

Tema 3. La superficie topográfica

Cartografía I

2º Curso de IT en Topografía

1º Cuatrimestre 2008/09

EPS Jaén

T3. La superficie topográfica



T3. La superficie topográfica

1. Conceptos generales

- Sistemas de referencia
- Superficies y proyecciones

2. Superficie topográfica

3. Geomorfología

4. Formas del relieve

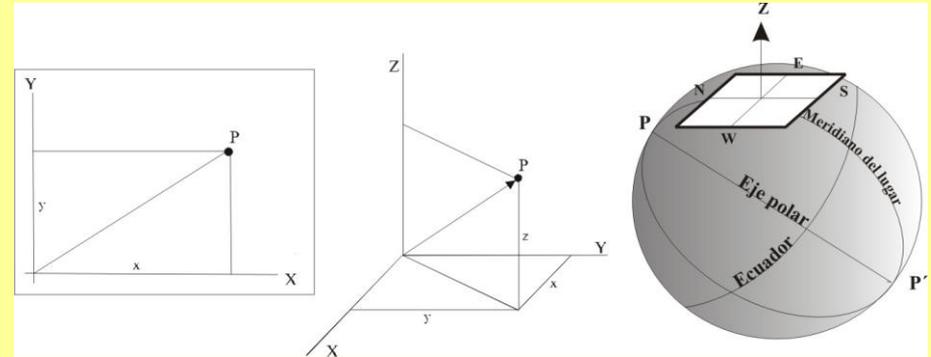
5. Errores en el plano

T3. La superficie topográfica

- En Cartografía es necesario disponer de un sistema de referencia
- Los sistemas de referencia permiten localizar objetos, medirlos, orientar, calcular distancias, determinar la posición espacial de datos geográficos
- Los sistemas deben soportar 3-D, pues los datos así lo requieren

➤ Sistemas rectangulares:

- Plano: 2 coordenadas (xy)
- Espacio, otra coordenada (z)
- Origen y direcciones de los 3 ejes



➤ En Topografía:

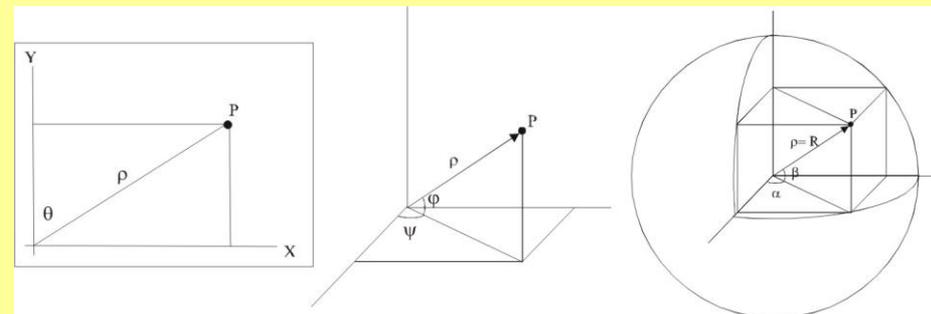
- Plano XY horizontal (se considera como plano de referencia), Y según meridiana (NS) y X perpendicular (EW)
- El eje Z es la vertical

➤ Sistemas polares:

- Plano: distancia y ángulo
- Espacio: Otra coordenada angular

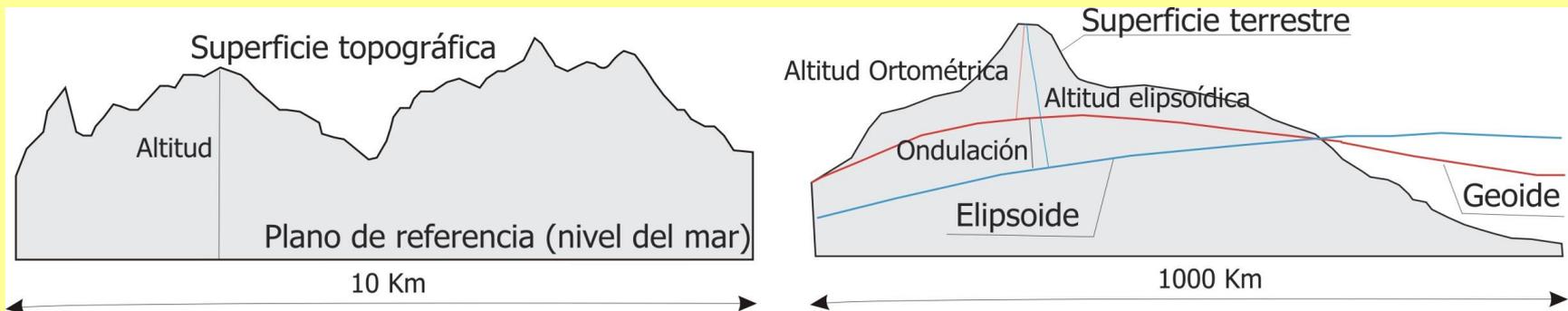
➤ Sistemas esféricos: Se prescinde de la distancia, se miden los ángulos

