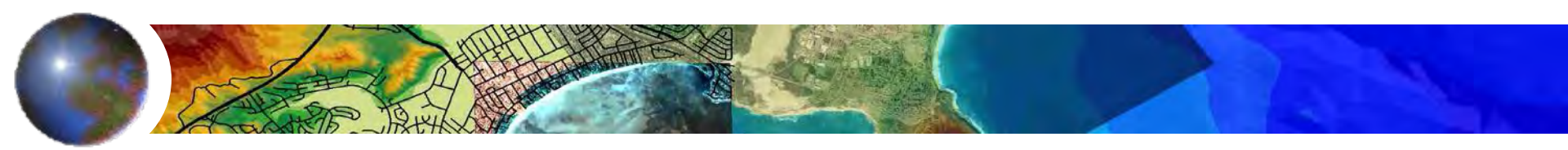
Sumario: Lo Espacial es Especial

- ⊕ La “Verdadera” naturaleza de los datos geográficos
- ⊕ Las herramientas especiales necesarias para trabajar con ellos
- ⊕ Cómo se muestrea y se interpola (“agujeros”)
- ⊕ ¿Qué es la autocorrelación espacial y cómo se mide?
- ⊕ Fractales y representación geográfica



¿Por qué los SIG/SIE?

- ✚ Los efectos de la proximidad son claves para entender la variación espacial de la información geográfica. Ya que nuestra representación de la realidad es selectiva y por tanto incompleta, dichos efectos nos ayudan a unir esas representaciones incompletas
- ✚ Los elementos espaciales pequeños pueden ser muy intrincados: elegir el tamaño adecuado a la situación a tratar
- ✚ Los SIE pueden:
 - ▣ Identificar estructuras a todas las escalas
 - ▣ Mostrar como el contexto espacial y temporal afecta a lo que hacemos o proyectamos
- ✚ Permiten generalizaciones en el espacio y el tiempo**, y adecuación de los errores al objeto del proyecto
- ✚ Pueden adecuar la heterogeneidad espacial
- ✚ Los diferentes tipos de medidas del espacio “co-varían”. Si conocemos la naturaleza de esa covariación podremos predecir adecuadamente



Construir representaciones

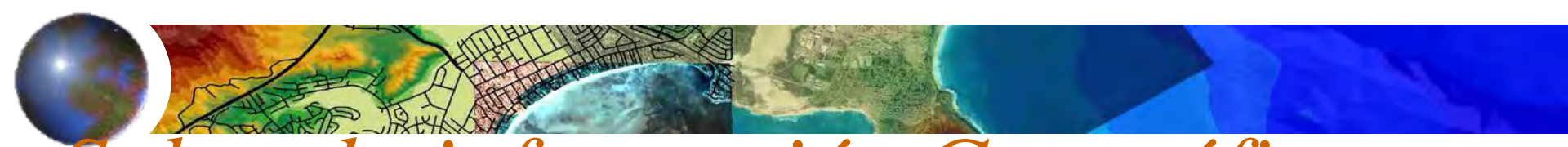
✚ Por ahora dimensiones enteras:

- Puntos - Centroides
- Lineas (MBB)
- Áreas (MBB)
- Superficies y Volúmenes (MBB)

*Tiempo: 4^a Dimensión

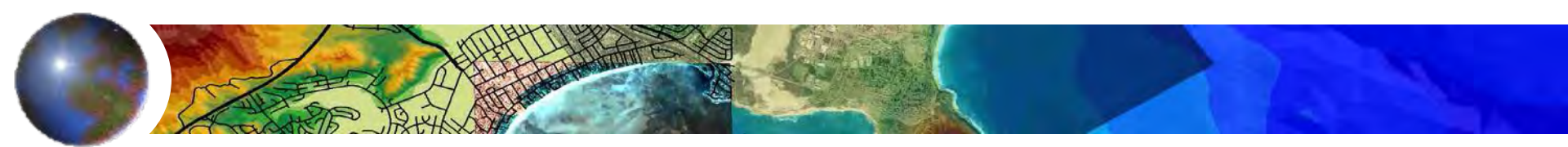
*Dimensión 2.5

La Clasificación de fenómenos espaciales en tipos de objetos geométricos depende de la escala: EJEMPLOS (elementos discretos)

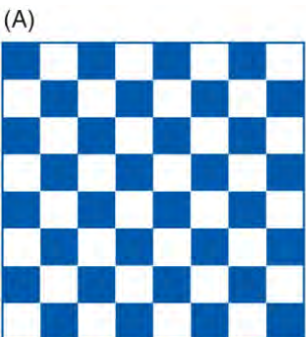


Sobre la información Geográfica

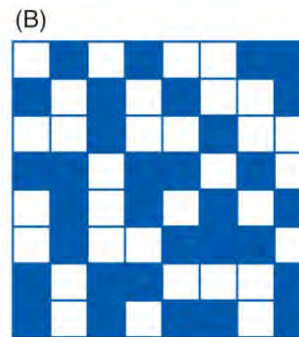
- ✚ Autocorrelación temporal. Establecer las relaciones entre eventos consecutivos.
- ✚ Autocorrelación espacial: Más compleja debido a que es necesario estudiar en todas las direcciones
- ✚ Ley de Tobler: "Todo se relaciona con todo, pero lo más cercano se relaciona entre sí más que con lo más lejano"
- ✚ Entender la escala y la estructura espacial
 - ✚ ¿Cómo muestrear?
 - ✚ ¿Cómo interpolar entre observaciones?
- ✚ Localización de los objetos
 - ✚ Unidades artificiales o naturales



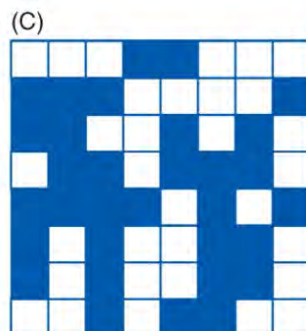
Field arrangements of blue and white cells exhibiting



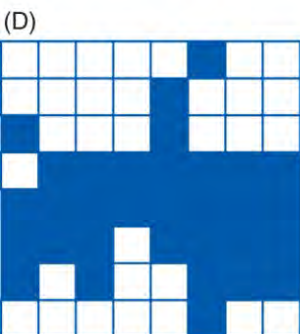
$I = -1.000$
 $n_{BW} = 112$
 $n_{BB} = 0$
 $n_{WW} = 0$



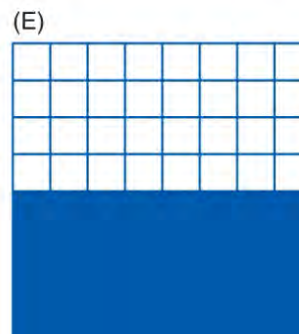
$I = -0.393$
 $n_{BW} = 78$
 $n_{BB} = 16$
 $n_{WW} = 18$



$I = 0.000$
 $n_{BW} = 56$
 $n_{BB} = 30$
 $n_{WW} = 26$



$I = +0.393$
 $n_{BW} = 34$
 $n_{BB} = 42$
 $n_{WW} = 36$



$I = +0.857$
 $n_{BW} = 8$
 $n_{BB} = 52$
 $n_{WW} = 52$

(A) extreme negative spatial autocorrelation

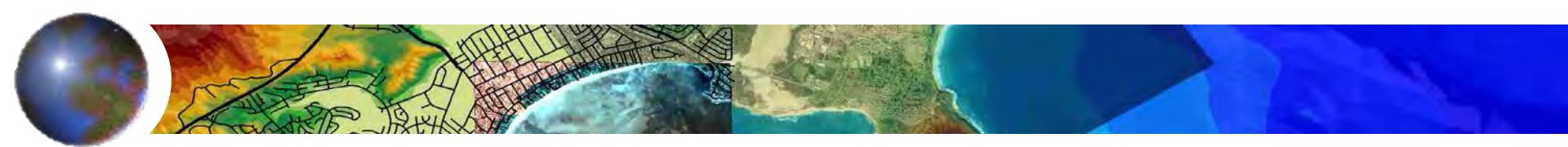
(B) a dispersed arrangement

(C) spatial independence

(D) spatial clustering

(E) extreme positive spatial autocorrelation

(Source: Goodchild 1986 CATMOG, GeoBooks, Norwich)

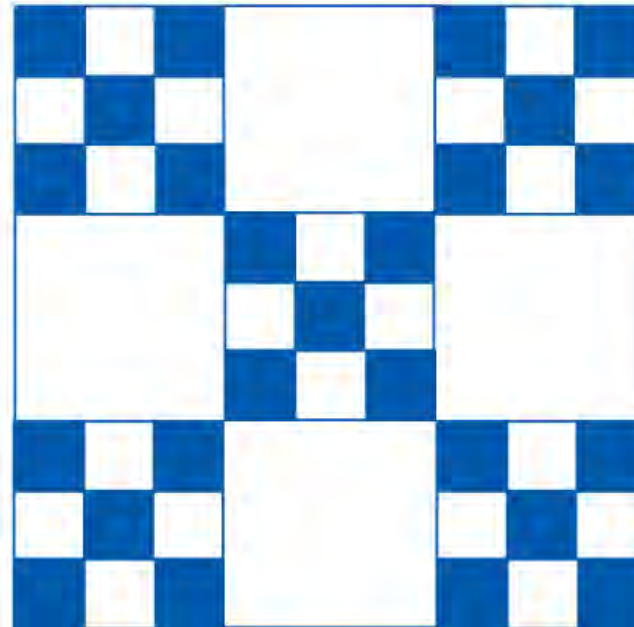


A Sierpinski carpet at two levels of resolution

(A)



