



DEPARTAMENTO DE EDIFICACIÓN Y OBRA CIVIL
C.F.G.S. PROYECTO DE EDIFICACIÓN

UNIDAD DIDÁCTICA 3

INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS.

1. CONOCIMIENTOS PREVIOS	2
2. INTRODUCCIÓN	2
2.1.- TRABAJO DE GABINETE	3
2.2.- TRABAJO DE CAMPO	3
3. ACCESORIOS	3
3.1.- TRÍPODES	3
3.2.- PLATAFORMAS NIVELANTES	4
3.3.- NIVELES	4
3.4.- PLOMADAS	5
3.5.- JALONES	5
3.6.- PRISMAS	6
3.7.- MIRAS	6
4. ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN	6
5. ELEMENTOS DE MEDIDA DIRECTA DE DISTANCIA	7
6. ELEMENTOS AUXILIARES	7
7. INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS DE PRECISIÓN	7
7.1.- LA ESTACIÓN TOTAL	7
7.1.1.- EJES DE LA ESTACION	8
7.1.2.- ELEMENTOS QUE LA COMPONENTE	9
7.2.- NIVELES	10
7.3.- GPS	11
7.3.1.- Funcionamiento:	12
7.3.2.- gps absoluto	13
7.3.3.- DGPS o GPS diferencial	13
7.3.4.- el gps en tiempo real rtk	14
7.4.- MAQUINARIA 3D	16
7.5.- LASER SCANNER	16
7.6.- 3D-DISTO	17
7.7.- ECOSONDA Y GPS. BATIMETRÍAS	18
7.8.- GEORADAR	18
8. ESTACIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN TOTAL	19
9. RECOMENDACIONES DE USO	20
9.1.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO	20
9.2.- TRABAJO EN CAMPO:	21
9.3.- LIMPIEZA:	21
10. SOFTWARE EN ESTACIONES Y GPS (INFORMACIÓN ADICIONAL)	22
10.1.- APLICACIONES	22

1. CONOCIMIENTOS PREVIOS

Antes de empezar a estudiar esta unidad deberás tener claros los conceptos que posteriormente se enumeran. Si no los tienes claros, repasa la RPLC2, o pregunta tus dudas, bien por el foro o por correo:



1.- Calcular el acimut de una alineación a partir de las coordenadas de dos puntos, teniendo en cuenta el cuadrante en el que se encuentra la alineación.

$$\theta_0^A = \arctg \frac{(x_A - x_0)}{(y_A - y_0)}$$

CUADRANTE	$\Delta X/\Delta Y$	θ
I	+/+	θ (sale directamente)
II	+/-	$\theta = 200^\circ - \alpha_2 $
III	-/-	$\theta = 200^\circ + \alpha_3 $
IV	-/+	$\theta = 400^\circ - \alpha_4 $

2.-Calcular la distancia entre dos puntos.

$$d_0^A = \sqrt{(x_A - x_0)^2 + (y_A - y_0)^2}$$

3.-Calcular las coordenadas X,Y de un punto a partir del acimut y la distancia, y de las coordenadas del punto de partida X_0, Y_0 .

$$x_A = x_0 + d_0^A \times \sin \theta_0^A$$

$$y_A = y_0 + d_0^A \times \cos \theta_0^A$$

4.-Pasar de coordenadas cartesianas a polares y viceversa (aplicación de apartados 1,2 y 3 anteriores).

5.-Ejercicios de escalas: calcular la escala de un plano, calcular la superficie real a partir de la superficie medida en un plano, calcular la medida en plano de un objeto a escala ...

5.-Conocer los conceptos de planos acotados: módulo de una recta, talud, recta de máxima pendiente, curva de nivel, equidistancia, divisoria, vaguada, collado, cumbre, punto de paso, cabezas y pies de desmonte y terraplén...

2. INTRODUCCIÓN

Esta unidad se presenta como un glosario de instrumentos para la realización de levantamientos y replanteos. No pretende ser ni un manual de instrumentos, ni se va a profundizar en exceso en la tecnología que utilizan los nuevos sistemas de medida. Se obviarán aquellos equipos que están en prácticamente desuso.

La tecnología avanza a pasos de gigante y lo que exponemos este curso, probablemente se vea ampliado y modificado el siguiente. Pido disculpas de antemano por introducir fotografías de instrumentos de casa comerciales concretas. No pretendo en ningún momento que aprendáis a utilizar un instrumento en concreto (marca y modelo), pero son los equipos de los que dispone el centro y con los que realizaremos las prácticas de campo. Por otro lado, es importante que no os habituéis a un equipo determinado, todos funcionan de forma semejante, y son muchos los casos en los que os veréis obligados a cambiar de equipos. Sólo tenemos que mirar el manual y practicar, de la misma manera que hacemos cuando cambiamos de móvil.

2.1.- TRABAJO DE GABINETE

Son muchos los trabajos que se tienen que realizar en gabinete antes de partir a la obra para realizar el replanteo:

- Se tendrán que preparar las libretas de campo necesarias para la toma de datos, como vimos en la RPLC2.
- Se obtendrán los puntos de replanteo,
- Se realizarán los croquis de replanteo,
- Se prepararán las baterías para los equipos de medida y de transmisión,
- Se preparará el material auxiliar necesario para el replanteo...

El primer punto actualmente ya no se realizan, pues los equipos disponen de memorias internas o de lectores de tarjeta para la grabación y transmisión de estos datos.

2.2.- TRABAJO DE CAMPO

Actualmete la oficina se desplaza todos los días a campo con las nuevas tecnologías. Los ordenadores portátiles permiten modificar datos de replanteo casi en el momento de recibir las órdenes de modificación de la dirección facultativa. Alguno equipos pueden ya trabajar como módems con conexiones telefónicas, y pueden recibir y enviar datos directamente desde la oficina.

El trabajo de campo de levantamientos y replanteos estará en ocasiones condicionada por los factores metereológicos. Resulta casi imposible el replanteo altimétrico de zahorras de una carretera en días de viento, si se pretende conseguir las tolerancias del pliego de condiciones. El replanteo de neoprenos sobre pilas de puentes, en días de viento, también puede suponer un riesgo laboral.

El replanteo de una obra es uno de los trabajos más interesantes del proceso constructivo. La relación del técnico con **todos** los miembros del equipo de construcción hace que éste viva la obra desde diferentes perspectivas, y valore el trabajo que cada trabajador realiza en ella para que se lleve a cabo.

El replanteo y levantamiento de obra es uno de los trabajos con más riesgo. Los levantamientos sin señalización adecuada en autovías, las expropiaciones no pagadas a propietarios, comprobaciones de excavaciones antes de entibaciones...son algunas de las situaciones más comprometidas.

3. ACCESORIOS.

Son parte del equipo topográfico, en ocasiones formando parte de los mismos intrumentos, y otras veces como elementos necesarios para la medición.

3.1.- TRÍPODES.

Son los elementos donde se apoyan generalmente los instrumentos topográficos. Pueden ser **de madera o metálicos**. Los de madera son más pesados pero soportan mejor los cambios de temperatura. Suelen tener patas telescópicas para colocar la estación de forma ergonómica. Las patas acaban en regatones de hierro que se deben fijar al suelo. En la cabeza del trípode encontramos una plataforma regular, que debe estar siempre limpia, y un tornillo que se mueve. Este tornillo es el que unirá el instrumento al trípode (tornillo central de fijación).



southgeosystems.net

3.2.- PLATAFORMAS NIVELANTES



Son sistemas que sirven de unión del trípode al equipo, ya sea estación, gps... Permiten la una primera nivelación del equipo, mediante tres tornillos. También disponen de plomadas para obtener la posición correcta del trípode sobre la base de replanteo

Las aplicaciones especiales como las poligonales forzosas no pueden realizarse sin usar el sistema de centrado forzoso de una base nivelante. Otras aplicaciones basadas en configuraciones de pilares tampoco son posibles sin bases nivelantes.



systop.com.mx

3.3.- NIVELES

Los niveles son de gran importancia en las mediciones topográficas. Los ángulos horizontales y verticales no se medirán correctamente si los equipos de medición no están a nivel.

