

Podemos definir los Métodos Topográficos como el conjunto de observaciones topográficas (ángulos, distancias y desniveles) que se realizan según una determinada metodología con el fin de realizar LEVANTAMIENTOS Y REPLANTEOS.

Los métodos alimétricos, la nivelación topográfica, tienen como fin obtener o marcar la cota de un punto.

En cuanto a los observables alimétricos, los DESNIVELES, será necesario corregirlos de los efectos de la esfericidad y la refracción, ya que estos comienzan a notarse a partir de los 200 o 300 m.

Podemos diferenciar:

Cotas Ortométricas. Las definiremos como la distancia desde la superficie del geoide hasta los puntos sobre la superficie terrestre, medida a lo largo de la vertical que pasa por dichos puntos.

Cotas Dinámicas. La cota dinámica se obtiene a partir de un valor fijo de un valor estándar, tomado a una latitud arbitraria que normalmente es de 45° .

Tipos de Nivelaciones Topográficas.

Nivelación geométrica:

El instrumento empleado para la realización de una nivelación geométrica es el nivel o equialtímetro. Podemos establecer la siguiente clasificación:

Nivelación geométrica simple:

La longitud del tramo a nivelar es lo suficientemente corta como para que la nivelación esté compuesta por un único eje. Puede a su vez resolverse de dos formas diferentes, por el punto medio o por el punto extremo.

Nivelación geométrica compuesta:

La longitud del tramo a nivelar es demasiado grande para poder hacerlo con un único eje, por lo tanto se obtendrá el desnivel entre dos puntos A y B como resultado de varias nivelaciones geométricas simples.

El desnivel resultante entre los puntos A y B será la suma de todas las lecturas a mira de espaldas, menos la suma de todas las lecturas de frente. Siempre que sea posible, y con el objetivo de comprobar los datos, se realizarán itinerarios cerrados, o en todo caso se intentará que se parta de un punto de cota conocida y se llegue a otro punto de las mismas características. Los errores de cierre obtenidos se compensarán posteriormente.

Nivelación trigonométrica:

La nivelación trigonométrica se efectúa con la ayuda de un taquímetro o una estación total, con ambos instrumentos obtendremos un valor al que denominaremos como “t”, que será la diferencia de nivel entre el punto al que hagamos puntería (mira o prisma de reflexión) y el centro óptico del aparato.

Para calcular el desnivel entre dos puntos A y B, habiendo colocado el instrumento en el punto A, será necesario conocer la altura a la que hemos colocado el aparato así como la altura del prisma (o la lectura de mira en su caso).

Este método tiene la ventaja de que podemos calcular el desnivel existente entre puntos relativamente alejados, ya que el anteojo puede bascular y no nos vemos limitados por pendientes muy acusadas.

Aunque no es una metodología generalmente utilizada, puede mejorarse la precisión mediante el uso de visuales recíprocas y simultáneas, colocando un instrumento en cada extremo.

Nivelación G.P.S:

La nivelación por técnicas G.P.S. no ofrece gran precisión, además, tiene el inconveniente de que estamos jugando con dos superficies de referencia, esto es, el G.P.S. realiza sus mediciones sobre el elipsoide (una aproximación matemática de la superficie terrestre), sin embargo cuando hablamos de cotas geométricas, tomadas por métodos clásicos, siempre nos referimos a cotas sobre el geoide (una superficie equipotencial).

Nivelación expedita:

Este tipo de nivelación, rara vez utilizada, ofrece precisiones peores que el metro. Se realiza con barómetros o altímetros que se basan en los anteriores, en definitiva son instrumentos que miden la presión atmosférica, lógicamente están fuertemente influidos por las condiciones atmosféricas que varían continuamente en el espacio y en el tiempo.

Nivelación geométrica o por alturas.

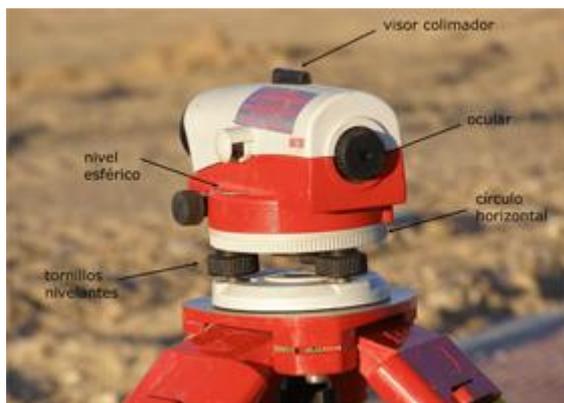
Las lecturas sobre la mira se realizan por medios ópticos. El anteojo consta de una serie de lentes que permiten el enfoque a partir de una distancia mínima entre el nivel y la mira, permitiendo fusionar en el ojo del operador la imagen del [objetivo](#) y las líneas del retículo.