(B)

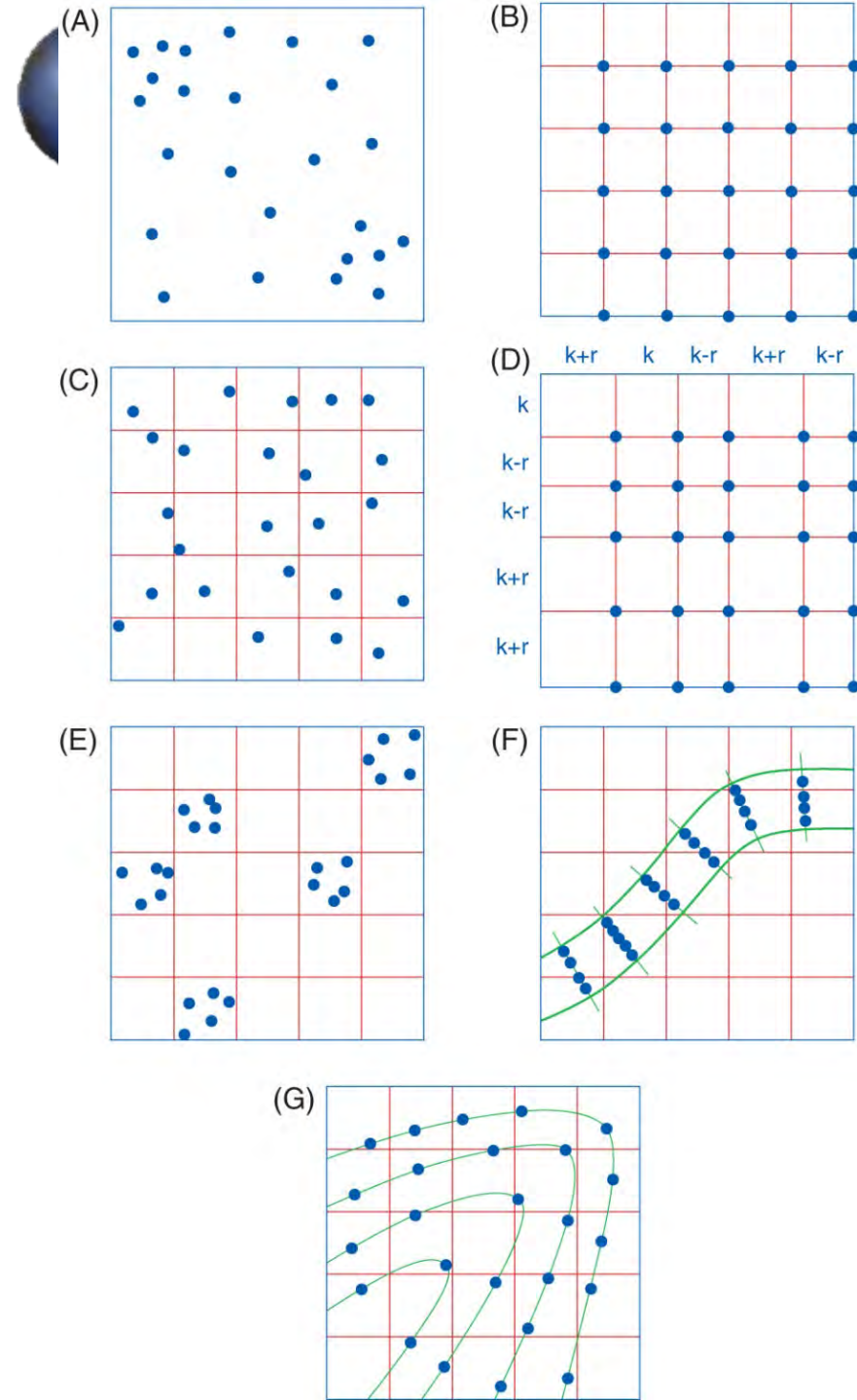


(A) coarse scale

(B) finer scale In general, measures of spatial and temporal autocorrelation are scale dependent



Individual rocks may resemble the forms of larger structures, such as rock outcrops or eroded coastlines



Spatial sample designs

(A) simple random sampling

(B) stratified sampling

(C) stratified random sampling;

(D) stratified sampling with random variation in grid spacing

(E) clustered sampling

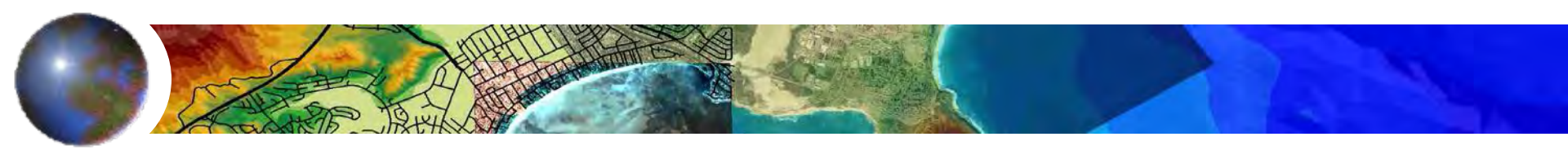
(F) transect sampling

(G) contour sampling



(© Rachel Turk/iStockphoto)

We require different ways of interpolating between points, as well as different sample designs, for representing mountains and forested hillsides

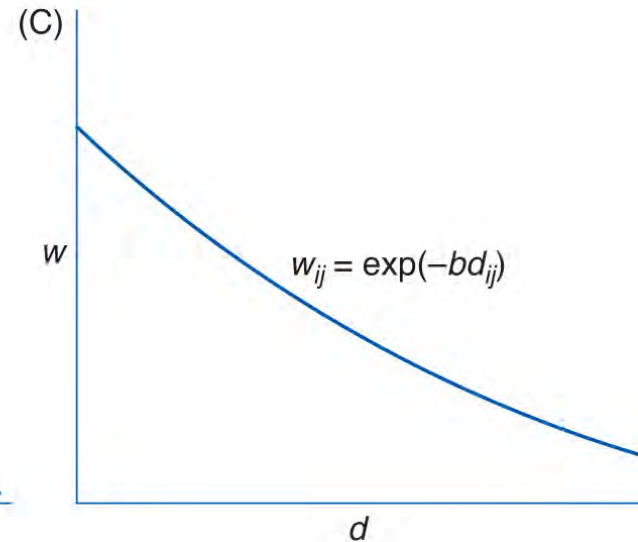
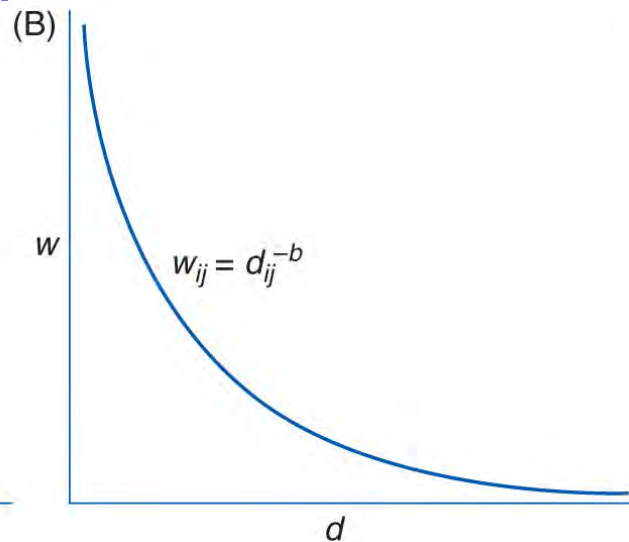
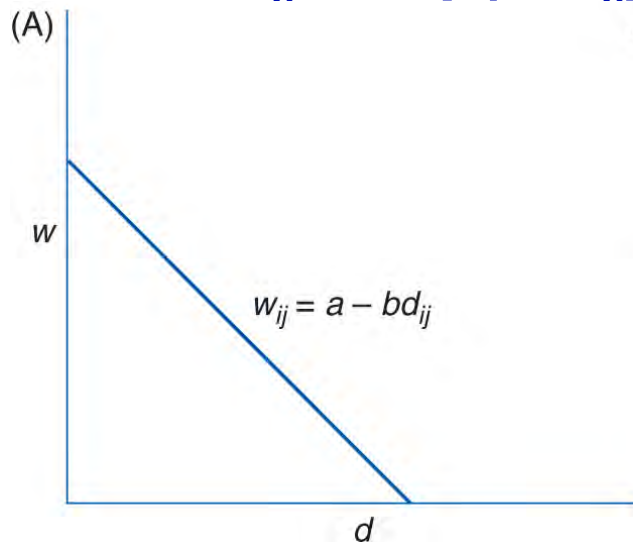


