

TEMA 1: Cartografía.

1.1 Generalidades

Durante el desarrollo de las operaciones se presentan situaciones determinadas; calcular datos para el tiro, situar Unidades propias o enemigas, localizar puntos de avituallamiento, etc., que van a requerir el saber situar por sus coordenadas un punto del terreno sobre el mapa o viceversa.

Existen distintos sistemas para situar un punto en un mapa como son:

- Las coordenadas geográficas (latitud y longitud).
- Las coordenadas polares (dirección y distancia).
- Las coordenadas rectangulares (X e Y).

En este capítulo, desde el punto de vista del nivel a alcanzar en esta materia, se van a tratar dos de los tres sistemas anteriormente mencionados; situar un punto sobre el mapa mediante coordenadas polares y coordenadas rectangulares.

En la cartografía militar, al nivel que nos interesa, el sistema más utilizado es el de coordenadas rectangulares dadas para una proyección tipo. Se toma como proyección tipo la Universal Transversa Mercator (UTM).

1.2 Coordenadas rectangulares o cartesianas. Ejes de Coordenadas

Las dos líneas perpendiculares numeradas desde el punto de cruce según un patrón dado se denominan ejes de coordenadas cartesianas.

El eje horizontal se denomina eje de abscisas o eje X; viene numerado de izquierda a derecha.

El eje vertical se denomina eje de ordenadas o eje Y; viene numerado de abajo arriba.

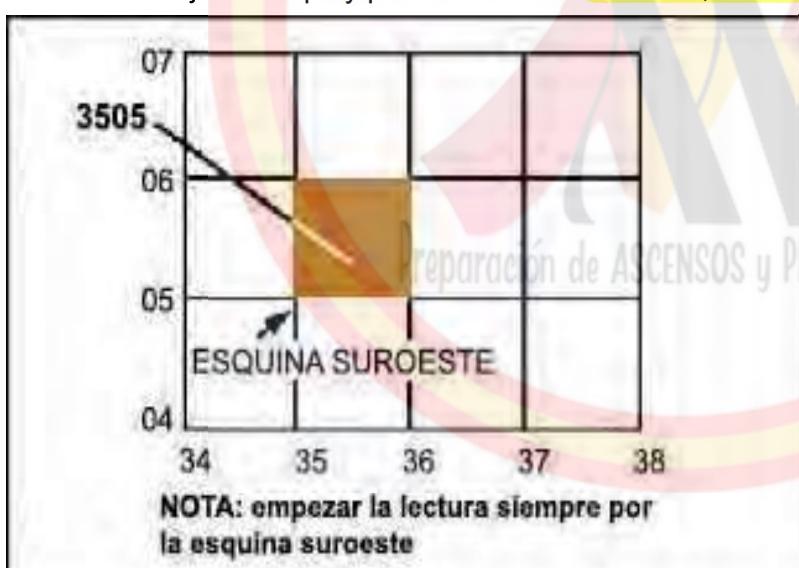
Las coordenadas rectangulares, también llamadas coordenadas cartesianas, son una serie de números que representan la separación que existe entre un punto dado y cada uno de los ejes. En cada hoja de mapa y para las escalas 1:10.000, 1:25.000 y 1:50.000, que son las más usuales,

la numeración representa kilómetros en el terreno. Es decir, las cuadrículas del mapa representan un cuadrado de un kilómetro de lado (cuadrícula kilométrica).

El mapa militar nos ayuda a informar con precisión sobre nuestra posición en el terreno o la de un objetivo. El mapa militar empleado en operaciones es el de escala 1:50.000

y contiene líneas verticales y horizontales que forman pequeños cuadrados de 1 km de lado llamados cuadrículas.

Las líneas que forman las



cuadrículas están numeradas, figurando dichos números a lo largo de los bordes externos del mapa. La numeración correspondiente a cada cuadrícula kilométrica viene determinada por las de la línea vertical y la horizontal que se cruzan en la esquina inferior izquierda (suroeste) de la cuadrícula. Así, la cuadrícula "3505" corresponde al lugar donde se cruzan la línea vertical "35" y la línea horizontal "05", tomándola como esquina inferior izquierda.