El nivel es un pequeño tubo cerrado que contiene una mezcla de alcohol y éter; una burbuja de aire, la tangente a la burbuja de aire, será un plano horizontal.

Sirven para nivelar la estación, nivel automático, miras o jalones. Pueden ser:

Esféricos: Los encontramos situados sobre la plataforma nivelante o como elemento auxiliar en miras o jalones.

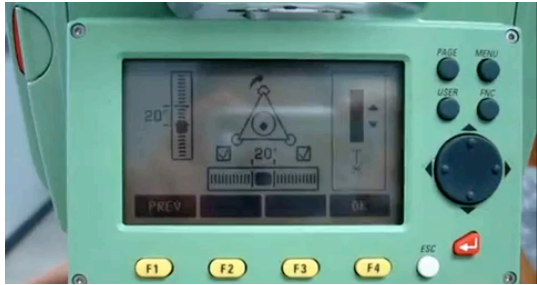


instop.es

Tubulares o tórico: para asegurar la horizontalidad y verticalidad de los limbos.



Niveles digitales: Aparecen en la pantalla de algunas estaciones digitales y pueden ser esféricos o tubulares.



3.4.- PLOMADAS

Se utilizan para materializar el eje principal del aparato. Esta plomada nos marcará la dirección del cenit en ese punto, cuando la estación esté completamente nivelada. La plomada se utiliza para encontrar la posición de la base de replanteo y realizar el estacionamiento sobre ella. Pueden ser:



base nivelante con plomada óptica

Física: es una cuerda unida a un peso. Ya no se utiliza porque no es muy precisa y es poco operativa (sobre todo los días de viento).

Óptica: es un mecanismo óptico acoplado a los instrumentos, que con un prisma interno, facilita la visión para estacionar el equipo en la base de replanteo.



Láser: esta plomada materializa con un haz láser la vertical del aparato. Las plomadas láser son instrumentos muy utilizados en edificación para pasar la línea de fachada de un forjado a otro, para dar alineaciones de azulejos en alicatados, para solados...



plomada láser de

construirsaber.wordpress.com

3.5.- JALONES



Son bastones metálicos pintados cada 10cm en blanco y rojo. Tienen un tornillo al que se le acopla el prisma. Acaban en punta para situarse correctamente sobre el punto que queremos medir.

Normalmente son extensibles para ajustar su altura a la necesaria para realizar la medición.

3.6.- PRISMAS

Son espejos que reflejan la señal emitida por el distanciómetro. En función del tipo de prisma y de su posición, tendremos que tener en cuenta la constante del prisma del equipo. Esta constante representa el recorrido del haz por el interior del prisma.

Existen diferentes tipos de prismas: miniprismas(para trabajos de precisión), dianas de puntería(para lugares donde no se pueda colocar el prisma), prismas de 400g.



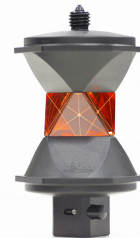
prisma



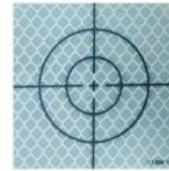
miniprisma



tripleprisma



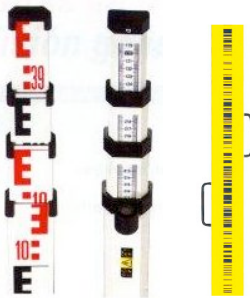
prisma 360°



diana de puntería

instop.es

3.7.- MIRAS



Actualmente solo se utiliza para la nivelación, aunque con el uso de los taquímetros también se obtenían con ellas las distancias de forma indirecta.

Es una regla graduada dividida en metros, centímetros y milímetros.

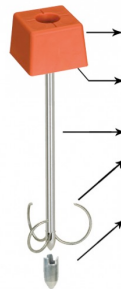
Los niveles digitales utilizan unas miras que tienen un código de barras y directamente leen los desniveles y los registran en el aparato.

instop.es

4. ELEMENTOS DE SEÑALIZACIÓN

Sirven para marcar las bases de replanteo y los puntos o alineaciones replanteadas.

Las bases de replanteo deberán ser elementos fijos, son puntos donde estacionamos los aparatos de medición, y desde los que tomamos las medidas de ángulos y distancias para realizar levantamientos y replanteos. Su ubicación será estratégica: puntos de máxima visibilidad, alejadas de la zona de trabajo para que no se destruyan. Se utilizan **clavos**, **hitos feno** o **pilares con centrado forzoso**:



www.grupoacre.com

Los pilares de centrado forzoso se utilizan para trabajos de mucha precisión, bien en el replanteo de piezas prefabricadas, trabajos de auscultación...

http://www.zypingenieria.com/doc/Case_Study_ZYP-2011.pdf

Para el replanteo de puntos y alineaciones se utilizan **sprays, estacas, camillas, tiralineas, lienzo, yeso, rotuladores indelebles, pasta de señalización, barras de acero** (tochos) para el bordillo, **piquetas** para aglomerado...

5. ELEMENTOS DE MEDIDA DIRECTA DE DISTANCIA.



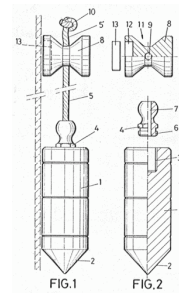
En replanteos de construcción se utiliza para la medición directa de distancias, la cinta **métrica y el flexómetro**. Es importante que para el replanteo, las cintas y flexómetros sean metálicas y que no se replantee desde el 0 de ellas.

Para algunas mediciones de obra ejecutada, en obra civil, se utiliza la rueda de agrimensor o **odómetro**. Esta rueda es muy habitual verla utilizar en equipos de aglomerado y equipos de pintura.

6. ELEMENTOS AUXILIARES

Son múltiples los elementos que forman el equipo de topografía, en función del tipo de obra a replantear. A lo largo del curso se verán algunos tipos de replanteos y el uso de estos elementos, aunque para otras obras, se pueden necesitar de otros elementos:

- radio transmisores
- nivel de mano
- escuadra de albañil
- reglas
- plomadas físicas
- nivel de agua o goma para pasar niveles
- mazas o macetas y punteros
- baterías y cargadores
- targetas de memoria
- cables de conexión a los equipos
- ordenadores...