➤ Coordenadas geográficas y astronómicas



T3. La superficie topográfica

- En relación con sistemas de referencia aparecen superficies de referencia
- Superficies de referencia: plano, esfera, elipsoide o geoide
- Estas superficies reproducen la forma (o figura: plano, esfera, elipsoide y geoide) de la Tierra a distintas escalas, si se prescinde del relieve
- Distintas de la forma real de la Tierra (superficie topográfica o relieve)
- 1ª Operación: Referenciar puntos de superficie topográfica a referencia
- Previamente necesario conocer la forma de estas superficies



- 2ª operación: Paso de superficie de referencia al mapa (plano)
- Conveniente todavía a pesar de evolución de modelos cartográficos (BDG)
- Este paso se consigue con los sistemas de proyección cartográfica
- Pueden ser auténticas proyecciones o representaciones analíticas
- Tanto unas como otras disponen de ecuaciones de transformación de coordenadas reales (sobre superficie de referencia) a las de la proyección

T3. La superficie topográfica

1. Conceptos generales

2. Superficie topográfica

- Definición y características
- Planos acotados y curvas de nivel
- Equidistancia y pendiente

3. Geomorfología

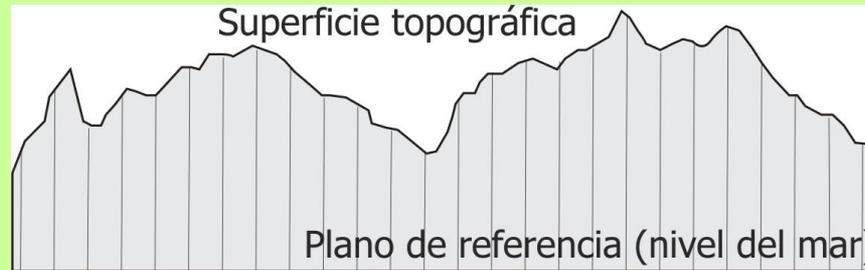
4. Formas del relieve

5. Errores en el plano

T3. La superficie topográfica

Definición

- Superficie topográfica o del terreno: Es la que envuelve a la parte sólida de la Tierra
- Superficie 3-D, irregular, sin definición geométrica
- Sobre ella se sitúan la mayor parte de los fenómenos geográficos
- La vertical la intersecta 1 vez (salvo casos excepcionales)
- Cada punto de la superficie se proyecta sobre un punto de la superficie de referencia

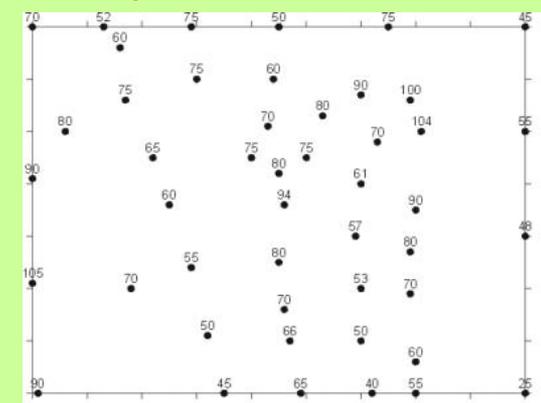
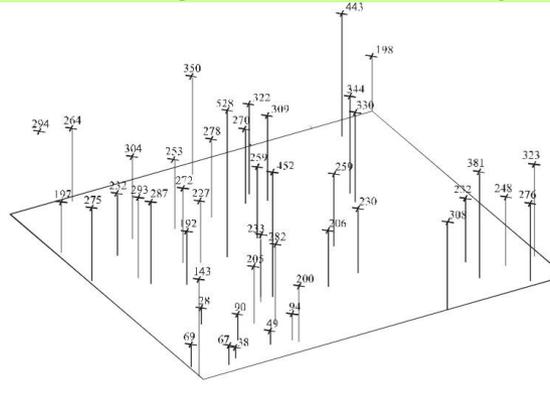
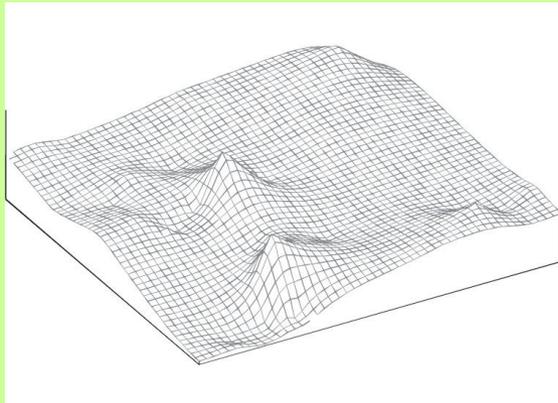


Referencia y representación

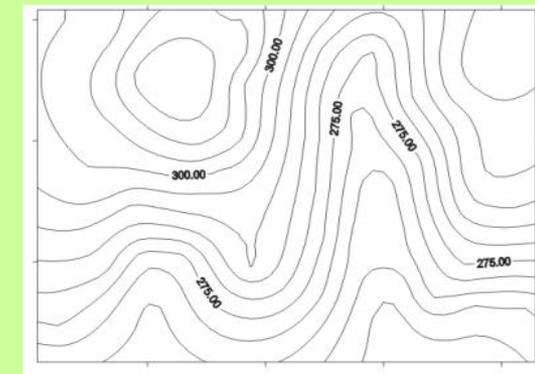
- Para la representación (y referenciación) de la superficie se usa el Sistema de Planos Acotados
- Las ventajas de este sistema son:
 - Cada punto de la realidad se corresponde con un punto del plano (proyección vertical), lo que elimina sistemas como el diédrico
 - No introduce deformaciones como otros (cónicas, perspectivas ...)