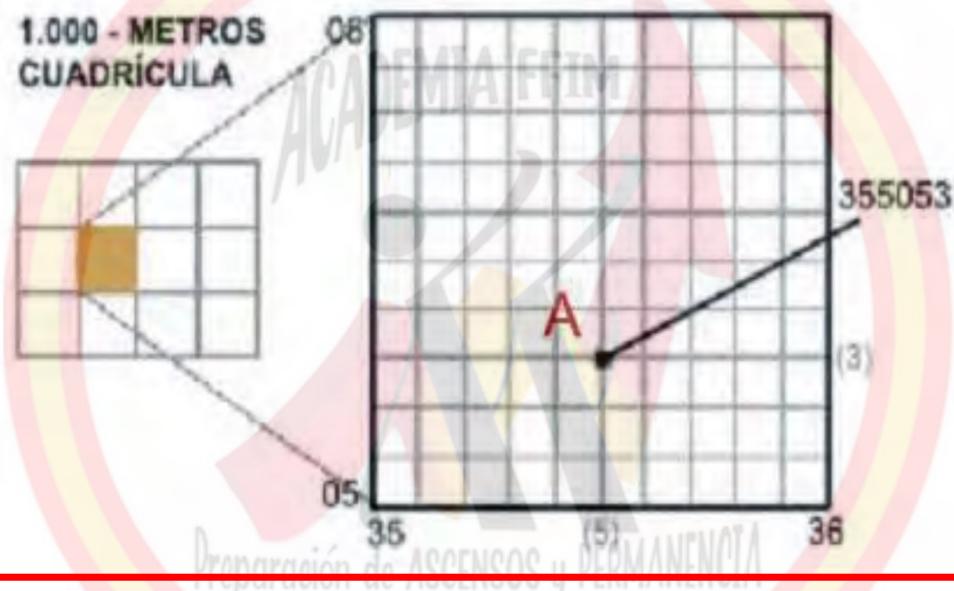
Las coordenadas se dan poniendo en primer lugar los números correspondientes a la línea horizontal (X), y a continuación los de la línea vertical (Y).

La precisión de la localización de un punto del mapa depende del número de dígitos que se den como coordenadas, **y cuantos más dígitos se den, más precisa será la localización del punto.** Por ejemplo, si damos “3505” como coordenadas del punto, nos estamos refiriendo a un punto situado en la cuadrícula de 1 km, siendo por lo tanto muy escasa la precisión (posibilidad de error de hasta 1.000 metros); si damos como coordenadas “355053”, la precisión de las coordenadas es mayor, pues estamos dando la situación del punto con un error inferior a 100 metros.

1.3 Determinación de las coordenadas dado un punto del mapa.

1.3.1 Determinar a la estima las coordenadas de un punto en el mapa.

- Buscar la línea vertical más próxima a la izquierda del punto A y apuntar el número grande que la rotula: 35.
- Estimar en décimas partes del intervalo de la cuadrícula la distancia de la línea vertical al punto A (como si dividiéramos la cuadrícula en diez líneas verticales imaginarias) y vemos que el punto A está en la 5.a línea imaginaria. Ya tenemos la primera mitad de las coordenadas del punto A, que son: 355.



- A continuación, buscar la línea horizontal más próxima por debajo del punto A y apuntar el número grande que la rotula: 05.
- Estimar en décimas partes del intervalo de la cuadrícula la distancia de la línea horizontal al punto A (como si dividiéramos la cuadrícula en diez líneas horizontales imaginarias) y vemos que el punto A está en la 3^a línea horizontal imaginaria.

Ya tenemos la segunda mitad de las coordenadas del punto A, que son: 053.

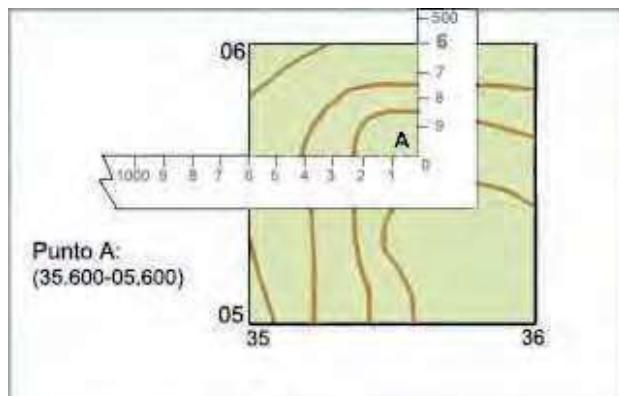
- Hemos encontrado, por lo tanto, las coordenadas del punto A: 355053 con un error inferior a 100 metros.

1.3.2 Determinar las coordenadas del punto “A” empleando un coordinatógrafo.

El coordinatógrafo consiste en una tira de cartulina o plástico en forma de ángulo recto abierto hacia la izquierda y que contiene una escala vertical y otra horizontal.

