

LA ESTACIÓN TOTAL.

SUMARIO

1. EVOLUCIÓN HASTA LA ESTACIÓN TOTAL.
 - 1.1. Generalidades.
 - 1.2. Distanciometría electrónica.
 - 1.3. Goniómetros electrónicos.
 - 1.4. Calculadoras electrónicas.
 - 1.5. Asociaciones iniciales.
 - 1.6. Semi estación total.
 - 1.7. Conexión y cálculo de datos.
 - 1.8. Integración de los sistemas:
2. ELEMENTOS COMUNES CON LOS TAQUÍMETROS.
 - 2.1. Base nivelante.
 - 2.2. Tornillos de presión y de coincidencia.
 - 2.3. Movimientos.
 - 2.4. Sistemas de centrado (Novedad: plomada láser)
 - 2.5. Visores de colimación.
 - 2.6. Anteojo.
3. ELEMENTOS DIFERENCIADORES. PARTES NOTABLES QUE DEFINEN UNA ESTACIÓN TOTAL.
 - 3.1. Distanciómetro electrónico.
 - 3.2. Goniómetros electrónicos.
 - 3.3. Procesador de datos.
 - 3.4. Pantalla y teclado para gestión.
 - 3.5. Puertos de comunicación de datos.
 - 3.6. Fuentes de energía.
4. FLEXIBILIDAD EN LA CONFIGURACIÓN.
 - 4.1. Unidades de medición angular. Sistemas. Precisión.
 - 4.2. Unidades, modos y precisión en la medición de distancias.
 - 4.3. Referencias para el cero angular. Ángulos verticales. Ángulos horizontales.
 - 4.4. Activación/Desactivación de los compensadores.
 - 4.5. Selección del formato de coordenadas.
 - 4.6. Elección de los datos visualizados en pantalla.
 - 4.7. Funciones de autoapagado.
 - 4.8. Selección de unidades para las correcciones atmosféricas.
 - 4.9. Imposición de la constante de prisma.
 - 4.10. Fijación del número de repeticiones en una medición reiterada.
 - 4.11. Sentido de la memoria angular.
 - 4.12. Parametros de comunicación.
 - 4.13. Salida de datos.
 - 4.14. Contraste del display.
 - 4.15. Autoapagado de la iluminación.
5. CORRECCIONES AUTOMÁTICAS.
 - 5.1. Compensadores.
 - 5.1.1. Compensador simple. De verticalidad.
 - 5.1.2. Compensador de doble eje. De verticalidad. De eje secundario.

- 5.1.3. Compensador de triple eje. De verticalidad. De eje secundario. De eje de colimación.
- 5.2. Corrección de errores naturales.
 - 5.2.1. Curvatura terrestre y Refracción atmosférica (Temperatura, presión).
 - 5.2.2. Índice de Refracción atmosféricas.
- 5.3. Conversión distancias. Factor de escala. UTM.
- 6. MEDICIONES NORMALES.
 - 6.1. Distancias. Visualización. Archivo.
 - 6.2. Ángulos. Presentación.
 - 6.3. Introducción de datos necesarios.
 - 6.4. Orientación.
 - 6.5. Codificación.
 - 6.6. Coordenadas.
- 7. MEDICIONES ESPECIALES.
 - 7.1. Replanteos:
 - 7.1.1. Por polares.
 - 7.1.2. Replanteos por coordenadas cartesianas.
 - 7.2. Nivelación.
 - 7.3. Distancias entre puntos remotos RDM.
 - 7.4. Medición de coordenadas en tiempo real.
 - 7.5. Medición de punto desplazado.
 - 7.6. Función replanteo secuencial.
 - 7.7. Orientación.
 - 7.8. Medición transversa o determinación de bases.
 - 7.9. Sección transversal en 3D.
 - 7.10. Alturas remotas. REM.
 - 7.11. Determinación de Bases Libres.
 - 7.12. Cálculo de áreas en tiempo real.
 - 7.13. Retranqueo de líneas.
 - 7.14. Repetición angular.
 - 7.15. Funciones COGO.
- 8. ARCHIVO DE DATOS. SISTEMAS.
 - 8.1. Tarjeta magnética.
 - 8.2. Libreta electrónica o Colector de Datos.
 - 8.3. Memoria interna.
 - 8.4. Tarjetas PCMCIA.
- 9. ARCHIVO DE DATOS. FORMATOS.
 - 9.1. Archivo de observaciones.
 - 9.2. Archivo de bases.
 - 9.3. Archivo de coordenadas.
 - 9.4. Archivo de códigos.
 - 9.5. Archivo de comentarios.
 - 9.6. Gráficos.
 - 9.7. Formatos.
- 10. TRANSFERENCIA DE DATOS.
 - 10.1. Comunicaciones con PC. Protocolos.
 - 10.2. Transferencia de datos al PC. Formatos y formas.
 - 10.3. Transferencia de datos desde el PC. Coordenadas para replanteo o control.

- 10.4. Conversión y producción de formatos.
- 11. PROCESADO DE LOS DATOS.
 - 11.1. Diversos formatos para el procesado.
 - 11.2. Software topográfico. Demos.
 - 11.3. Gestión y cálculo de datos.
 - 11.4. Elaboración de Cartografía.
- 12. ACCESORIOS EXTERNOS Y COMPLEMENTOS.
 - 12.1. Baterías y otras fuentes de energía.
 - 12.2. Cargadores.
 - 12.3. Prismas. Prismas especiales. Batería de prismas.
 - 12.4. Bastones telescópicos aplomadores.
 - 12.5. Declinatoria.
 - 12.6. Ocular acodado.
 - 12.7. Filtros de anteojos.
 - 12.8. Bases nivelantes para prismas.
 - 12.9. Auxiliares de puntería.
 - 12.10. Cables de comunicación.
 - 12.11. Radioteléfonos.
- 13. ESTACIONES AUTOMÁTICAS.
 - 13.1. Estaciones robotizadas.
 - 13.2. Funciones de seguimiento.
 - 13.3. Funciones de replanteo.
- 14. DATOS COMPLEMENTARIOS.
 - 14.1. Corrección de Escala. Fórmulas y aplicación.
 - 14.2. Cálculo de la Constante de prisma. Práctica.
 - 14.3. Cálculo del coeficiente de refracción atmosférica. Presión y Temperatura.
 - 14.4. Compensación de las distancias Horizontal y Vertical por los errores naturales.
 - 14.5. Determinación de la distancia en el distanciómetro electrónico.
 - 14.6. Errores y codificación.

1. EVOLUCIÓN HASTA LA ESTACIÓN TOTAL.

1.1. Generalidades.

Hasta la configuración actual de la ET como equipo compacto se paso por varias combinaciones pensadas para aprovechar los avances que se fueron produciendo en la medición electrónica, tanto en distancias como en ángulos, así como en la gestión y cálculo de los mismos.

En los últimos años de la década de los cincuenta se acelera notablemente la producción de instrumentos de medición electrónica de distancias. Son instrumentos muy rústicos, pesados y voluminosos que usan grandes baterías externas.

Aún así y a pesar de su carestía, en seguida se popularizan, porque se gana en rapidez, comodidad, seguridad, alcance y precisión en la medición de las distancias.

1.2. Distanciometría Electrónica.

El desenvolvimiento de los métodos electrónicos para la medición de distancias (**EMD: Electronic Measurement Distance**) - (**MED: Medición Electrónica de Distancias**), nace como resultado de los experimentos realizados para la medición de la velocidad de la luz. Deste resultado, el físico sueco **Bergstrand**, revierte el proceso con el fin de medir **DISTANCIAS**.

La medición se basa en la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas con arreglo a la siguiente ecuación:

$$\text{Distancia} = \text{Velocidad} \times \text{Tiempo} \quad (d = c \cdot t)$$

$$c = 299792.458 \text{ Km/s} \cong 300000.000 \text{ Km/s}$$

Los principales antecedentes de la distanciometría electrónica hai que buscarlos muy atrás:

- **AÑO 1935: Empleo de MICROONDAS.** Robert A. Watson-Watt mide distancias entre aviones empleando la tecnología del RADAR, por medio de la emisión de MICROONDAS.
- **AÑO 1936.** En Rusia se fabrica un **Distanciómetro electro-óptico**.
- **AÑO 1948: Empleo de FUENTES LUMINOSAS.** Erick Bergstrand crea el **GEODIMETRO**. (Aplicaciones a la Geodesia Moderna).
- **AÑO 1957: Empleo de ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.** T. L. Wadley desarrolla el **TELUROMETRO**. (Aplicaciones a la Geodesia Moderna).
- **FINALES DE LOS AÑOS 60: Empleo de LÁSER E INFRARROJOS.**
- **1968.** Invención de los **distanciómetros electro-ópticos de rayo láser**. Wild fabrica el modelo de **Distanciómetro DI-10**, que, por su pequeño tamaño, puede ajustarse a un **Teodolito**, ganando rapidez y precisión en las mediciones topográficas. Nos acercamos al **taquímetro de Estación Total**.

El desarrollo de la tecnología láser entra en los equipos de medición de distancias.

Los distanciómetros modernos, de Estación Total, incorporan emisores de ondas de rayos infrarojos.

1.3. Goniómetros Electrónicos.

Hasta el surgimiento del goniómetro electrónico actual, debemos hacer referencia a dos importantes pasos: el primero será la aplicación que del compás a un semicírculo graduado con una alidada fija y otra móvil hace Oronzio Fineo en su obra "Geometría Práctica". El siguiente paso será la mejora que introducirá Josua Habernel con el teodolito-compás datado en 1576.