T3. La superficie topográfica

- En zonas pequeñas de la superficie se proyecta sobre un plano
- Plano de referencia horizontal situado normalmente a cota 0 (n. mar)
- Cuando se trata de zonas más grandes se proyecta sobre superficie de referencia (esfera, elipsoide o geoide) situada a cota 0 también
- Cada punto tiene:
 - 2 coordenadas sobre plano (x,y) o superficie (latitud, longitud)
 - Una 3ª coordenada (z o altitud): Distancia al plano o superficie



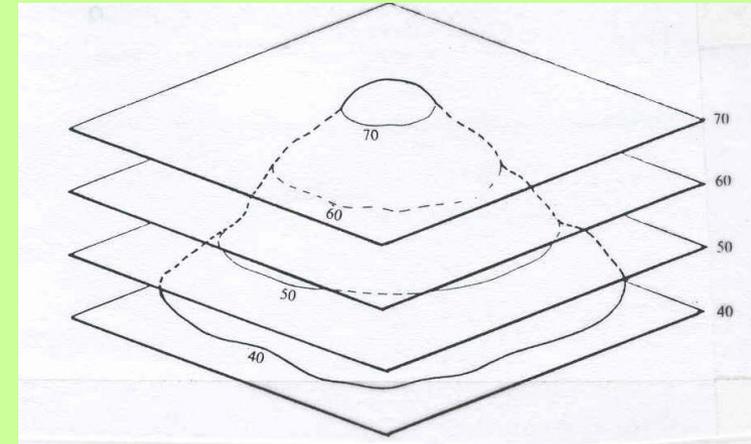
- No es posible representar (ni referir) los infinitos puntos de la superficie terrestre
- Selección o generalización en modelos (nubes, perfiles, mallas, curvas de nivel o RTI)
- Representación otros parámetros derivados de la altitud (normales, sombreado, etc.)
- Curvas de nivel es el de mejor expresión gráfica



- El fundamento del modelo de curvas de nivel consiste en cortar a la superficie topográfica por planos paralelos y equidistantes
- Las curvas de intersección resultantes se proyectan sobre el plano de referencia
- En la práctica se obtienen de dos formas:
 - Interpolación a partir de puntos acotados
 - Restitución fotogramétrica

Equidistancia

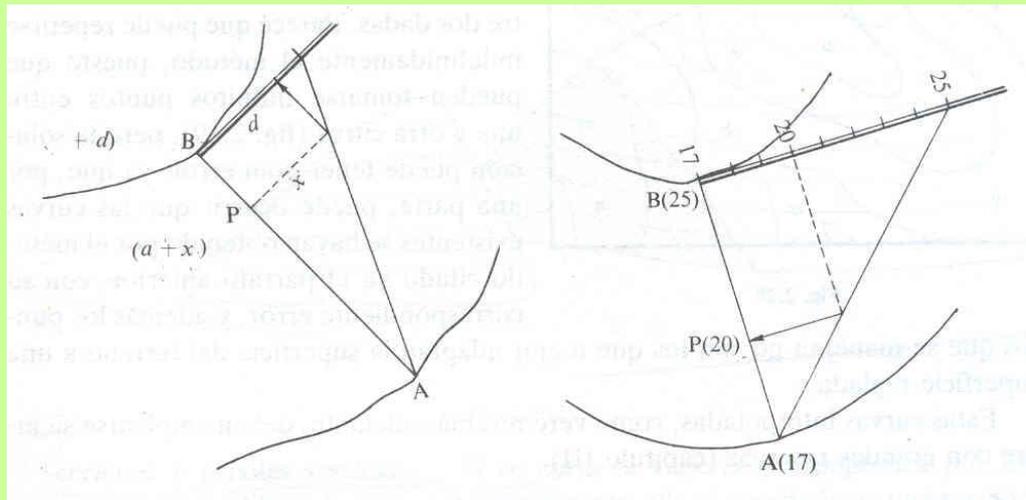
- Distancia vertical o desnivel entre cada dos planos horizontales de corte, es decir, entre cada dos curvas de nivel consecutivas
- Suele ser constante para cada mapa, excepto los de muy pequeña escala
- Depende de:
 - La escala (aumenta al disminuir ésta)
 - La pendiente (aumenta con ella)



