

PROBLEMAS DE GEOLOGÍA ESTRUCTURAL PARA LA GEOLOGÍA DEL BACHILLERATO: UN ACERCAMIENTO CUANTITATIVO A LOS MAPAS GEOLÓGICOS

Geological Structures problems for Bachelor's degree Geology: a quantitative approach to geological maps

Jesús Duque (*)

RESUMEN:

Este taller pretende introducir a la cartografía geológica cuantitativa. En esta comunicación se ofrecen 22 problemas de geología estructural dirigidos a alumnos que cursen la materia de Geología en el Bachillerato de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud. Estos problemas han sido probados con excelentes resultados en el IES Politécnico de Palma de Mallorca. Todas las soluciones han de ser gráficas. Los problemas se presentan en una tipología de menor a mayor complejidad. Se dividen en dos bloques: problemas de los tres puntos (subdividido en dos partes la primera con dos puntos a la misma cota y la segunda con los tres puntos a diferentes cotas) y horizontales de capa (encaminados al trazado de límites de capas), cada uno de ellos con una introducción donde se exponen los conceptos a tener en cuenta para la resolución de los problemas. También se incluyen la resolución de algunos problemas tipo con una exhaustiva explicación.

ABSTRACT:

In this communication are 24 problems offered, they're directed to students who curse Geology in the "Bachillerato de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud". It pretends to be a quantitative introduction to geological cartography. These problems have been proved with excellent issues in the IES Politécnico in Palma de Mallorca. All the solutions must be graphic. The problems are presented in a growing complexity typology. They're divided in two blocks: three-points problems (they're subdivided in two parts; the first of them both has two points recounted to the same level, and the second one with three points recounted to different levels), and horizontal of layers (which are directed to limits-of-layer drawing), each of them has an introduction where the concepts to bear in mind for resolving the problems are exposed. They're also included the solutions of some standard problems with an exhaustive explanation.

Palabras clave: Dirección de capa, buzamiento, problemas de los tres puntos, horizontal de capa, mapa geológico.

Keywords: Strike, dip, three-point problems, horizontal of layer, geological map.

INTRODUCCIÓN

Objetivos

Trabajar en problemas sencillos de estructuras geológicas, de modo cuantitativo. Con esto se consigue, además de aplicar los conceptos teóricos, que los alumnos ejerciten la visión tridimensional que será les de gran utilidad tanto para la interpretación de mapas geológicos como para resolver situaciones prácticas de geología de campo.

Niveles de aplicación curricular

El desarrollo de estos problemas está pensado para ser incluido en el currículum de la asignatura "GEOLOGÍA", optativa para el Bachillerato de Ciencia de la Naturaleza y de la Salud, que generalmente suele ofertarse en segundo. Aunque la iniciación se puede tratar en la materia "BIOLOGÍA Y GEOLOGÍA" en primero.

Material

Lápiz y/o juego de rotring, lápices de colores. juego de regla, escuadra y cartabón, transportador de ángulos, compás, papel folio blanco, papel milimetrado.

Metodología

La resolución de todos los problemas debe ser gráfica, de tal manera que en algunos casos se dará como resultado válido el planteamiento gráfico de la solución, más que el dato numérico exacto.

La escala para la resolución de los problemas, si no se indica lo contrario, se utilizará la 1:10.000, para que las medidas del grafismo no superen los márgenes de un folio.

Es interesante acompañar al grafismo bidimensional, sobre el que se realizaran las medidas, un bloque diagrama representativo, donde se indiquen la situación espacial de los datos del problema.

(*) IES Politécnico de Palma de Mallorca. c/ Menorca 1. 07014 Palma de Mallorca.

Hay que tener en cuenta que un determinado problema puede tener varias soluciones gráficas válidas.

CONCEPTOS A TENER EN CUENTA PARA LOS PROBLEMAS DE LOS TRES PUNTOS

En este tipo de problemas se hacen equivalente los términos de capa o estrato con el de superficie geométrica plana, de momento las capas y estratos no tienen potencia es decir carecen de espesor.

Dirección de una capa: Es la dirección de la recta intersección de una capa con un plano horizontal imaginario. La dirección de una recta es el ángulo que forma con la dirección norte-sur. Se expresa mediante los grados de ese ángulo añadiendo el sentido respecto al cual se ha medido dicho ángulo. Así una dirección N49E, significa que la recta intersección forma 49 grados con la dirección norte-sur, medidos hacia el este. La misma dirección podría ser expresada N311W, el ángulo en este caso

está medido en sentido oeste, comprueba que esos dos ángulos son complementarios, y que sumados resultan 360°.

Como es obvio una capa horizontal no tiene dirección, ya que no produce una recta intersección con un plano igualmente horizontal; en este caso no se da la dirección de la capa, sino que simplemente se indica que dicha capa es horizontal.

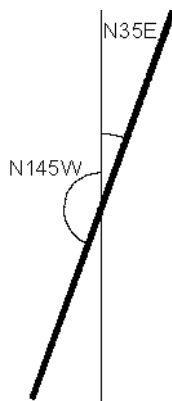


Figura 1.