Unos años antes, por 1530, el matemático y geógrafo portugués, Pedro Nuñez, ideó un instrumento matemático para medir ángulos pequeños, que llamo nonius o nonio.

En 1730, Jhon Sisson construyó el primer goniómetro que sería mejorado por Jesse Ramsden que introdujo microscopios y tornillo micrométricos para las lecturas angulares.

Pasaron muchos años hasta que consiguieron los actuales sistemas de medición electrónica de ángulos.

La construcción de aparatos topográficos de tipo clásico continúa y, aprovechando los primeros avances de la electrónica y de la informática se construyen los primeros Teodolitos electrónicos, equipos dotados de anteojo óptico estadimétrico pero con un sistema para medir ángulos electrónicamente, por diversos métodos:

a) Codificador giratorio incremental magnético.

Los limbos incrementales no tienen un valor fijado en su superficie, miden incrementos de valores angulares, respecto a un origen de referencia aleatoria, circunstancia que permite fijar el cero angular en cualquiera posición sin necesidad de que se mueva el limbo, empleando para eso el teclado del instrumento. Existen dos sistemas:

1.- el basado en las interferencias producidas por el giro de dos patrones radiales, un grabado sobre el limbo, con trazas equidistantes, y otro sector con igual grabación que gira sobre el limbo. el giro de este último produce unas interferencias, con un patrón <<moiré>> con una luminosidad que se explora mediante fotosensores.

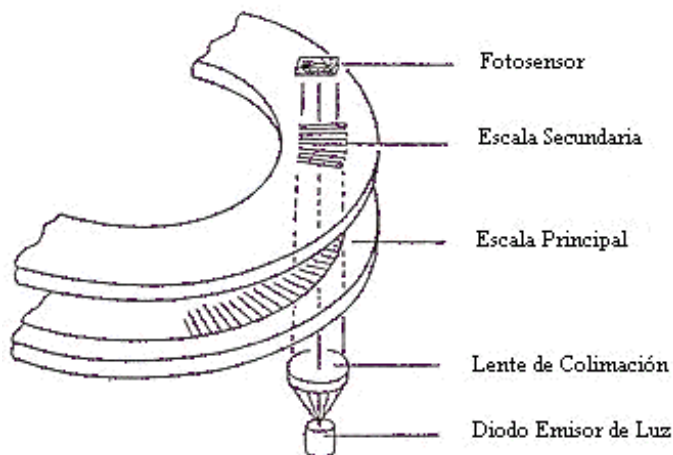
2.- el sistema que mide oscilación de la intensidad luminosa, analiza también cambios de luminosidad al atravesar un haz un limbo que lleva unas zonas opacas y transparentes.

La estructura básica del equipo está formada por un limbo en el cual se trazaron unas ventanas (zonas claras y oscura), un diodo emisor de luz y en la parte opuesta un fotodetector. La luz generada por LED atraviesa el limbo por las zonas claras y se interrumpe en las oscuras. Estos cambios luz-oscuridad se detectan en el fotodetector. y los convierte en señal eléctrica. Este cambio, que en función de la ranura tendría que ser triangular, por efecto de la difracción que sufre el haz, el fotodetector lo reconoce como una onda senoidal. Esta medida se convierte después en forma digital o cuadrada, y se generan unos impulsos, fácilmente contables.

Contando el número de pulsos se podría saber el ángulo, girado, pero con esta medida solo se llega a un valor aproximado, en función del tamaño de las grietas y el punto inicial y final en ellas. Por ejemplo, en el Kern E2, el número de trazos radiales es de 20.000. Si cada paso representa 2 minutos, y además el conteo lo realiza con el mismo signo, tanto si el giro fuese a derechas como a izquierdas, no valdría como elemento de medida. Para salvar estas dificultades se emplearan más fotodetectores.

Primero, para saber el sentido de giro, se utiliza un segundo fotodetector, desplazado 1/4 de paso (90°) entonces los señales generados por ellos será:

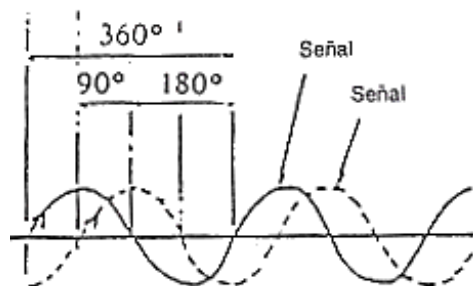
En el primer fotodetector se produce un señal seno y en el segundo un coseno. De tal forma, que el circuito de computación determina cual de ellas empieza primero. Si empieza la señal V₁, se gira a derechas; se empieza V₂ gira a izquierdas, así se sabe si hay que sumar o restar los pulsos.



$$V_1 = A \cdot \sin \varphi$$

$$V_2 = A \cdot \sin(\varphi + 90) = \cos \varphi$$

Para la lectura de precisión se realiza una interpolación. Para eso, se utilizan dos sistemas: el de división de resistencia y el de la tangente. Siendo este último el más extendido. Para ello, se emplean 4 fotodetectores desplazados entre si 1/4 de vuelta (0° 90° 180° 270°) y las señales que determinan son:



$$V_1 = A \sin \varphi$$

$$V_2 = A \sin (\varphi + 90) = A \cos \varphi$$

$$V_3 = A \sin (\varphi + 180) = -A \sin \varphi$$

$$V_4 = A \sin (\varphi + 270) = -A \cos \varphi$$

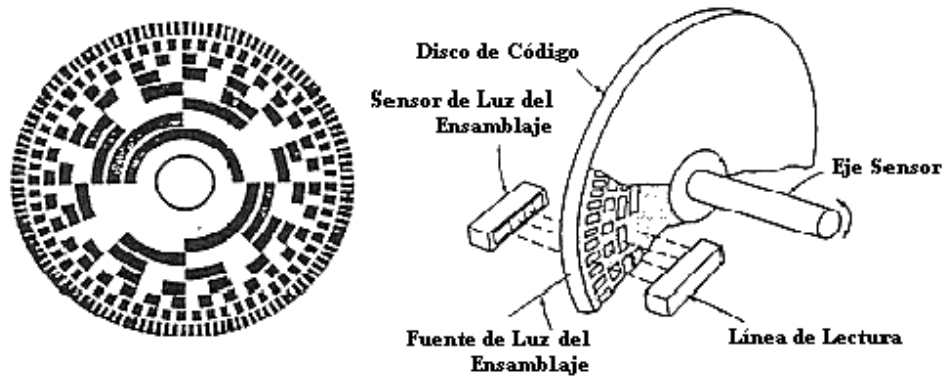
De manera que por medios electrónicos se determina fácilmente el valor de sigma:

$$\frac{V_1 - V_3}{V_2 - V_4} = \operatorname{tg} \varphi$$

La lectura del ángulo vertical es similar, pero se necesita fijar correctamente la posición del O. Para eso, se dispone de dos escalas especiales. Una en el limbo y otra en la alidada, de tal forma que coincidan cuando el eje de colimación sea perpendicular al eje principal. Para reiniciarlo una vez activado el aparato es preciso cabecear el telescopio para que el detector explore las coincidencias y establezca el cero. El valor medido se compensara electrónicamente de la falta de perpendicularidad, de forma automática.

b) Scanner decodificador rotatorio incremental fotoeléctrico.

Dispone de un limbo codificado que es leído por fotosensores que se mueven conjuntamente con la alidada (dinámico), o que están fijos (estático). Las posiciones de luz y oscuridad de los sensores proporcionan un código binario que es traducido a valor angular. Existen dos métodos: la medición estática y la medición dinámica.



1.4. Calculadoras electrónicas.

La aparición, en la década de los años 60, de los semiconductores que permitieron elaborar circuitos integrados en los que se pueden incluir miles de transistores y elementos necesarios para complejos circuitos, empaquetados en un pequeño taco de silicio, fue el primer paso hacia la construcción de las calculadoras electrónicas de bolsillo.

En el campo de la instrumentación Topográfica esta circunstancia permitió trasladar al campo un accesorio de sumo interés pues permite la realización de cálculos complejos, en el campo, obteniendo resultados, en tiempo real, que, en otra situación tendrían que resolverse en gabinete.

Esta tecnología permitió el montaje de los primeros sistemas de gestión de datos en campo, introduciendo los valores de la distancia y los ángulos, ya sea manualmente o de manera automática, según los casos.

1.5. Asociaciones iniciales.

La aparición del Teodolito electrónico al que se ajustaba, ya sea encima del anteojo o sobre los brazos de soporte, un distanciómetro electrónico, junto con la posibilidad de guardar los datos en una elemental agenda electrónica, supone la primera idea básica de la Estación Total.

La revolución de las Asociaciones puede ordenarse como sigue:

- Teodolitos electrónicos: Teodolitos para medición angular por medio de goniómetros electrónicos.
- Teodolitos electrónicos, con estadímetro: Taquímetros con anteojo estadimétrico y goniómetros electrónicos.
- Teodolitos electrónicos con Distanciómetro electrónico: Cualquiera de los dos tipos anteriores a los que se puede ajustar, sobre el anteojo, Distanciómetro electrónico.



Área de Enxeñaría Cartográfica, Xeodésica e Fotogrametría

Profesor: José Antonio Pardiñas García.

1.6. Semiestación total.

A comienzos de los años 80 los principales fabricantes japoneses consiguen una disposición muy interesante de equipos que, junto con las ventajas de tipo económico, desplazan en su favor el mercado de equipos para Topografía.