Escala del mapa	Alta montaña	Baja montaña	Zonas llanas
1/10.000	10	5	2
1/25.000	20	10	2.5
1/50.000	20-25	10-20	5
1/100.000	50	25	5-10
1/250.000	100	50	10-20
1/500.000	200	100	20
1/1000000	200	100	20-50

T3. La superficie topográfica

- El modelo o sistema de curvas de nivel permite resolver varios problemas:
 - Cálculo de la cota de un punto
 - Localización de puntos de una cota dada
- Pendiente del terreno en un punto:
 - Según una dirección dada
 - Máxima pendiente del terreno
- La máxima pendiente del terreno se determina según la línea más corta que une al punto con las curvas más cercanas



T3. La superficie topográfica

1. Conceptos generales

2. Superficie topográfica

3. Geomorfología

- Conceptos: formas y procesos
- Normas de las curvas de nivel

4. Formas del relieve

5. Errores en el plano

T3. La superficie topográfica

- Geomorfología: Ciencia que estudia las formas de la superficie terrestre, así como los procesos y materiales que intervienen en su generación
- Aquí nos interesan sólo las formas del terreno y la configuración que adquieren las curvas
- Los procesos son de dos tipos:
 - Externos: Erosión/sedimentación por diversos factores (agua, viento, glaciares ...)
 - Internos: Fallas, terremotos, volcanes ...
- Los materiales condicionan las formas de forma física (resistencia ...) o química (disolución ...)
- En cada combinación de material y de procesos (dependientes del clima, de la dinámica interna ...) se producen unas formas determinadas
- Resulta interesante conocer los procesos para predecir las formas que se producen y la configuración correcta de las curvas de nivel

T3. La superficie topográfica

- En terrenos con rocas medianamente resistentes, no afectadas por procesos de disolución o tectónica muy activa, de climas templados:
- La configuración de las curvas sigue las siguientes normas:
 - Uniformemente crecientes o decrecientes
 - No se cortan (salvo viseras y extraplomos)
 - No se juntan (salvo acantilados o collados)
 - No se pierden, son cerradas en islas o continentes completos, o
 - Producen un número par de cortes con los bordes en mapas parciales

T3. La superficie topográfica

1. Conceptos generales

2. Superficie topográfica

3. Geomorfología

4. Formas del relieve

- Formas simples
- Formas compuestas
- Casos especiales

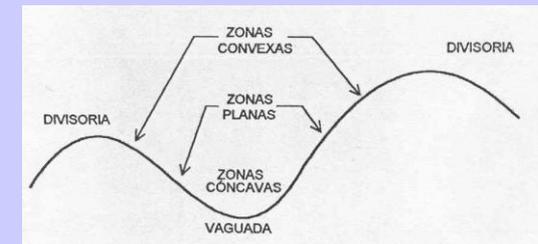
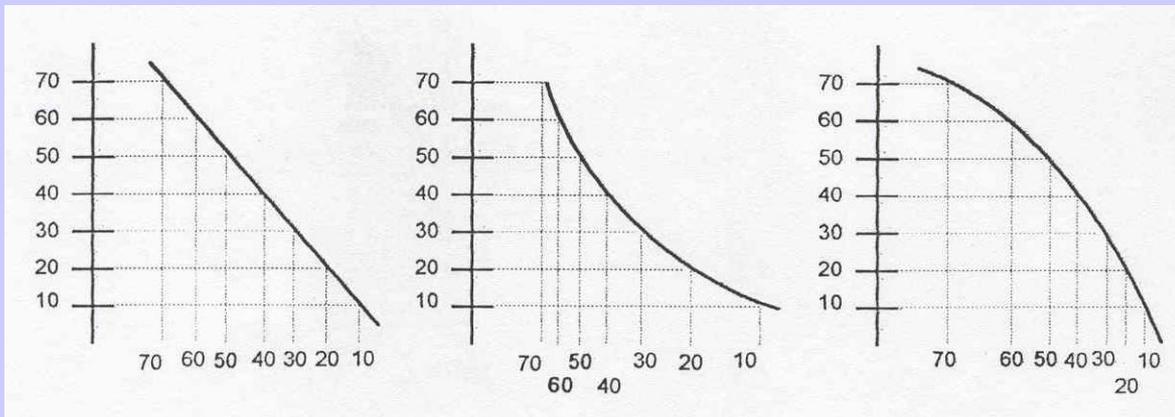
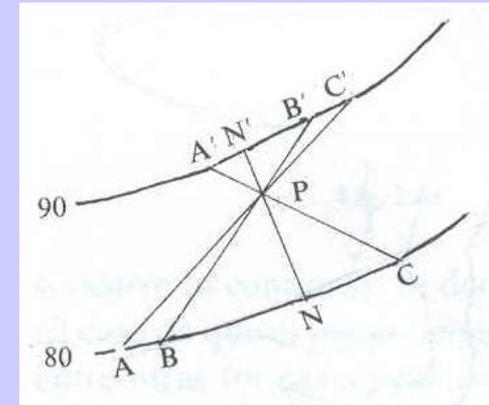
5. Errores en el plano