Buzamiento de una capa: Es el ángulo de inclinación de una capa. Se expresa respecto a la horizontal, acompañado del sentido hacia el cual está inclinada; por ejemplo 76°NW, esa capa está inclinada respecto a la horizontal 76° hacia el noroeste. Se simboliza con la letra griega β . Tal vez se comprenda mejor con este sencillo bloque diagrama:

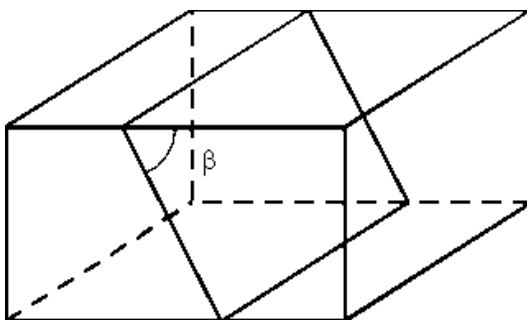


Figura 2

Dirección de buzamiento real de una capa: Es la dirección de la perpendicular a la dirección de la capa, medida en un plano horizontal.

Buzamiento real de una capa (β): Es el ángulo que forma la capa con el plano horizontal medido según el plano vertical que pasa por la dirección de buzamiento real.

Dirección de buzamiento aparente: Es cualquier dirección sobre el plano horizontal (exceptuando la dirección de buzamiento real y la dirección de la capa, en el primer caso la inclinación medida será la máxima y en el segundo no se medirá ninguna inclinación)

Buzamiento aparente (β'): Es el ángulo que forma la capa con el plano horizontal, medido según un plano vertical que pasa por una dirección de buzamiento aparente.

Ejemplo:

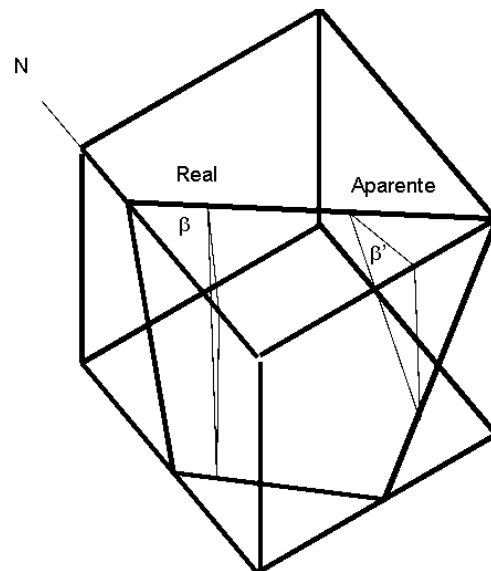


Figura 3

Nota aclaratoria: El buzamiento real es el mayor que se puede medir sobre una capa determinada. Cuando se indique un buzamiento sin más, entenderemos que se trata del buzamiento real, ya que de referirse a un buzamiento aparente hay que indicarlo claramente.

No olvidar añadir al ángulo de buzamiento el sentido de la medida o bien indicarlo gráficamente.

Ejemplo de indicación gráfica de dirección y buzamiento real:

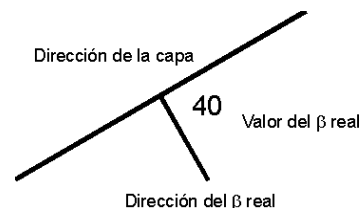


Figura 4

Horizontales de una capa: Son líneas intersección de la capa con planos horizontales a distintas cotas y que se proyecta sobre un plano de referencia a una cota determinada. Todas las horizontales de una capa son paralelas y cualquiera de ellas define la dirección de la capa. Se identifican por la diferencia de cota respecto al plano de referencia. Ejemplo:

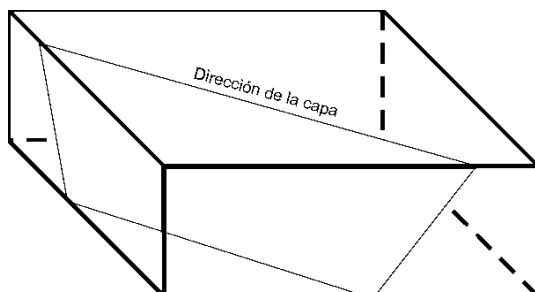


Figura 5

Abatir un plano: Es uno de los principales mecanismos para hacer posible la resolución gráfica de este tipo de problemas geológicos.

Como nuestro papel es bidimensional y los datos y situación que plantean los problemas son tridimensionales, hay que abatir la tercera dimensión; así hay que proyectar los planos verticales de tal forma que conserven las medidas y proporciones (esto último es imprescindible ya que el resultado lo vamos a obtener mediante una medición en el gráfico).

El abatimiento de un plano consiste en transportarlo desde la vertical a la horizontal, girándolo sobre un eje que se debe encontrar en el plano sobre el que se realiza el abatimiento y que a su vez pertenece al plano abatido. Realizada esta sencilla operación, podemos medir en nuestro papel distancias y ángulos.

Ejemplo:

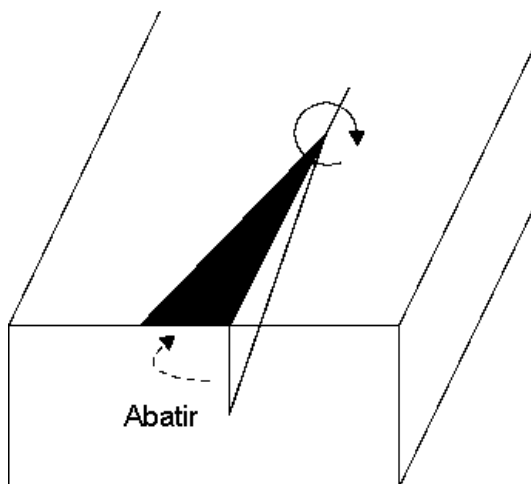


Figura 6

PROBLEMAS DE LOS TRES PUNTOS

Son problemas en los que básicamente se trata de calcular la dirección y buzamientos tanto reales como aparentes de una capa o capas, conociendo los datos de tres puntos perteneciente a ella. Los problemas se pueden plantear de diferentes formas, de tal manera que se puede conocer la dirección y buzamiento real pidiéndose buzamientos aparentes y cota de algunos puntos de la capa. Pero en definitiva el mecanismo de resolución es siempre el mismo.

