

# Tipos de Nivelación

---

TOPOGRAFÍA II

ING. BRYAN ENRIQUE LÓPEZ PÉREZ

PRIMER SEMESTRE 2023

SECCIÓN A

# INTRODUCCIÓN

---

Una parte fundamental de los trabajos topográficos es la medición de la diferencia de elevación entre puntos de la superficie terrestre. Estas diferencias de elevación pueden determinarse usando diversos métodos de nivelación.

A la operación que consiste en determinar la diferencia de elevación (desnivel) entre puntos de la superficie terrestre se le conoce como nivelación. Se establece un plano de comparación o datum y se le asigna una elevación. A este valor asignado se le suman o restan las diferencias de elevación con el plano para obtener las elevaciones en los puntos.

Una superficie de nivel es aquella cuyos puntos son perpendiculares a la dirección de la línea de la plomada. Es diferente de una superficie plana, que es perpendicular a la línea de plomada sólo en un punto. Una masa de agua en reposo puede considerarse una superficie de nivel. La superficie oceánica podría considerarse como superficie de nivel si se eliminaran las influencias de las mareas, las corrientes, los vientos, la presión atmosférica y la rotación terrestre.

Para obtener una superficie de nivel del océano se determinan promedios de una serie de observaciones de las alturas de mareas a lo largo de un Ciclo metónico (aproximadamente 19 años de calendario). Este promedio, llamado nivel medio del mar, es el nivel de referencia más común que se usa en las nivelaciones asignándole normalmente una elevación de cero.

Este nivel permanece, en efecto, hasta que, después de realizar observaciones continuas se nota una diferencia significativa y se justifica cambiar a un nuevo nivel.

En Estados Unidos está aún en efecto el nivel medio del mar aprobado en 1929

# TIPOS DE NIVELACIÓ

---

Las operaciones de nivelación se dividen en dos categorías principales. Nivelación **directa o topográfica**, conocida frecuentemente como nivelación diferencial. En este método se utilizan niveles precisos o semiprecisos y estadales para medir distancias verticales y obtener la diferencia entre una elevación conocida y la altura del aparato y, luego, la diferencia de elevación de la altura del aparato con respecto a un punto cualquiera. Este es el único método que proporciona resultados con precisión de un tercer o más alto orden.

El segundo método de nivelación, **la nivelación indirecta**, se subdivide en dos métodos distintos, nivelación trigonométrica y nivelación barométrica. El método de nivelación trigonométrica aplica los principios de la trigonometría para determinar diferencias en elevación; se usa un ángulo vertical (hacia arriba o abajo del plano horizontal) y una distancia horizontal o distancia con pendiente (medida o calculada) para obtener la distancia vertical entre dos puntos. Este método se usa generalmente para efectuar nivelaciones de baja precisión, en aquellos terrenos en donde sea prohibitivo ejecutar una nivelación directa.

En la nivelación barométrica, las diferencias en elevación se determinan utilizando las que se observen en la presión atmosférica medida con un barómetro o altímetro. Este es el método que menos se usa y el menos preciso para determinar diferencias en elevación. Debe usarse únicamente en levantamientos que no permitan aplicar alguno de los otros métodos o cuando aquéllos sean muy costosos y se tengan plazos de ejecución limitados. Debido a las restricciones en su utilización, el método de nivelación barométrica no será tratado con más detalle en este libro

# EQUIPO PARA NIVELACIÓN

---

## Niveles

Los niveles para ingenieros pueden compararse con los niveles que utilizan los albañiles. La diferencia entre ambos niveles es que el de ingeniero se monta en un tripié (para sostenerlo firmemente) y se visa a través de un anteojo o telescopio con objeto de transferir la línea de nivel a otro punto. Mientras que con el nivel del albañil se puede determinar si dos puntos separados unas cuantas pulgadas entre sí están en un plano nivelado, el nivel para ingenieros permite deducir si dos puntos separados entre sí unos cientos de pies están en una línea de nivel.