A ellos se debe la construcción de la Semiestación Total que, aun que no realiza las comunicaciones y el flujo de datos entre las distintas partes por procedimientos electrónicos, debido a que las lecturas angulares siguen siendo por medios ópticos, lograba la integración en un solo cuerpo físico de los dos equipos y reducía a cero los errores y problemas que presentaba la instalación del distanciómetro ajustado.

Con la Semiestación Total o Estación Semitotal, conseguimos:

- a) **Eliminar errores** de paralaje motivados por la defectuosa alineación de los dos ejes (óptico e infrarrojo).
- b) **Evitar** la necesidad de trabajar con el anteojo en CIRCULO INVERSO (Anteojo en posición invertida), en algunos equipos con el distanciómetro montado sobre el ocular. (Wild, por ejemplo).
- c) **Suprimir** la necesidad de hacer dos punterías. Una para medir los ángulos (puntería de colimación realizada con el anteojo del teodolito) y otra para apuntar al prisma con el anteojo del distanciómetro para poder medir la distancia.
- d) **Facilitar** el transporte del equipo, eliminando tantos bultos separados.

Este equipo de Semitotal fue muy interesante y aun es muy empleado en Topografía de obra.

La asociación entre un Teodolito electrónico, con salida automática de datos, y un Distanciómetro electrónico, comunicados a una calculadora externa o a un Colector de datos con capacidades de cálculo, constituye una primera evolución de la Semi- estación Total y un gran paso cara a la fusión de los procesos electrónicos de Distanciometría, goniometría y procesado.

Tal configuración y precursora de los modernos Taquímetros electrónicos integrados o Estaciones Totales.

1.7. Conexión y cálculo de datos.

La conexión y el cálculo de los datos medidos con los goniómetros electrónicos y con los distanciómetros asociados, por medio de cables especiales, permite la transferencia de los valores medidos a una Libreta o calculadora especial, provista del software apropiado para el cálculo topográfico.

Eso permite la obtención de datos, en tiempo real, distintos a las medidas realizadas por el equipo, que serán siempre ángulos y distancias.

1.8. Integración de los sistemas.

La evolución de la electrónica permitió la miniaturización de los circuitos y la reducción del volumen necesario para disponer de potentes sistemas de cálculo que pueden instalarse en los

huecos de los taquímetros electrónicos. También permitió la reducción del volumen de los goniómetros electrónicos y de los distanciómetros que pudieron así incluir en su interior el anteojo de los taquímetros, haciendo coincidir los ejes de colimación del anteojo y de disparo del distanciómetro, evitando el uso de constantes de excentricidad en las mediciones.

Nace así la **ESTACIÓN TOTAL**, que podemos definir como Taquímetro electrónico integrado que reúne en un solo instrumento, un Teodolito electrónico provisto de distanciómetro electrónico, con comunicaciones internas que permiten la transferencia de datos a un procesador interno, capaz de realizar múltiples tareas de medición y cálculo en tiempo real.

En la actualidad podemos ver Estaciones Totales **inteligentes**, con variados programas de cálculo, almacenamiento de datos en la propia estación, servomecanismos motrices que permiten su control por mando a distancia desde la posición del prisma, facilitando el trabajo de una sola persona, o equipos que, sin perder la filosofía y la precisión de las ET de gran nivel, se ajusta en precio y en alcance a los trabajos de Topografía más sencillos, como la medición de fincas, topografía de obra, etc.

De igual modo, los colectores de datos avanzaron al compás de las estaciones, pasando de ser instrumentos de almacenamiento y, en ese sentido, "terminales tontos", al relacionarse, en prestaciones y capacidad de cálculo con los ordenadores personales.

2. ELEMENTOS COMUNES CON LOS TAQUÍMETROS.

2.1. Base nivelante.

La Base o Plataforma Nivelante en las Estaciones Totales, el mismo que en los Taquímetros óptico-mecánicos, es el elemento de conexión y amarre con la meseta del trípode.

Algunos instrumentos van provistos de plataformas nivelantes extraíbles que tienen plomada óptica, para realizar el centrado sin necesidad de instalar el Taquímetro Electrónico.

En la actualidad, la mayoría de los aparatos utilizan bases de tres tornillos.

2.2. Tornillo de presión y de coincidencia.

El hecho de que las Estaciones dispongan de teclado alfanumérico o, en su defecto, de sistemas de administración de datos que facilitan la escritura, hace posible la imposición de valores fijos para la orientación horizontal, que convierten en innecesario el movimiento general del limbo horizontal sobre la base del taquímetro.

Por eso podemos encontrar instrumentos de este tipo que solamente tienen un par de tornillos para el movimiento horizontal:

- Tornillo de presión del movimiento particular.
- Tornillo de coincidencia del movimiento particular.

Para el movimiento vertical disponen de dos tornillos :

- Tornillo de presión del movimiento vertical.
- Tornillo de coincidencia del movimiento vertical.

La disposición de estos últimos suele estar del lado del observador cuando el anteojo/distanciómetro está en círculo directo (CD), pero algunas marcas como Leica, con Memoria interna, que permiten las dos manos libres, colocan los tornillos del movimiento vertical, en la parte del objetivo, por el lado izquierdo, con el anteojo en CD, para poder manipularlos con la mano izquierda, mientras con la derecha se mueve el tornillo horizontal, simultáneamente.

Más moderno todavía es el sistema que elimina los tornillos de presión. Estos son sustituidos por discos de fricción que permiten el giro de las partes móviles del Taquímetro o de la Estación Total, con un suave empujón. Mantiene los tornillo de coincidencia, para la correcta puntería, pero, en estos casos, los tornillos son sinfín y pueden girar en cualquier sentido el instrumento (movimiento horizontal) o el anteojo (movimiento vertical), sin límite.

2.3. Movimientos.

Los movimientos de un taquímetro de Estación Total son los mismos que los de otro taquímetro cualquiera:

- Movimiento horizontal: En torno a los ejes verticales. Algunos instrumentos tienen solamente el movimiento particular.
- Movimiento vertical: En torno al eje secundario o horizontal. Este movimiento es realizado por el anteojo y distanciómetro, al mismo tiempo, al estar contenido el anteojo dentro del distanciómetro.

2.4. Sistemas de centrado (Novedad: plomada láser).

Para el centrado del instrumento sobre el punto de estación o Base, es necesario hacer coincidir su eje vertical con la línea de cenit que pasa por el punto Base, señalado en el suelo por medio de los elementos de señalización que más convenga en cada caso.

Esto se consigue por medio de las plomadas, que podemos clasificar en tres grupos concretos:

- Plomada física: Igual que en todos los instrumentos, es posible colgar del tornillo de sujeción del trípode una pesa con punta, sostenida por una cuerda delgada. Esto es independiente del tipo de Estación Total y solo depende del trípode empleado, que deberá disponer de un gancho centrado en la parte inferior del tornillo de sujeción.
- Plomada óptica: Situada en un lateral de la alidada horizontal. Consiste en un pequeño anteojo, provisto de ocular para enfocar el retículo de centrado y de un mando de enfoque para centrar la imagen del punto del suelo que es posible ver gracias al desvío de la visual por medio de un prisma óptico situado en el centro de la alidada horizontal, que atraviesa el tornillo de sujeción, que es hueco.

Con esta plomada se consiguen precisiones en el centrado, en torno al centímetro

- Plomada láser: Perfectamente situado en el centro de la alidada horizontal, un láser emite una luz visible, que coincide con el eje vertical del instrumento. Este sistema es exclusivo de la marca Leica.

Se activa simultáneamente el nivel electrónico y sirve de "puntero" para señalar en el suelo la coincidencia de la vertical con el punto señalado. Facilita el desplazamiento del instrumento sobre el trípode hasta el punto base, con la comodidad que supone ver en todo momento hacia donde se mueve la vertical.

La precisión del centrado con láser es de orden milimétrico.

2.5. Visores de colimación.

En los lados superior e inferior del distanciómetro van instalados unos visores que permiten la colimación rápida del prisma, sin necesidad de mirar por el anteojo.

2.6. Anteojo.

El anteojo de la Estación Total está “fundido” con el del distanciómetro y sirve, al mismo tiempo, para colimar, para emitir la radiación y para recibir el rayo reflejado en el prisma.

Para realizar la colimación dispone de los siguientes elementos:

- Lente ocular para enfocar el retículo.
- Retículo de colimación que, al igual que en los Teodolitos, tiene únicamente la cruz filar.
- Mando de enfoque para fijar la nitidez con que se ve el objeto, blanco o referencia.

Es, por eso, un anteojo de enfoque interno.

3. ELEMENTOS DIFERENCIADORES. PARTES NOTABLES QUE DEFINEN UNA ESTACIÓN TOTAL.

3.1. Distanciómetro electrónico.

Hay varios sistemas electrónicos para determinar grandes distancias con elevada precisión.

Las Estaciones Totales modernas emplean distanciómetros de rayos infrarrojos, empleando como fuente portadora un diodo normal de arseniuro de galio (GaAs), con capacidad para medir distancias de hasta 4 Km, con precisiones de $\pm (3 \text{ mm} + 3 \text{ ppm})$.

Existen modernos instrumentos de Estación Total de la marca Leica (año 1999) que incorporan, como optativo, un segundo distanciómetro láser, integrado al original, capaz de medir distancias de 80-100 m. Sin prisma. Con prisma pueden alcanzar los 5000 metros, con precisiones de $\pm (2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$.

