

MÉTODOS TOPOGRÁFICOS

Tienen como objeto determinar la posición de los puntos del terreno, para posteriormente representarlos en el plano mediante la consiguiente reducción de escala, teniendo en cuenta que las coordenadas se encuentren dentro de la tolerancia requerida en función de dicha escala.

Una vez realizada la toma de datos, hay que calcular el error de cierre, y si está dentro de los límites de la tolerancia del trabajo, se procederá a realizar la compensación.

Los métodos topográficos se dividen en:

- métodos planimétricos (cálculo de coordenadas X,Y)
- métodos altimétricos (cálculo de la coordenada Z)

MÉTODOS PLANIMÉTRICOS

Triangulación de la red topográfica

Intersección directa y trisección inversa

Itinerario y radiación

A.Triangulación de la red topográfica

Para densificar los vértices de la Red Geodésica se realiza la triangulación de la red topográfica, consistente en la instalación de hitos o clavos en los que se colocan banderolas con el fin de poder realizar las observaciones y dar coordenadas a esos vértices a partir de las coordenadas conocidas de la Red Geodésica.

Las redes topográficas se diseñan según el concepto de triangulación (observación de los ángulos de los triángulos) o con el de trilateración (medición de lados), tendiéndose a la utilización de procedimientos de observación mixtos, procurándose que los triángulos a calcular cumplan los requisitos mínimos de precisión (ángulos superiores a 25°), es decir triángulos los más próximos a equiláteros.

A.2. Toma de datos

La toma de datos en la triangulación se realiza estacionando en un vértice y observando la Red por medio de reiteraciones.

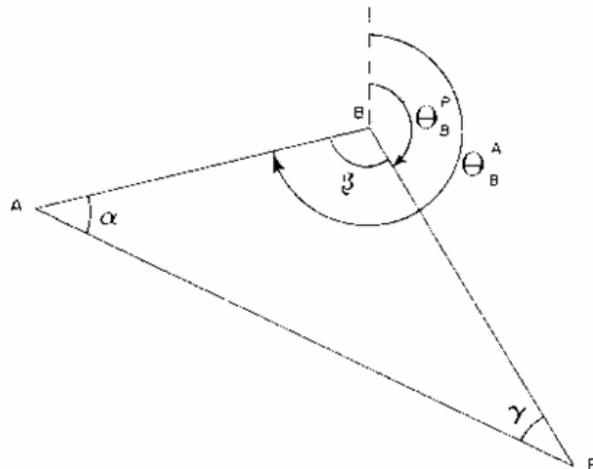
Los instrumentos empleados en este método son por lo tanto los de mayor precisión es decir teodolitos.

B.2. Toma de datos

En ambos casos se emplean teodolitos para la lectura de los ángulos con gran precisión y se realizan las anotaciones de los ángulos en el estadillo correspondiente. La toma de datos se realiza por reiteraciones sucesivas.

B.3. Cálculos

Se determinan los valores promedios de todas las direcciones, calculándose posteriormente las coordenadas planimétricas. Las coordenadas altimétricas se calculan generalmente mediante la realización de una nivelación de precisión.



Las coordenadas del punto P, se calcula aplicando las Fórmulas de Young:

$$x_p = \frac{x_A \operatorname{ctg}\beta + x_B \operatorname{ctg}\alpha - y_A + y_B}{\operatorname{ctg}\beta + \operatorname{ctg}\alpha}$$

$$y_p = \frac{y_A \operatorname{ctg}\beta + y_B \operatorname{ctg}\alpha + x_A - x_B}{\operatorname{ctg}\beta + \operatorname{ctg}\alpha}$$

C. ITINERARIO Y RADIACIÓN

Itinerario: Contorno poligonal formado por tramos rectos que enlazan los puntos a levantar. Estos puntos quedan definidos por la medición de distancias y direcciones entre ejes adyacentes.

Radiación: El trabajo de relleno del itinerario se conoce como método de radiación.

Como en todo trabajo topográfico el itinerario debe estar enlazado y orientado respecto a la Red Nacional.

C.2. Toma de datos

Estos métodos necesitan la medición de ángulos y distancias.