Puede ocurrir:

- Que los tres puntos se encuentren a la misma cota y que estén alineados. El problema está resuelto, la dirección de la capa es la de la recta que pasa por esos tres puntos, para el buzamiento no hay datos.
- Que dos puntos se encuentren a la misma cota y el tercero a diferente cota, pero no alineados. En este caso se deduce que la dirección de la recta que une los dos puntos de igual cota, es la dirección de la capa. Para hallar el buzamiento, se traza la perpendicular a la dirección de la capa (dirección de buzamiento real) que pase por el tercer punto, se marca la diferencia de cota, se abate el plano y el ángulo resultante es el buzamiento real de la capa. Todos los pasos se han de hacer a la misma escala.
- Que los tres puntos estén a distinta cota, que como es lógico es la situación real más común. La situación se complica un poco. Hay que utilizar un aparato gráfico para obtener dos puntos a la misma cota y convertir el problema en uno del tipo anterior. Esto se explicará con un poco más de detenimiento en la introducción de subapartado correspondiente.

PROBLEMAS DE LOS TRES PUNTOS (DOS A LA MISMA COTA)

PROBLEMA 1.

Sobre una llanura observamos dos puntos A y B, separados 500 mts, en una dirección A-B = N120E. La capa no se encuentra plegada y aflora tanto en A como en B. En un punto C sito a 600 mts al Sur de A, en un sondeo vertical, encontramos la misma capa a 100 mts.

Calcular la dirección de la capa, el buzamiento real y el aparente según la dirección N160E.

Solución explicada:

Al no indicar escala alguna, se considerará la 1:10.000.

Bloque diagrama representativo de la situación propuesta en el problema:

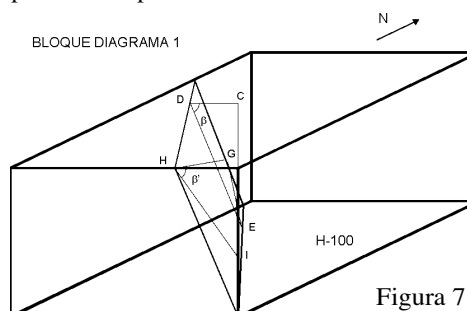


Figura 7

Para situar el C. mediremos 600 mts hacia el sur de A (en escala 1:10.000, la distancia en el papel es de 6 cm). Al referenciar C le indicaremos una cota de -100 mts.

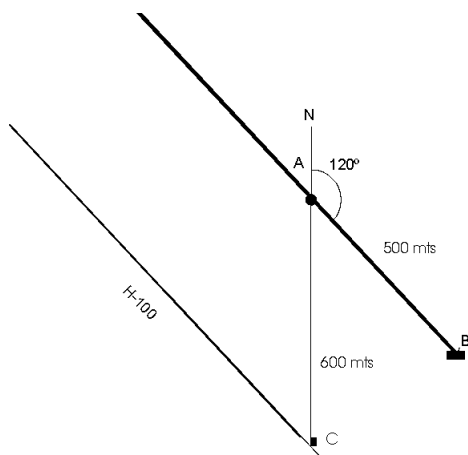


Figura 8

Una vez grafiados los datos del enunciado, pasemos a calcular lo que nos pide el problema:

A.- La dirección de la capa por definición será la dirección de la recta AB, ya que ambos puntos pertenecen a la misma capa y se encuentran a la misma cota y por tanto representa la recta intersección de la capa con un plano horizontal (el problema se encabeza haciendo hincapié en que se trata de un llanura).

Dirección de la capa: N120E

B.- Para encontrar el buzamiento real, se traza la perpendicular a AB que pase por C (recta CD) con lo que obtenemos la dirección de buzamiento real, en este caso **N210E**. En C la capa se encuentra a 100 mts de profundidad. Por tanto el triángulo CDE los abatiremos respecto a la recta CD y pasará a ser CDE' (se puede abatir para cualquiera de los dos lados, se elegirá en que sea mejor para la composición del grafismo, aunque no hay ninguna norma al respecto). Así pondremos los 100 mts en C, perpendiculares a la recta CD. Con lo que podemos medir el ángulo de buzamiento real.

Buzamiento real (b): 10° SW

C.- Si trazamos una paralela a la dirección que pase por el punto C, obtendremos una línea con todos sus puntos a la misma cota, estamos trazando una horizontal de capa que se encuentra a -100 mts respecto a la original. La conoceremos como H-100, que una vez proyectada sobre el plano horizontal produce una línea que nosotros no distinguimos de la anterior por que nuestra visión en el

problema es cenital. Se dibuja entre las dos horizontales de capa la dirección respecto a la cual nosotros queremos saber el buzamiento aparente, en este problema la dirección N160S. Sabiendo que el punto G se encuentra en la superficie, la capa pasa por debajo a 100 mts (ya que nos encontramos sobre la H-100). Se abate el triángulo HGI tomando como eje la recta HG., obteniéndose sobre el plano de referencia el triángulo HGI', sobre el que ya podemos medir el buzamiento aparente, situando los 100 mts en G pero perpendiculares a la recta HG