7. INSTRUMENTOS TOPOGRÁFICOS DE PRECISIÓN

7.1.- LA ESTACIÓN TOTAL

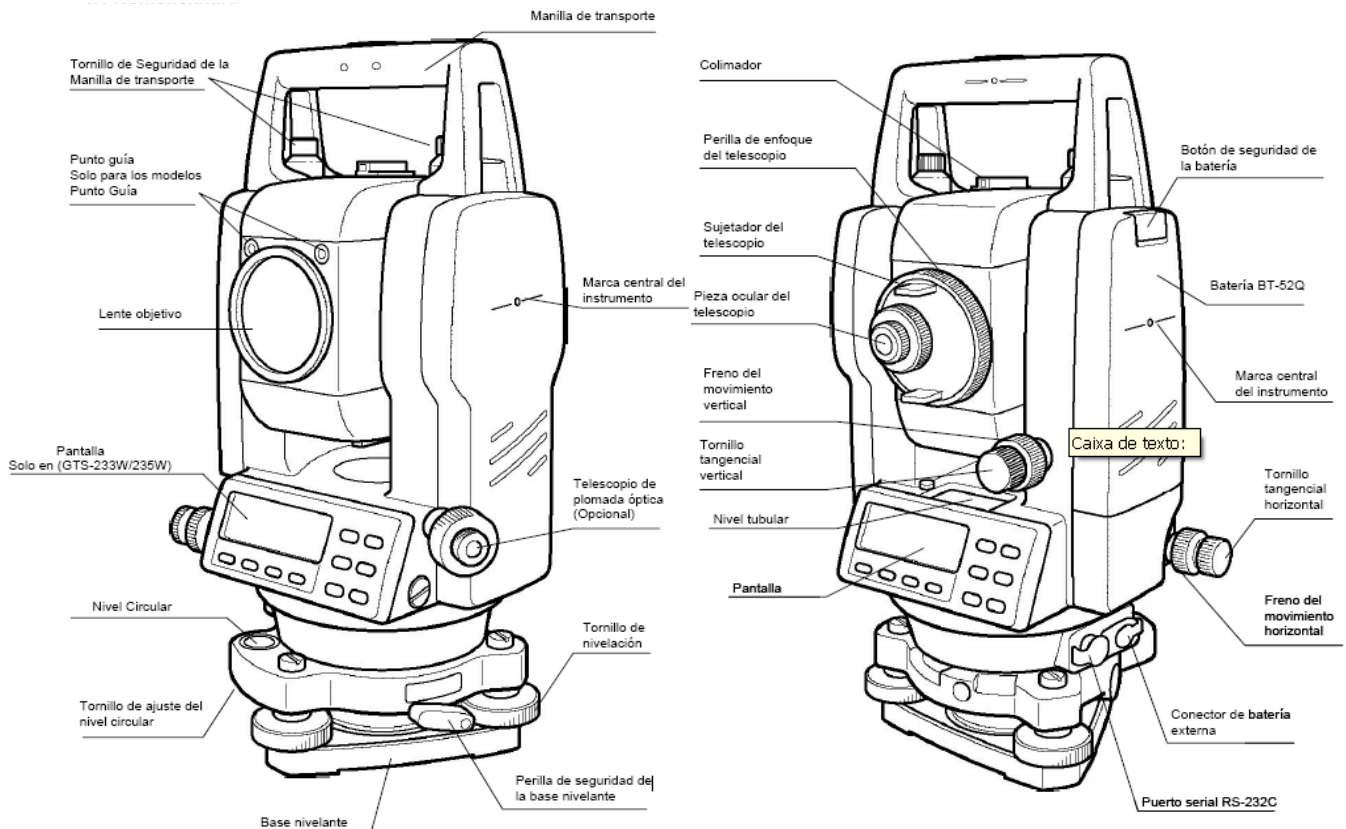
La evolución de la tecnología ha hecho posible llegar a la estación total desde los antiguos **goniómetros** (aparatos de medición de ángulos). A los goniómetros se les incorporó un ocular y pasaron a llamarse **teodolitos**. Posteriormente, a este ocular se le incorporaron unos hilos estadimétricos, para la medición de distancias, dando lugar a los **taquímetros**. Posteriormente se incorporan los distanciómetros para la medición de distancias y estos evolucionan hasta la estación total.

Se denomina **estación total** a un aparato electro-óptico utilizado en topografía, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico. Genéricamente se los denomina estaciones totales porque tienen la capacidad de medir ángulos, distancias y niveles, lo cual requería previamente de diversos instrumentos.

Algunas de las características que incorpora, y con las cuales no cuentan los teodolitos, son una pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), leds de avisos, iluminación independiente de la luz solar, calculadora, distanciómetro, trackeador (seguidor de trayectoria) y en formato electrónico, lo cual permite utilizarla posteriormente en ordenadores personales. Vienen provistas de diversos programas sencillos que permiten, entre otras capacidades, el cálculo

de coordenadas en campo, replanteo de puntos de manera sencilla y eficaz y cálculo de acimutes y distancias. Algunas permiten la toma de fotografías y la edición de éstas para realizar croquis en levantamientos.

Ejemplo de una estación total y sus partes:



7.1.1.- EJES DE LA ESTACION

PC = Eje de puntería/eje de colimación

Eje del anteojo = Línea definida por la cruz del retículo y el centro del objetivo.

EP = Eje principal

Eje vertical de giro del taquímetro.

EM = Eje de muñones

Eje horizontal sobre el que gira el anteojo.

V = Angulo vertical/cenital

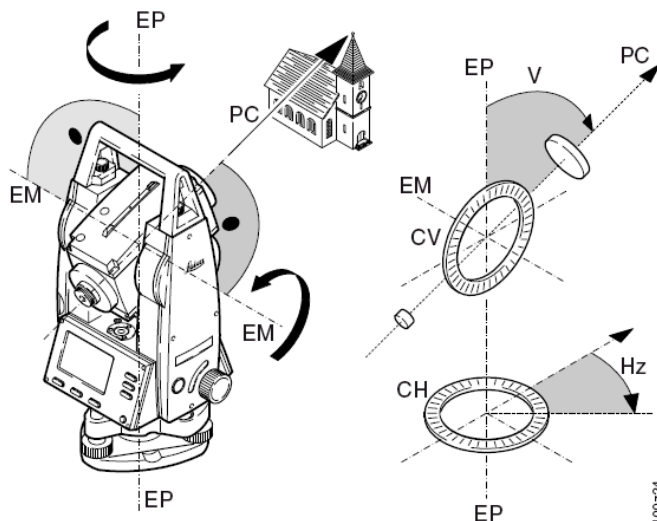
CV = Círculo vertical

Con división codificada para la lectura del círculo vertical.

H_z = Angulo horizontal

CH = Círculo horizontal

Con división codificada para la lectura del círculo horizontal.



La estación tiene tres ejes principales.

- Eje Vertical de Rotación Instrumental **EP** o **Eje Principal**
- Eje Horizontal de Rotación del Anteojo **EM** o **Eje de Muñones**
- Eje Óptico **PC** o **Eje de Colimación**.

El eje Vertical de Rotación Instrumental o Principal es el eje que sigue la trayectoria del Cenit-Nadir, también conocido como la línea de la plomada, y que marca la vertical del lugar.

El eje óptico es el eje donde se enfoca a los puntos. El eje principal es el eje donde se miden ángulos horizontales. El eje que sigue la trayectoria de la línea visual debe ser perpendicular al eje secundario y éste debe ser perpendicular al eje vertical. Los discos son fijos y la alidada es la parte móvil. El eclímetro también es el disco vertical.

El eje Horizontal de Rotación del Anteojo o *eje de muñones* es el eje secundario del teodolito, en el se mueve el visor. En el eje de muñones hay que medir cuando utilizamos métodos directos, como una cinta de medir, y así obtenemos la distancia geométrica. Si medimos la altura del jalón obtendremos la distancia geométrica elevada y si medimos directamente al suelo obtendremos la distancia geométrica semielevada; las dos se miden a partir del eje de muñones del teodolito.

El plano de colimación es un plano vertical que pasa por el eje de colimación que está en el centro del visor del aparato; se genera al girar el objetivo.

Enlaces **importantes** para entender mejor el funcionamiento de la estación total



http://www.youtube.com/watch?v=N9zK0H_75oY&feature=relmfu

ejes:

<http://www.youtube.com/watch?v=gpOeJLI2q0I&feature=relmfu>

enfoque:

<http://www.youtube.com/watch?v=gTSkV5VnPMg&feature=relmfu>

7.1.2.- ELEMENTOS QUE LA COMPONEN

- **Niveles de Precisión:** Depende del tipo de Teodolito que se utilice. Existen desde los antiguos que varían entre el minuto y medio minuto, los modernos que tienen una precisión de entre 10", 6", 1" y hasta 0.1".

- **Nivel esférico:** Caja cilíndrica tapada por un casquete esférico. Cuanto menor sea el radio de curvatura menos sensibles serán; sirven para obtener de forma rápida el plano horizontal. Estos niveles tienen en el centro un círculo, hay que colocar la burbuja dentro del círculo para hallar un plano horizontal bastante aproximado. Tienen menor precisión que los niveles tóricos, su precisión está en 1' como máximo aunque lo normal es 10' o 12'.



- **Nivel tórico:** Si está descorregido nos impide medir. Hay que calarlo con los tornillos que lleva el aparato. Para corregir el nivel hay que bajarlo un ángulo determinado y después estando en el plano horizontal con los tornillos se nivela el ángulo que hemos determinado. Se puede trabajar descorregido, pero hay que cambiar la constante que nos da el fabricante. Para trabajar descorregido necesitamos un plano paralelo. Para medir hacia el norte geográfico (medimos acimutes, si no tenemos orientaciones) utilizamos el movimiento general y el movimiento particular. Sirven para orientar el aparato y si conocemos el acimutal sabremos las direcciones medidas respecto al norte.