- Localizar la cuadrícula kilométrica dentro de la cual se encuentra el punto A, anotándolo: 3505. Se obtienen así los dos primeros números y el 4º y 5º de las coordenadas del punto A. El coordinatógrafo nos permitirá hallar el 3º y 6º números de las coordenadas.

— Colocar el coordinatógrafo junto al punto A, de tal manera que la escala horizontal quede apoyada sobre la línea horizontal de la cuadrícula y el punto A pegado a la escala vertical. Para determinar el tercer número de las coordenadas, miramos en la correspondiente marca de 100 metros en la escala horizontal. La marca de 100 metros sobre la escala vertical nos dará el 6º número. Así, las coordenadas del punto A son: 356056.

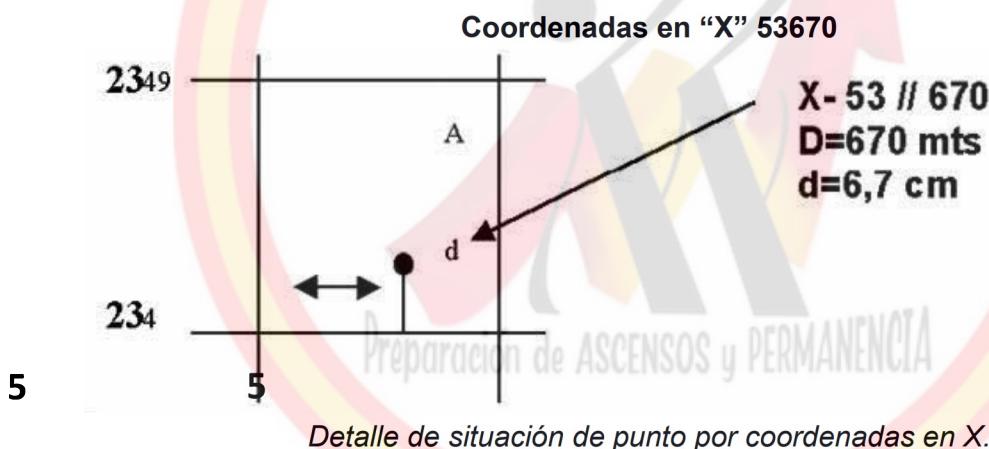


1.4 Localización de un punto dadas sus coordenadas

Dadas las coordenadas de un punto, con aproximación al metro, se separarán las coordenadas de X e Y; para ello dividiremos el grupo de cifras en dos subgrupos con igual cantidad de dígitos; el primer grupo corresponderá al valor de las abscisas o X (23670) expresadas, en este caso, en metros y el segundo grupo al valor de las ordenadas o Y (48230).

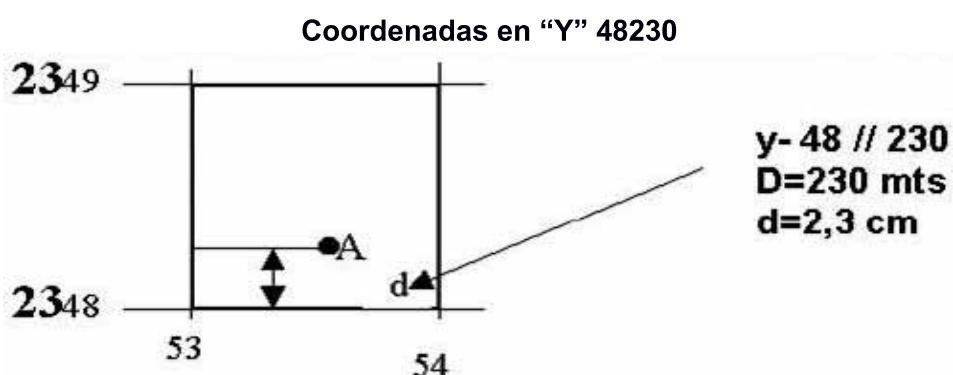
1.4.1 Coordenadas en X

Se separarán las tres últimas cifras y con las restantes se localizará la cuadrícula en la que se encuentra el punto. Las tres últimas cifras, que están expresadas en metros, se dividen por el denominador de la escala (paso a centímetros) y su resultado nos representa la separación que existe con respecto al eje de abscisa, trazando una perpendicular por ese punto.