Para determinar la distancia entre dos puntos A y B, por medio de las señales transmitidas por la Estación Total situada en A y reflejadas a su punto de partida desde el prisma situado en B. No se mide el tiempo, pues sería tan pequeño que no sería posible de medir excepto con relojes atómicos muy precisos y muy caros, capaces de determinar fracciones de segundo muy pequeñas ($100 \text{ metros en } 3.3 \cdot 10^{-10} \text{ segundos}$).

Por eso, se aplica la siguiente fórmula:

$$D = \frac{\Delta\Phi}{2\pi} \cdot \frac{\lambda}{2} + m \cdot \frac{\lambda}{2}$$

$$\text{siendo } \frac{\Delta\Phi}{2\pi} \text{ el desfase}$$

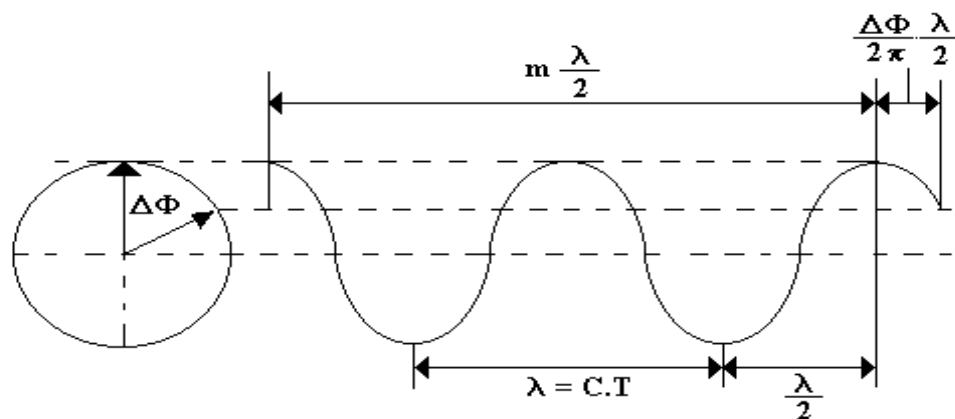
y $m = n^\circ$ de veces que se emite la onda.

El desfase se puede medir con un error del orden de la milésima del valor de la longitud de onda.

En la geración de ondas podemos llegar mucho más lejos, pues es del orden de la millonésima parte del valor de la longitud de la onda producida.

La parte fija del error, corresponde al error en la medida del desfase y la parte proporcional a la

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.



distancia, el error en la geración de la propia onda.

Pero existen unas determinadas limitaciones en la medición de distancias por este procedimiento, al aparecer ambigüidades que hacen necesaria su corrección.

Tales valores son:

- Velocidad de propagación de la luz en la atmósfera (c). Depende del índice de refracción, n .
- Constante K , como suma de la constante aditiva del distanciómetro y de la constante del prisma, también llamada de "recorrido interno".

– Determinación de c .

Para la determinación de c , que depende de las condiciones atmosféricas Presión (P) y Temperatura (T), las Estaciones Totales tienen la posibilidad de introducir los valores de estas variables o bien de medirlos automáticamente, al disponer de los sensores adecuados.

En todo caso la corrección de la velocidad a las circunstancias de la medición se hará de acuerdo con la

fórmula de Gladstone

$$\frac{n-1}{P}T = \frac{n_0-1}{P_0}T_0 \quad \text{y} \quad c = \frac{C_0}{n}$$

$$n = \left(\frac{n_0-1}{P_0} \cdot T_0 \right) \cdot \frac{P}{T} + 1 \quad C_0 = 299792.458 \text{ Km/s}$$

Las unidades para las variables se pueden configurar, como puede verse más adelante.

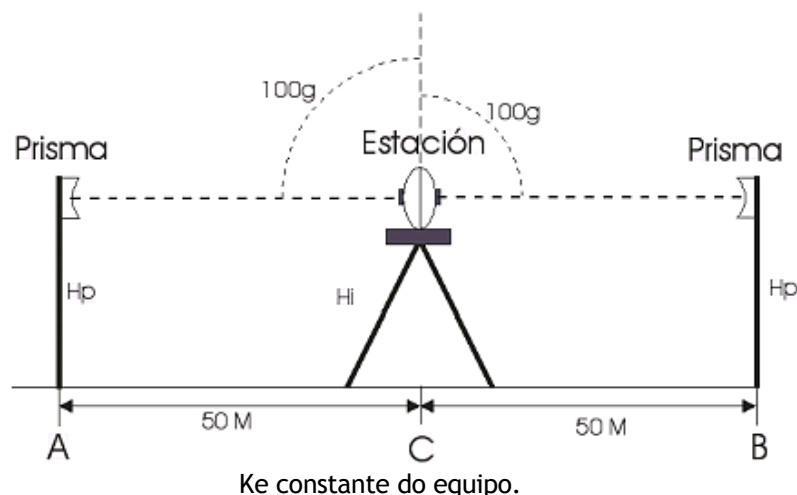
– **Determinación de K.**

La constante K ($K_e + K_p$) es característica de cada instrumento y de cada reflector, puesto que en ella se juntan dos factores: constante aditiva del instrumento (K_e) y constante de prisma (K_p).

• **Constante aditiva do instrumento:**

Esta constante está motivada por la falta de coincidencia entre el centro geométrico del emisor, que será el mismo que el centro del eje secundario sobre el que gira cuando está integrado en un taquímetro electrónico de Estación Total, y el centro eléctrico del mismo. al recorrido del rayo entre estos dos centros provocará un incremento entre la distancia medida que la hará diferente a la distancia buscada y que deberá ser corregido mediante software, con la introducción de ese valor. Tal constante está determinada por el fabricante y su corrección fijada en el procesador de cálculo del instrumento. No obstante, es conveniente conocer los procedimientos a seguir para su comprobación e, incluso, corrección.

PROCEDIMIENTO A SEGUIR PARA DETERMINAR LA CONSTANTE DEL EQUIPO



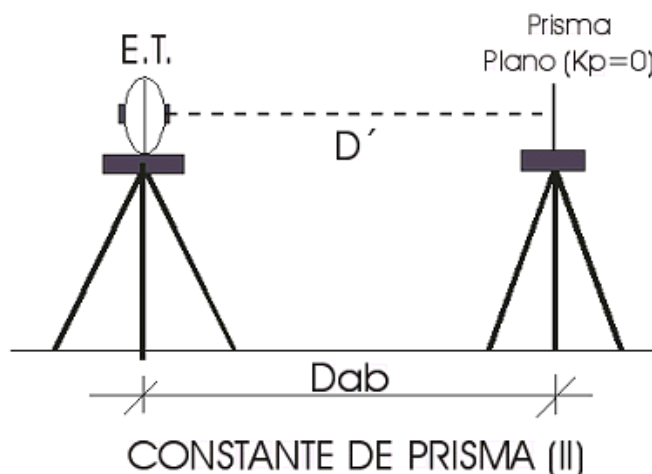
Conviene controlar la constante del equipo periódicamente para un correcto funcionamiento del mismo. Para eso se debe conocer antes la constante del prisma.

- **Constante del prisma reflector:**

En el prisma reflector, la onda incidente recorre un camino hasta salir, paralela a la de entrada y regresar al distanciómetro. Para ello experimenta tres reflexiones internas que suponen un camino recorrido que se incluirá en la distancia medida, falseando también el resultado final.

Este recorrido adicional va a depender del tipo de onda del distanciómetro y del reflector empleado y su valor es el que se llama **CONSTANTE DE PRISMA**. los valores típicos son 30 mm y 35 mm. Pero también hay reflectores planos de constante 0.

PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DEL PRISMA.



K_p constante de prisma.

$$K_p = D - D'$$

- Se mide una distancia corta, con buenas condiciones meteorológicas con el prisma a comprobar.
- Se sustituye el prisma por un reflector plano o placa ($K_p = 0$).
- Se coloca este reflector plano verticalmente en un extremo de la distancia a medir y se repite la medición.
- La diferencia entre la Distancia medida con el prisma a comprobar (D) y la distancia medida con la placa reflectante (D') es la K_p .
- La constante K_p está dada por el fabricante y solo en casos concretos sería necesaria esta operación. Que duda cabe que la precisión del cálculo depende de la correcta colocación de los reflectores: perfectamente plomados en el punto elegido y estabilizados por medio de tripodes.

Área de Ingeniería Cartográfica, Geodésica e Fotogrametría

Profesor: José Antonio Pardiñas García.

3.2. Goniómetros electrónicos.

Funcionamiento: Realizan la medición electrónica de ángulos captando señales, que posteriormente son transformados en digitales mediante un codificador presentando los resultados en una pantalla de cristal líquido. Para la medición de los ángulos se utilizan los sensores electrónicos de posición angular, que miden el ángulo girado por el eje del anteojo respecto a una dirección. Dichos sensores disponen de limbos codificados que les permiten convertir valores analógicos en digitales para obtener las medidas.

3.3. Procesador de datos.

Es la “calculadora” de la Estación Total. Miniaturizado y provisto de software de cálculo, el procesador es el encargado de producir resultados diversos en tiempo real.

Este elemento interno de la Estación Total está programado para “leer” los datos medidos por los elementos electrónicos (distanciómetro, goniómetros, sensores) y calcular con ellos.

En los casos más básicos, podemos obtener, de forma inmediata, distancias reducidas, desniveles o coordenadas correspondientes al punto medido.

Pero lo realmente llamativo es la realización de FUNCIONES ESPECIALES, que veremos más adelante. Sin lugar a dudas es esta posibilidad la que resalta la enorme potencia de trabajo de los taquímetros electrónicos de Estación Total.

El microprocesador interno es capaz, además, de comunicarse con los sistemas de archivo de datos o con un PC, enviando o recibiendo datos.