- **Plomada:** Se utiliza para que el teodolito esté en la misma vertical que el punto del suelo.

- **Plomada de gravedad:** Bastante incomodidad en su manejo, se hace poco precisa sobre todo los días de viento. Era el método utilizado antes aparecer la plomada óptica.
- **Plomada óptica:** es la que llevan hoy en día los teodolitos, por el ocular vemos el suelo y así ponemos el aparato en la misma vertical que el punto buscado.

- **Plomada láser:** es un haz láser que materializa la vertical del aparato.

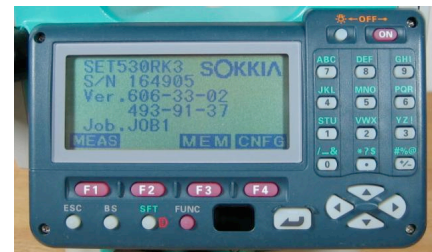
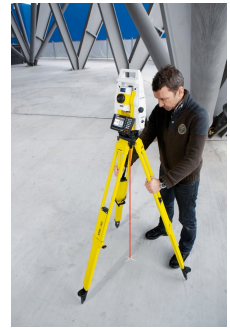
talarisgeo.com

- **Limbos:** Discos graduados que nos permiten determinar ángulos. Están divididos de 0 a 360 grados sexagesimales, o de 0 a 400 grados centesimales. Tienen un limbo horizontal y un limbo vertical. Las estaciones pueden medir en **graduación normal (sentido dextrógiro**, y es el más generalizado) o graduación anormal (sentido levógiro o contrario a las agujas del reloj). En el limbo vertical se miden **ángulos cenitales** (distancia cenital), ángulos de pendiente (altura de horizonte) y ángulos nadirales.

- **Tornillo nivelantes:** Son tres tornillos que forman parte de la plataforma nivelante y que se utilizan para nivelar los niveles tóricos o digitales de la estación, después de haber nivelado el nivel esférico (con las patas del trípode)

- **Pantalla:** Es donde aparece toda la información de ángulos, distancias, coordenadas, funciones...

- **Tornillo de presión y coincidencia:** Sirven para girar el limbo horizontal y vertical respectivamente. En algunas estaciones estos son tornillos sin fin y el movimiento es muy útil.



Tornillo de coincidencia.
Permite un movimiento lento y preciso del anteojo, independiente de la alidada, cuando el conjunto está bloqueado



Tornillo de presión.
Libera o bloquea el movimiento particular del anteojo

Tornillo de coincidencia.
Permite un movimiento lento de la alidada, independiente del círculo acimutal, cuando ambos están bloqueados solidariamente

Tornillo de presión.
Bloquea o libera la alidada.

galeon.com

7.2.- NIVELES

wikipedia.

En esta unidad no pretendemos que se conozca el uso del nivel ,su utilización se verá en el tema de métodos altimétricos.

El nivel topográfico, también llamado **nivel óptico o equialtímetro** es un instrumento que tiene como finalidad la medición de **desniveles** entre puntos que se hallan a distintas alturas o el traslado de cotas de un punto conocido a otro desconocido.

Pueden ser **manuales o automáticos**, según se deba calibrar horizontalmente el nivel principal en cada lectura, o esto se haga automáticamente al poner el instrumento "en estación".



El nivel óptico consta de un anteojo similar al del teodolito. Tiene un retículo estadimétrico, para apuntar, y un nivel de burbuja muy sensible (o un compensador de gravedad o magnético en el caso de los niveles automáticos), que permite mantener la horizontalidad del eje óptico del anteojo. Ambos están unidos solidariamente de manera que cuando el nivel está desnivelado, el eje del anteojo no mantiene una perfecta horizontalidad, pero al nivelar el nivel también se queda el eje óptico horizontal.

articulo.mercadolibre.com.ve

Este instrumento debe tener unas características técnicas especiales para poder realizar su función, tales como burbuja para poder nivelar el instrumento, anteojo con los suficientes aumentos para poder ver las divisiones de la mira, y un retículo con hilos para poder hacer la puntería y tomar las lecturas, así como la posibilidad de un compensador para asegurar su perfecta nivelación y horizontalidad del plano de comparación.



Enlace **importante** para entender mejor los componentes del nivel:

<http://www.youtube.com/watch?v=mpKn7pz2S9s&feature=relmfu>

7.3.- GPS

es.wikipedia.org

El **SPG o GPS (Global Positioning System: sistema de posicionamiento global)** o **NAVSTAR-GPS** es un sistema global de navegación por satélite (GNSS) que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. El sistema fue desarrollado, instalado y actualmente operado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos.

El GPS funciona mediante una red de 24 satélites en órbita sobre el planeta tierra, a 20.200 km, con trayectorias sincronizadas para cubrir toda la superficie de la Tierra. Cuando se

desea determinar la posición, el receptor que se utiliza para ello localiza automáticamente como mínimo tres satélites de la red, de los que recibe unas señales indicando la identificación y la hora del reloj de cada uno de ellos. Con base en estas señales, el aparato sincroniza el reloj del GPS y calcula el tiempo que tardan en llegar las señales al equipo, y de tal modo mide la distancia al satélite mediante "triangulación" (método de trilateración inversa), la cual se basa en determinar la distancia de cada satélite respecto al punto de medición. Conocidas las distancias, se determina fácilmente la propia posición relativa respecto a los tres satélites. Conociendo además las coordenadas o posición de cada uno de ellos por la señal que emiten, se obtiene la posición absoluta o coordenadas reales del punto de medición. También se consigue una exactitud extrema en el reloj del GPS, similar a la de los relojes atómicos que llevan a bordo cada uno de los satélites.

La antigua Unión Soviética construyó un sistema similar llamado **GLONASS**, ahora gestionado por la Federación Rusa.

Actualmente la Unión Europea está desarrollando su propio sistema de posicionamiento por satélite, denominado **Galileo**.

A su vez, la República Popular China está implementando su propio sistema de navegación, el denominado Beidou, que prevén que cuente con entre 12 y 14 satélites entre 2011 y 2015. Para 2020, ya plenamente operativo deberá contar con 30 satélites. De momento (abril 2011), ya tienen 8 en órbita.

7.3.1.- FUNCIONAMIENTO:

- La situación de los satélites puede ser determinada de antemano por el receptor con la información del llamado **almanaque** (un conjunto de valores con 5 elementos orbitales), parámetros que son transmitidos por los propios satélites. La colección de los almanaques de toda la constelación se completa cada 12-20 minutos y se guarda en el receptor GPS.
- La información que es útil al receptor GPS para determinar su posición se llama **efemérides**. En este caso cada satélite emite sus propias efemérides, en la que se incluye la salud del satélite (si debe o no ser considerado para la toma de la posición), su posición en el espacio, su hora atómica, información doppler, etc..
- El receptor GPS utiliza la información enviada por los satélites como la hora en la que emitieron las señales, y la localización de los mismos, y trata de sincronizar su reloj interno con el reloj atómico que poseen los satélites. La sincronización es un proceso de prueba y error que en un receptor portátil ocurre una vez cada segundo. Una vez sincronizado el reloj, puede determinar su distancia hasta los satélites, y usa esa información para calcular su posición en la tierra.
- Cada satélite indica que el receptor se encuentra en un punto en la superficie de la esfera, con centro en el propio satélite y de radio la distancia total hasta el receptor.
- Obteniendo información de dos satélites queda determinada una circunferencia que resulta cuando se intersecan las dos esferas en algún punto de la cual se encuentra el receptor.
- Si adquirimos la misma información de un tercer satélite se determina una nueva esfera, la cual sólo corta la circunferencia anterior en dos puntos. Uno de ellos se puede descartar porque ofrece una posición absurda, fuera del globo terráqueo, sobre las órbitas de los satélites. De esta manera se obtiene la posición en 3D. Sin embargo, dado que el reloj que incorporan los receptores GPS no está sincronizado con los relojes atómicos de los satélites GPS, los dos puntos determinados no son precisos.
- **Teniendo información de un cuarto satélite, se elimina el inconveniente de la falta de sincronización entre los relojes de los receptores GPS y los relojes de los satélites. Y es en este momento cuando el receptor GPS puede determinar una posición 3D exacta (latitud, longitud y altitud).** Al no estar sincronizados los relojes entre el receptor y los satélites, la intersección de las cuatro esferas con centro en estos satélites es un pequeño volumen en vez de ser un punto. La corrección consiste en ajustar la hora del receptor de tal forma que este volumen se transforme en un punto.