T3. La superficie topográfica

- Formas básicas:
 - Laderas, divisorias y vaguadas
 - Elevaciones, depresiones y collados
- Casos especiales

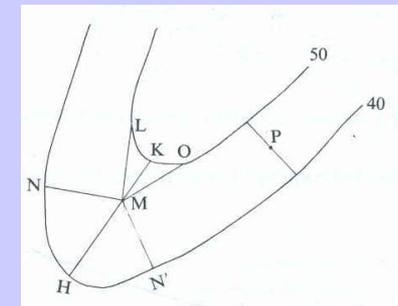
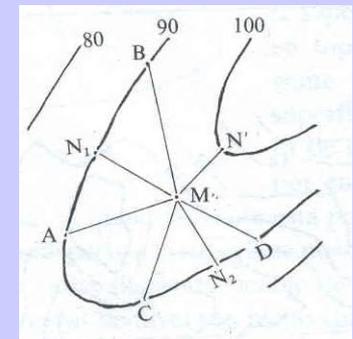
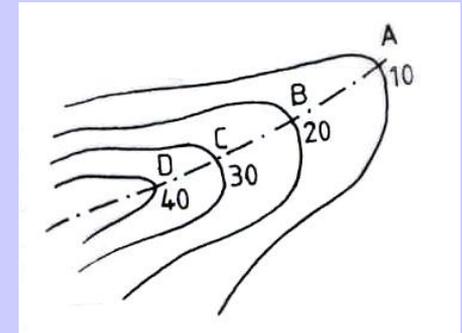
Laderas

- Formas planas o curvas (cilíndricas)
- Las curvas de nivel son más o menos paralelas:
 - En las planas, más o menos equidistantes
 - En las curvas se van distanciando al bajar (cóncavas) o al subir (convexas)
- Desde cada punto de ladera hay una sola línea de máxima pendiente subiendo y otra bajando
- En una ladera completa se suceden unas a otras



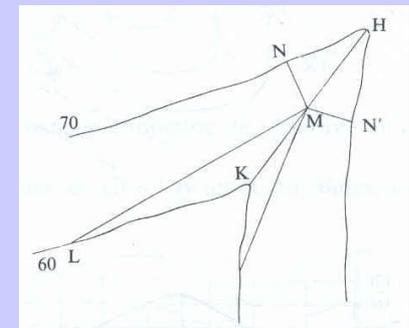
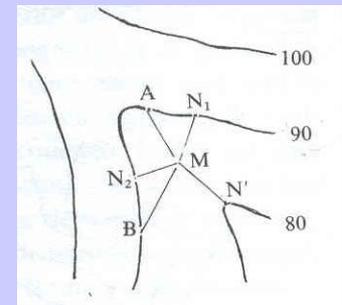
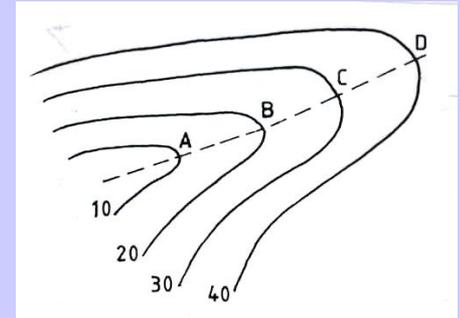
T3. La superficie topográfica

- Son zonas de intersección de dos laderas que divergen a partir de ella
- Son zonas altas convexas del terreno, que dividen a las aguas hacia vertientes distintas
- Forma suave en el perfil (erosión moderada)
- En el plano se caracterizan porque las curvas de nivel de menor cota rodean a las mayor cota (quedan en el núcleo de la estructura)
- Si las laderas tienen la misma dirección las curvas son paralelas (divisoria horizontal)
- Si tienen distinta dirección, curvas cerradas (cota creciente hacia el núcleo), obtusa y suave
- Presentan una línea de máxima pendiente subiendo y al menos dos bajando
- Son, por tanto, la línea de máxima pendiente subiendo y la línea de menor pendiente bajando



T3. La superficie topográfica

- Son zonas de intersección de dos laderas que convergen en ella
- Son zonas bajas cóncavas del terreno, por donde discurren corrientes de agua
- Forma acusada en el perfil (incisión de río)
- En el perfil se caracterizan porque las curvas de nivel de mayor cota envuelven a las de menor cota (que quedan en el núcleo de la estructura)
- Si las laderas tienen la misma dirección las curvas son paralelas (vaguada horizontal)
- Con distinta dirección, curvas cerradas (cota decreciente hacia núcleo), aguda y picuda
- Presentan una línea de máxima pendiente bajando y al menos dos subiendo
- Son, por tanto, la línea de máxima pendiente bajando y la línea de menor pendiente subiendo