Ángulos:

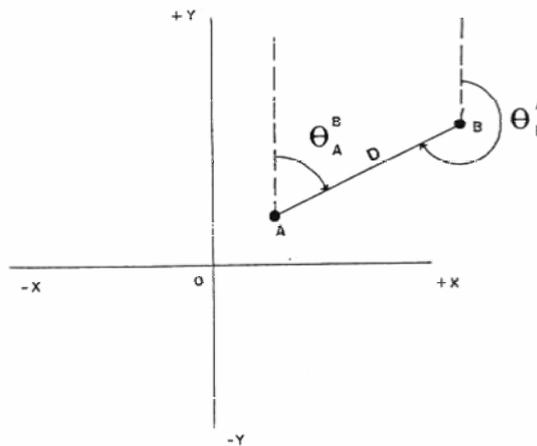
Ángulos horizontales:

Ángulos horizontal es la diferencia entre dos direcciones horizontales.

Acimut topográfico: ángulo horizontal referido al norte geográfico.

Para realizar la orientación del itinerario, es necesario calcular el acimut de arranque., quedando nuestro trabajo orientado respecto al norte geográfico en el plano.

Partiendo de dos puntos A, B de coordenadas conocidas (Xa, Ya, Za)... (Xb, Yb, Zb).....



El **acimut** se calcula con la siguiente fórmula:

$$\theta_A^B = \arctg \frac{Xb - Xa}{Yb - Ya}$$

$$\theta_B^A = 200^g + \theta_A^B (*)$$

Según en el cuadrante en que nos encontremos la fórmula se aplica directamente o se corrige el dato según la definición de acimut.

Cuadrante	Xb-Xa	Yb-Ya	Acimut real
I	+	+	θ
II	+	-	$200-\theta$
III	-	-	$200+\theta$
IV	-	+	$400-\theta$

(*)(Trabajando con ángulos centesimales)

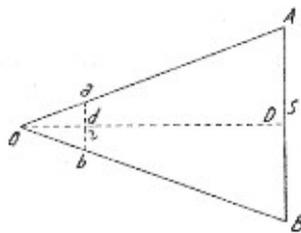
Ángulos verticales:

Distancia cenital o ángulo cenital o ángulo vertical: es el ángulo que forma el eje vertical del aparato a partir del cénit con la dirección observada (Eje de colimación).

Distancias:

La medida de distancias se puede realizar por métodos estadimétricos o por distanciometría.

Métodos estadimétricos (medición indirecta de distancias): es necesario que el instrumento lleve grabado en el anteojo la cruz filar, y el empleo de miras.



Supongamos (figura) que desde un punto O y utilizando los dos hilos de un retículo a b, dirigimos visuales a una mira vertical y dividida AB, situada en el extremo de la distancia horizontal OD, que trata de evaluarse. Si llamamos S al segmento AB interceptado en la mira, r a la separación de los hilos del retículo, d a la distancia Od desde el ojo al plano vertical del retículo y D a la longitud horizontal OD que ha de medirse, tendremos:

$$\frac{D}{d} = \frac{S}{r} \quad \Rightarrow \quad D = \frac{dxS}{r}$$

Conocidas las tres magnitudes del segundo miembro podremos deducir el valor de la distancia.

La relación $d/r = K$ se denomina constante diastimométrica, cuyo valor es 100.

El cálculo de las distancias vendrá dado por las fórmulas:

$$Dg = K \cdot S$$

$$Dr = Dg \cdot \text{sen}^2 \Delta, \quad \text{siendo } \Delta = \text{ángulo cenital}$$

Distanciometría (medición directa de distancias) : se emplean los distanciómetros y reflectores.

Distancia geométrica: es la distancia desde el aparato hasta el reflector.

Distancia reducida:

$$D_r = D_g \cdot \text{sen } \Delta, \quad \text{siendo } \Delta = \text{ángulo cenital}$$

Los datos se incorporarán a un estadillo o libreta de campo que puede tener la siguiente configuración:

Fórmulas taquimétricas:

Para calcular las coordenadas de los puntos del levantamiento topográfico se utilizan las fórmulas siguientes:

$$X = Dr. \operatorname{sen} \theta$$

$$Y = Dr. \operatorname{cos} \theta$$

$$Z = Dr. \operatorname{cotg} \Delta. + i - m$$

Siendo: i la altura del aparato desde el punto del terreno hasta su eje óptico

m = la altura del hilo central del retículo sobre la mira (taquimetría), o la altura del reflector (distanciometría).

AJUSTE Y COMPENSACIÓN DE ERRORES (Método de Bowdich)

Compensación de acimutes

Acimut real: θ_A^B

Acimut de llegada: $\theta_A^B \pm \text{error acimutal } (\varepsilon_\theta)$

Coefficiente de compensación: $\varepsilon_\theta / n^\circ$ estaciones

Como los errores en el arrastre de acimutes son de carácter acumulativo, la forma de compensarlos es:

A la primera estación le sumaremos o restaremos el coeficiente de compensación.