**Buzamiento aparente (b') según la dirección
N160E = 8°**

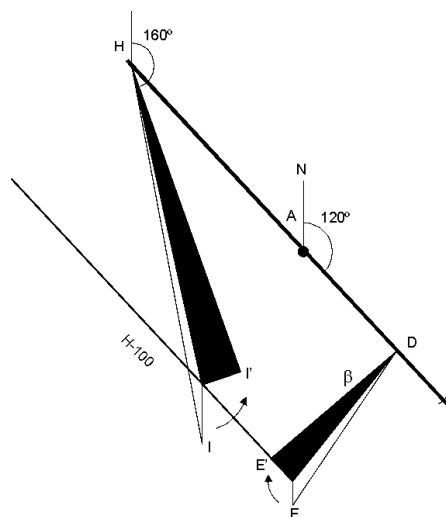


Figura 9

PROBLEMA 2:

Tres puntos pertenecen a un plano: A(500 mts de cota), B(500 mts de cota) en la dirección N30E respecto al primer punto. C se encuentra en la dirección N110E de A y con cota 300 mts. La distancia que separa AB = 500 mts. Distancia AC = 400 mts.

Hallar la dirección y el buzamiento.

PROBLEMA 3:

Tres puntos pertenecen al mismo plano, A de cota 620 mts, B de cota 620 mts y C de cota 300 mts.

Hallar la dirección y buzamiento de ese plano, sabiendo que la recta AB tiene una dirección N40E y la distancia entre ambos puntos en el plano horizontal es de 700 mts. La dirección de la recta AC es N95E y la distancia AC = 500 mts, conociendo que C se encuentra situado al Este de A.

Además justifíquese la necesidad de la indicación de que el punto C se encuentre situado al Este de A.

PROBLEMA 4:

Hemos medido con la brújula de geólogo la dirección de una capa, N100E y su buzamiento real, 30°N. Nos interesa conocer los buzamientos aparentes respecto a las direcciones N20E Y N160E.

PROBLEMA 5:

En una cantera, observamos en sus dos paredes verticales una capa muy reconocible, medimos los siguientes buzamientos: $30^{\circ}W$ en la pared de dirección N80E y $20^{\circ}E$ en su homologa con dirección N150E.

Calcular la dirección de la capa y su buzamiento real.

PROBLEMA 6:

Observamos una capa en un punto de cota 850 mts, donde se midió un buzamiento real de $40^{\circ}S$ en una dirección de buzamiento real de N170E. En otro punto situado en dirección N220E y a 400 mts del anterior, medimos con el alfilerómetro una cota de 1.000 mts. En este segundo punto una empresa quiere realizar un sondeo y para ello requieren a un geólogo para que le indique a que profundidad se encuentra la capa. Realiza el informe del geólogo.

PROBLEMA 7:

En una cantera (cota 400 mts) medimos la dirección y buzamiento de una capa guía, obteniendo los siguientes resultados: N40W y $25^{\circ}N$. La misma capa la volvemos a encontrar en un afloramiento a 600 mts al oeste de la citada cantera, no tenemos alfilerómetro y necesitamos saber la cota de este afloramiento. ¿Podrás resolver el enigma?

PROBLEMAS CON LOS TRES PUNTOS A DIFERENTES COTAS

Explicación:

Si tenemos un problema con los tres puntos a diferentes cotas, es evidente que entre la cota más alta y la más baja debe encontrarse necesariamente una cota intermedia similar a la del tercer punto. Si pudiéramos encontrar esta cota, tendríamos dos puntos a la misma cota con lo que se convertiría en un problema del tipo anterior.

Para encontrar lo que llamaremos el punto intermedio, se realizará entre las dos cotas extremas un sencillo aparato gráfico que se resuelve mediante el Teorema de Tales.

En la práctica se traza una línea auxiliar en cualquiera de las dos cotas extremas y por proporción se establece esa cota intermedia.

Construcción del aparato gráfico para determinar la cota del punto intermedio:

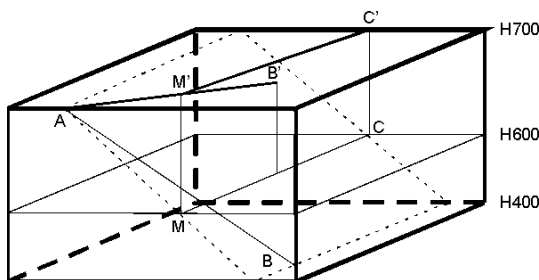


Figura 10

Se unen, mediante una línea recta, las cotas mayor y menor, en el caso del ejemplo: A(700) y B(400), con la intención de encontrar la cota de 600 mts que es la que corresponde al punto C.

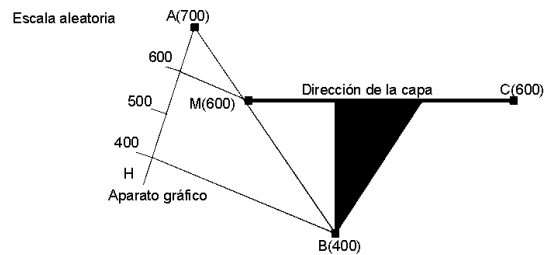


Figura 11

Se traza una recta aleatoria (AH) sobre una de las cotas extremas, en el ejemplo se traza sobre la mayor. Sobre esta recta se trazan proporcionalmente las alturas hasta llegar como mínimo hasta la cota interior de 400 mts, confeccionándose una escala aleatoria (los intervalos deben ser proporcionales, pero su dimensión es aleatoria). La cota 400 de la escala aleatoria se une con B y paralela a ella se traza otra recta por la cota 600 de la escala aleatoria, dando un punto de intersección con la recta que une AB, justamente ese punto es el buscado (M).

Uniendo el punto M de cota 600 con el punto C de la misma cota, obtenemos la dirección de la capa.