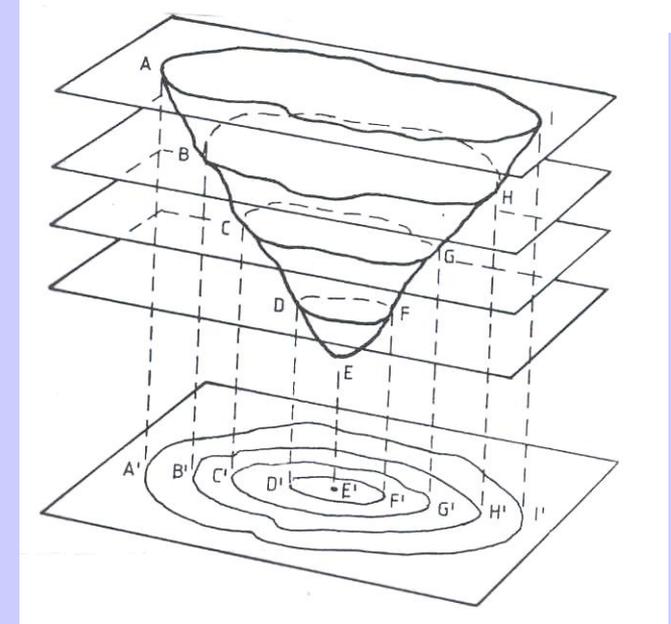
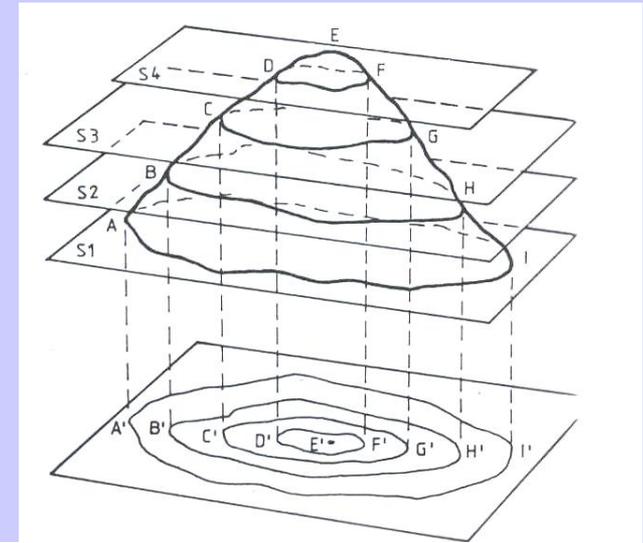
T3. La superficie topográfica

Elevaciones

- Zona de altitud creciente hacia el centro
- Convexas (divisorias) en todas las direcciones de formas generalmente suaves
- Se producen a veces por la intersección de dos (o más) líneas de divisoria
- Las curvas son totalmente cerradas de cotas crecientes hacia el centro (cumbre)
- Desde la cumbre todas las líneas descienden

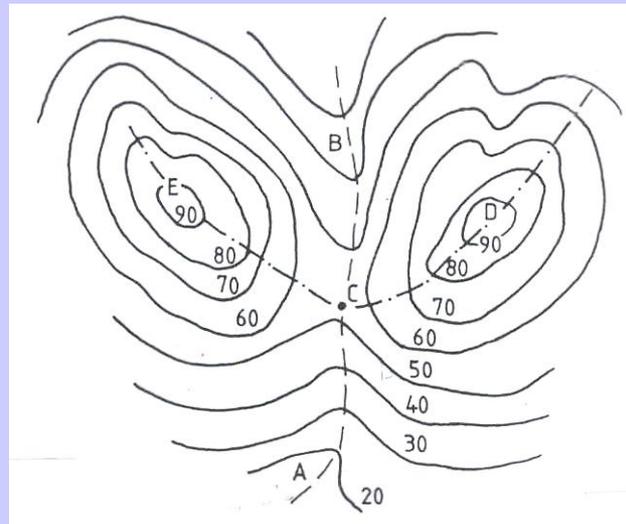
Depresiones

- Hoyas, cubetas: Zona de altitud decreciente hacia el centro
- Son zonas cóncavas en todas las direcciones de formas generalmente suaves
- Las curvas son totalmente cerradas de cotas decrecientes hacia el centro (sumidero)
- Desde el sumidero todas las líneas ascienden