En la actualidad son los equipos más utilizados en obra tanto de edificación como de obra civil. Su uso es sencillo y pueden ser los

instrumentos más precisos para determinar el desnivel entre dos puntos si se utilizan con el método adecuado.

La precisión de estos equipos está en función de las características ópticas y del método utilizado. Por ejemplo la tolerancia para un nivel óptico con compensador automático y realizando niveladas sencillas, se suele cifrar en 7 mm/kilómetro de nivelación.

Descripción de un nivel automático:



El equipo de nivelación está formado por nivel, trípode, mira de doble milímetro, nivel esférico de la mira y base de apoyo para giro de la mira.

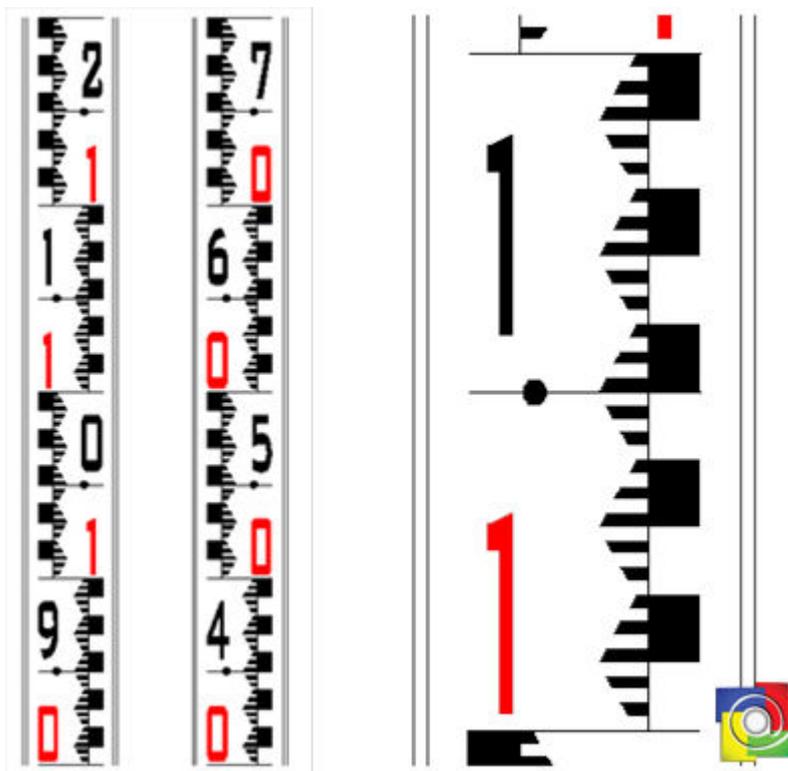
Para trabajos que requieran precisiones inferiores al milímetro será necesario una metodología más compleja y tediosa, condiciones atmosféricas concretas, mira invar (mira realizada con una aleación de acero y níquel cuyo coeficiente de variación longitudinal por dilatación es muy bajo), un trípode para la mira y un nivel óptico con micrómetro de mecanismo de coincidencia mediante el accionamiento de una lente de caras plano paralelas.

Opcionalmente se puede usar un flexómetro o cualquier otro patrón de medida lineal situado de forma vertical en lugar de la mira. El

flexómetro tiene la ventaja de que se puede apoyar mejor en paramentos verticales, pero el inconveniente que no hay forma de asegurar que está posicionado verticalmente y además la distancia máxima para poder leer sobre él es más corta que con la mira de 2 mm.



Estadías verticales.



Estadía de doble milímetro.

Proceso de trabajo:

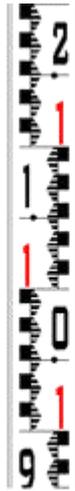


Posicionar el nivel para trabajar

- Posicionar el nivel para trabajar
- Apuntar hacia un lugar despejado o poner un folio a unos 0,5 m del objetivo y, actuando sobre el ocular, conseguir dejar la cruz filar nítida
- Apuntar hacia el objetivo (la mira) con el visor colimador
- Enfocar el objetivo, hasta ver fundidas en una única imagen nítida el objetivo y el retículo.
- Centrar la mira mirando por el ocular. Si es necesario girar ligeramente el nivel con el tornillo de movimiento horizontal.