En la misma forma que hay varios tipos de niveles de albañil —por ejemplo, niveles de manguera y deregla— también hay diversos tipos de niveles para ingenieros. Aunque algunos niveles tienen características diferentes en relación a otros, todos tienen en común ciertos componentes básicos.

---

La figura indica los componentes más importantes de un nivel para ingenieros.



## Tripiés

El tripié sostiene la plataforma o base del nivel y la mantiene estable durante las observaciones.

## Estadales

Para ver una buena foto de un estadal, véase la figura 4-2. Un estadal es, en esencia, una cinta que se sostiene en forma vertical y que sirve para medir una distancia vertical (diferencia en elevación o desnivel) entre una visual y un punto específico que esté abajo o arriba de ella. El punto puede ser una estación permanente, como un banco de nivel o una superficie natural o artificial.

Existen diferentes tipos de estadales. El estadal Florida, el estadal California y el estadal tipo Detroit son algunos de ellos, pero el estadal tipo Filadelfia es, con mucho, el más utilizado. El estadal tipo Filadelfia estándar es una vara de madera graduada que consta de dos secciones. Puede extenderse de 7.1 a 13.1 ft (2.2 a 4.0 m).

Las graduaciones en la regla son en pies, décimos de pie y centésimos de pie. En lugar de utilizar una línea pequeña o alguna señal para marcar los centésimos, los espacios entre pares alternos de graduaciones se pintan de negro sobre un fondo blanco. En esta forma, la marca para cada centésima es la línea entre los colores, correspondiendo valores pares a la parte superior del negro y valores impares a la inferior.

Los décimos de pie y los pies están numerados en negro y rojo, respectivamente. Por lo regular el observador lee directamente el estadal mientras mira a través del telescopio. Este estadal puede usarse junto con el nivel, el tránsito, el teodolito y, ocasionalmente, con el nivel de mano, para medir la diferencia en elevaciones.

---

## Miras para el estadal.

Algunas condiciones que entorpecen las lecturas directas, tales como la baja visibilidad, las distancias largas o las observaciones obstruidas por arbustos u hojas hacen necesario usar miras del estadal. La mira se utiliza también cuando se desea fijar una lectura en el estadal para asignar numerosos puntos con respecto a la misma elevación desde una posición del aparato. Las miras en el estadal tipo Filadelfia son ovales, generalmente, con el eje largo formando ángulo recto con el estadal y los cuadrantes pintados de rojo y blanco en forma alterna. La mira se sujeta en su sitio por medio de un tornillo de mariposa. Tiene una abertura rectangular de ancho aproximadamente igual al del estadal y una altura de 0.15 ft (4.5 cm), a través de la que se puede observar el estadal. Se monta una escala de vernier en la orilla de la abertura, de modo que coincida el cero con la línea horizontal de la mira para lecturas de milésimas de pie.