7.3.2.- GPS ABSOLUTO

Se realiza con un único receptor, y consiste en la solución de una intersección directa de todas las distancias receptor-satélite sobre el lugar de estación en un período de observación determinado. La medida y la solución son por lo tanto directas.

7.3.3.- DGPS o GPS DIFERENCIAL

El DGPS (Differential GPS), o GPS diferencial, es un sistema que proporciona a los receptores de GPS correcciones de los datos recibidos de los satélites GPS, con el fin de proporcionar una mayor precisión en la posición calculada.

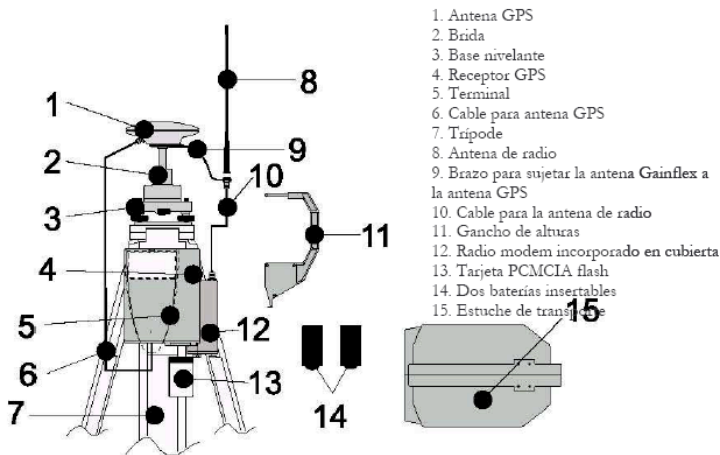
El fundamento radica en el hecho de que los errores producidos por el sistema GPS afectan por igual (o de forma muy similar) a los receptores situados próximos entre sí. Los errores están fuertemente correlacionados en los receptores próximos.

Un receptor GPS fijo en tierra (referencia) que conoce exactamente su posición basándose en otras técnicas, recibe la posición dada por el sistema GPS, y puede calcular los errores producidos por el sistema GPS, comparándola con la suya, conocida de antemano. Este receptor transmite la corrección de errores a los receptores próximos a él, y así estos pueden, a su vez, corregir también los errores producidos por el sistema dentro del área de cobertura de transmisión de señales del equipo GPS de referencia.

En suma, la estructura DGPS quedaría de la siguiente manera:

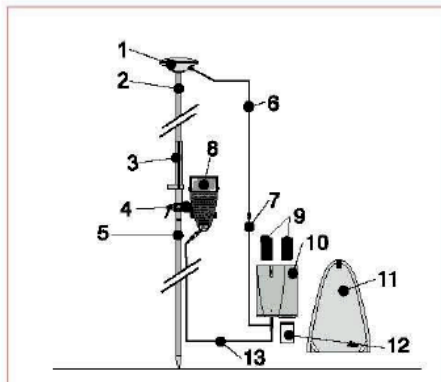
- **Estación monitorizada (referencia)**, que conoce su posición con una precisión muy alta. Esta estación está compuesta por:

- Un receptor GPS.
- Un microprocesador, para calcular los errores del sistema GPS y para generar la estructura del mensaje que se envía a los receptores.
- Transmisor, para establecer un enlace de datos unidireccional hacia los receptores de los usuarios finales.



Lista de revisión del equipo

1. Antena GPS AT501 o 502
2. Sección superior GLS21 del bastón de aluminio con terminación en rosca
3. Empuñadura GHT25 para bastón
4. Soporte GHT27 para la TR500
5. Sección inferior GLS20 del bastón de aluminio
6. Cable para Antena GEV141 de 1.6m
7. Cable para Antena GEV142 de 1.2m
8. Terminal TR500
9. 2 baterías GEB121
10. Receptor GPS SR510, 520 o 530
11. Mini mochila GYP603
12. Tarjeta PCMCIA flash MCF XMB-3
13. Cable Lemo de conexión de 5 polos GEV97, de 1.8m



- **Equipo de usuario**, compuesto por un receptor DGPS (GPS + receptor del enlace de datos desde la estación monitorizada).

Existen varias formas de obtener las correcciones DGPS. Las más usadas son:

- Recibidas por radio, a través de algún canal preparado para ello, como el RDS en una emisora de

FM.

- Descargadas de Internet, o con una conexión inalámbrica.

- Proporcionadas por algún sistema de satélites diseñado para tal efecto. En Estados Unidos existe el WAAS, en Europa el EGNOS y en Japón el MSAS, todos compatibles entre sí.

En los mensajes que se envían a los receptores próximos se pueden incluir dos tipos de correcciones:

- **Una corrección directamente aplicada a la posición.** Esto tiene el inconveniente de que tanto el usuario como la estación monitorea deberán emplear los mismos satélites, pues las correcciones se basan en esos mismos satélites.
- **Una corrección aplicada a las pseudodistancias de cada uno de los satélites visibles.** En este caso el usuario podrá hacer la corrección con los 4 satélites de mejor relación señal-ruido (S/N). Esta corrección es más flexible.

El error producido por la disponibilidad selectiva (SA) varía incluso más rápido que la velocidad de transmisión de los datos. Por ello, junto con el mensaje que se envía de correcciones, también se envía el tiempo de validez de las correcciones y sus tendencias. Por tanto, el receptor deberá hacer algún tipo de interpolación para corregir los errores producidos.

Si se deseara incrementar el área de cobertura de correcciones DGPS y, al mismo tiempo, minimizar el número de receptores de referencia fijos, será necesario modelar las variaciones espaciales y temporales de los errores. En tal caso estaríamos hablando del GPS diferencial de área amplia.

Con el DGPS se pueden corregir en parte los errores debidos a:

- Disponibilidad selectiva (eliminada a partir del año 2000).
- Propagación por la ionosfera - troposfera.
- Errores en la posición del satélite (efemérides).
- Errores producidos por problemas en el reloj del satélite.

Para que las correcciones DGPS sean válidas, el receptor tiene que estar relativamente cerca de alguna estación DGPS; generalmente, a menos de 1000 km. Las precisiones que manejan los receptores diferenciales son centimétricas, por lo que pueden ser utilizados en ingeniería.

7.3.4.- EL GPS EN TIMEPO REAL RTK

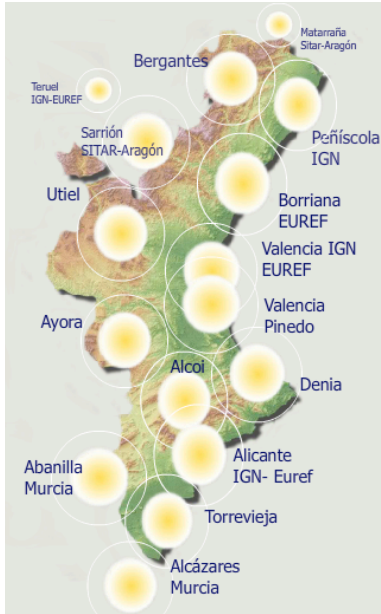
En el argot actual de la Topografía Aplicada mediante posicionamiento por satélite, se denomina equipo de trabajo con módulo **RTK (Real Time Kinematic)** a aquel que incorpora un software completo en la unidad de control y un sistema de transmisión de información que permite la obtención de resultados en tiempo real.