Algunas Estaciones disponen de memoria interna para guardar los datos siendo la gestión de los mismos realizada por el procesador.

3.4. Pantalla y teclado para gestión.

La interactividad necesaria para extraer datos de la Estación o imponerlos se consigue gracias a una pantalla de cristal líquido en la que se pueden visualizar valores, comandos o características de configuración y un teclado que permite “hablar” con el microprocesador.

Existe gran variedad de sistemas según la gama del equipo.

Hay Estaciones con un teclado mínimo que permite realizar operaciones básicas:

- Encendido/apagado.

- Selección de distancias.
- Elección de funciones especiales.
- Introducción de ordenes.
- Confirmación.
- Iluminación del display.

Las operaciones de trabajo, la imposición de datos (coordenadas iniciales, ángulo horizontal, Temperatura, etc) y la selección de operaciones se realiza por software, a través de la pantalla, “navegando” con el cursor.

Otros equipos disponen de todo esto más un completo teclado alfanumérico para escribir, activar funciones, dar órdenes, medir, grabar, transmitir, activar plomada láser, etc.



Pantalla y teclado



Pantalla y teclado

3.5. Puertos de comunicación de datos.

Los datos medidos e incluso los calculados pueden ser transferidos a las memorias de archivo, por conexión directa, sin necesidad de ser manipulados.

A través de cable los datos pueden pasar a Libretas Electrónicas o Colectores de Datos externos, o al PC.

Para ello, en la carcasa de la Estación va instalado un puerto de salida/entrada de datos, en la que se inserta un conector especial. Al otro extremo del cable suele disponer de un conector RS 232 para conectar a un puerto serie del ordenador o del Colector Externo de Datos.

3.6. Fuentes de energía.

Para funcionar, la Estación Total necesita energía eléctrica, que puede ser suministrada por varios sistemas. El elemento que más consume es el distanciómetro, por eso, para ahorrar energía es recomendable su desactivación una vez concluida cada medición. Algunas Estaciones o los colectores asociados, desactivan el distanciómetro una vez guardados los datos medidos.

Como fuentes de energía citamos:

- Baterías internas, incorporadas a la Estación Total.
- Baterías externas, acopladas en el trípode.
- Paneles solares.



Baterías.



Una batería normal podría tener las siguientes características respecto a su rendimiento:

- Medidas de ángulos: 10 horas.
- Medidas de ángulos y distancias: 5 horas. (medidos de 700 a 800 puntos cuando la batería está completamente cargada).
- Las baterías sin ser de NiCD de 12 V/0.6 Ah. Su temperatura de trabajo es de -20°C (-4°F) a $+50^{\circ}\text{C}$ (122°F).

4. FLEXIBILIDAD EN LA CONFIGURACIÓN.

Las enormes posibilidades para personalizar el sistema de trabajo que tienen los taquímetros de Estación Total, gracias a la incorporación de los controles informáticos internos cada vez más potentes, hacen de este instrumento topográfico una herramienta flexible y adaptable a las necesidades de cada técnico y cada trabajo.

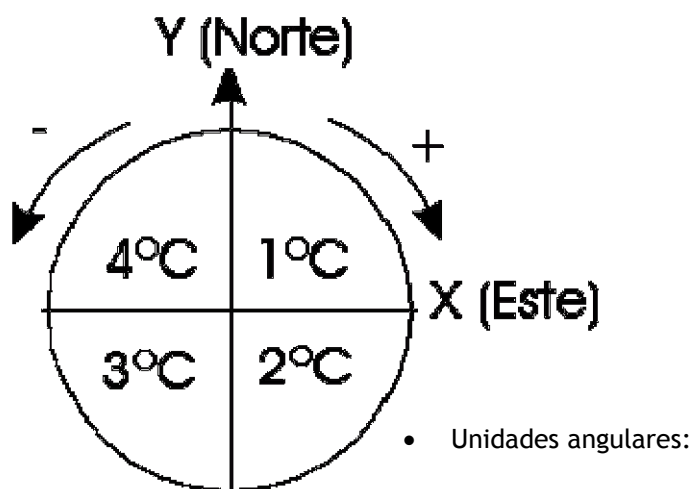
Vamos a analizar las más importantes y que más afectan a las capacidades de este equipo.

4.1. Unidades de medición angular. Sistemas. Precisión.

Conviene indicar, antes de nada, que la referencia angular para el CERO, en Topografía, es el eje “y” que marcará, por ello, el Norte.

El sentido de giro, para ángulos positivos, es el coincidente con el de las agujas del reloj.

Debido a ello, los cuadrantes que se forman en los goniómetros, serán:



Área de Enxeñaría Cartográfica, Xeodésica e Fotogrametría

Profesor: José Antonio Pardiñas García.

Podemos elegir entre varios sistemas de medición de ángulos, a pesar de que el más generalizado sea el centesimal. La configuración elegida permanecerá mientras no vuelva a ser modificada.

a) **SISTEMA CENTESIMAL (GRA)**

Unidad	Grado Centesimal.
Circunferencia.	400 grados
Cuadrante	100 grados.
1 Grado	100 minutos.
1 minuto	100 segundos.
1 Grado	$\approx 1 \text{ GON.}$
1 MILIGON (mgon)	= 10 segundos.

Notación de las unidades:

$$173 \text{ grados} = 173 \text{ gon} = 173^g$$

$$87 \text{ minutos} = 87^m = 87^c$$

$$40 \text{ segundos} = 40^s = 40^{cc}$$

Expresión decimal:

$$173^g.8740$$

Expresión compleja:

$$173^g 87^c 40^{cc}$$

Es un sistema de lectura directa e inmediata conversión entre las formas decimal y compleja, el que facilita su manejo e interpretación, por eso es el sistema más generalizado.

b) **SISTEMA SEXAGESIMAL. (DEG).**

Unidad	Grado Sexagesimal
Circunferencia	360 grados.
Cuadrante	90 grados.
1 Grado	60 minutos.
1 minuto	60 segundos.

Notación de las unidades:

$$74 \text{ grados} = 74^\circ$$

$$38 \text{ minutos} = 38'$$

$$20 \text{ segundos} = 20''$$

Expresión decimal:

$$74^\circ.63888$$

Expresión pseudodecimal:

$$74^\circ.3820$$

Expresión compleja:

$$74^\circ 38' 20''$$

Sistema incómodo porque los resultados del cálculo aparecen en forma decimal y hay que transformarlos, para la forma compleja.

c) **SISTEMA CIRCULAR (RAD).**

Unidad	RADIÁN
Circunferencia	2π radianes
Cuadrante	$\pi/2$ radianes.
1 Radian	$57^{\circ}.295780$
1 Radian	$206265''$
1 Radian	$63^{\circ}.661977$
1 Radian	636620^{cc}

Notación de las unidades:
 43.62 radianes = 43.62 rad.

d) **MILÉSIMAS ARTILLERAS (MILL).**

Unidad	Milésima artillera
Circunferencia	6400 mill.
Cuadrante	1600 mill.

• **Precisión.**

Conviene distinguir aquí entre apreciación o cuenta mínima angular y precisión interna.

APRECIACIÓN: es el mínimo valor angular que podemos leer en el display. Estará en función de la distancia de alcance del distanciómetro.

En las Estaciones Totales, la apreciación oscila entre 0.5^{cc} hasta 50^{cc} .

Las de gama media-alta dan valores mínimos entre 5^{cc} y 20^{cc} .

PRECISIÓN: es la mínima división que puede apreciar el codificador del goniómetro electrónico. Será inferior o igual a la apreciación.

4.2. **Unidades, modos y precisión en la medición de distancias.**• **Unidades (m, ft)**

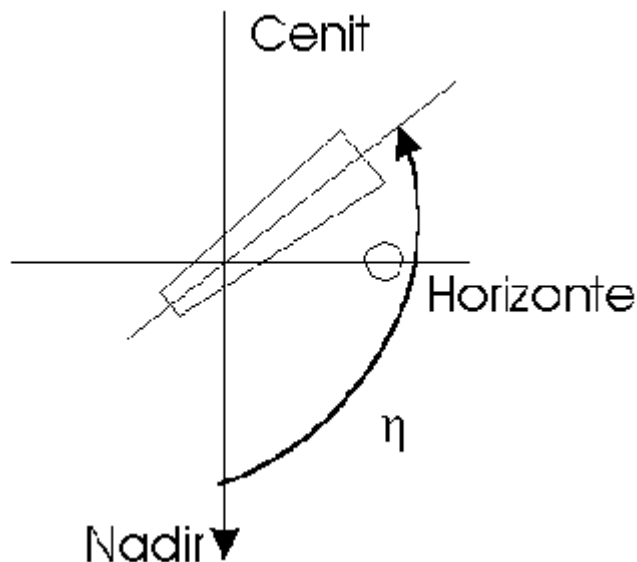
Generalmente se puede elegir unidades del sistema métrico (m, cm, mm) o del sistema inglés

(pies-ft, pulgadas-inch)

• **Modos. (Fina, tracking).**

Hay dos modos de medir:

- Medición fina, más lenta, pero con apreciación milimétrica;
- Medición en modo seguimiento o tracking, para replanteos o levantamientos rápidos, con apreciación centimétrica.



CERO NADIRAL: Se miden DISTANCIAS NADIRALES (η)

También se pueden configurar para medir pendientes del anteojo en %.

b) Para ángulos horizontales.