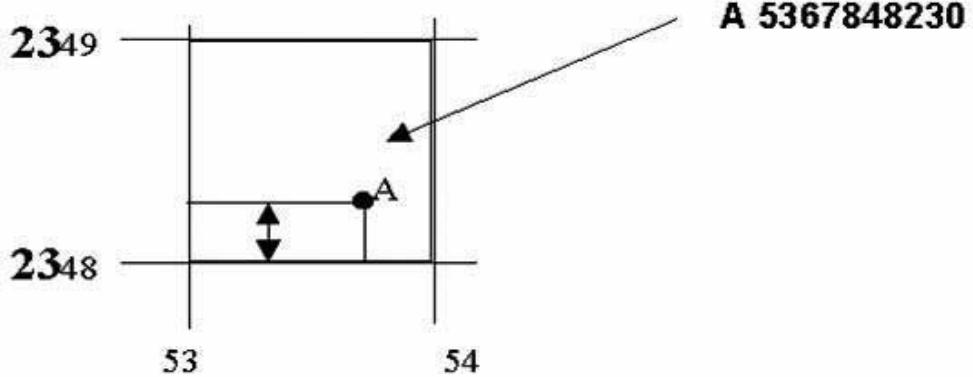
1.4.2 Coordenadas en Y

Se realiza de forma análoga que para las coordenadas en X:



Detalle de situación de punto por coordenadas en Y.

Donde se cruzan las dos perpendiculares de las coordenadas de X e Y es la situación del punto.



Detalle de situación de punto por coordenadas

1.5 Situación de un punto por coordenadas polares

Cuando existan dudas para situar un punto del terreno sobre el mapa, podemos recurrir al empleo de las coordenadas polares para situarlo con una precisión muy aceptable.

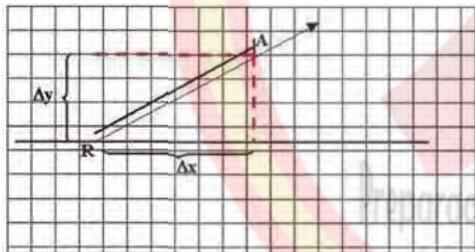
La determinación del punto podrá realizarse de forma gráfica o analítica.

Para situar un punto por coordenadas polares necesitaremos:

- Una referencia o punto de estación de coordenadas conocidas.
- Una brújula o cualquier otro aparato provisto de una declinatoria.
- Un medio para medir distancias (normalmente a la estima).
- Un medio para medir ángulos (T-12 o transportador de ángulos).

REF
BRUJ / DECL
DIST
ANGULOS

1.5.1 Procedimiento gráfico



El valor, positivo o negativo, dependerá del rumbo obtenido:

$R \rightarrow 270^\circ - 0^\circ$	$R \rightarrow 0^\circ - 90^\circ$
$\Delta x = -$	$\Delta x = +$
$\Delta y = +$	$\Delta y = +$
<hr/>	<hr/>
$R \rightarrow 180^\circ - 270^\circ$	$R \rightarrow 90^\circ - 180^\circ$
$\Delta x = -$	$\Delta x = +$
$\Delta y = -$	$\Delta y = -$

1. Medimos desde la referencia (punto de estación) R:
 - Rumbo RA= 120° .
 - Distancia RA= 1.200 m.

2. Tomando como origen el punto de estación, materializamos sobre el mapa la dirección del rumbo obtenido (para obtener mayor precisión es conveniente pasarlo a orientación).

3. Sobre la recta obtenida en el apartado anterior y con origen en la referencia, marcamos, a la escala del mapa, la distancia obtenida.

La marca sobre el mapa así obtenida representa el punto cuya situación queremos determinar.

Este mismo problema podríamos solucionarlo así sobre una hoja de papel milimetrado:

- Situamos el punto de estación sobre un eje de cuadrícula cualquiera.
- Con un transportador de ángulos, materializamos el valor angular del rumbo obtenido.
- Sobre la dirección obtenida en el apartado anterior marcamos, a escala, la distancia obtenida.
- Por el punto obtenido trazamos perpendiculares a los ejes de cuadrícula de la referencia y medimos los valores de los incrementos de X y de Y.
- Añadiendo los valores de los incrementos de X e Y a las coordenadas de la referencia (punto de estación) tendremos las coordenadas del punto.

Ejemplo: Supongamos que me encuentro en el punto de coordenadas (450.300-850.600) y desde aquí quiero saber las coordenadas de un punto que veo, pero que no consigo localizar en el plano, disponiendo de un mapa de escala 1:50.000.