Las fases del trabajo en tiempo real con módulo RTK son las siguientes:

El equipo de trabajo mínimo son dos equipos de observación (receptor y antena), dos radiomodem (transmisor y receptor) y un controlador en la unidad móvil con un software de procesamiento de datos.

En primer lugar, se estaciona el equipo de referencia (receptor, antena y radiomodem transmisor), que va a permanecer fijo durante todo el proceso. El radiomodem transmisor va a transmitir sus datos de observación por ondas de radio al receptor incorporado en el equipo móvil, que a su vez almacenará en la unidad de control.

En segundo lugar, si el método escogido es el posicionamiento estático, el controlador calculará la posición del móvil en tiempo real. Si el método elegido es del tipo cinemático (stop & go o cinemático continuo), se debe proceder a la inicialización, necesaria para poder efectuar estos modos de posicionamiento. Tras efectuarse con éxito, se pueden determinar coordenadas de puntos en pocos segundos. En ocasiones la inicialización es muy rápida y con una fiabilidad muy alta, pero conviene comprobar las coordenadas obtenidas sobre un punto conocido para verificar que la inicialización a sido correcta.



Es evidente que la obtención de resultados en tiempo real supone una gran ventaja en todos los trabajos de índole topogeodésicos, así como en todos los campos donde esté presente el posicionamiento mediante satélites. Pero quizás, la aplicación donde mayor beneficio representa es en la topografía y replanteo de obras de ingeniería.

La Red de Estaciones de Referencia de Valencia (ERVA) surge con el propósito de convertir a la Generalitat Valenciana en Proveedor de Datos GNSS mediante una Red Multi-propósito de medición continua y posicionamiento por satélite.

La **Red ERVA** es una herramienta imprescindible para Vuelos fotogramétricos realizados sobre el territorio, para Cartografía y SIG, Geodesia, Geofísica, Navegación, Localización de puntos de interés, Delimitación de zonas y para Ingeniería. Mediante esta infraestructura en permanente funcionamiento,

el usuario dispone de un sistema de geo-referenciación preciso y continuo materializado en el territorio en el Sistema de Referencia Geodésico **ETRS89** (European Terrestrial Reference System 1989), ahorrando en tiempo y costes al existir la infraestructura pública.

Desde 2005 está operativo el servicio para post-proceso y emisión de correcciones para posicionamiento en tiempo real.

<http://icverva.icv.gva.es:8080/es/node/1>

Otras comunidades disponen también de redes de estaciones en funcionamiento.



Enlace de interés para entender mejor el GPS:

funcionamiento:

<http://www.youtube.com/watch?v=RvsmnPCXais&feature=related>

<http://www.youtube.com/watch?v=dsyDdgxrYDw&feature=related>

Sistema GPS galileo:

<http://www.youtube.com/watch?v=xJV-XrUjybM>

<http://www.youtube.com/watch?v=THsRwM8u4Wc>

<http://www.youtube.com/watch?v=782ZV90S0vg>

<http://www.youtube.com/watch?v=VjZsMjUhHVs&feature=related>

Aplicaciones:

<http://www.youtube.com/watch?v=4JczRFbl7IA&feature=related>

7.4.- MAQUINARIA 3D



Son sistemas que permiten a los contratistas utilizar la tecnología de posicionamiento óptima para el trabajo, desde la nivelación grosera hasta la nivelación final, incluyendo el empleo de láseres, trazadores láseres o de ultrasonidos, o estaciones totales robóticas y GPS para un completo control 3D de las máquinas. Los sistemas de control de máquinas suministran a los operadores la información que necesitan en la cabina, permitiéndoles incrementar significativamente la productividad, reducir el envejecimiento de materiales y trabajar con mayor precisión.

Entre los productos para el control de máquinas se incluyen:



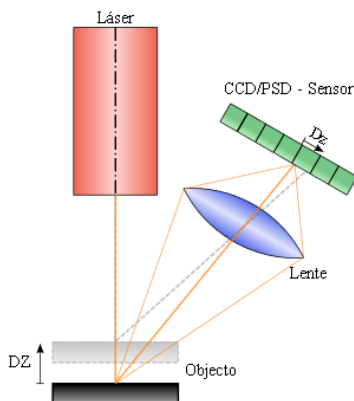
- sistemas GPS 3D para bulldozers, motoniveladoras, excavadoras y traíllas
- sistemas de control de pendiente y elevación para motoniveladoras y bulldozers
- sistemas de visualización gráfica del terreno nivelado y de la elevación para excavadoras
- sistemas de control de pendiente y elevación para pavimentadoras y perfiladoras.

7.5.- LASER SCANNER



Un **escáner 3D** es un dispositivo que analiza un objeto o una escena para reunir datos de su forma y ocasionalmente su color. La información obtenida se puede usar para construir modelos digitales tridimensionales que se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones. Desarrollados inicialmente en aplicaciones industriales (metrología, automóvil), han encontrado un vasto campo de aplicación en actividades como la arqueología, arquitectura, ingeniería, y entretenimiento (en la producción de películas y videojuegos).

El propósito de un escáner 3D es, generalmente, el de crear una nube de puntos a partir de muestras geométricas en la superficie del objeto. Estos puntos se pueden usar entonces para extrapolar la forma del objeto (un proceso llamado reconstrucción). Si la información de color se incluye en cada uno de los puntos, entonces los colores en la superficie del objeto se pueden determinar también.



El escáner láser de triangulación 3D es también un escáner activo que usa la luz del láser para examinar el entorno. El haz de luz láser incide en el objeto y se usa una cámara para buscar la ubicación del punto del láser. Dependiendo de la distancia a la que el láser golpee una superficie, el punto del láser aparece en lugares diferentes en el sensor de la cámara.

Esta técnica se llama triangulación porque el punto de láser, la cámara y el emisor del láser forman un triángulo. La longitud de un lado del triángulo definido por la cámara y el emisor del láser es conocida. El ángulo del vértice del emisor de láser se sabe también. El ángulo del vértice de la cámara (paralaje) puede

ser determinado mirando la ubicación del punto del láser en la cámara. Estos tres valores permiten determina el resto de las dimensiones del triángulo, y por tanto, la posición de cada punto en el espacio.

Enlace de interés para entender mejor el Láser Scanner:

Aplicación:



http://www.youtube.com/watch?v=iT3A7_OdLs4

How Laser scanner works:

http://www.youtube.com/watch?v=_NxCfYkPYBI

7.6.- 3D-DISTO

de Leica

Es un distanciómetro al que se le acoplan funciones de medida, toma de datos y representación. Mantiene la visión de conjunto en cualquier condición de espacio. Se registran y documentan fácilmente incluso puntos y distancias inaccesibles, superficies e inclinaciones. Olvidarse de las medidas y lamentarse por las erratas son ya cosa del pasado.



- Medición de posición, altura y distancia en las tres direcciones espaciales
- Guía intuitiva para el usuario mediante asistentes
- Medición desde una ubicación: todo punto visible puede medirse apuntando con el punto láser visible sin necesidad de mover el objetivo
- Medición también de puntos difícilmente accesibles, p. ej, los bordes de los techos
- Medición de superficies de techos, suelos y tejados, volumen, inclinaciones, desniveles, diferencias de altitud, ángulos
- Aplomado de puntos, desplazamiento paralelo de ejes, registro de alturas, transferencia a la misma altura de los puntos a las paredes. Olvídense del nivel de agua y la cinta métrica.
- Representación en tiempo real de las mediciones a modo de plano en la pantalla
- Representación de posición precisa de los puntos medidos en la imagen de la cámara
- Calculadora de bolsillo
- Documentación con solo pulsar un botón en forma de tablas estándar, fotografías, archivos DXF y archivos de texto
- Medición con control remoto
- Importación y exportación de datos a PC y lápiz USB

Enlace de interés para entender mejor el 3D DISTO:



<http://www.youtube.com/watch?v=KI5ykdAZjF8&feature=fvwrrel>

Videos en inglés:

<http://www.youtube.com/watch?v=s0SAcOWPxS0&feature=relmfu>

<http://www.youtube.com/watch?v=7Gyq6Qiz7r8&feature=related>

7.7.- ECOSONDA Y GPS. BATIMETRÍAS

La batimetría es el estudio de las profundidades marinas, de la tercera dimensión de los fondos lacustres o marinos. Un mapa o carta **batimétricos** normalmente muestra el relieve del fondo o terreno como isogramas, y puede también dar información adicional de navegación en superficie.