The attenuating effect of distance

(A) linear distance decay, w_{ij}

(B) negative power distance decay, w_{ij}

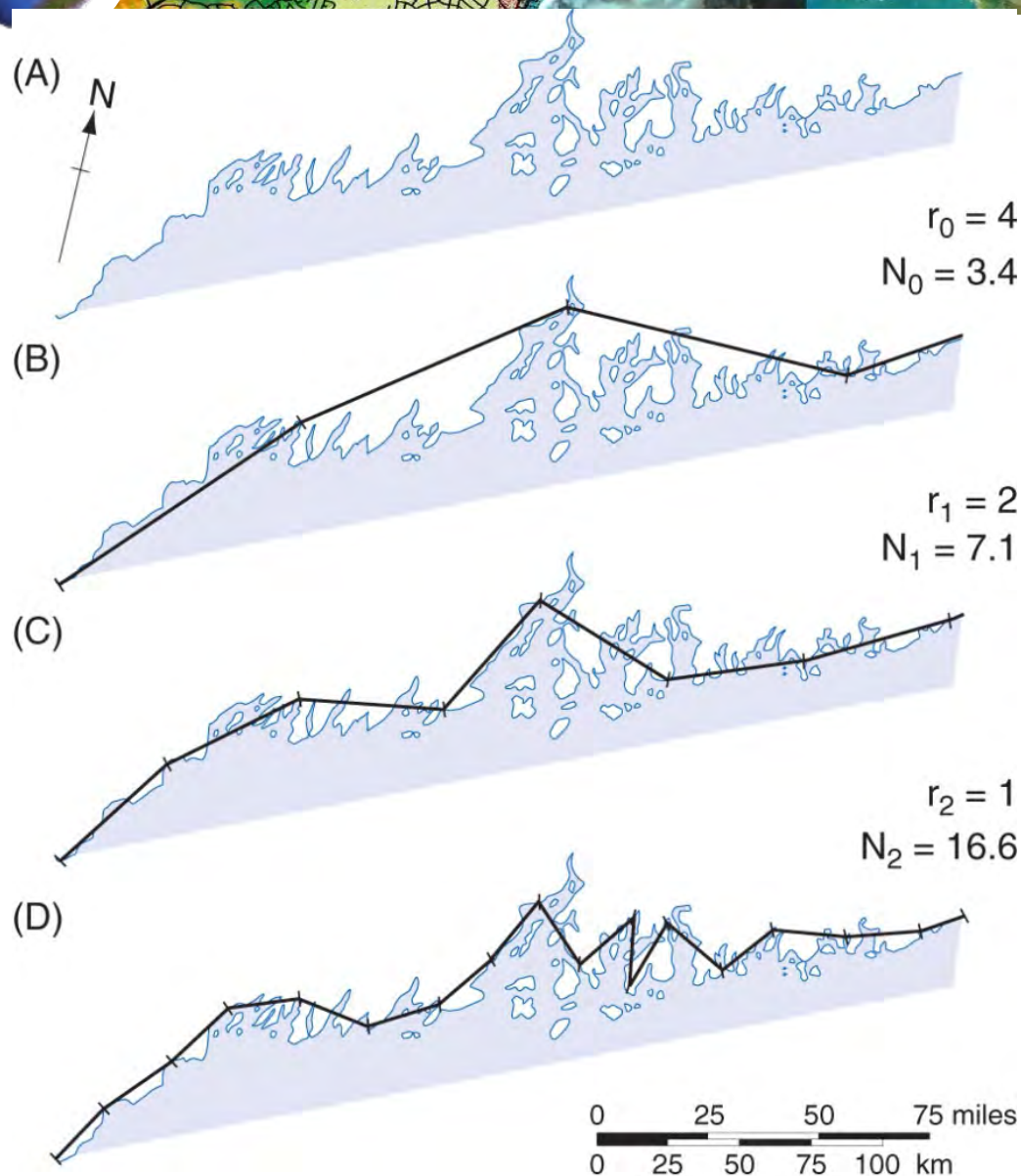
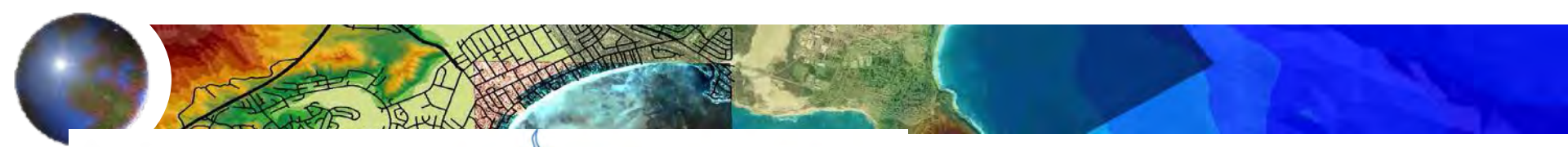
(C) negative exponential distance decay, $w_{ij} = \exp(-bd_{ij})$.





Part of the Maine coastline

(© Anna Omeltchenko.iStockphoto)



The coastline of Maine, at three levels of recursion

(A) the base curve of the coastline

(B) approximation using 100-km steps

(C) 50-km step approximation; and

(D) 25-km step approximation.



Interpolación Espacial

- ✚ Especificar la disminución probable de la distancia
 - ✚ lineal: $w_{ij} = -b d_{ij}$
 - ✚ Potencial negativa: $w_{ij} = d_{ij}^{-b}$
 - ✚ Exponencial negativa: $w_{ij} = e^{-bd_{ij}}$
- ✚ ¿Relevancia isotrópica y regular de todos los fenómenos geográficos?
- ✚ Técnicas deductivas e inductivas

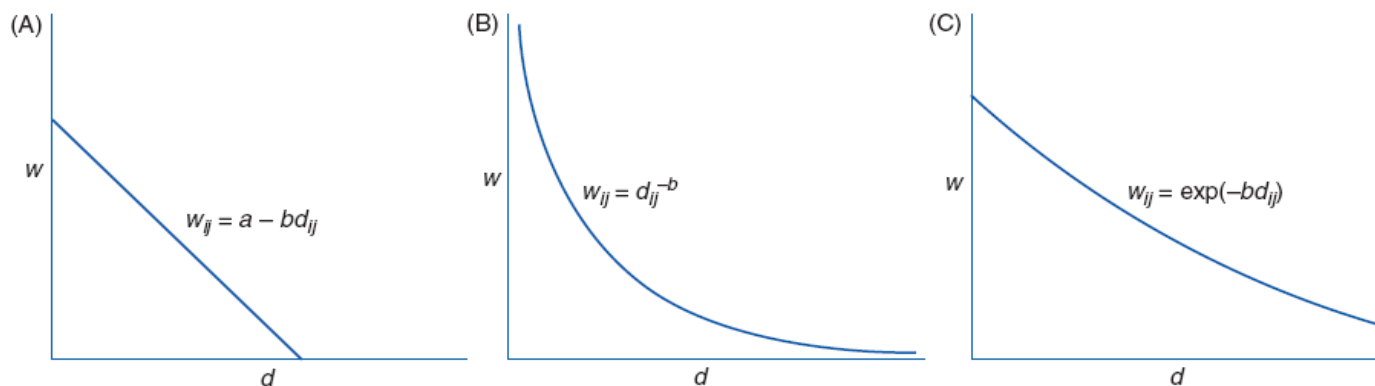


Figure 4.7 The attenuating effect of distance: (A) linear distance decay, $w_{ij} = a - bd_{ij}$; (B) negative power distance decay, $w_{ij} = d_{ij}^{-b}$; and (C) negative exponential distance decay, $w_{ij} = \exp(-bd_{ij})$

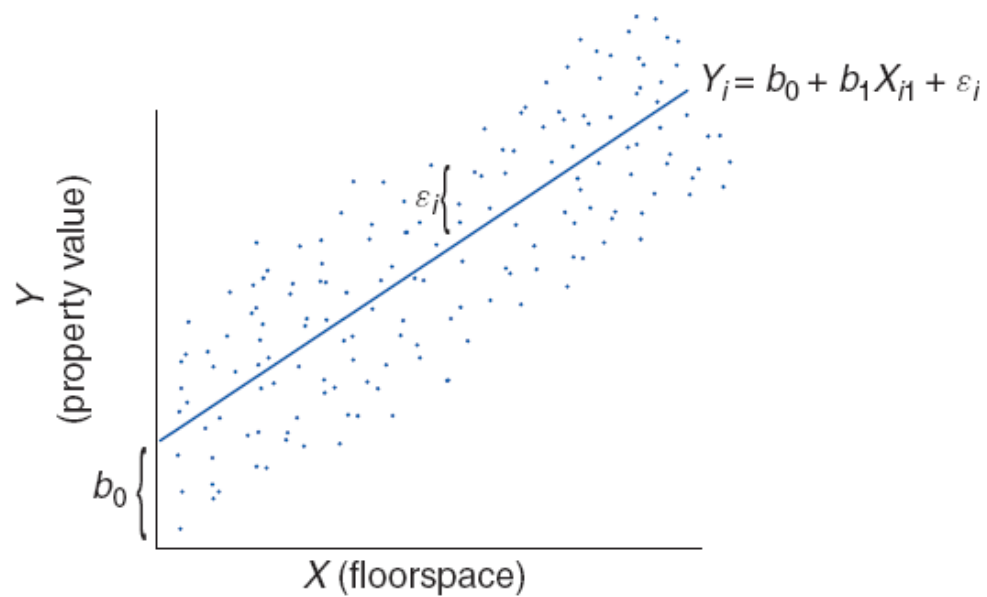
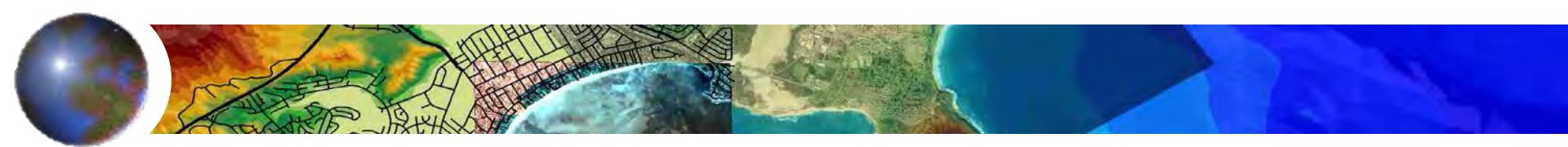