Comprobar que el punto M es independiente de la recta aleatoria que se tome, del tamaño de los tramos al realizar la escala aleatoria, así como de su instalación en la cota más alta o más baja.

Hallar la cota de un punto en un mapa topográfico:

En un mapa topográfico, para hallar la cota de un punto determinado pueden ocurrir dos casos:

- Que el punto a determinar su cota coincida exactamente con una curva de nivel, en cuyo caso no hay problema, ya que adjudicaremos al punto la altura que representa dicha curva de nivel.

- Que el punto se encuentre entre dos curvas de nivel, que será el caso más normal. Se procede de la siguiente forma: se unen las dos curvas de nivel mediante el menor segmento que pase por el punto a determinar. Conociendo la equidistancia de las curvas, mediante una proporcionalidad (regla de tres) se deduce la cota del punto incógnita.

Ejemplo:

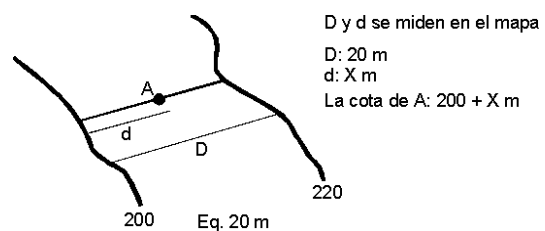


Figura 12

PROBLEMA 8. Explicado

Dado los siguientes puntos de una capa: A de cota 600 mts; B, 378 mts y C de cota 125 mts. La recta que una AC tiene una dirección N45E, existiendo una separación entre ambos puntos de 850 mts. Dirección de la recta AB, N120E, B se encuentra al este de A y separado por una distancia de 1.120 mts.

Hallar la dirección y buzamiento de la capa, sabiendo que C se encuentra al SW de la recta AB.

Solución:

Bloque diagrama de la situación del problema:

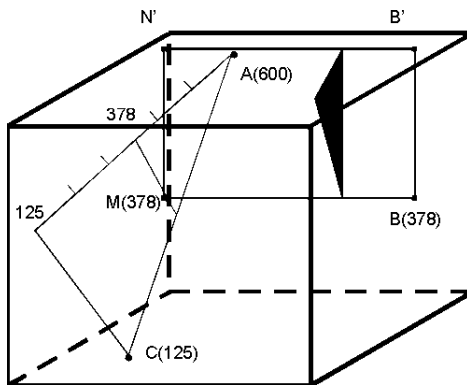


Figura 13

1. Se sitúan los tres puntos según los datos que ofrece el enunciado del problema.

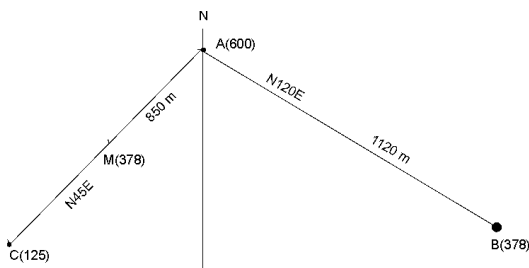


Figura 14

2. Se construye el aparato gráfico entre A y C, cotas de mayor y menor altura, y se determina el punto M que debe tener una cota de 378 mts.

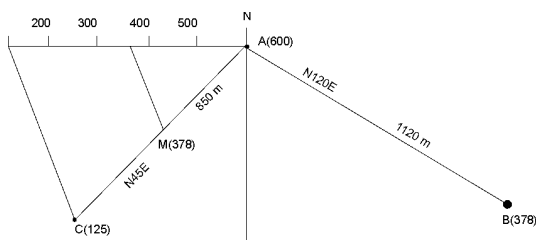


Figura 15

3. La dirección de la capa viene dada por la recta MB. **Dirección de la capa N101E.**

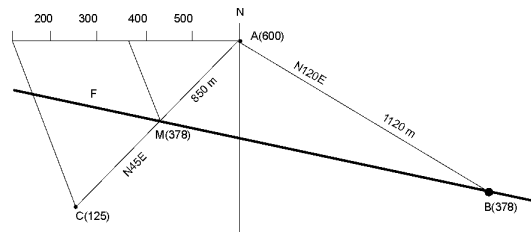
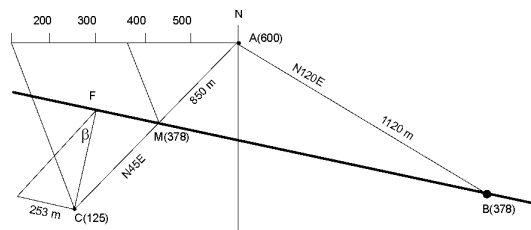


Figura 16

4. Perpendicular a la dirección de la capa y que pase por C (también podría hacerse pasar por A). C al tener menor cota nos indica que la capa buza hacia el sur. La recta FC que hemos trazado es la dirección de buzamiento real.

5. Como la cota de la dirección de la capa dibujada en de 378 mts y la del punto C es de 125 mts, su diferencia es de 253 mts. Por tanto esta diferencia se coloca perpendicular a la dirección de buzamiento real (FC), con lo que estamos trabajando en un plano abatido. Medimos el ángulo en F y obten-



dremos el buzamiento real. **b=32°S.**

Figura 17

PROBLEMA 9

Dados tres puntos de una capa: A(800 mts), B(500 mts) y C(900 mts). Conociendo que la separación entre los puntos AB es de 850 mts en una dirección N75E (B al este de A). La recta AC tiene una dirección N120E y separa a ambos puntos una distancia de 1.100 mts, además sabemos que el punto C está situado al NW de la recta AB. Hallar dirección de esa capa y su buzamiento.