Los datos usados hoy en día para la confección de mapas batimétricos provienen normalmente de un sonar montado bajo la quilla o en el lateral de un buque, lanzando una onda de sonido hacia el fondo marino. La cantidad de tiempo que tarda el sonido en ir a



través del agua, rebotar en el fondo y volver, informa al equipo de la profundidad real. Años atrás, se podía calcular la media de cada uno de los impulsos individuales de un sonar para confeccionar un mapa continuo en lugar de una medición de puntos. Hoy día se puede usar un sonar de barrido ancho, consistente en docenas de ondas simultáneas, muy estrechas y adyacentes entre sí, formando un abanico de entre 90 y 180 grados.

El abanico de ondas sonoras formado por los sonares de barrido ancho permite una resolución y precisión muy altas.

Adicionalmente, un sistema GPS puede especificar de forma exacta la posición del buque. Se emplean también mediciones exactas de la velocidad del sonido en el agua para calcular la refracción de las ondas de sonido al atravesar capas de agua con distinta temperatura, conductividad y presión. Un sistema informático procesa todos los datos, corrigiendo según cada uno de los factores, así como por el ángulo de cada rayo individual. Al final, mediante este conjunto masivo de datos se consigue generar un mapa de forma casi automática.

Enlace de interés para entender mejor la batimetría con ecosonda y GPS:



<http://www.youtube.com/watch?v=J78LZ-9CxdA>

7.8.- GEORADAR

Un georradar, radar de penetración de tierra, radar de penetración terrestre, radar de sondeo terrestre, GPR o radar inferior, se utiliza para investigar o detectar objetos, estructuras, etc... por debajo del nivel del suelo.¹



Es un método electromagnético de alta frecuencia (de 50 a 1600 MHz), con capacidad de adquirir gran cantidad de información en un periodo corto de tiempo. Este sistema genera imágenes del subsuelo utilizando como fuente transmisora una antena electromagnética emitiendo una señal a una frecuencia fija que puede penetrar sedimentos, roca, hielo u otros tipos de materiales naturales ó artificiales. Básicamente, lo que detecta el GPR son cambios en las propiedades electromagnéticas de los materiales del subsuelo, ya que serán los parámetros que

definen estas propiedades los que, juntamente con las características de la onda emitida, determinarán la propagación de la energía a través del medio.

Se utiliza para la ejecución y control de calzadas y firmes, ya que aporta **imágenes de espesores de capas**, como de discontinuidades en las mismas. La posibilidad de trabajo con distintas frecuencias acota el rango de investigación y por tanto de materiales estudiados.

La geofísica permite obtener **diagnósticos del firme**, que apoyados en **ensayos mecánicos**, nos indican el estado del medio estudiado. De este modo se puede extrapolar los datos de ensayos mecánicos infinitamente en la superficie, para obtener un **resultado total de un área**.

Dentro de los métodos de seguimiento en fase constructiva de puentes y túneles, destacan el **control de las inyecciones**, y el **control de los estados de los pilotes**.

de geozone.es

Enlace de interés para entender mejor el georadar y sus aplicaciones en construcción:



<http://www.youtube.com/watch?v=A6t3NR8DXIq>

<http://www.youtube.com/watch?v=twXwXkwT4vw&feature=related>

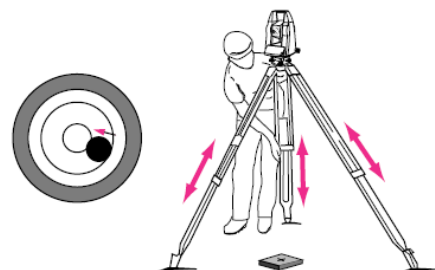
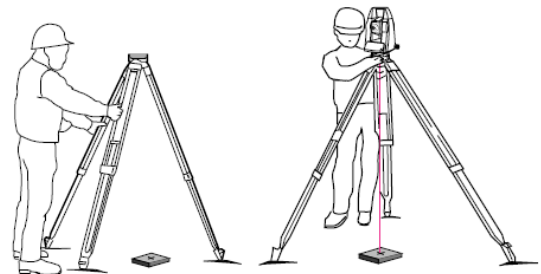
8. ESTACIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN TOTAL

(Principios Básicos de topografía. Karl Zeiske para manual de Leica))

El estacionamiento de la estación total lo realizaremos en dos pasos:

A) Montaje de la estación sobre el punto del terreno:

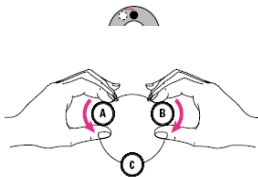
1. Coloque el trípode en forma aproximada sobre el punto en el terreno.
2. Levante las patas del trípode juntas hasta la altura de la barbilla y abra posteriormente las patas hasta que la plataforma quede lo más horizontal posible, y sobre la base de replanteo.
3. Encaje firmemente una de las patas del trípode en el terreno, dejando las otras dos para ajustar la estación con la plomada (ilustración superior izquierda).
4. Coloque el instrumento sobre la basada del trípode y fíjelo mediante el tornillo central de fijación.
5. Encienda la plomada láser (en caso de trabajar con instrumentos más antiguos, mire a través del visor de la plomada óptica) y acomode las patas del trípode hasta que el punto del láser o la plomada óptica quede centrada sobre el punto en el terreno (ilustración superior derecha).
6. Encaje las otras patas del trípode fuertemente en el terreno. Al realizar este proceso es probable que la plomada se desajuste un poco. Suelte la estación del trípode, desfijando el tornillo, y mueva la estación sobre la basada hasta central la plomada sobre la base de replanteo. No olvide volver a ajustar el tornillo central de fijación una vez terminado. Compruebe la plomada girando 400° y observando si se mueve.
7. Centre el nivel de burbuja esférico, ajustando la altura de la patas del trípode (ilustración inferior).



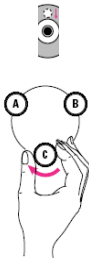
8. Una vez nivelado el instrumento, libere el tornillo central de fijación y deslice el instrumento sobre el plato del trípode hasta que el punto del láser quede centrado exactamente sobre el punto en el terreno.
9. Por último, ajuste nuevamente el tornillo central de fijación.

B) Nivelación del instrumento:

1. Una vez montado el instrumento, nivélelo guiándose con el nivel de burbuja.
 2. Después coloque el nivel tubular paralelo a dos tornillos de la plataforma nivelante. Gire simultáneamente dos de los tornillos en el mismo sentido. Esto es, los dos dedos hacia dentro o hacia fuera hasta dejar la burbuja del nivel tubular en centro.
 3. Ahora, gire la estación 100° y mueva únicamente el tercer tornillo para centrar el nivel de burbuja (ilustración inferior derecha).
- Para revisar la nivelación, gire el instrumento 200°.
- Después de esto, la burbuja debe permanecer dentro del círculo. Si no es así, es necesario efectuar otro ajuste.
- En un nivel, el compensador efectúa automáticamente la nivelación final. El compensador consiste básicamente de un espejo suspendido por hilos que dirige el haz de luz horizontal hacia el centro de la retícula, aún si existe un basculamiento residual en el anteojo (ilustración inferior).
- Si golpea ligeramente una de las patas del trípode, (siempre y cuando el nivel de burbuja esté centrado) observará cómo la línea de puntería oscila alrededor de la lectura y queda fija en el mismo punto. Esta es la forma de comprobar si el compensador puede oscilar libremente o no.



En las modernas estaciones, este segundo paso de nivelación se realiza automáticamente.