Figure 4.14 The fit of a regression line to a scatter of points, showing intercept, slope and error terms

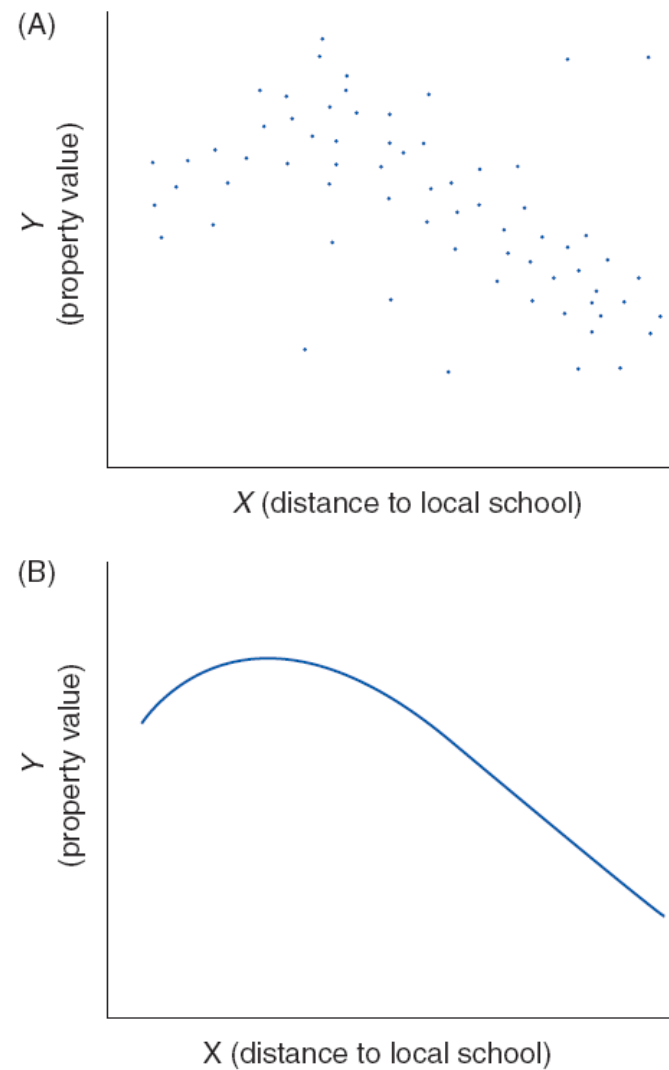
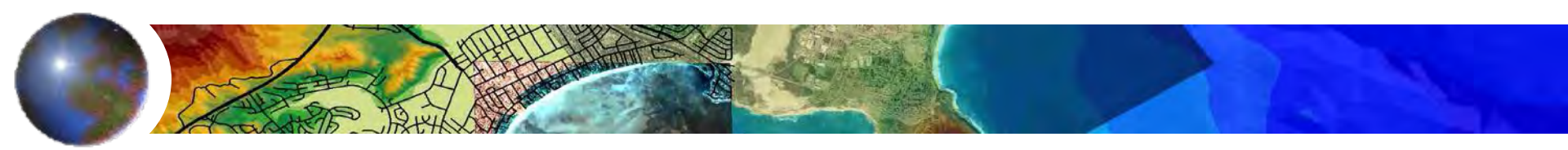


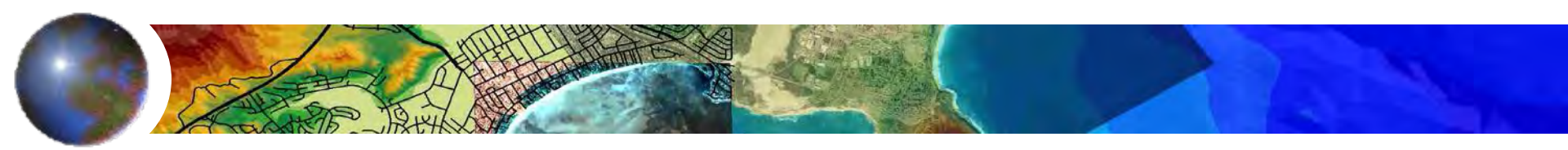
Figure 4.15 (A) A scatterplot and (B) hypothetical relationship between distance to local school and domestic property value



Variación discontinua

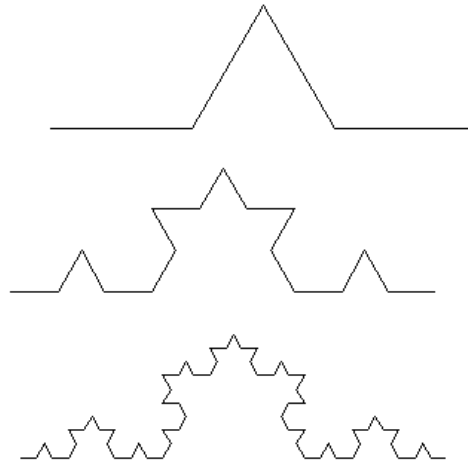
✚ Geometría Fractal

- ▣ Auto-similariedad
- ▣ Escala dependiente de la medida
- ▣ Análisis de regresión de las relaciones de escala



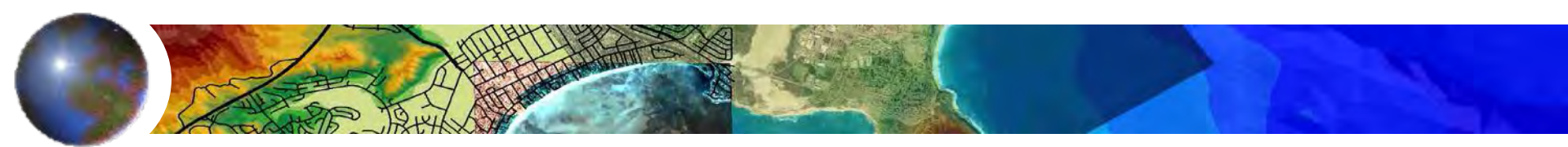
Fractales

Esto sucede con la curva de Koch. Cada paso en la génesis de la curva aumenta un tercio su longitud. Es decir la longitud de la curva que ocupa el espacio inicial va aumentando en cada paso su longitud de forma indefinida. Cada curva es $\frac{4}{3}$ de la anterior:



Así por ejemplo en el caso de la curva poligonal de nivel 10, la longitud es $1 \cdot (\frac{4}{3})^{(10-1)}$:





Fractales

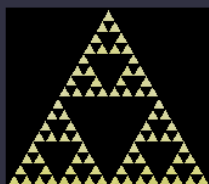


Figura 4: triángulo de Sierpinski.

Para éste, se comienza con un triángulo equilátero. En su interior, se traza otro triángulo equilátero, cuyas puntas, o esquinas, deben coincidir con los puntos medios de cada lado del triángulo mayor. Esta nueva figura tendrá una orientación invertida con respecto a la primera. Seguido, se retira, o se elimina, de la figura ese nuevo triángulo invertido, tal que solamente se conserven los tres triángulos equiláteros menores—y similares—que se observan dentro del grande. Luego, realizamos el mismo procedimiento (de iteración) para cada triángulo pequeño, obteniéndose, como resultado, un triángulo de Sierpinski.

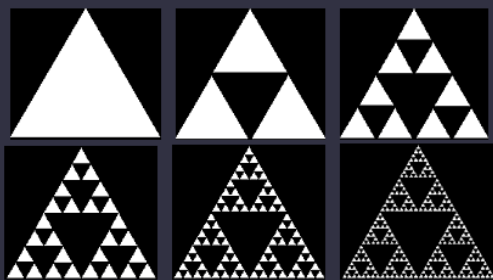


Figura 5: iteración de un triángulo de Sierpinski.