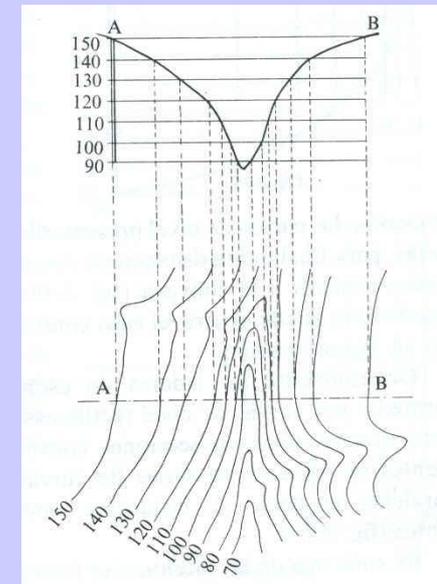
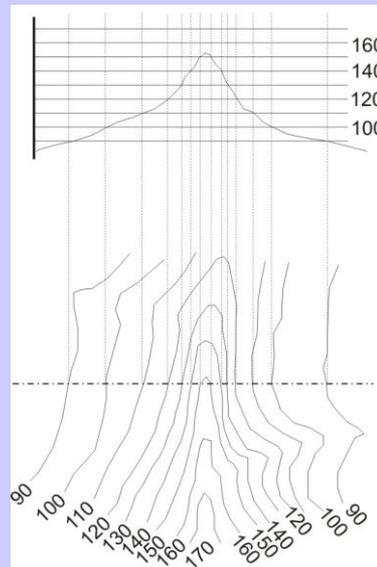
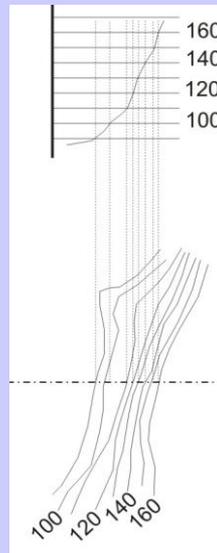
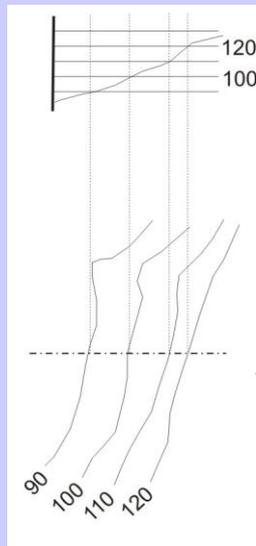
T3. La superficie topográfica

- Collado: Zona de altitud mínima relativa dentro de una línea de divisoria
- Se aprovechan para ubicar puertos de montaña
- Son zonas cóncavo-convexas según la dirección (similar a la forma de una silla de montar)
- Se producen por la intersección una línea de divisoria y otra (en realidad dos) de vaguada
- Las curvas de nivel divergen desde el punto de collado



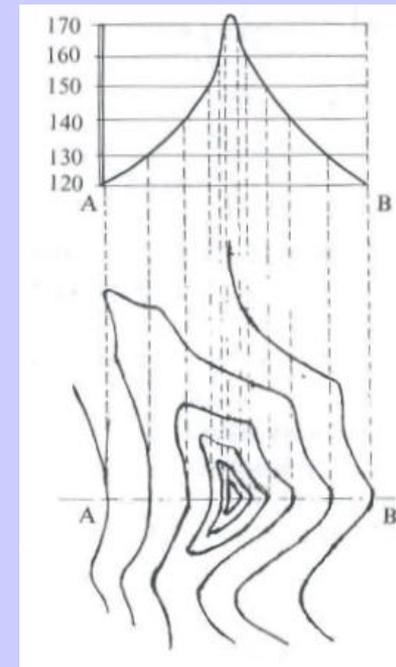
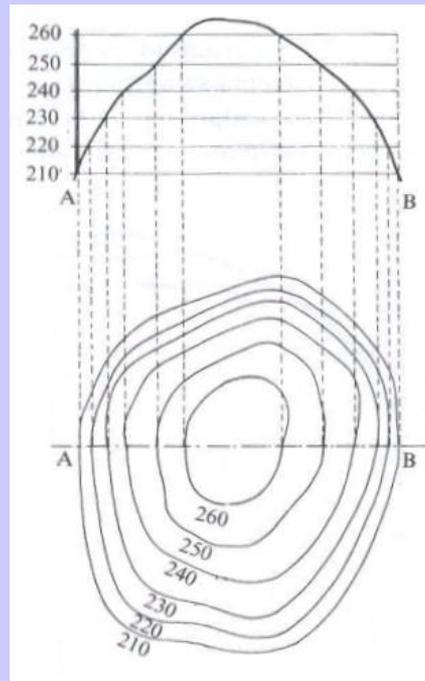
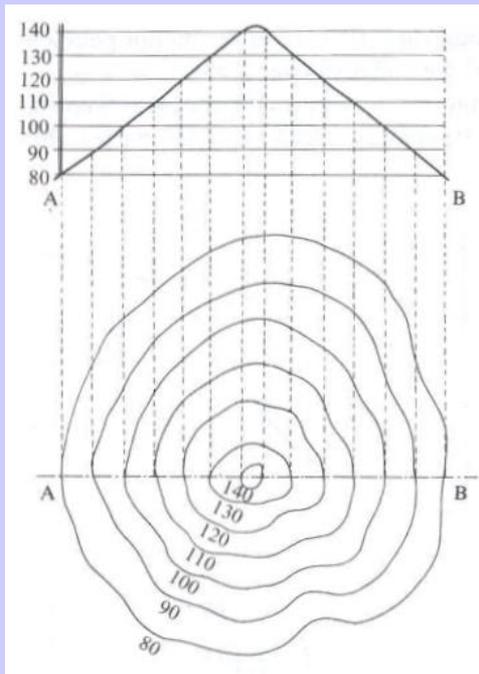
T3. La superficie topográfica