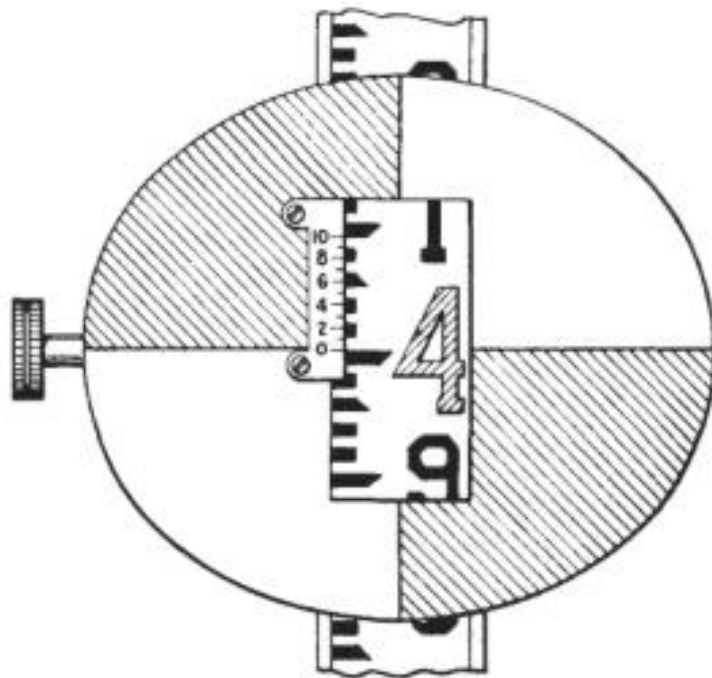
## Niveles de mano

El nivel de mano, como todos los niveles topográficos, es un instrumento que combina un tubo para nivelar y un ocular. (Véase Fig. 5-3).

El nivel de mano del localizador debe su nombre a que es sostenido manualmente enfrente del ojo. Para obtener mayor estabilidad, el nivel de mano puede apoyarse en un árbol, en una vara, herramienta o en cualquier objeto que esté a la mano. El nivel incluye una línea horizontal de referencia. El tubo de nivel está montado en una ranura en la que se fija un espejo a  $45^\circ$ . Esto permite al observador visar a través del nivel y ver al mismo tiempo el terreno o el objeto, la posición de la burbuja y la línea índice. Las distancias que se observan con nivel de mano son cortas, ya que éste no tiene capacidad de amplificación.

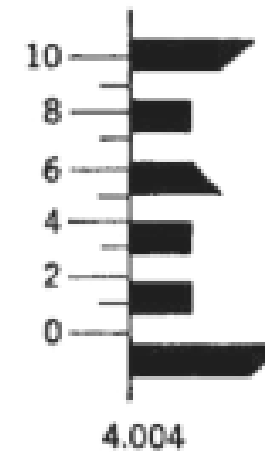
El nivel de mano Abney es más especializado y contiene un arco graduado que permite la lectura del ángulo vertical y los porcentajes de grado. Este nivel topográfico tiene un arco reversible montado en un extremo. El arco está dividido en grados en un lado y en porcentajes de grado en el otro. El nivel está unido al eje de rotación del brazo graduado. La burbuja se centra moviendo el arco y no el tubo del nivel, como en los niveles descritos antes. Así, la diferencia entre la línea de visual y el eje de la burbuja de nivel puede ser leída en grados o porcentajes de grado a partir de la posición del índice del brazo del arco. El espejo a  $45^\circ$  y el mecanismo para efectuar observaciones (y que permite observar el terreno, la burbuja y la línea de referencia) son iguales que en los niveles de mano para localización.



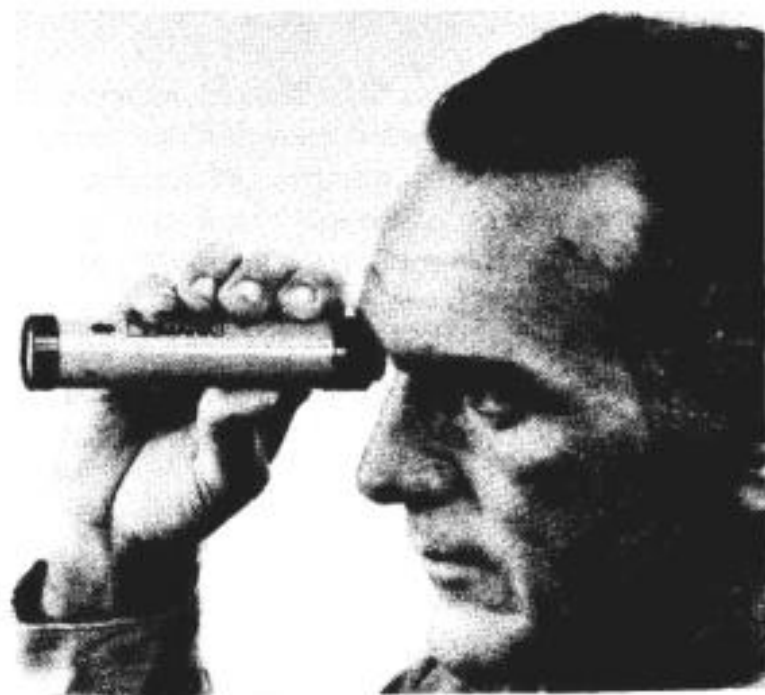


El rayado diagonal indica color rojo

Mira colocada  
en 4.000  
Nótese que la graduación  
cero del vernier  
es el índice