Lectura sobre la mira:

La mira es una regla metálica graduada que se apoya verticalmente en el punto a medir. Sus lecturas proporcionan la distancia desde el [suelo](#) al plano horizontal creado por el nivel. Los desniveles entre dos puntos se obtienen a través de la diferencia de lecturas de mira entre los dos puntos.



Medida de distancias:

Se realiza mediante el empleo de la cruz filar del retículo del nivel. Dicho retículo junto con unas características ópticas y una estadia (mira graduada con características especiales), permiten a través de la lectura de ángulos verticales y lecturas sobre la estadia determinar la distancia entre el instrumento y la estadia.

$$D = S \times k$$

D = Distancia entre los puntos

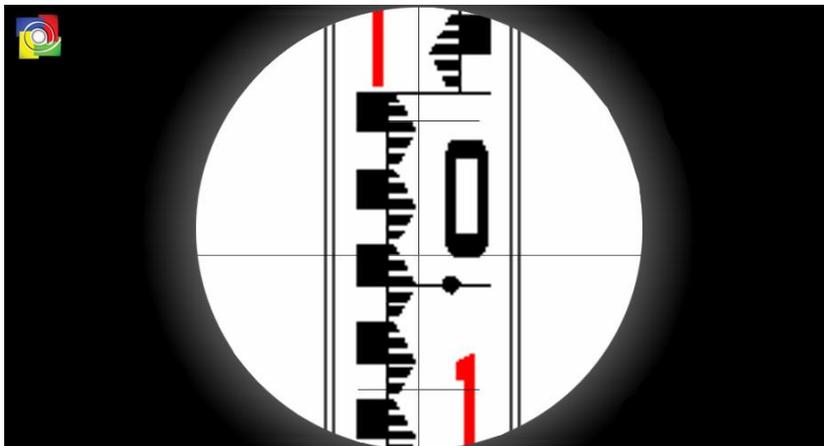
k = Constante diastimométrica (normalmente es 100)

S = Diferencia entre lectura del hilo superior menos el hilo inferior

$$S = h_s - h_i$$

h_s = Lectura hilo superior

h_i = Lectura hilo inferior



- Digitales

El funcionamiento es igual al de nivel óptico con la diferencia que la lectura se realiza sobre una mira graduada con códigos de barras. El nivel tiene memorizado un patrón idéntico y un software específico que lo compara con el [tramo](#) de mira visible por el anteojo, y así, permite obtener desniveles, distancia a la mira y realizar pequeños cálculos.

! *Que permita la lectura automática no significa que no haya que enfocar correctamente el objetivo (mira graduada) antes de hacer la lectura.*

Las partes principales son: base nivelante, tornillos de nivelación, anteojo, compensador automático, nivel esférico, tornillo sin fin de movimiento horizontal de coincidencia, teclado y pantalla de datos.

El aparato tiene [registro](#) de datos, lo que evita tanto errores de lectura como de transcripción de datos.

Los accesorios que necesita este equipo son: trípode, mira con código de barras, nivel esférico de la mira, cable de volcado de datos a PC, software de comunicación nivel-PC.

El proceso de trabajo es igual que para los niveles ópticos, con la única diferencia que la lectura sobre la mira se realiza y se registra accionando un botón. Además, el software cargado en el nivel permite realizar pequeñas operaciones, como el cálculo de desniveles, de Z a partir de las anteriores o la distancia a la mira.

Debido a la bajada de los precios, se están imponiendo en las obras.



- Láser

Son de uso generalizado, incluso por personal no cualificado. El desconocimiento de los operarios del método de trabajo correcto hace, no sólo que no se les saque el máximo partido, sino que además se produzcan errores en las observaciones.

Su funcionamiento se basa en la materialización de un plano horizontal por medio de un rayo láser que gira respecto a al [eje](#) vertical. En algunos modelos, el haz láser puede describir un plano vertical o con una cierta inclinación o [pendiente](#), en cuyo caso se utilizan para marcar planos y no para pasar niveles.

Estos aparatos pueden ser autonivelantes. Una vez asentado sobre el trípode y si está dentro de un margen del 5% de inclinación, el aparato es capaz de posicionarse a nivel en pocos segundos. Esta circunstancia hace prescindibles los tornillos de nivelación.