(A)



(B)

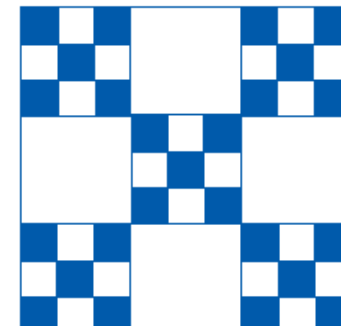
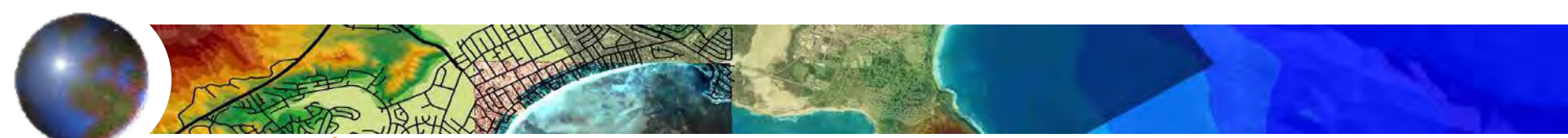


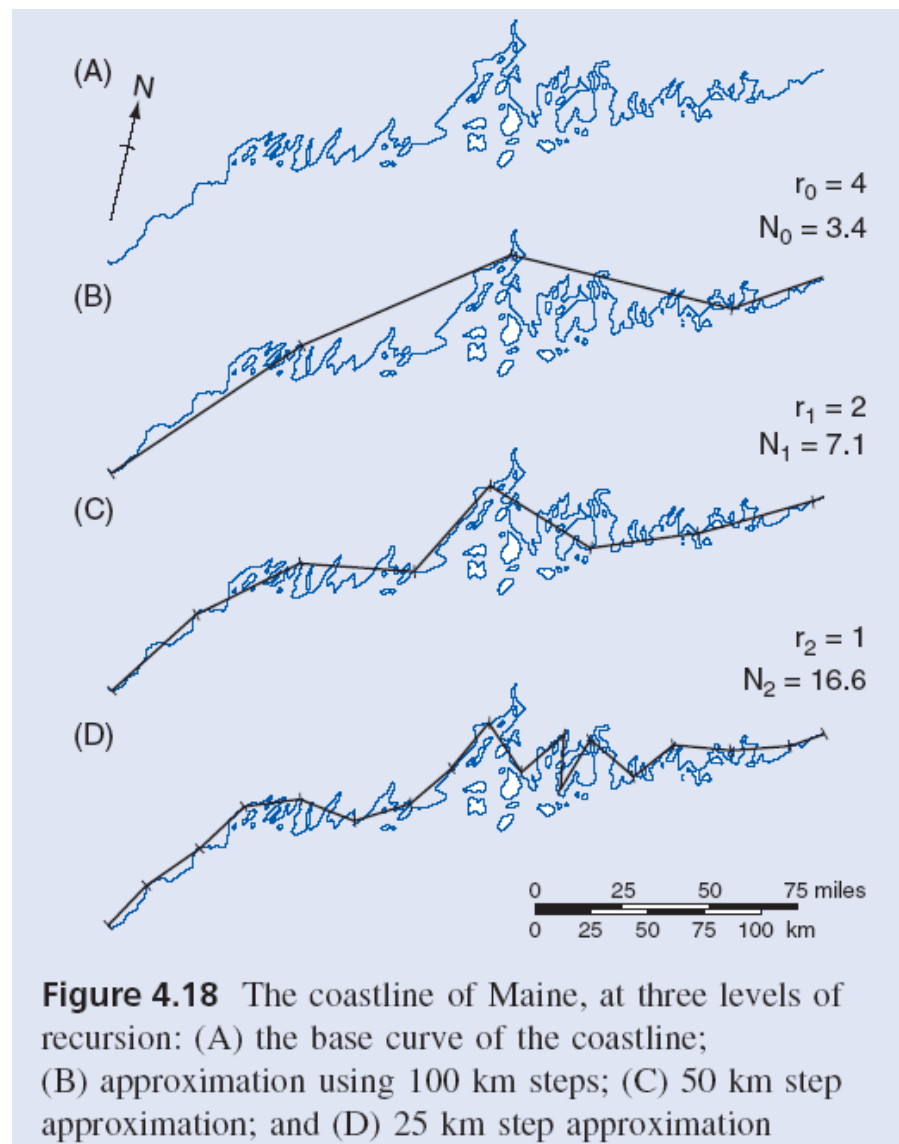
Figure 4.2 A Sierpinski carpet at two levels of resolution: (A) coarse scale and (B) finer scale

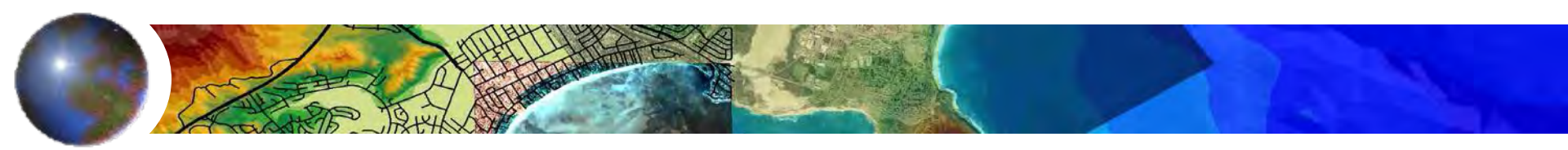


Figure 4.3 Individual rocks may resemble larger-scale structures, such as the mountains from which they are broken, in form