1. Desde mi punto de estación calculo con la brújula su rumbo, y me sale 85°.
2. Calculo la distancia mediante un prismático láser, y salen 1.300 m.
3. Abro el plano y marco mi punto de estación, ya que lo conozco perfectamente.
4. Mediante el T-12 o un transportador de ángulos y con base el punto de origen, trazo una línea que presente con el norte 85° (si quiero conseguir una mayor precisión, deberá pasar el rumbo a orientación).
5. Sobre la línea trazada anteriormente, empezando por el punto de estación, mido, a la escala del mapa, 1.300 metros (si 50.000 cm en el terreno corresponde a 1 cm en el plano, 130.000 cm medidos en el terreno corresponderán a x cm medidos en el plano; es decir, $130.000 : 50.000 = 2,6$ cm).
6. Una vez medidos los 2,6 cm sobre la línea obtenida en el paso 4, calculo con el escalímetro o con la regla las coordenadas del punto que quiero saber y que no conseguía localizar en el plano.

1.6 Determinación de puntos aislados del terreno

Estos métodos, en general, tienen por objeto la determinación de puntos aislados del terreno, lo cual permite obtenerlos con una precisión razonable.

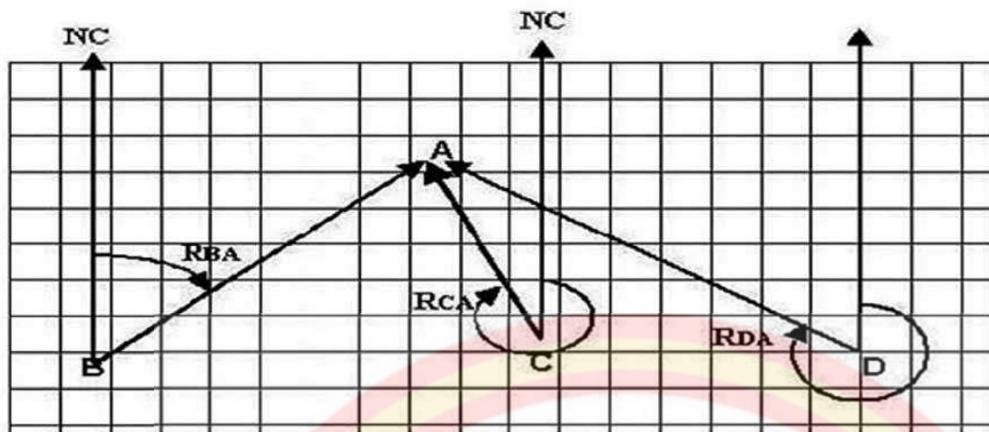
Vamos a recordar el concepto de rumbo inverso. Rumbo inverso de una dirección AB es el ángulo que forma el norte magnético con la dirección opuesta BA, en el sentido de las agujas del reloj. Se puede decir que el rumbo inverso (R_{BA}) difiere del rumbo (R_{AB}) en 180°, para una misma dirección.

1.6.1 Método de la intersección.

Si nos encontramos en una zona en la que, con ayuda del mapa, no podemos localizar el punto donde nos encontramos, actuaremos del siguiente modo:

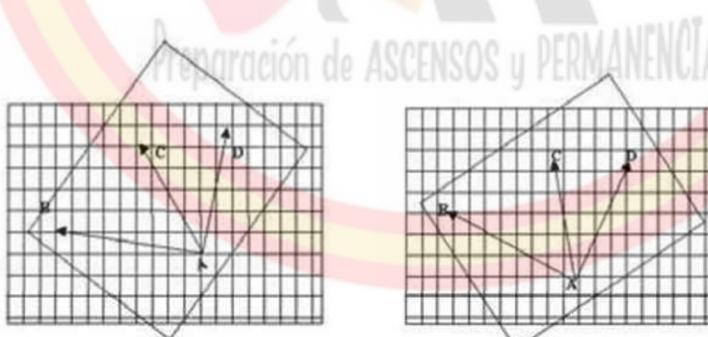
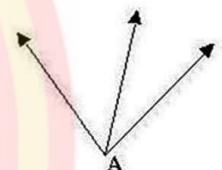
1. Localizar en el terreno referencias claras: cotas, vértices geográficos, ermitas, antenas repetidoras, etc.; debemos tener la certeza de que dichas referencias se encuentran representadas en el mapa y que podemos localizarlas en él. De las referencias identificadas, necesitaremos un mínimo de dos, pero es preferible tener tres localizadas sobre el mapa.
2. Con ayuda de la brújula, mediremos el rumbo desde nuestra posición a cada una de ellas; con estos rumbos, calcularemos los rumbos inversos a cada una de las referencias.
3. Con los "Datos para el centro de la hoja" (impresos en la parte posterior del mapa), transformaremos los rumbos inversos en orientaciones.
4. Situándonos sobre cada una de las referencias, trazaremos una línea que, con el norte de la cuadrícula, forme un ángulo equivalente al valor de la orientación calculada en el paso anterior.