- Se puede fijar el CERO HORIZONTAL con teclas especiales. Primero se colíma la referencia y luego se impone el 0 Hz.
- Se puede imponer cualquier ángulo horizontal, por teclado, si hay teclado alfanumérico o por bloqueo con tecla HOLD o equivalente.
- Hay ET con movimiento general y se podrá optar por operar de igual forma que con los instrumentos óptico-mecánicos.

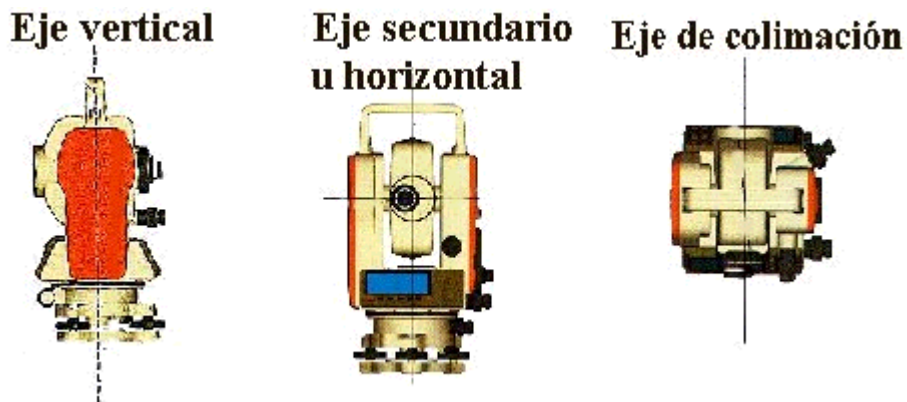
Las diferencias del CERO HORIZONTAL, dependen del Norte fijado.

4.4. Activación/Desactivación de los compensadores.

Las Estaciones Totales disponen de la posibilidad de rectificar automáticamente la incorrecta posición de sus ejes principales (vertical, horizontal, de colimación).

Cuando las necesidades de precisión no son elevadas, se pueden desactivar los tres ejes o alguno de ellos.

Si se desactiva el eje vertical quedan todos inutilizados, pero con el vertical accionado, se pueden desconectar los otros, a voluntad, por medio de software interno.



Los compensadores pueden rectificar desvíos de los ejes de hasta 3' (3 minutos sexagesimales).

4.5. Selección del formato de coordenadas.

La medición de coordenadas de los puntos es una función especial en algunas Estaciones Totales.

Mediante configuración se puede modificar el formato de presentación de los valores, que pueden tomar la siguiente ordenación:

ℵ	ℑ	℔
x =	y =	N =
y =	x =	E =
z =	z =	Z =

4.6. Elección de los datos visualizados en pantalla.

Según el número de líneas en el display, se pueden visualizar simultáneamente varios valores medidos.

Ejemplo:

- Con tres líneas:

Ángulo vertical: V _____
 Ángulo horizontal: H _____
 Distancia geométrica: _____

Ángulo vertical: V _____
 Ángulo horizontal: H _____
 Distancia reducida: _____

Ángulo vertical: V _____
 desnivel: _____
 cota: Z _____

Coordenadas:

N:
 E:
 Z:



- Con cuatro líneas (Memoria Interna):

- Número de punto : Pt
- Ángulo horizontal: Hz
- Ángulo vertical: U
- Distancia geométrica:



1ª Pantalla

Podremos desplazar pantallas para visualizar todos aparte de los que figuran en la 1ª pantalla serán:

los que afectan a cada punto medido que,

Distancia reducida:



Desnivel:

Este: E o X



Norte: N o Y

Altitud: H o Z

Código: Cod

Altura prisma: hr o Ap

Altura instrumento: hi o Ai

Corrección dist. (atmosf.): ppm

Constante de prisma: mm

4.7. Funciones de autoapagado.

Para ahorrar energía, se pueden configurar:

- a) Autoapagado del instrumento después de un tiempo sin manipular. Se fijan los minutos.
- b) Autoapagado del distanciómetro, después de cada medición o de cada repetición.

4.8. Selección de unidades para las correcciones atmosféricas.

- Precisión atmosférica: mmHg, atm, hPa, mb, inHg.
- Temperatura: °C. °F.

4.9. Imposición de la constante de prisma.

Se podrá seleccionar los valores habituales, según los prismas usados:

-30mm, -35mm, 0 mm.

4.10. Fijación del número de repeticiones en una medición reiterada.

Es posible fijar el número de impulsos o disparos repetidos para medir una distancia por reiteración y promedios.

Los valores suelen ser: 1, 3, 5.

El valor que aparecerá en el display será el promedio.

4.11. Sentido de la medición angular.

Es posible cambiar el sentido entre ángulos positivos, a la derecha o dextrorsum (destrogiro) y ángulos negativo, a la izquierda o sinextrorsum (levógiro).

4.12. Parámetros de comunicación.

Tanto para comunicarse con los sistemas externos de archivo de datos, como para enlazar con el ordenador, se puede fijar los parámetros de comunicación adecuados:

Velocidad baudios: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200

Bits por dato: 8, 7.

Paridad: NONE, XON/XOFF

Bits de parada: 1, 2.

4.13. Salida de datos.

Las Estaciones de Memoria Interna pueden guardar sus datos, opcionalmente, en Libretas Electrónicas o Colectores de Datos externos (CDe).

La configuración será:

Salida datos: MEM (Para Memoria interna).

RS232 (Para puerto serie de Cde).

4.14. Contraste del display.

A fin de conseguir una adaptación a la luminosidad externa, se puede variar el contraste de la pantalla.

4.15. Autoapagado de la iluminación.

En malas condiciones de luz se puede iluminar el display y el retículo de colimación del anteojo.

Es posible configurar su autoapagado a intervalos de tiempo cortos para ahorro de baterías.

5. CORRECCIONES AUTOMÁTICAS.

5.1. Compensadores.

5.1.1 . Compensador simple. De verticalidad.

Un sistema de péndulo electromagnético es capaz de corregir errores de verticalidad del instrumento, de hasta 3'. Estando activo, impide la medición si el eje vertical del instrumento está desplomado más de 3'. (Fuera de rango).

5.1.2 . Compensador de doble eje. De verticalidad. De eje secundario.

Hay estaciones Totales que poseen sistemas de compensación en dos de sus ejes.

- De eje vertical
- De eje secundario.

5.1.3. Compensador de triple eje. De verticalidad. De eje secundario. De eje de colimación.

Los tres ejes del instrumento pueden disponer de corrección automática de su ajuste.

- De eje vertical (principal)
- De eje secundario (horizontal)
- De eje de colimación (anteojo)

5.2. Corrección de errores naturales.

Se conocen como errores naturales, que afectan a los valores de las distancias y, sobre todo, de las verticales o desniveles, los provocados por la curvatura terrestre y por la variación del índice de refracción de la atmósfera.

5.2.1 Curvatura terrestre y Refracción atmosférica (Temperatura, presión).

Las distancias horizontal y vertical pueden ser corregidas automáticamente por el software de la Estación Total, con arreglo a las fórmulas siguientes:

$$D = d \left(\cos \alpha + \sin \alpha \frac{K-2}{2R} d \cdot \cos \alpha \right)$$

$$Z_{ij} = d \left(\sin \alpha + \cos \alpha \frac{1-K}{2R} d \cdot \cos \alpha \right)$$

d = distancia geométrica.

α = ángulo vertical desde el horizonte (altura de horizonte).

K = coeficiente de refracción atmosférica (Toma valores entre 0.14 y 0.2). Ver apartado 3.1

R = radio terrestre (6370 km).

D = distancia horizontal compensada.

Z_{ij} = distancia vertical compensada.

5.2.2 Índice de refracción atmosférica

Depende de la Temperatura y de la Presión atmosférica.

Se puede obtener automáticamente. Algunas ET disponen de sensores monitorizados para medir en cada instante los valores de P y de T.

$$K = \left(279.75207 - \frac{79.55626 \cdot P}{273.14941 + t} \right) \cdot 10^{-6}$$

K = coeficiente de refracción.

P = presión atmosférica en mmHg.

T = temperatura en °C.

5.3. Conversión distancias. Factor de escala. UTM.

Con esta función el instrumento puede presentar en pantalla valores de distancia convertida a UTM, aplicando los Factores de Escala y anamorfismo lineal adecuados a cada caso.

$$D_{UTM} = D_e \cdot K'$$

$$K' = 0.999724$$

Recordar que:

6. MEDICIONES NORMALES.

Se consideran mediciones normales las observaciones habituales de ángulos y distancias correspondientes a cada punto e, incluso, en determinados casos, las coordenadas absolutas de los puntos medidos.

6.1. Distancias. Visualización. Archivo.

El Distanciómetro mide distancias geométricas o inclinadas.

En pantalla se puede visualizar las tres distancias alternativamente:

- Distancia geométrica: 
- Distancia horizontal o reducida: 
- Distancia vertical: 

La distancia que se archiva en los sistemas de Memoria es la geométrica.

6.2. Ángulos. Presentación.

Se pueden leer simultáneamente los dos ángulos medidos:

- Ángulo horizontal: Hz ang.
- Ángulo vertical: V ang.

Para el sistema centesimal la presentación suele ser 000.00.00

6.3. Introducción de datos necesarios. Creación de Base.

Para crear una Base se necesita:

- Número de punto. Pt:
- Coordenadas iniciales para la base. (E_0 , N_0 , Z_0)
- Altura del instrumento: h_i
- Altura del prisma: h_r

Estos datos entran en la Estación si esta posee memoria interna o, en su defecto, en los sistemas externos de archivo.