- Llanuras: Zonas de baja pendiente
- Cuestas: Laderas de fuerte pendiente
- Escarpados o acantilados: Pendientes extremas
- Crestas, aristas, espolones: Divisorias acusadas
- Barrancos: Vaguadas encajadas, abruptas
- Gargantas, desfiladeros, cañones: Vaguadas muy abruptas y escarpadas
- Valles en V, valles en U (glaciares) y ramblas



T3. La superficie topográfica

- Lomas: Zona de elevaciones suaves
- Oteros: Elevaciones aisladas
- Cerros: Elevaciones de fuertes pendientes
- Cerros cónicos, piramidales y domos (convexos)
- Picos y "horns" de pendientes extremadas
- Simas: Depresiones muy acusadas



T3. La superficie topográfica

1. Conceptos generales

2. Superficie topográfica

3. Geomorfología

4. Formas del relieve

5. Errores en el plano

- Errores lineales
- Errores angulares
- Errores altimétricos

T3. La superficie topográfica

- El plano: Superficie referencia más sencilla, para extensiones reducidas
- Primera aproximación a la forma terrestre (Mesopotamia y Homero)
- Los datos de distancias y ángulos se trasladan directamente al mapa sin apenas deformación
- Desde una determinada magnitud (100 Km) errores no despreciables

Errores lineales

- Diferencia entre el arco y la cuerda de la circunferencia (considerando la Tierra esférica)

$$\text{Larco} = R \alpha (\text{radianes})$$

$$\text{Lcuerda} = 2R \sin(\alpha/2)$$



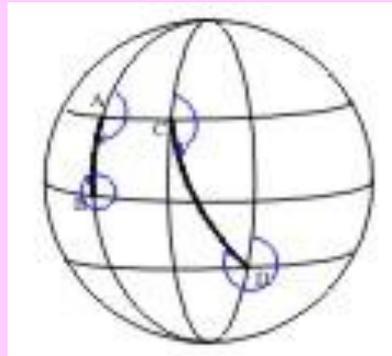
Errores perimetricos y areales

- Están relacionados con los lineales

Longitud Arco (m) L_a	Angulo (Radianes) α	Longitud Cuerda (m) L_c	Diferencia Longitudes Arco - Cuerda (m) $L_a - L_c$	Diferencia Longitud Perimetral (m) $2 \pi (L_a - L_c)$	Diferencia Superficies (m ²) $\pi (L_a^2 - L_c^2)$
1000	0,000157080	999,999999	0,00000103	0,000006471	0,006459643
10000	0,001570797	9999,998972	0,00102808	0,006459642	64,59641915
100000	0,015707965	99998,971919	1,02808085	6,45962252	645958,9315

T3. La superficie topográfica

- Errores angulares: Diferencia entre ángulos medidos en el plano y sobre la esfera
- 2 rectas con mismo acimut son paralelas en el plano, en esfera convergen
- Convergencia de meridianos: Angulo que forma un meridiano con una recta paralela a otro situado a una cierta distancia (o longitud)
- Por tanto, el acimut recíproco que entre dos puntos del plano difiere en 180° , en la esfera difiere en una cantidad distinta. Esta cantidad es la convergencia de meridianos

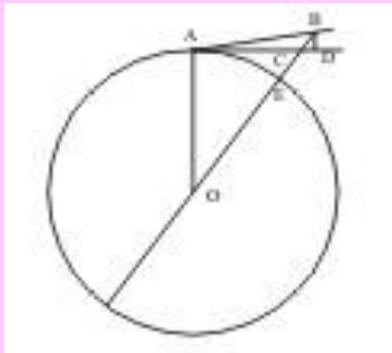


- Una pareja de puntos de latitud 40° (Madrid):
 - Si distan 1 Km, la convergencia es de $27''$
 - Si distan 10 Km, la convergencia es de $4' 30''$
 - Si distan 100 Km, convergencia de $45' 40''$

T3. La superficie topográfica

- Errores altimétricos: Diferencia entre desnivel real de dos puntos y observado a gran distancia
- Se nota al observar como un barco al alejarse desaparece tras el horizonte
- Compensación parcial con error de refracción (mayor densidad de capas bajas de atmósfera)
- Los errores son muy elevados a 100 Km

Error de esfericidad

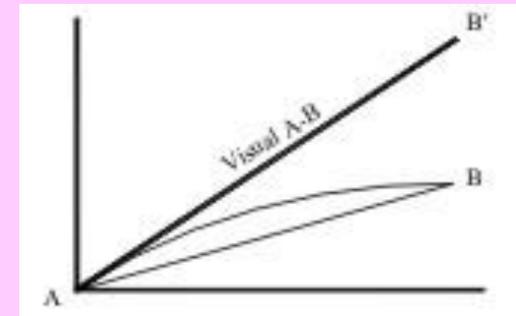


$$e = \frac{D^2}{2R}$$

$$e = \left(\frac{D}{4000} \right)^2$$

Error total

Error de refracción



Distancia (m)	Error Esfericidad (m)	Error de refracción (m)	Error total (m)
1.000	+ 0,1	- 0	+ 0,1
10.000	+ 7,8	- 1,0	+ 6,8
100.000	+ 784,9	- 102	+ 682,9