5. Si hemos utilizado dos referencias, el punto donde se cruzan las dos rectas marcadas será el punto en el cual nos encontramos; si, por el contrario, hemos utilizado tres referencias (mayor precisión), las tres rectas marcadas se cruzarán formando (generalmente) un pequeño triángulo, en cuyo centro nos encontramos.



El empleo de este método conlleva un deterioro prematuro del mapa; para evitarlo, y siempre que dispongamos del material necesario (hoja de papel transparente), emplearemos el **método Pothenot** o del papel transparente, de desarrollo muy similar al anterior:

1. Se identifican, por lo menos, tres puntos del terreno en el mapa.
2. Con ayuda de la brújula medimos los ángulos que forman en el terreno las visuales desde el punto de estación a cada uno de los puntos identificados.
3. En un papel transparente y con un punto cualquiera como vértice, se dibujan los ángulos medidos en la figura siguiente.
 - Llevando el papel transparente sobre el mapa, y por sucesivos desplazamientos, se hace que las tres visuales pasen, cada una de ellas, por el punto que en el mapa le corresponda

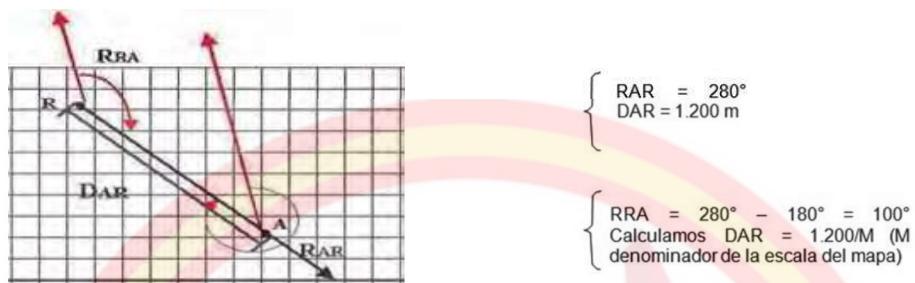


- Una vez que todas las visuales dibujadas en el papel pasan a la vez por estos puntos, se marca el vértice de los ángulos; este será el punto de estación

1.6.2 Método de una referencia conocida

Para situar un punto A en el mapa a partir de una referencia de coordenadas conocidas, necesitaremos determinar un valor angular, que nos marque una dirección, y la distancia que nos separa de la referencia; para ello:

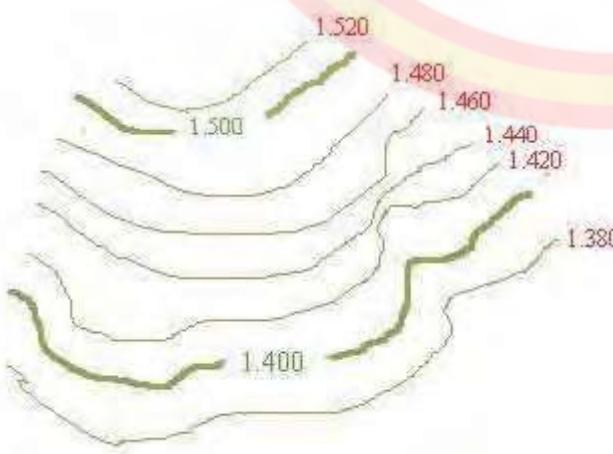
1. Elegir una referencia fácilmente identificable en el terreno y en el mapa.
2. Medir en el terreno, con ayuda de la brújula, el rumbo a la referencia elegida y su distancia (emplear para ello los medios disponibles).
3. Tomando como origen la referencia, trazar sobre el mapa la dirección correspondiente al rumbo inverso (es conveniente emplear la orientación) y, sobre ella, marcar la distancia a escala. La marca así obtenida representa el punto en el cual nos encontramos.