6.4. Orientación.

Una Estación Total puede orientarse, para la medición de acimutes, por dos vías:

- Imponiendo el acimut de partida.
- Introduciendo las coordenadas del punto de referencia (VER CÁLCULO DE ACIMUTES POR ORIENTACIÓN).

6.5. Codificación.

Todos los puntos medidos con Estación Total pueden llevar asociados códigos que permiten su más cómoda gestión o clasificación, o incluso para automatizar determinadas fases de dibujo cartográfico.

6.6. Coordenadas.

Podemos visualizar, en tiempo real, las coordenadas de los puntos medidos, siempre que el

instrumento esté en condiciones de medir los datos de observaciones (ángulos y distancias), es decir, apuntando al prisma reflector.

7. MEDICIONES ESPECIALES.

7.1. Replanteos.

La Estación Total es un Equipo Topográfico muy potente en la aplicación a Replanteos, porque puede realizar múltiples cálculos en tiempo real que permiten resolver inconvenientes al realizar comprobaciones casi instantáneas.

Existen dos formas de replanteo con Estación Total.

7.1.1 *Por polares.*

Es el que se realiza con ángulos y distancias.

Replantar por polares, establecidas en gabinete, obliga a replantar todos los puntos previstos, desde la Base a la que están “ligados” y a orientar el instrumento tal y como se decida en el proyecto.

La ventaja de hacerlo con Estación Total estriba en la rapidez de la medición, en la precisión y en la capacidad que tiene el instrumento de indicar la diferencia entre la distancia de replanteo y aquella a la que se encuentra el prisma.

PRÁCTICA:

Paso 1: **ESTACIONAR.**

Paso 2: **ORIENTAR** el Cero a la Referencia fijada en Proyecto.

Paso 3: **INDICAR** la distancia de replanteo a la Estación Total, por medio de teclado.

Paso 4: **GIRAR** el instrumento hasta leer un ángulo horizontal igual al de replanteo.

Paso 5: **SITUAR** el prisma en la dirección marcada por el anteojo (el ángulo horizontal no podrá variar).

Paso 6: **INICIAR** la medición. En la pantalla aparecerá la diferencia entre la distancia a la que se encuentra el prisma y la correspondiente al punto a replantar, con la indicación de si hay que adelantarse o retroceder.

7.1.2 *Replanteo por coordenadas cartesianas.*

Es de las funciones especiales más útiles en la Estación Total.

Sabido es que se puede calcular una distancia entre dos puntos a partir de sus coordenadas (La llama “orientación por coordenadas”) y también acimut.

Con esta función especial, la Estación Total es capaz de calcular los valores para el replanteo, conocidas las coordenadas de las Bases de replanteo y de los puntos a replantar. Estos datos deberán referirse al mismo sistema de Referencia y se llevarán al campo en la Memoria del Instrumento o en la Libreta Electrónica.

Según las marcas, o procedimiento difiere.

Área de Enxeñería Cartográfica, Xeodésica e Fotogrametría

Profesor: José Antonio Pardiñas García.

Veamos a práctica e un caso concreto aplicado a LEICA TC605.

PRÁCTICA:

Paso 1: **TRANSFERIR** las coordenadas de la Base de Replanteo y de los puntos a replantear, la memoria interna de la Estación. Operación realizada en el gabinete.

Paso 2: **ESTACIONAR**. Recuperar los datos de la Base desde la memoria.

Paso 3: **ORIENTAR**. Se puede hacer a cualquier otra Base, con coordenadas. Recuperar las coordenadas desde la memoria. La Estación calcula el acimut y lo mantiene hasta la colimación de la referencia.

Paso 4: **REPLANTEAR**. Selecciona la función “replanteo” y se elige el punto a replantear, por su número, recuperando sus datos de memoria. La Estación calcula su acimut y su distancia. A partir del acimut determina el ángulo de giro necesario, desde la orientación hasta la dirección de replanteo y el presenta con signo menos, o más según corresponda.

Paso 5: **GIRAR** el anteojo hasta leer 0.0000 en ángulos horizontales.

Paso 6: **COLOCAR** el prisma en la dirección marcada por el anteojo.

Paso 7: **COLIMAR** y medir la distancia. En la pantalla aparecerá la diferencia de distancia hasta llegar al punto a replantear.

7.2. Nivelación.

- **Nivelación topográfica por métodos trigonométricos.**

Las Estaciones Totales provistas de compensadores de verticalidad pueden lograr resultados de precisión comparable a la de los niveles automáticos en la medición de las “zetas”, por lo que son instrumentos recomendables para la realización de itinerarios tridimensionales y de taquimétricos destinados a la elaboración de Modelos Digitales del Terreno (MDT).

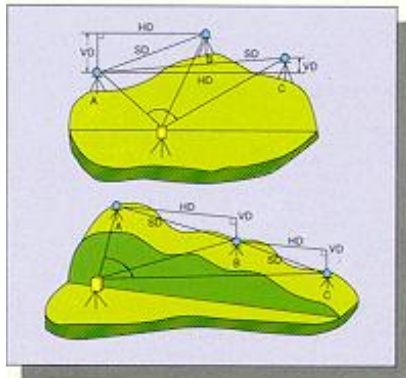
- **Función de nivelación.**

Con la Estación Total se pueden establecer puntos diversos referidos a una marca de bancada. Con esta función especial se calculan en tiempo real, la distancia reducida y la elevación o desnivel de diversos puntos, con respecto a un punto de referencia o marca de bancada.

7.3. Distancias entre puntos remotos RDM.

Con esta función es posible conocer, en tiempo real, a distancia reducida o la geométrica o la vertical, entre puntos remotos que puedan ser medidos desde la Base. También es posible reclamar a la Estación el tanto por ciento de pendiente, entre los puntos.

Es una función interesante para la medición de perfiles transversales para guardarlos en el formato propio, para CLIP, TOPCAL, etc.



7.4. Medición de coordenadas en tiempo real.

Normalmente los sistemas de archivo de datos guardan coordenadas paralelamente a las observaciones, pero cuando se utilizan Taquímetros electrónicos de Estación Total, sin memoria interna, funcionando en autónomo (sin colector conectado), la medición de coordenadas funciona como una función especial.

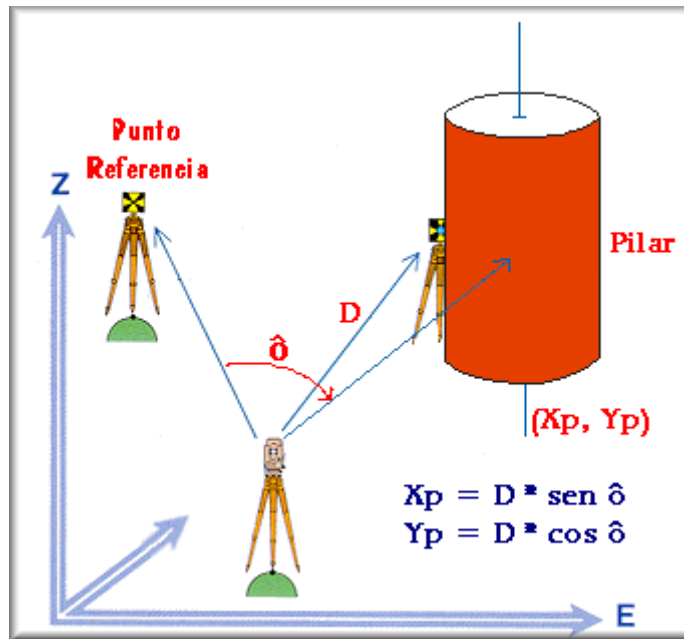
PROCESO:

1. Selección de la función especial.
2. Imposición de coordenadas de la base.
3. Orientación del instrumento.
4. Medición del punto deseado.

En pantalla se presentarán las coordenadas absolutas del punto pedido.

7.5. Medición del punto desplazado.

Interesante función que permite determinar las coordenadas de un punto en el que es imposible situar el prisma reflector, midiendo su ángulo de dirección y la distancia de un punto “paralelo”.



De utilidad para fijar el eje de un pilar, o centro de un árbol o el centro de un pozo.

1. Estacionar en BASE.
2. Orientar a la referencia.
3. Medir distancia a P (D_p). Grabar.
4. Medir ángulo a C (Eje del pilar). (θ_{BC}). Grabar.
5. La Estación calcula y presenta las coordenadas del punto C, según el proceso siguiente:

$$D_p \equiv D_C$$

$$X_C = X_{BASE} + D_p \text{ Sen } \theta_{BC}$$

$$Y_C = Y_{BASE} + D_p \text{ Sen } \theta_{BC}$$

7.6. Función replanteo secuencial.

Con esta función es posible dividir un segmento de alineación recta, en partes iguales situando la Estación Total en el inicio y midiendo previamente la longitud de la alineación o imponiendo el valor si esta es conocida.

Se fija el nº “n” de segmentos iguales y la Estación los va “replantando”.

Es interesante cuando se quieren “estaquillar” puntos de perfiles transversales, sobre un eje, para luego medirlos.

7.7. Orientación.

Es una función por la que el instrumento calcula el acimut de orientación, a partir de las coordenadas de la base y de un punto de referencia, que se colimaré.

El acimut calculado se impone al instrumento y se visualiza quedando efectuada la orientación del 0 horizontal, al Norte geográfico o a un Norte propio.

7.8. Medición transversa o determinación de bases.

Para la realización de itinerarios “automáticos” se puede recurrir a esta función especial.