Otra característica importante es que el operario no está en el aparato sino con la mira, y por tanto, el equipo de trabajo lo puede formar una sola persona. La medición sobre la mira se realiza visualizando el láser proyectado sobre la mira. Si hay mucha luz será necesario utilizar unas gafas especiales para poder apreciarlo. No obstante, para realizar la lectura con mayor precisión ([puesto](#) que el láser tiene un grosor que puede crear incertidumbre en la lectura) se utiliza un sensor que, mediante una señal sonora o con una pantalla, indica cuando coincide una [marca](#) de dicho sensor con el láser, realizando la lectura sobre la mira en ese momento.



Los accesorios que necesita este equipo son: nivel, trípode, mira, nivel esférico de la mira, gafas y sensor.

El método de trabajo es sencillo:

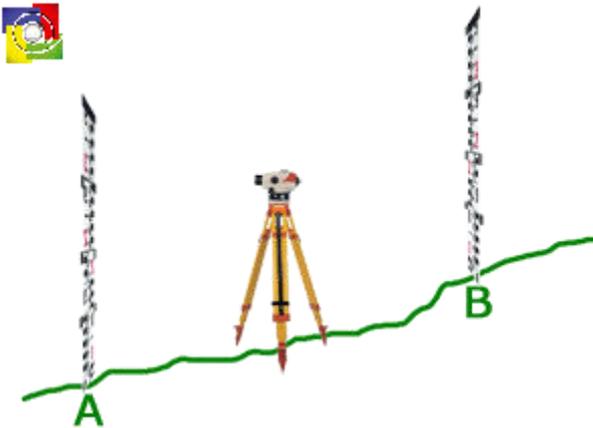
- Posicionar el nivel para trabajar

- Encenderlo y confirmar que se ha autonivelado
- Encender el sensor y realizar las lecturas sobre la mira



Metodología de observación

- Método del punto medio



Si 'A' y 'B' son los dos puntos cuyo desnivel quiere determinarse, se sitúa el nivel en 'E', de tal modo que sean iguales las distancias desde este punto a los anteriores.

En 'A' y 'B' se sitúan dos miras sobre las que se dirigen visuales horizontales, leyéndose las correspondientes alturas, ' m_A ' y ' m_B '.

De la [figura](#) se deduce que el desnivel de 'B' respecto de 'A', será:

$$\Delta Z_{A^B} = m_A - m_B = m_{\text{espalda}} - m_{\text{frente}}$$

Al primer punto 'A' se le denomina *mira de espalda* ' m_e ' y al punto 'B' *mira de frente* ' m_f '.

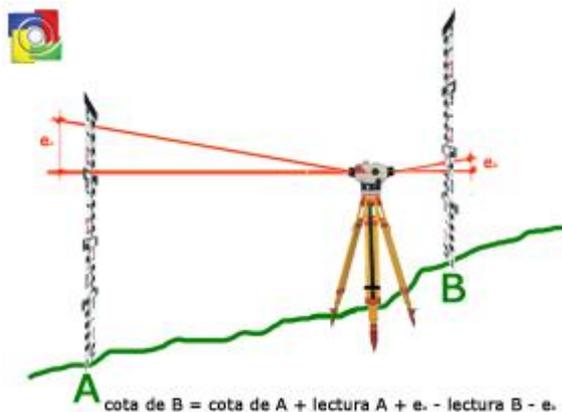
Si el instrumento tiene un error residual de corrección 'e' las visuales no serán exactamente horizontales, pero su influencia 't' en las alturas de mira leídas será igual, dada la equidistancia de 'E' respecto de 'A' y 'B'.

Este método permite eliminar los errores sistemáticos que afectan al instrumento, será por tanto el método más preciso de todos.

Estos instrumentos montan en su mayoría un mecanismo que compensa la falta de verticalidad del [eje principal](#) y por lo tanto la falta de horizontalidad de la visual. Dicho mecanismo simplificándolo consiste en una lente colgada de caras plano paralelas que es afectada por la gravedad.

! *En algunos niveles de línea, hay que liberar dicha lente (el compensador) una vez posicionado, de lo contrario, estaríamos cometiendo un error accidental de gran influencia.*

- Método del punto extremo



Será el método empleado para verificar un nivel. Este método pondrá de manifiesto el posible error residual 'e' del instrumento. En este caso, el error no se compensa debido a que las miras no se encuentran a la misma distancia y el error 'e' influye de diferente manera.

Si se dispone de un nivel corregido, este método de observación es perfectamente aplicable en obra, aunque será siempre recomendable trabajar del modo más próximo al método de punto medio.

En este tipo de instrumentos la estadía vertical debe estar perfectamente verticalizada.