1.7 Altitud de un punto.

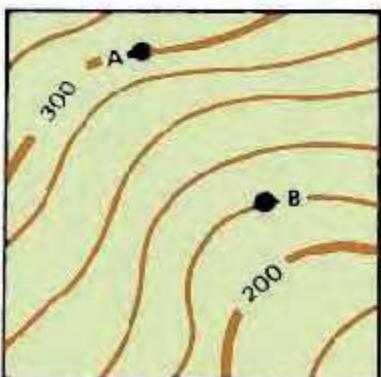
1.7.1 Generalidades

Las formas del terreno, es decir, el relieve, se representan en los mapas militares mediante curvas de nivel, en las que todos los puntos situados en una misma curva de nivel tienen la misma altitud (cota) con respecto al nivel del mar. Si observamos el mapa a escala 1:50.000 vemos que hay unas curvas de color marrón con un trazo más grueso (curvas directoras o maestras) que las situadas a ambos lados de ella. Las curvas directoras están rotuladas con la cifra correspondiente a su altitud de 100 en 100 metros. Entre cada dos curvas directoras hay cuatro curvas de nivel con un trazo más fino que no están numeradas y, por tanto, la diferencia de nivel (intervalo) entre dos curvas contiguas es de 20 metros. Si se tratase de un mapa militar de una escala distinta (por ejemplo, 1:10.000, 1:25.000, 1:100.00, etc.) en la leyenda situada en la parte inferior de la hoja del mapa, debajo de las escalas gráficas, figura la equidistancia entre dos curvas de nivel contiguas. Las curvas de nivel no se cruzan entre sí.



1.7.2 Determinación de la altitud de un punto del mapa.

Determinar la altitud del punto:



— Localizar las curvas de nivel más próximas al punto cuya altitud queremos determinar. En la leyenda situada en la parte inferior de la hoja del mapa, debajo de las escalas gráficas, figura la equidistancia entre dos curvas de nivel contiguas. Si se trata de un mapa escala 1:50.000, vemos que la equidistancia es de 20 metros.

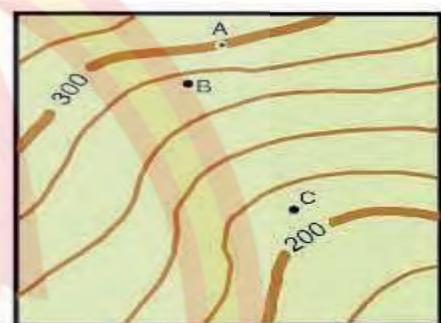
— Buscar las curvas de nivel directoras (las rotuladas más gruesas en color marrón) más próximas al punto cuya altitud queremos determinar. Fijarse en las cifras que llevan rotuladas para comprobar si el terreno donde está situado el punto es ascendente o descendente.

Contar, hacia arriba o hacia abajo, el número de curvas de nivel que tenemos que cruzar para ir desde el punto a la curva de nivel directora más próxima para determinar la altitud (cota) de la curva de nivel más próxima al punto. Si estamos trabajando con un mapa escala 1:50.000, la diferencia de nivel entre dos curvas contiguas es de 20 metros. En la figura vemos que el punto A se encuentra a 300 metros de altura, y el B, a 220 metros.

— Si el punto está situado sobre una curva de nivel, su altitud será la de dicha curva de nivel.

— Si el punto está situado entre dos curvas de nivel:

- Si se encuentra a menos de 1/4 de distancia de una de las curvas de nivel, se considerará que su altitud es la misma de dicha curva de nivel. (punto B a 280 m).
- Si se encuentra a una distancia entre 1/4 y 3/4 de la distancia existente entre las dos curvas de nivel en que se encuentra el punto, se considerará que su altitud es la que corresponde al punto medio de la distancia entre dichas curvas (punto C a 210 m).