A la segunda, dos veces el coeficiente; así sucesivamente hasta llegar a la última en que se compensará con el error total ε_θ .

Compensación de coordenadas parciales x_p :

Partiendo de las coordenadas conocidas X_a, Y_a ; y del acimut de arranque θ_A^B

$$X_a + \sum x_p = X_a \pm \text{error de cierre en X } (C_x)$$

$$Y_a + \sum y_p = Y_a \pm \text{error de cierre en Y } (C_y)$$

Coefficientes de compensación:

$$p=Cx/\Sigma Dr$$

$$q=Cy/\Sigma Dr$$

Dr : distancia reducida

$$\bar{D} : Dr. \sqrt{2}$$

$$N= (p+q) \sqrt{2} /2$$

Coordenadas absolutas compensadas:

$$X_1= X_a+Dr. (p +\text{sen } \theta_A^1)$$

$$Y_1= Y_a+Dr. (q +\text{cos } \theta_A^1)$$

.....

.....

.....

.....

....

.....

$$X_a= X_n+Dr. (p.\text{sen } \theta_n^A)$$

$$Y_a= Y_n+Dr. (q.\text{cos } \theta_n^A)$$

Con este método se puede detectar el error cometido en una determinada estación:

Partiendo de las coordenadas conocidas X_a, Y_a , se calcula su suma:

$$X_a+Y_a= M_a$$

$$M_1= M_a + \bar{D} [N + \text{sen}(\theta_A^1+50)] = X_1+Y_1$$

.....

.....

$$M_a= M_n + \bar{D} [N + \text{sen}(\theta_n^A+50)] = X_A+Y_A$$

LEVANTAMIENTO MEDIANTE ESTACIÓN TOTAL

ESTACIÓN TOTAL



Una estación total permite efectuar las mismas operaciones que se efectúan con otros aparatos como los taquímetros y teodolitos incorporando las nuevas técnicas de la electrónica y la informática.

Permite la medida de distancias de forma automática sin más que apretar una tecla una vez hecha puntería en el prisma y el cálculo de coordenadas de los puntos del terreno.

Todas las funciones del aparato, se visualizan en una pantalla digital y un teclado como el de la foto.



Con una estación total se podrá determinar: la distancia horizontal o reducida, la distancia geométrica, el desnivel, los ángulos horizontales y verticales, así como las coordenadas X,Y,Z.

Toma de datos

Se estaciona el aparato en un punto de coordenadas conocidas, y se orienta con respecto a otro también conocido. El prisma o reflector se colocan en el punto que queremos determinar. A continuación se hace puntería sobre el prisma, enfocando según la distancia, y se pulsa la tecla correspondiente para iniciar la medición.

La estación lanzará una señal que será reflejada por el prisma y devuelta a la fuente emisora, registrándose el tiempo transcurrido, a partir del cual se determinará la distancia. El software incorporado en la estación se ocupa de realizar los cálculos presentando en la pantalla los datos que se necesiten.

Los resultados obtenidos no será necesario que los incorporemos a una libreta de campo con su correspondiente estadillo, pues el instrumento posee una libreta electrónica o colector de datos que va almacenándolos para la posterior descarga a un ordenador y la realización de los trabajos de gabinete (compensación de errores, dibujo del mapa, etc).

La secuencia de toma de datos sería:

1º) Estacionar el aparato

- Definir el plano horizontal utilizando los niveles del instrumento
- El eje vertical debe pasar por el punto del terreno sobre el que se quiere estacionar, utilizando la plomada láser
- Introducir las coordenadas del punto de estación

2º) Orientar el instrumento:

- Visar a un punto de coordenadas conocidas (no es necesario que sea accesible)
- Introducir las coordenadas del punto observado
- Orientar mediante la función correspondiente

3º) Cálculo de coordenadas del itinerario o radiación

- Colocar el reflector en el punto del cual queremos calcular sus coordenadas
- Hacer puntería con el anteojo sobre el reflector
- Realizar la medición (medición de distancias y ángulos)

Para cambiar de estación, situaremos el aparato donde estaba el reflector (que ya son coordenadas conocidas) y para enlazar se coloca el reflector en la estación anterior (coordenadas conocidas) y se repite el proceso de los puntos 1,2 y 3.

El estadillo o libreta de campo suele poder configurarse según los datos que necesitemos, por ejemplo puede quedar como el que aparece a continuación.