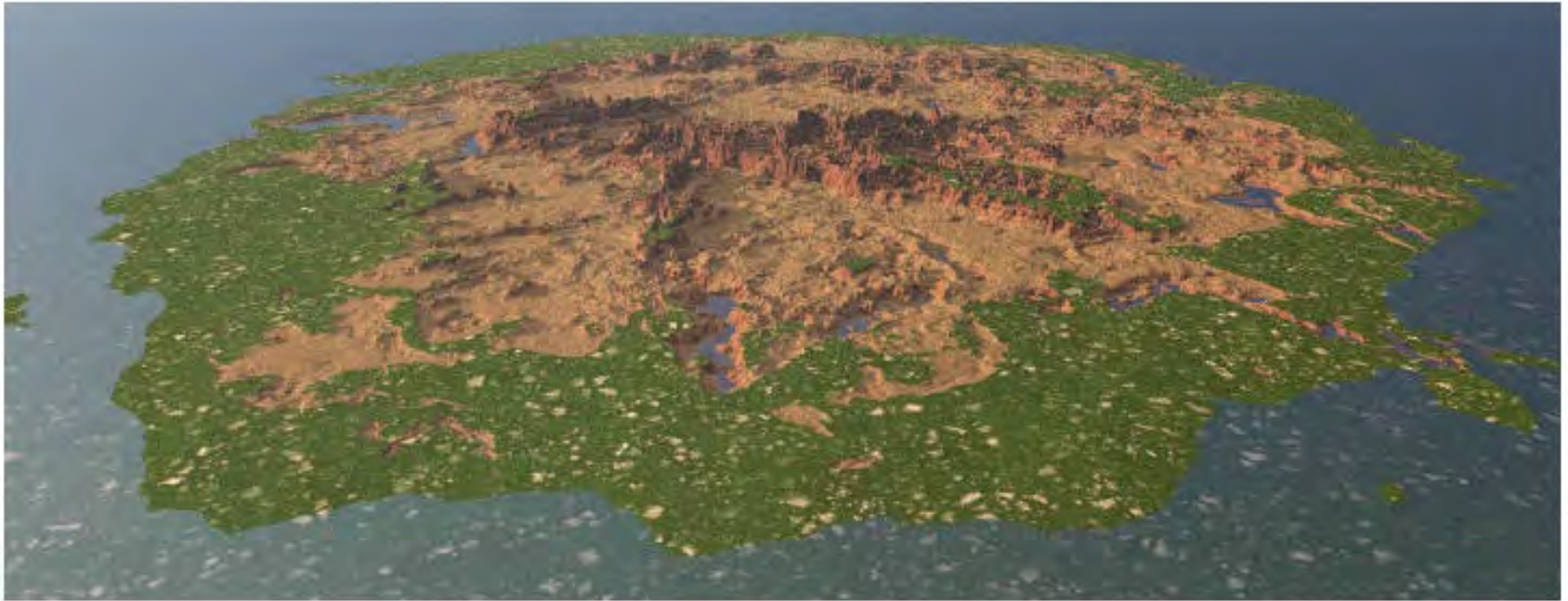


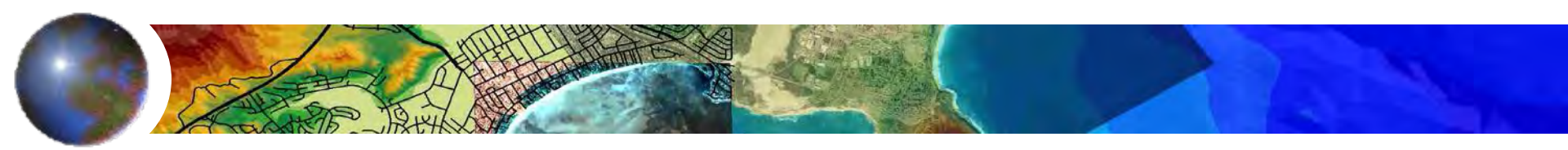
Fractales





Fractales: terrenos y texturas

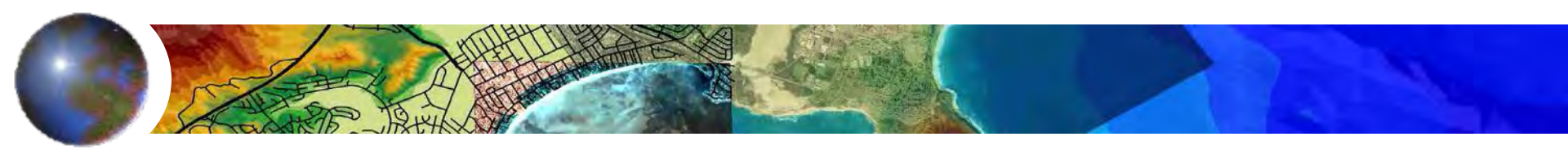




Incertidumbre

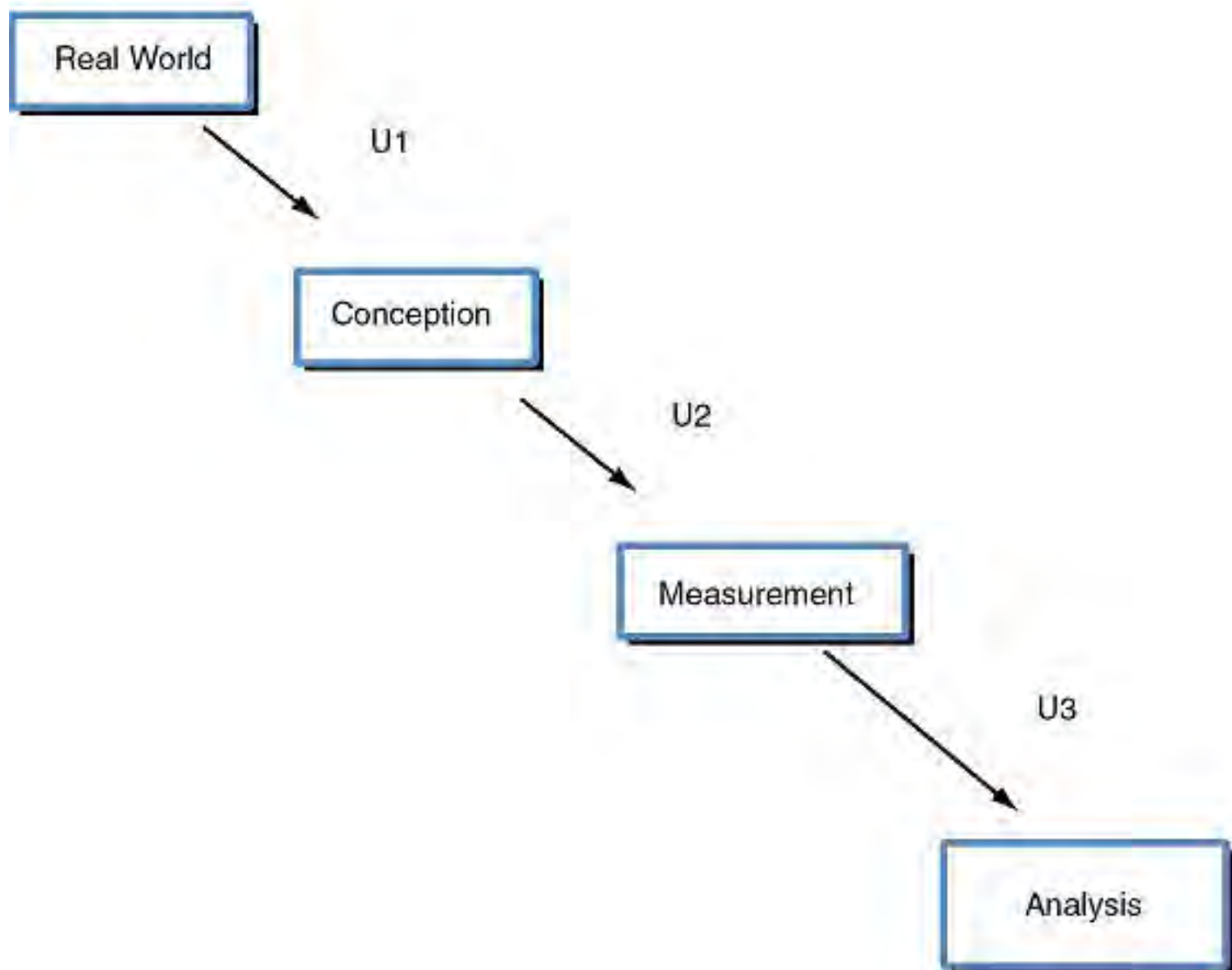
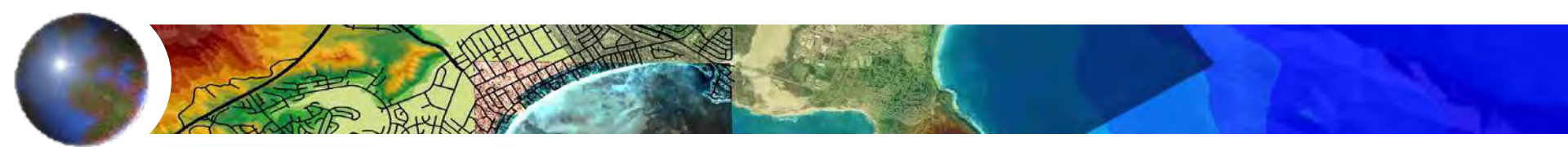
- ⊕ Reconciliación de lo incierto en
 - ⊞ [ciencia, práctica]
 - ⊞ [conceptos, aplicaciones]
 - ⊞ [capacidad analítica, contexto social]

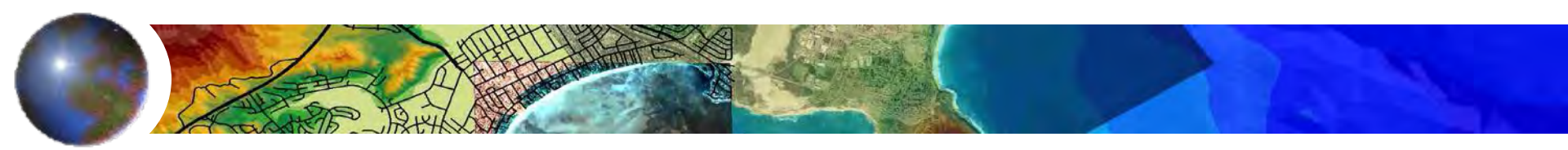
- ⊕ Es imposible hacer una representación perfecta del mundo, por lo que la incertidumbre es inevitable



Fuentes de Incertidumbre

- ✚ Error en la medida: observadores diferentes, instrumentos de medida
- ✚ Error de Especificacion: variables omitidas
- ✚ *Ambigüedad, vaguedad y calidad de las representaciones en un GIS*
- ✚ Cajon de sastre para representaciones "incompletas" o medidas de calidad





U1: Concepción

✚ Incertidumbre Espacial:

- ▣ *¿Cuales son las unidades geográficas naturales?*

- ▣ Extensiones bi o multivariantes

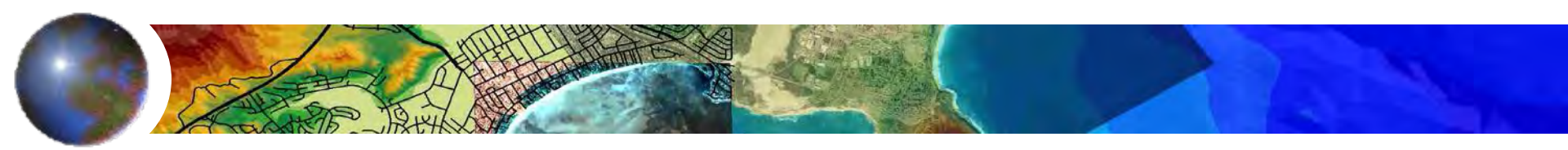
- ▣ Objetos discretos

✚ Vaguedad

- ▣ Estadística, cartográfica, cognitiva

✚ Ambigüedad

- ▣ Valores, lenguajes

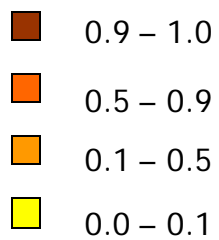
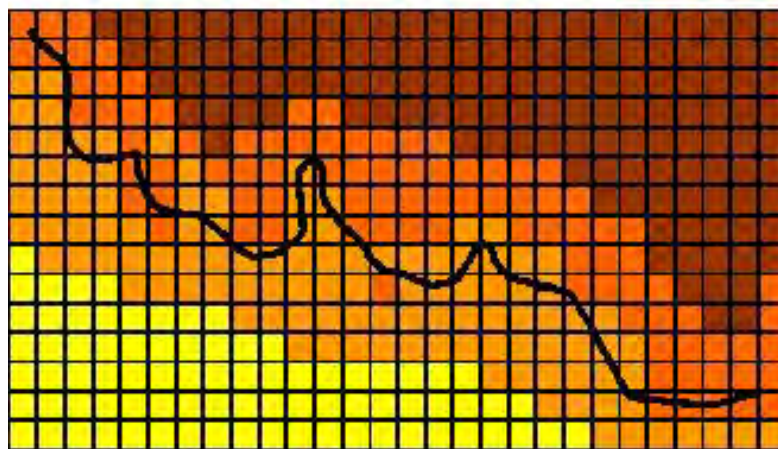
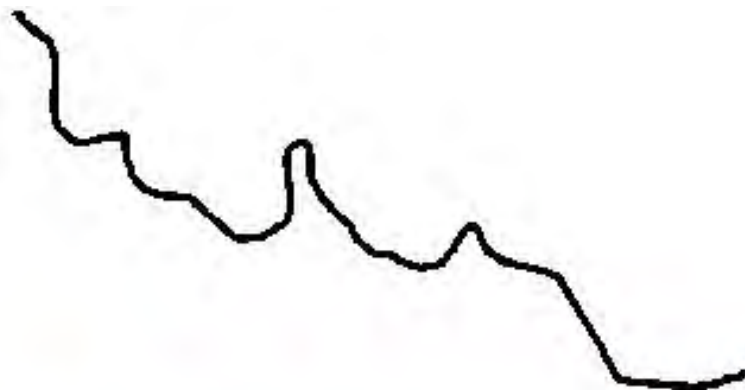


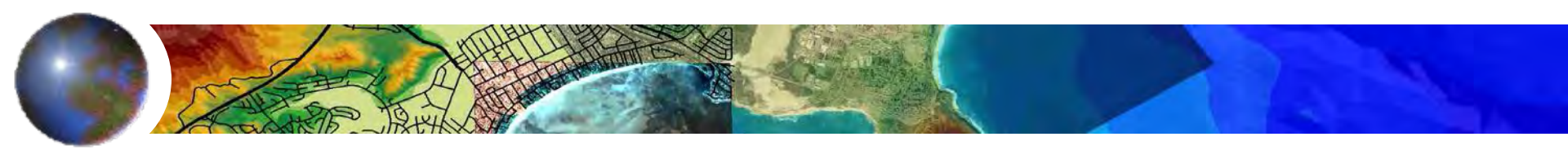
U2: Medidas/tipos de representaciones

✚ Los modelos de representación filtran la realidad de modo diferente:

▣ Vector

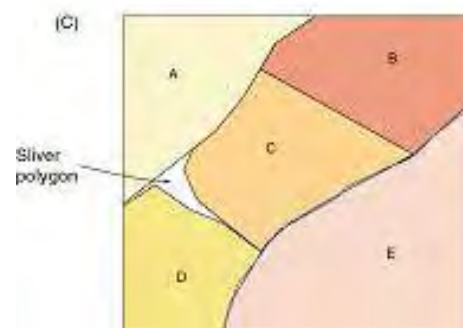
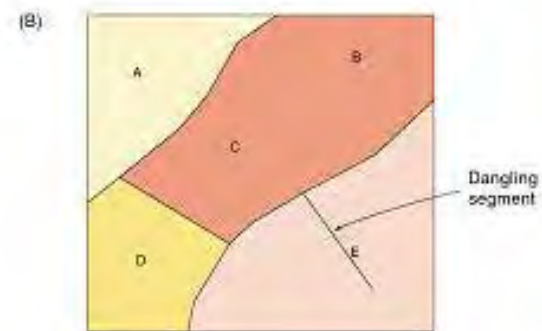
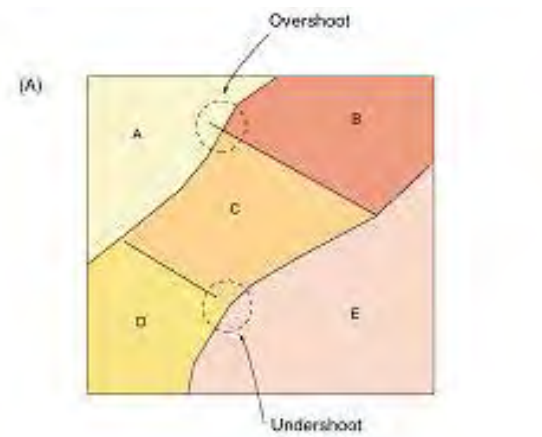
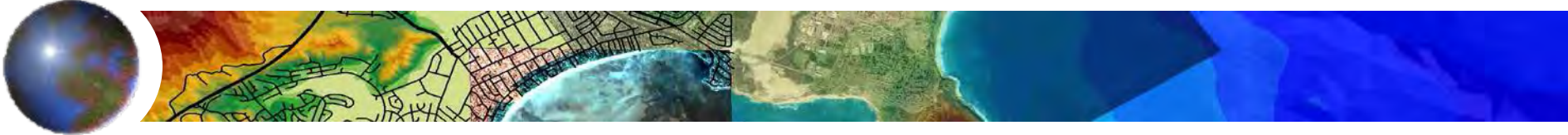
▣ Raster

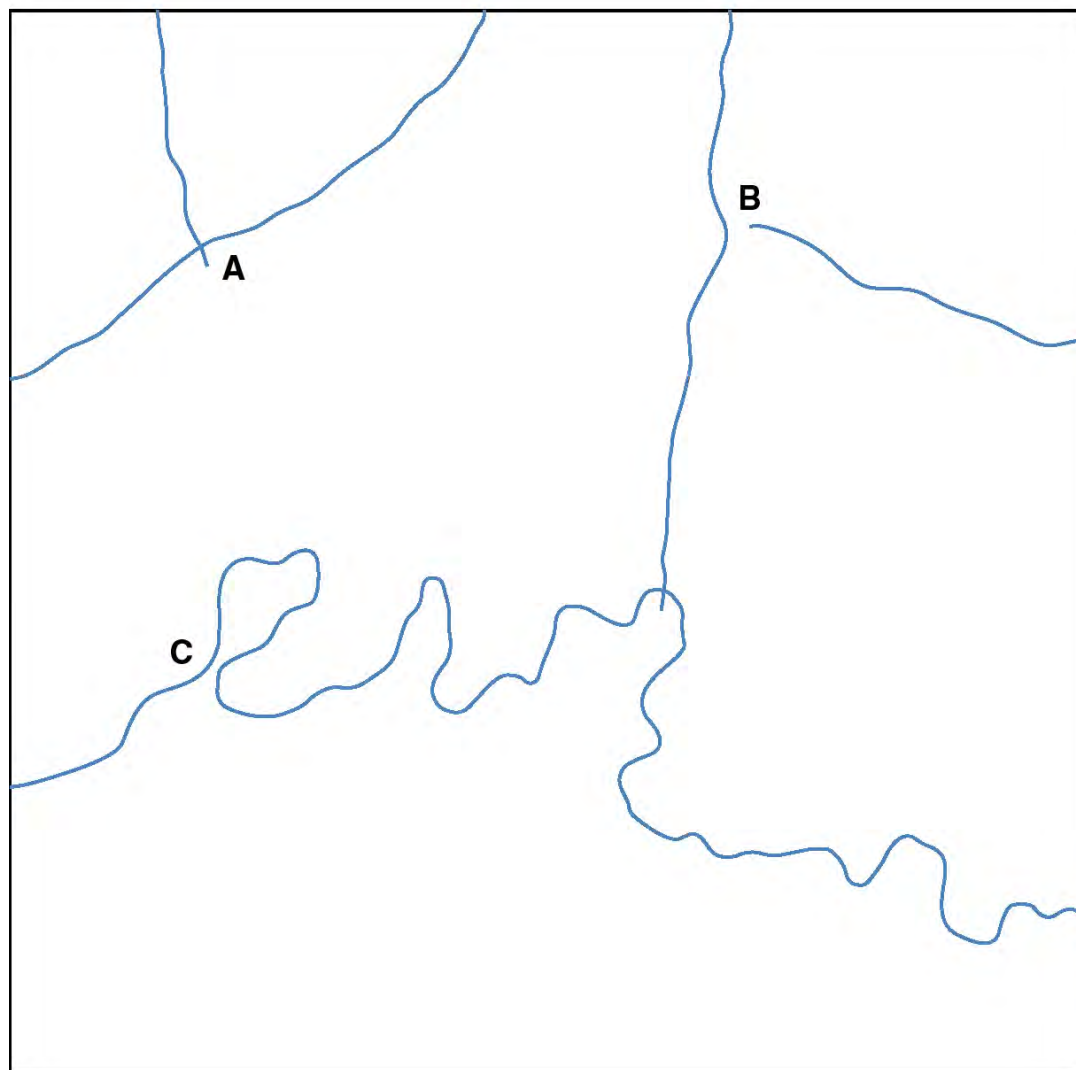
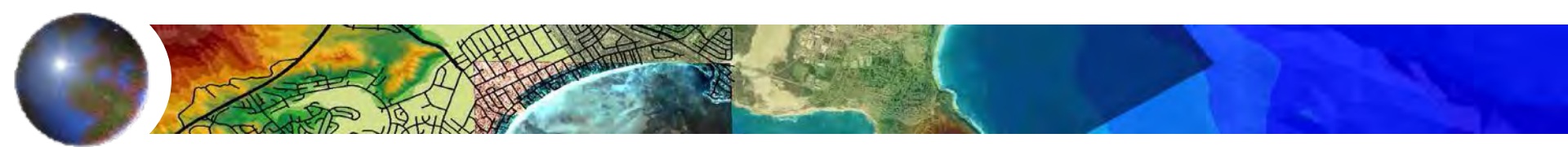