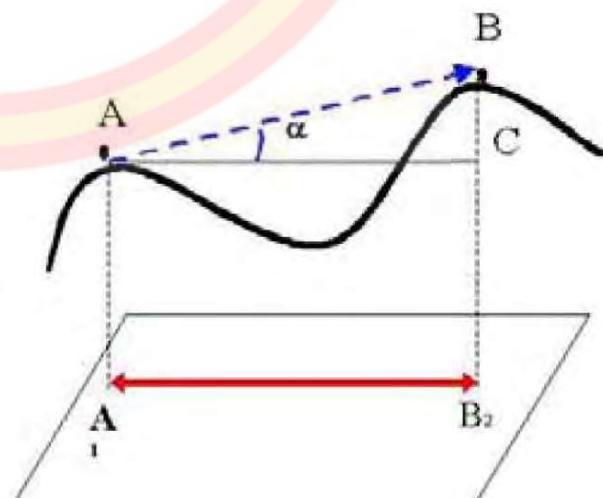
1.8 Medir pendientes entre dos puntos

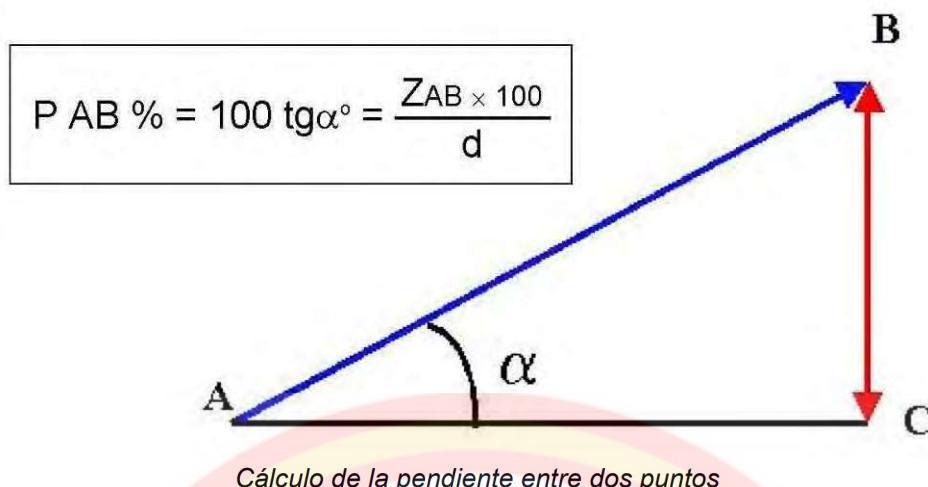
1.8.1 Generalidades

Sean los puntos A y B del terreno cuya pendiente queremos determinar.

En la figura hemos proyectado ortogonalmente los puntos A y B sobre el plano horizontal, obteniendo los puntos A₁ y B₂. Las distancias verticales AA₁ y BB₂ serán las altitudes o cotas de los puntos A y B respecto del plano horizontal de cota cero (0). Luego la diferencia de nivel entre A y B será BC, representada en el dibujo. El ángulo BAC = α° , representado en el dibujo, es el ángulo de pendiente entre los puntos A y B, o dicho de otra forma, el ángulo de pendiente de la recta AB.

Determinar una pendiente



1.8.2 Cálculo de la pendiente entre dos punto en tantos por ciento.

La pendiente entre A y B nos indica los metros que se sube (valor positivo) o los que se baja (valor negativo) por cada 100 metros de distancia reducida u horizontal.

La distancia real recorrida, distancia geométrica, la podemos calcular mediante el teorema de Pitágoras (en un triángulo rectángulo, la hipotenusa es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de sus catetos). Pongamos un ejemplo: Me encuentro en el punto "A" cuya altura, vista en el mapa, es de 850 metros y quiero marchar al punto "B", cuya altura es de 725 metros; la distancia entre ambos puntos, medida también en el mapa, de escala 1/50.000, con una regla, es de 1,2 centímetros. Quiero calcular la pendiente media que tengo que subir para ir de "A" hasta "B" y la distancia geométrica que deberá recorrer.

Primero calcularé la diferencia de nivel: Como me encuentro a una altura de 850 metros y tengo que ir a un punto que se encuentra a 725 metros, esto quiere decir que mi recorrido será de bajada, por tanto la pendiente será negativa (-).

$$725 - 850 = -125 \text{ metros}$$

Segundo, obtendré la distancia reducida entre ambos puntos: Como la distancia medida en el plano es de 1,2 centímetros y la escala es de 1/50.000, la distancia en el terreno será de:

$$1,2 \times 50.000 = 60.000 \text{ centímetros} = 600 \text{ metros}$$

Tercero, efectuaré el cálculo de la pendiente entre los dos puntos: Según la fórmula vista en el punto 2.2., Pendiente = Z (A-B) x 100/d

$$\text{Pendiente} = -125 \times 100 / 600 = -20,833\%$$

Cuarto, calcularé la distancia geométrica entre ambos puntos: Por el teorema de Pitágoras, La hipotenusa al cuadrado es igual a la suma de ambos catetos al cuadrado, esto es, la distancia geométrica al cuadrado es igual al cuadrado de la altura más el cuadrado de la distancia reducida:

$$D.G. ^2 = 125^2 + 600^2$$

$$D.G.=\sqrt{125^2 + 600^2}$$

$$D.G.=612.88m$$



Pendiente del 6%

Como ejemplo práctico podemos pensar que cuando marchamos por una carretera y nos encontramos con la anterior señal, ésta nos indica que nos acercamos a una pendiente en la que por cada 100 metros que avancemos, en distancia reducida, subiremos seis metros.