Mira del estatal



# ÓRDENES DE PRECISIÓN

---

Cuando se establecen las especificaciones que debe cumplir un levantamiento, es poco práctico limitar el grado exacto de precisión que debe obtenerse en cada medición. Por esta razón, las especificaciones se basan

*en el menor grado de precisión permitido para cada aparato en particular. La precisión de los levantamientos es de primer, segundo y tercer orden, y de orden menor. Las mediciones en levantamientos de primer orden*

son las más precisas, y las de otros órdenes son progresivamente menos precisas. El orden de precisión se especifica para levantamientos tales como triangulación, poligonales y nivelación. Para las medidas hechas en cartografía, el orden de precisión se especifica por las observaciones astronómicas para establecer posición y azimut. Como un ejemplo del rango que existe entre los órdenes de precisión, considérese la tolerancia para cerrar una poligonal. El primer orden especifica 1:25 000 o mejor; el segundo orden, 1:10 000, y el tercer orden, 1:5 000. Los levantamientos considerados en este libro requieren precisión de tercer orden o inferior.

# BANCOS DE NIVEL

---

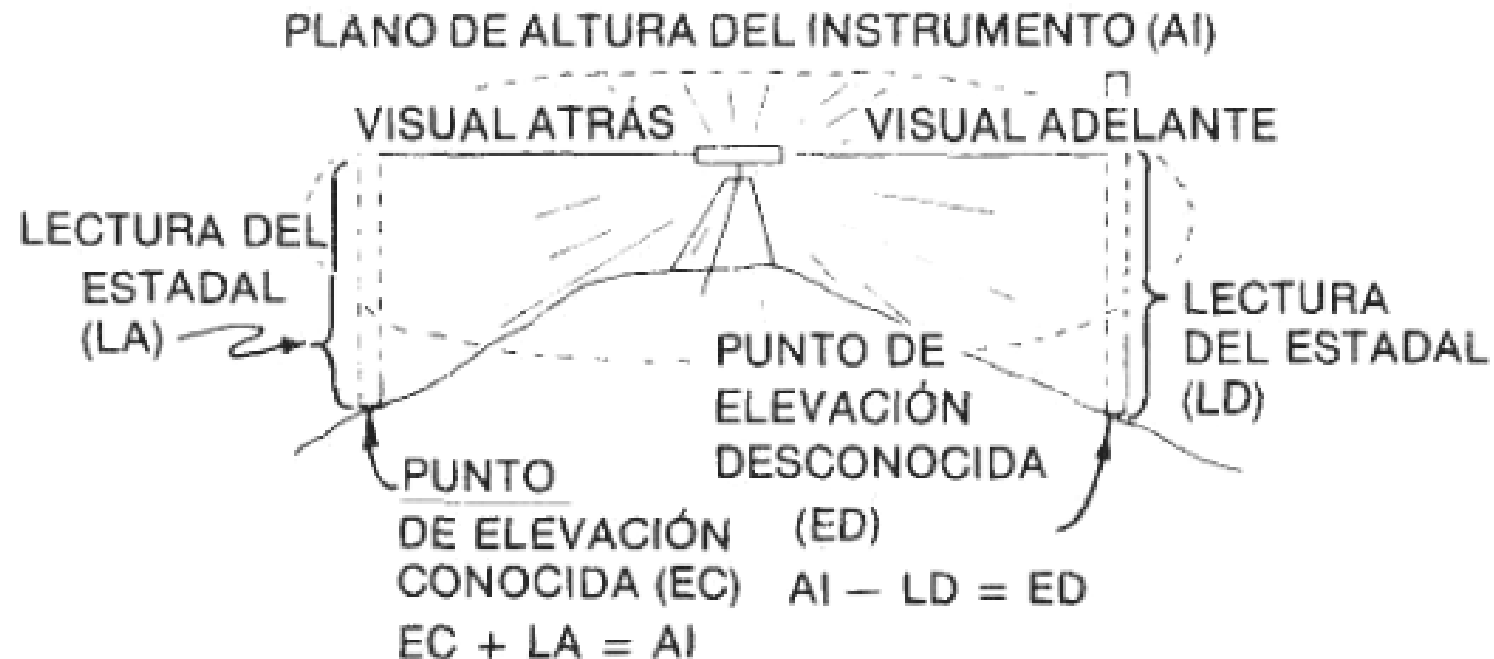
Un *banco de nivel* es un objeto natural o artificial, relativamente permanente, con una marca grabada y una elevación conocida. El banco de nivel puede clasificarse, además, como permanente, temporal o suplementado. El objetivo del levantamiento es lo que determina si sus puntos estarán marcados en forma permanente