Es muy importante que mires los siguientes videos enlazados:

<http://www.youtube.com/watch?v=Sso-xkEWWiQ>

<http://www.youtube.com/watch?v=mRsAxCa6zPs&feature=relmfu>



9. RECOMENDACIONES DE USO

El siguiente apartado es un resumen de información obtenida de manuales de diversas casas comerciales y de la experiencia de obra. (*MANUAL DE LEICA TPS110C y MANUAL GTS SERIE 230*)

9.1.- TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

1. Para el transporte o el envío del equipo utilice siempre el embalaje original (maletín de transporte y caja de cartón). Proteja el instrumento con un acolchado o almohadillado adecuado para evitar vibraciones o choques bruscos durante el transporte.
2. Si el equipo ha sido objeto de un transporte prolongado o ha estado almacenado durante largo tiempo, es necesario efectuar unas pruebas de control.
3. Para el transporte de su equipo **en el campo**, cuide siempre de:
 - transportar el instrumento en la caja de transporte,

- para montar el instrumento, sujételo por el asa. No lo sujete nunca por el telescopio ya que podría afectar negativamente al sistema de fijación interior y reducir la precisión del instrumento.
- no llevar el trípode con el instrumento en posición vertical con las patas abiertas encima del hombro.
- 4. Observe los valores **límite de temperatura** para el almacenamiento de su equipo, especialmente en verano, si transporta su equipo en el interior de un vehículo.
- 5. Para almacenar el instrumento en el interior de un edificio utilizar también el maletín y dejarlo en un lugar seguro.
- 6. **Si el instrumento se ha mojado**, sacarlo del maletín. Secar (a temperatura máxima de 40°C/104°F) y limpiar el instrumento, los accesorios y el maletín y sus interiores de espuma. Volver a guardarlo cuando todo el equipo esté bien seco.
- 7. Mientras se esté utilizando en el campo, **mantener siempre cerrado el maletín**.

9.2.- TRABAJO EN CAMPO:

1. No exponga nunca el instrumento, sin filtro, a la luz directa del sol. Podría deteriorar los componentes internos del instrumento.
2. No deje nunca el instrumento sin protección a altas temperaturas. La temperatura interna del instrumento puede alcanzar fácilmente 70°C o superarlos y esto reducirá la vida útil del instrumento
3. Cuando sea necesario realizar mediciones de gran precisión, sitúe el instrumento y el trípode a la sombra para evitar la exposición a la luz directa.
4. Cualquier cambio brusco de temperatura del instrumento o del prisma (por ejemplo, al sacar el instrumento de un vehículo con calefacción), puede provocar una reducción en el margen de la medición de distancia.
5. Si los prismas están más fríos que la temperatura ambiente, se empañan. No basta simplemente con limpiarlos. Los prismas se deberán adaptar a la temperatura ambiente durante algún tiempo, debajo de la chaqueta o en el vehículo.
6. Coloque horizontalmente el estuche de transporte del instrumento cuando lo abra para extraer el aparato.
7. Controle todas las piezas del trípode después de utilizarlo. Algunas piezas como tornillos y frenos pueden estar sueltas.
8. No deje tizas ni otros materiales dentro de la caja.
9. Controle el nivel de carga de las baterías

9.3.- LIMPIEZA:

1. Limpie el instrumento después de utilizarlo, eliminando el polvo con un cepillo y a continuación límpielo con un paño.
2. Para eliminar el polvo del estuche no utilice nunca gasolina ni disolventes. Utilice un paño limpio humedecido con un detergente neutro.
3. **Objetivo, ocular y prismas:**
Para limpiar la superficie de la lente, utilice un cepillo para eliminar el polvo y a continuación utilice un paño limpio de algodón que no deje pelusa. Humedézcalo con alcohol (o una

mezcla de éter) y limpie la lente suavemente con un movimiento circular desde el centro hacia afuera.

10. SOFTWARE EN ESTACIONES Y GPS (INFORMACIÓN ADICIONAL)



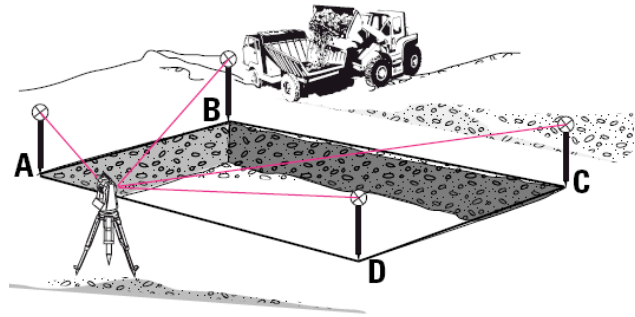
Cada estación dispone de un software con diversas funciones que facilitan el trabajo de campo y el posterior de gabinete. Los nuevos modelos incorporan la obtención de imágenes para el registro de información adicional.

10.1.- APLICACIONES

Estas son algunas de las aplicaciones de que disponen las estaciones básicas.

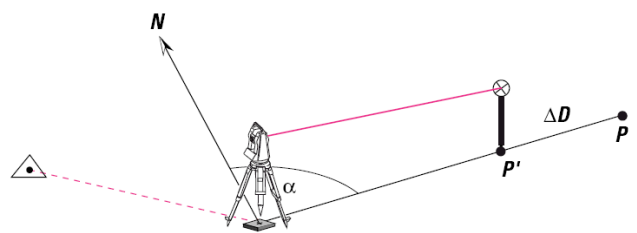
CÁLCULO DE ÁREAS

1. Coloque la estación total sobre un punto en el terreno desde el cual se observe la totalidad del área a medir. No es necesario poner en posición el círculo horizontal.
2. Mida los puntos extremos del área secuencialmente, en el sentido de las manecillas del reloj. Siempre deberá medir las distancias.
3. Al oprimir una tecla, el área se calcula automáticamente y se despliega el valor de la misma en la pantalla.



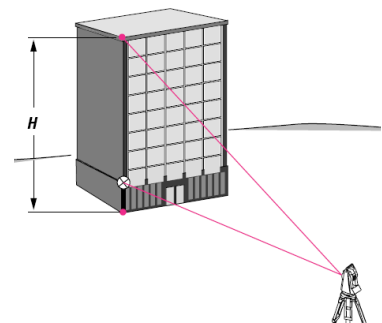
REPLANTEOS

1. Coloque el instrumento en un punto conocido y ponga en posición el círculo horizontal (consulte la sección "Montaje de la estación" en el manual del usuario).
2. Ingrese manualmente las coordenadas del punto a replantear. El programa calcula automáticamente la dirección y la distancia (los dos parámetros necesarios para llevar a cabo cualquier replanteo).
3. Gire la estación total hasta que la lectura del círculo horizontal indique cero.
4. Coloque el reflector en este punto (punto "P").
5. Mida la distancia. La diferencia ΔD de distancia al punto P se desplegará automáticamente. O bien, en la oficina puede transferir manualmente de la computadora a la estación total las coordenadas de los puntos a replantear. En este caso, para llevar a cabo el replanteo, únicamente deberá ingresar el número de los identificadores de los puntos.



ALTURAS REMOTAS:

1. Coloque un reflector en posición vertical debajo del punto cuya altura se va a determinar. La estación total se puede colocar en cualquier parte.
2. Mida la distancia al reflector.



3. Vise el punto cuya altura se desconoce.
4. La diferencia de alturas H entre el punto sobre el terreno y el punto de interés se calcula con solo presionar una tecla, cuyo valor se despliega en la pantalla.

INFORMACIÓN ADICIONAL. Esta información no es necesaria para los contenidos de la unidad

<http://www.youtube.com/watch?v=mB6QNEB0oEI&feature=related>



<http://www.youtube.com/watch?v=hRwyy75xa1o>

<http://www.youtube.com/watch?v=ai6YHXxtol&feature=relmfu>

Trimble:

<http://www.youtube.com/watch?v=GO2MT5Qhu9E>

<http://www.youtube.com/watch?v=hRwyy75xa1o>

Videos inglés:

<http://www.trimble.com/survey/Trimble-Access-IS-Tunnels.aspx>