PROBLEMA 10

La dirección de una capa es N125E y buza 12° al SW. Nos encontramos en medio de una enorme llanura en un punto donde aflora la capa. En dirección sur de ese punto y a 500 mts de distancia se desea realizar un sondeo vertical. ¿A qué profundidad nos encontraremos la susodicha capa?

PROBLEMA 11

Partiendo de este esquema:

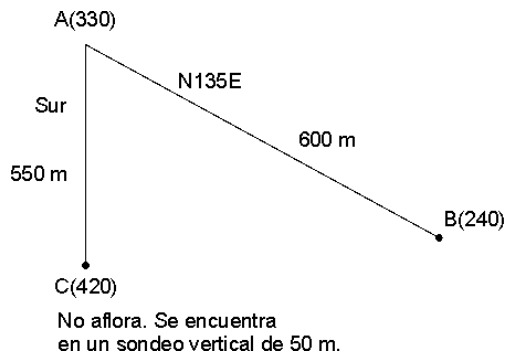


Figura 18

Calcular la dirección de la capa, buzamiento real y buzamiento aparente según la dirección N-S.

PROBLEMA 12

Una capa tiene dirección N100E y buza 54°S. En un punto A (600 mts) aflora la capa, ¿qué cotas deben tener los puntos B y C para que también aflore la capa en ellos?.

Datos:

Dirección AB = N220E; B al oeste de A. A-B = 600 mts.

Dirección AC = N160E; C al oeste de A. A-C = 700 mts.

PROBLEMA 13

¿En qué dirección el buzamiento aparente será de 20°, en una capa cuya dirección es N30E y su buzamiento real de 25°E?.

PROBLEMA 14

Tenemos tres puntos A,B,C de un plano, situados en línea N-S. El punto A está al norte de B a una distancia de 280 mts y B al norte de C a 90 mts. La cota de A es de 500 mts, la de B de 255 mts y la de C de 175 mts.

Determinar la dirección y buzamiento del plano o los planos que pasan por esos tres puntos.

PROBLEMA 15

Hallar dirección y buzamiento de la capa que pasa por A,B y C.

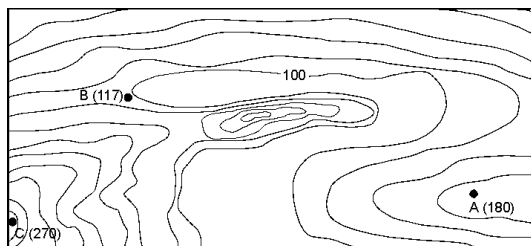


Figura 19

HORIZONTALES DE CAPA

Conceptos:

En este tipo de problemas la principal herramienta de trabajo son las llamadas horizontales de capa, con ellas se pueden elaborar trazados cartográficos sobre mapas.

Horizontal de una capa: Línea perteneciente a una capa contenida en un plano horizontal. Por tanto la horizontal une puntos de la capa con la misma cota (la del plano horizontal de referencia), lo que significa que es paralela a la dirección de la capa. Todas las horizontales de una capa son necesariamente paralelas y cualquiera de ellas representa la dirección de la capa.

En el plano práctico, conocidos dos puntos de una capa a la misma cota, a través de ellos se puede trazar una recta que es la horizontal de capa a la cota correspondiente.

Dibujos aclaratorios:

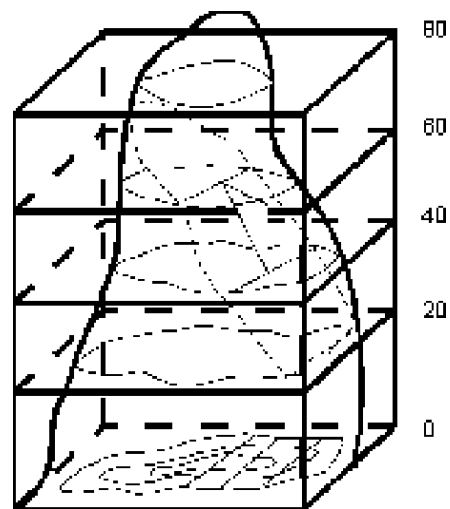


Figura 20

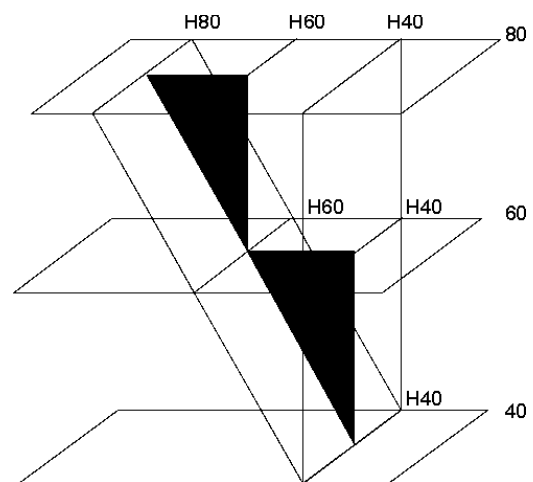


Figura 21

En los mapas topográficos las curvas de nivel representan los planos horizontales.