O temporal. Cuando se sabe que la estación o punto se va a reutilizar después de un periodo de varios años, debe usarse una marca permanente. Un banco de nivel permanente se conoce con la abreviatura BN, y un banco de nivel temporal, con la abreviatura BNT.

# NIVELACIÓN DIFERENCIAL

En la nivelación directa se utiliza un nivel con una burbuja sensible, en el que se establece una línea visual horizontal. Al nivelarse el instrumento la línea visual se ajusta de tal modo que sea paralela al eje del nivel.

Si éste se nivela, la visual del instrumento, forma un plano horizontal si el aparato se rota alrededor de su eje vertical. Este procedimiento se conoce como nivelación diferencial o de burbuja.



## EJEMPLO.

Dados: La cota en el banco de nivel 35 es 154,375 m. La lectura atrás (LA) sobre el BN 35 es de 1.255 (65 m) en el punto A; luego, 65 m al punto 2, donde la lectura adelante (LD) es de 1.100. En seguida, 75 m del punto 2 al punto B, la lectura atrás de 0.465; 90 m del punto B al punto 3, lectura adelante 2.095; 60 m del punto 3 al punto C, lectura atrás, 0.130; 105 m del punto C al punto 4. La lectura atrás del punto C al punto 3 = 0.130, la lectura adelante en el punto 4 es de 0.245. La distancia del punto 4 al punto D es 110 m. La lectura atrás en el punto 4 es 3.765; la distancia entre el punto D y el punto 5 (el cual es el BN 36) es 50 m. La lectura adelante en el punto 5 es 0.345. El BN 36 tiene una cota o elevación conocida de 156.205. Calcúlese la nivelación.

EJEMPLO.

BN 35 ↓

Dados: La cota en el banco de nivel 35 es 154,375 m. La lectura atrás (LA) sobre el BN 35 es de 1.255 (65 m) en el punto A; luego, 65 m al punto 2, donde la lectura adelante (LD) es de 1.100. En seguida, 75 m del punto 2 al punto B, la lectura atrás de 0.465; 90 m del punto B al punto 3, lectura adelante 2.095; 60 m del punto 3 al punto C, lectura atrás, 0.130; 105 m del punto C al punto 4. La lectura atrás del punto C al punto 3 = 0.130, la lectura adelante en el punto 4 es de 0.245. La distancia del punto 4 al punto D es 110 m. La lectura atrás en el punto 4 es 3.765; la distancia entre el punto D y el punto 5 (el cual es el BN 36) es 50 m. La lectura adelante en el punto 5 es 0.345. El BN 36 tiene una cota o elevación conocida de 156.205. Calcúlese la nivelación.