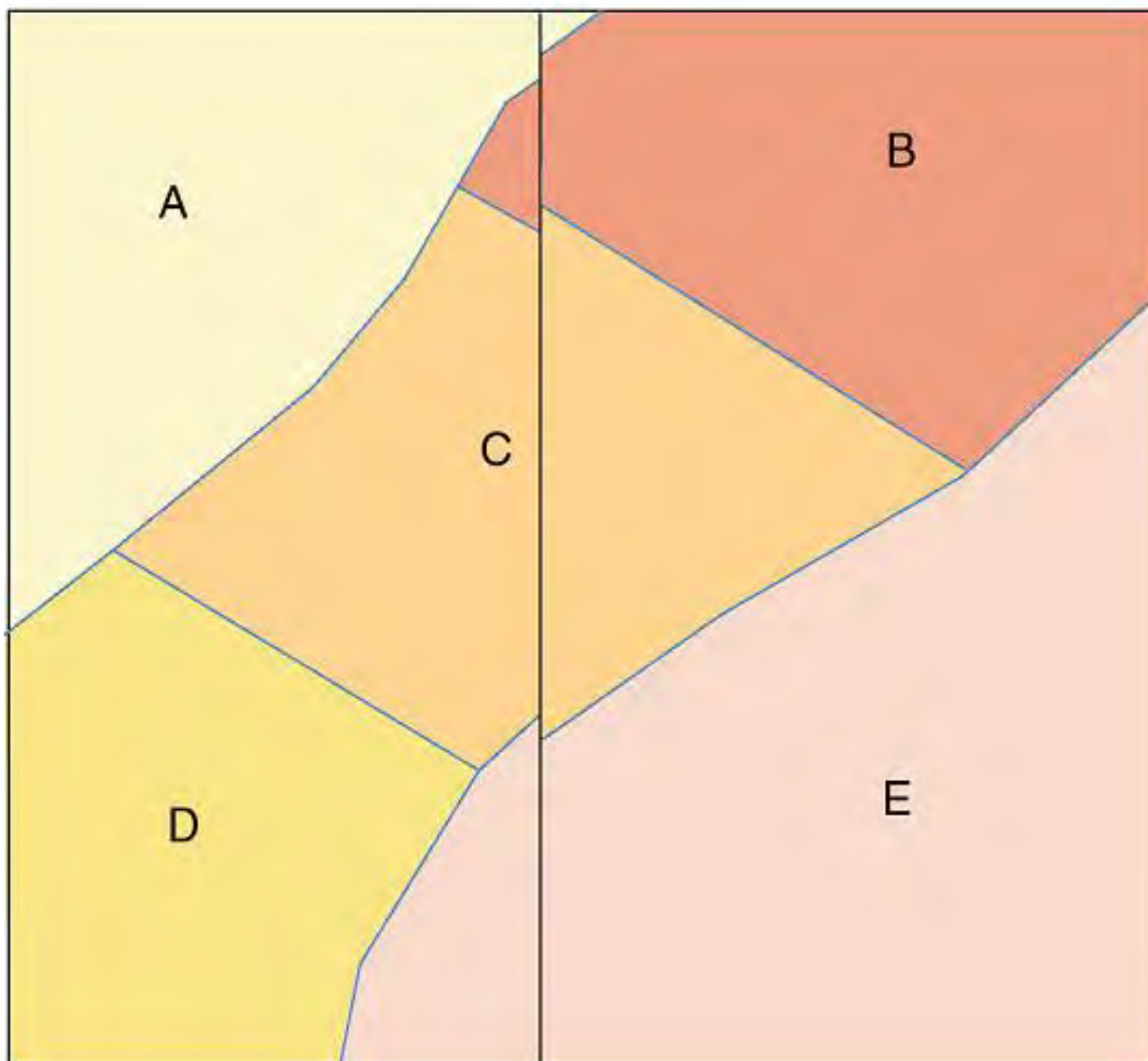
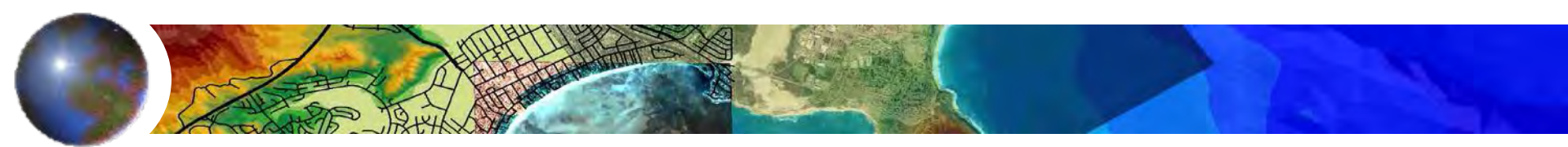


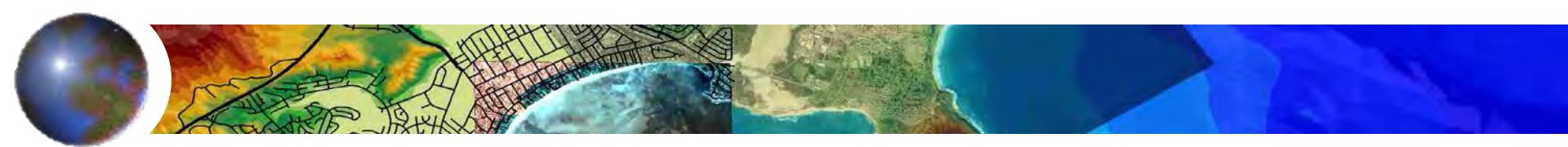
Errores de medida

- ⊕ Errores en la digitalización
- ⊕ Soluciones automáticas
- ⊕ Unión de hojas de mapa adyacentes



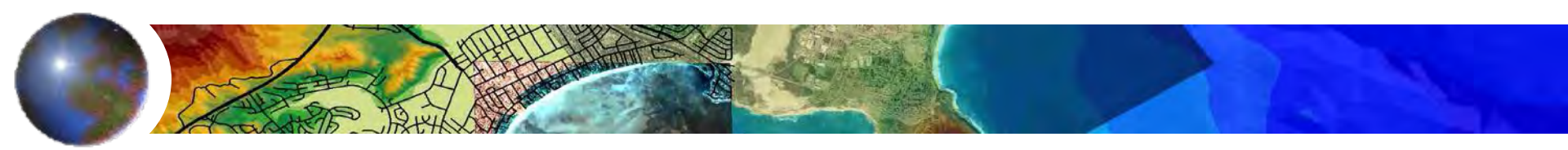






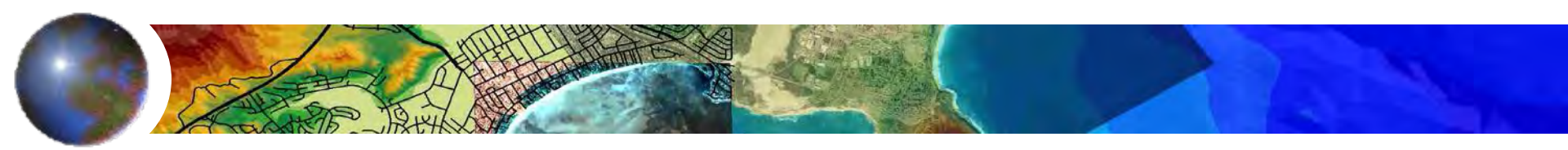
Integración de datos y procedencia

- ✚ Concatenacion
 - ▣ Superposición de polígonos ("polygon overlay")
- ✚ Unión
 - ▣ Ajuste de hojas ("rubber sheeting")
- ✚ Errores persistentes indican procedencia compartida
- ✚ Los Errores tienden a mostrar una fuerte autocorrelación espacial positiva



U3: Análisis

- ✚ ¿Puede desarrollarse un buen análisis basado en fundamentos inciertos?
 - ❏ Raramente puede corregirse la fuente
 - ❏ Normalmente una validación interna
 - ❏ Unión/concatenación permite una validación externa promediando los efectos en zonas comunes
 - ❏ “Falacia ecologica” (agregación de datos)- (falacia atomística)



Algunas cosas

- ⊕ Inducción y deducción
- ⊕ Representaciones construidas a partir de nuestro conocimiento de las estructuras temporales y espaciales
- ⊕ Lo espacial es especial y los datos geográficos tiene una naturaleza única
- ⊕ Incertidumbre es más que error
- ⊕ Representaciones más “ricas” crean más incertidumbre!
- ⊕ Necesidad de entender los datos a priori y análisis sensitivo