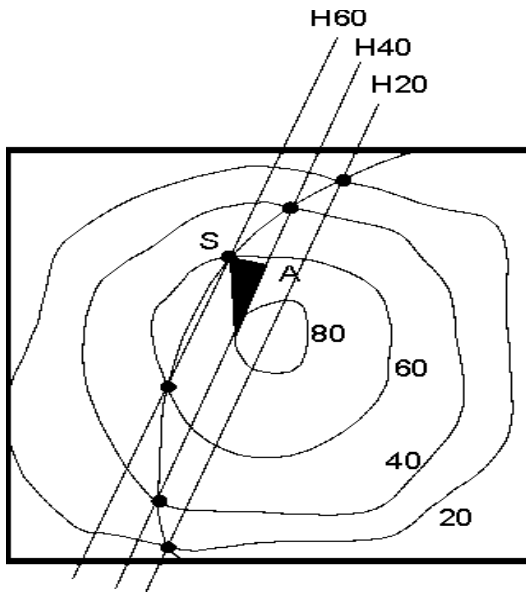


Figura 22

Los límites de la capa en un mapa topográfico vienen definidos por los puntos de intersección entre las horizontales de capa con las curvas de nivel de la misma cota. Así cuando la horizontal de capa tiene una cota inferior a la de la superficie, la capa se encontrará en el subsuelo, si por el contrario la horizontal de capa tiene una cota superior a la del terreno, la capa no existe, podemos decir que ha desaparecido o se ha erosionado. Uniendo todos los puntos de intersección correspondientes, obtendremos el **trazado cartográfico** de la capa.

Cálculo sencillo de la potencia (espesor) de una capa horizontal:

Consiste en hallar las cotas de la superficie interior de la capa llamada muro y de la superior o techo, al ser ambas horizontales su espesor en simplemente la resta de ambas cotas.

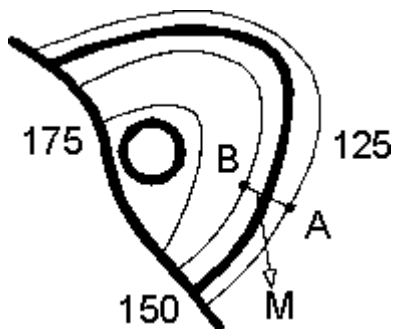


Figura 23

Supongamos los siguientes valores $AB=9$; $BM=5$; $AM=4$. Equidistancia=25 mts.

Según la relación $90/40=25/X$ de donde $X=11$ mts.

Por tanto la cota de M (muro de la capa) será $M=125 \text{ mts}+11 \text{ mts}=136 \text{ mts}$.

La potencia de la capa se obtiene restando a la cota del techo la del muro es

$$200 \text{ mts}-136 \text{ mts}=64 \text{ mts}$$

La potencia de la capa es de 64 mts.

Sería interesante para este tipo de problemas tener presente las famosas reglas de las Vs, sobre la interacción de capas buzantes con la topografía.

PROBLEMA 16. Resuelto

Las horizontales de un estrato tienen una dirección de N45E.

Hallar el buzamiento, sabiendo que dichas horizontales están espaciadas 250 mts y que las curvas de nivel tienen una equidistancia de 100 mts.

Bloque diagrama del enunciado:

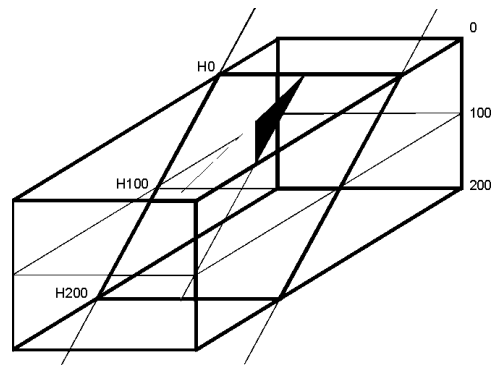


Figura 24

Explicación:

Se traza la dirección N45E y se la considera como H-0.

Perpendicular a esa dirección se miden 250 mts (separación que debe haber para tener otra horizontal con 100 mts de desnivel), y se traza otra paralela. Esa perpendicular representa la dirección de buzamiento real, por tanto perpendicular a ella se han de poner los 100 mts (plano abatido). La paralela que hemos trazado será la H-100. Midiendo el ángulo en el plano abatido obtendremos el buzamiento.

Está claro que se pueden encontrar otras horizontales de capa. Compruébese que el buzamiento es el mismo independiente de la horizontal que se utilice para su medición.

Resolución gráfica del problema 16:

(Ver Figura 25 en la siguiente página)

PROBLEMA 17

En un punto A de cota 880 mts, hacemos un sondeo vertical y después de sondear 180 mts en encontramos una capa de carbón.

En dirección N50E y a 600 mts al este de A se encuentra un lugar característico que conoceremos como punto B (320 mts) donde aflora la misma capa.

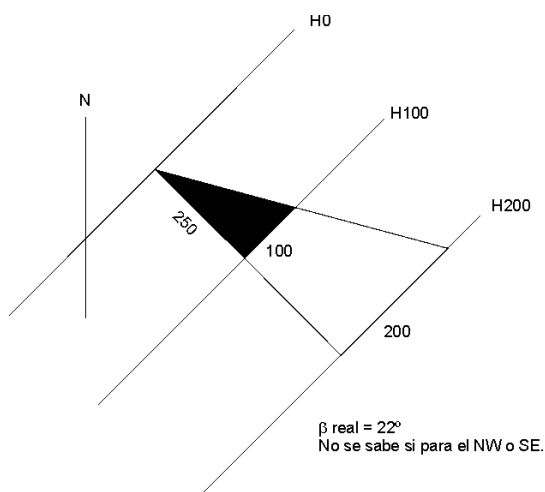


Figura 25
(Correspondiente al problema 16)

Como aflora en B, medimos su dirección que resulta ser N195E. Hallar el buzamiento e indicar hacia donde buza.

Un punto C, sito a 200 mts al sureste de A, en concreto en la dirección N145E; aflora también la capa. ¿Qué cota tiene este punto C?

Justamente al este de A y a 700 mts se encuentra el punto D, en el cual se quiere realizar un sondeo. ¿A qué profundidad encontraran la capa?

PROBLEMA 18

Dibujar el trazado cartográfico (la línea de afloramiento) que producen sobre el siguiente mapa topográfico las dos capas que aparecen representadas mediante la dirección y buzamiento. La solución ha de encontrarse mediante el trazado de horizontales de capa.

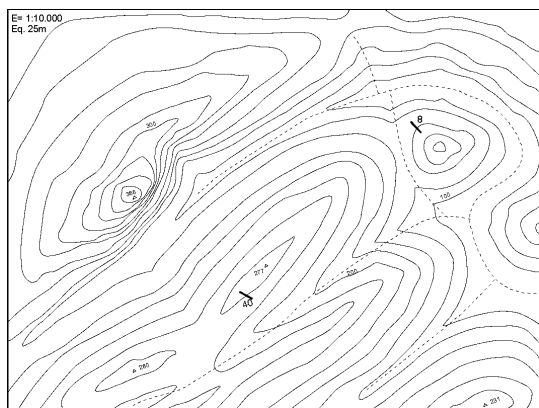


Figura 26

PROBLEMA 19

Hallar la dirección y el buzamiento de la capa que se dibuja en el mapa y completar el trazado cartográfico de la misma.

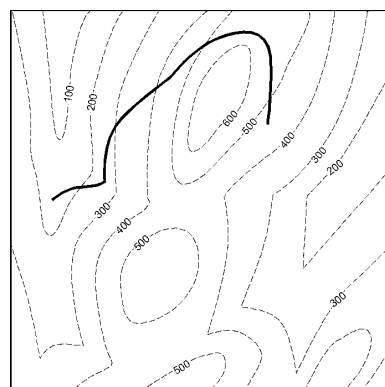


Figura 27

PROBLEMA 20

En A, B y C aflora una capa. Hallar dirección y buzamiento de la misma, así como su trazado cartográfico.

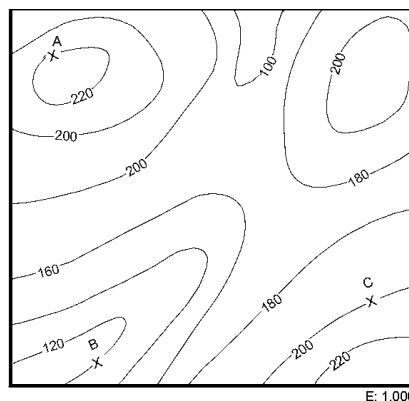


Figura 28

PROBLEMA 21

En el siguiente mapa se muestra parte del trazado cartográfico de una capa. Hallar la dirección y buzamiento. Completar el trazado cartográfico.

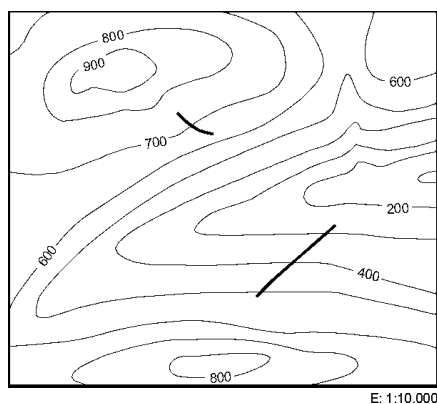


Figura 29

PROBLEMA 22

En el mapa se muestra parte del trazado cartográfico de una capa.

Hallar la dirección y buzamiento, así como completar el trazado cartográfico.

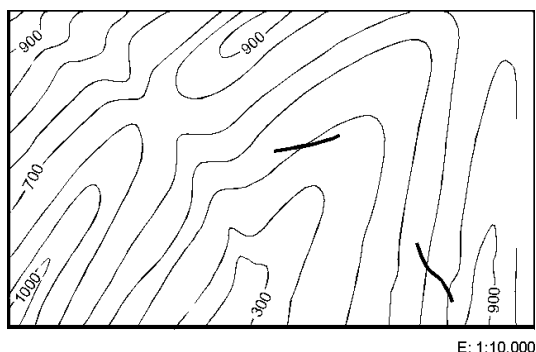


Figura 30

AGRADECIMIENTOS

A Rubén Villoria por el tratamiento digital de las figuras.

BIBLIOGRAFÍA

Bennison, G.M. (1969). *An introduction to geological structures and maps*. Edward Arnold Ltd. London.

Corberó, M.V. et al. (1988). *Trabajar mapas*. Biblioteca de recursos didácticos Alhambra. Madrid

Martínez-Torres, L.M.; Ramón-Lluch, R; Eguiluz, L. (1993). *Planos acotados aplicados a geología*. Servicio editorial Universidad del País Vasco. Bilbao.

Platt, J.I.; Challinor, J. (1974). *Simple geological structures. Metric Edition*. Thomas Murby publication of George Allen and Unwin. Boston. Sydney.

Platt, J.I. (1980). *A series of elementary exercises upon geological maps. Metric Edition*. Thomas Murby publication of George Allen and Unwin. Boston. Sydney.

Ramón-Lluch, R.; Martínez-Torres, L.M. (1993). *Introducción a la cartografía geológica*. Servicio editorial Universidad del País Vasco. Bilbao.

Strahler, A.N.; Strahler, A.H. (1984). *Exercises in physical geography*. John Wiley and Sons. New York

Thomas, J.A.G. (1977). *An introduction to geological maps*. George Allen and Unwin Thomas Murby. Boston. Sidney. ■