PROCEDIMIENTO:

1. **ESTACIONAR** en la base.
2. **INTRODUCIR** coordenadas de la Base.
3. **ORIENTAR** a un punto de coordenadas conocidas, si es a la base inicial, o a la base anterior. También se puede introducir un acimut conocido, en la orientación de partida.
4. **COLIMAR** la base siguiente. Se almacenan sus coordenadas.
5. **CAMBIO DE BASE.** el instrumento “recupera” las coordenadas de la base recién medida, pasándolas a la “base nueva”.
6. **ORIENTACIÓN.** Se colíma a la base anterior. Las coordenadas de esta “base de procedencia” serán utilizadas para calcular el acimut y ejecutar la orientación. El mismo sistema se repite en cada cambio de base.

7.9. Sección transversal en 3D.

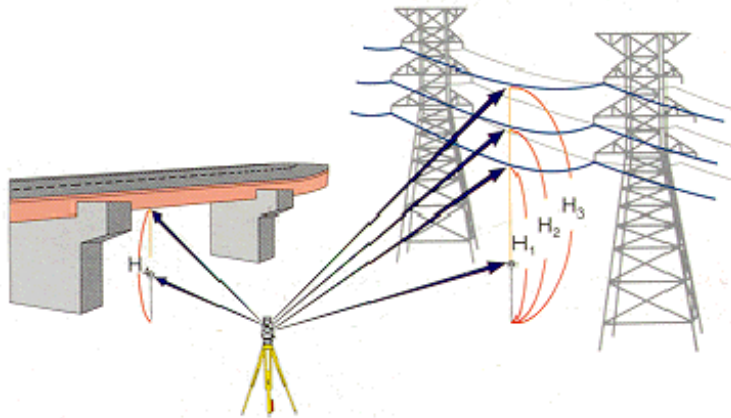
Se puede determinar un plano perpendicular a una base señalada por dos puntos de posición del prisma. Esto permitirá obtener las coordenadas de puntos en los que no se puede situar el reflector.

Las aplicaciones posibles son: secciones de túneles, muros, fachadas, etc.

7.10. Alturas remotas. REM.

Para conocer la altura a la que se encuentran los puntos inaccesibles (altura de cables de conducción eléctrica, alero de tejado, altura de poste, etc) o para encontrar la separación

vertical entre distintos puntos, se utilizará esta función especial.



Su proceso de cálculo responde a un determinado proceso de cálculo.

PRÁCTICA:

1. **ESTACIONAR** el instrumento.
2. **SELECCIONAR** la función de altura remota.
3. **SITUAR** el prisma reflector en la vertical del “punto remoto”.
4. **INTRODUCIR** altura de prisma.
5. **MEDIR** y salvar.
6. **ELEVAR** el anteojo hasta colimar el punto remoto.

En el display se visualizará la altura buscada.

7.11. Determinación de Bases Libres.

Una Base Libre puede definirse como una Base Destacada que se cuelga de una poligonal o de una red, por necesidades del levantamiento topográfico o de operaciones de replanteo.

La Estación Total “puede” calcular las coordenadas de una Base, por bisección inversa, a condición de que desde esta se vean otras dos bases de coordenadas conocidas y sea posible, además de medir el ángulo formado por las visuales, conocer las distancias.

La nueva base dispondrá de coordenadas propias, en el sistema en el que estén las dos visadas, y podrá ser usada de forma inmediata como base de medición o de replanteo.

7.12. Cálculo de áreas en tiempo real.

Como se sabe la Estación Total calcula las coordenadas de los puntos medidos, en el instante de la medición.

Es igualmente sabido que, a partir de las coordenadas de los vértices se puede calcular la superficie

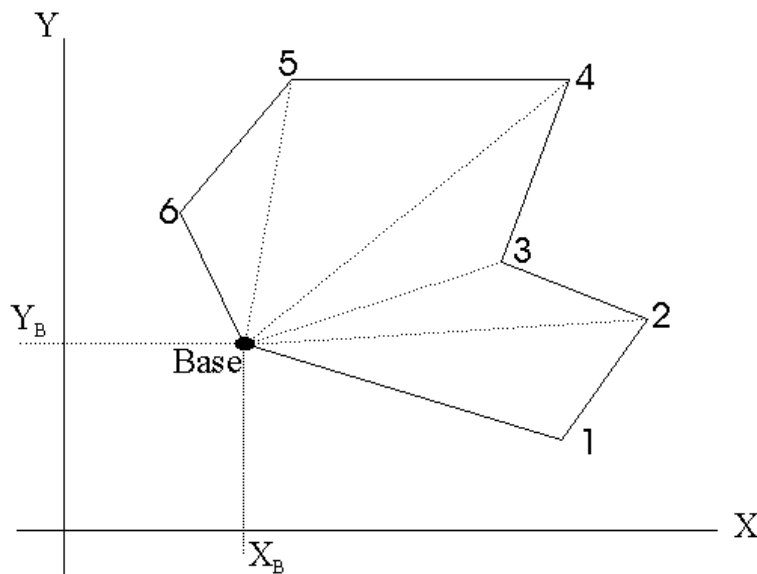
de cualquier polígono, según la fórmula:

$$S = \frac{\sum (X_n - X_{n+1})(Y_n + Y_{n+1})}{2}$$

Así pues, con esta Función Especial, y a partir de los tres primeros puntos medidos - incluida la base - la Estación Total va dando valores de las área acumuladas, hasta que se indique el último punto. Normalmente se debe indicar si la base es o no es vértice del polígono y si dicho punto es interior o exterior del mismo.

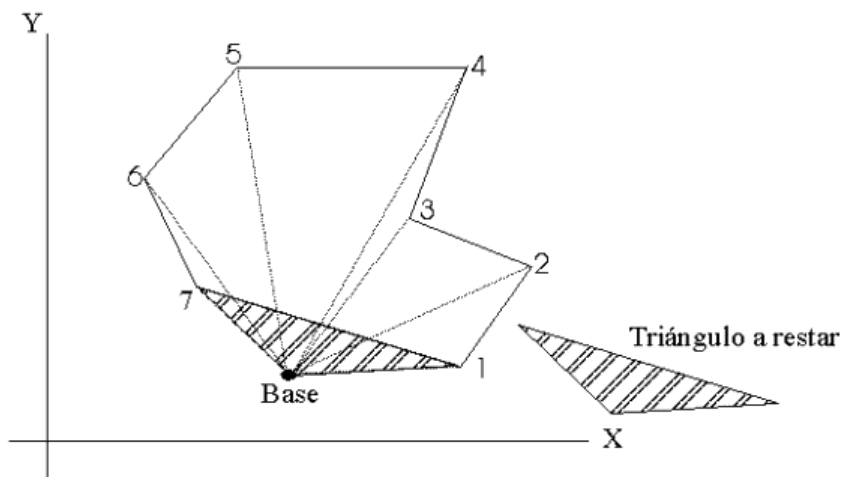
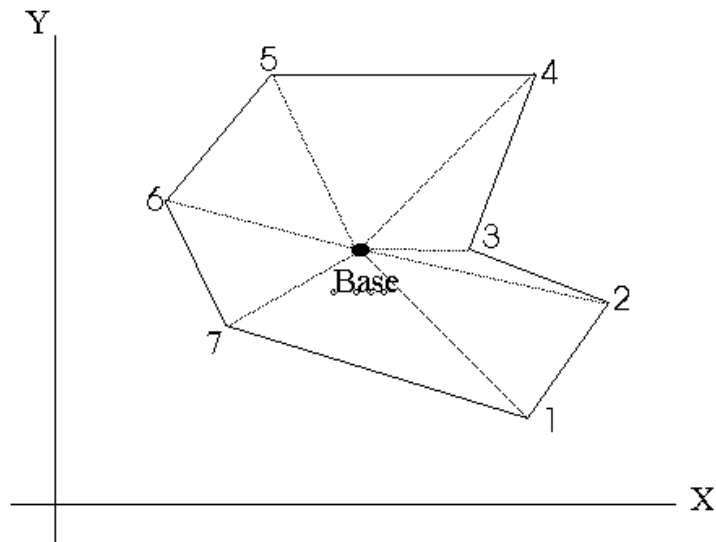
Casos que se pueden dar:

a) Base vértice.



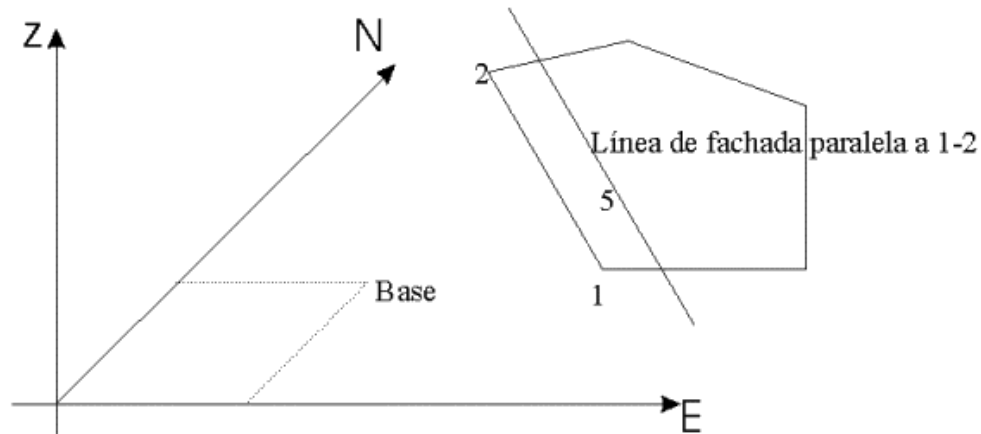
b) Base interior.

c) Base exterior.



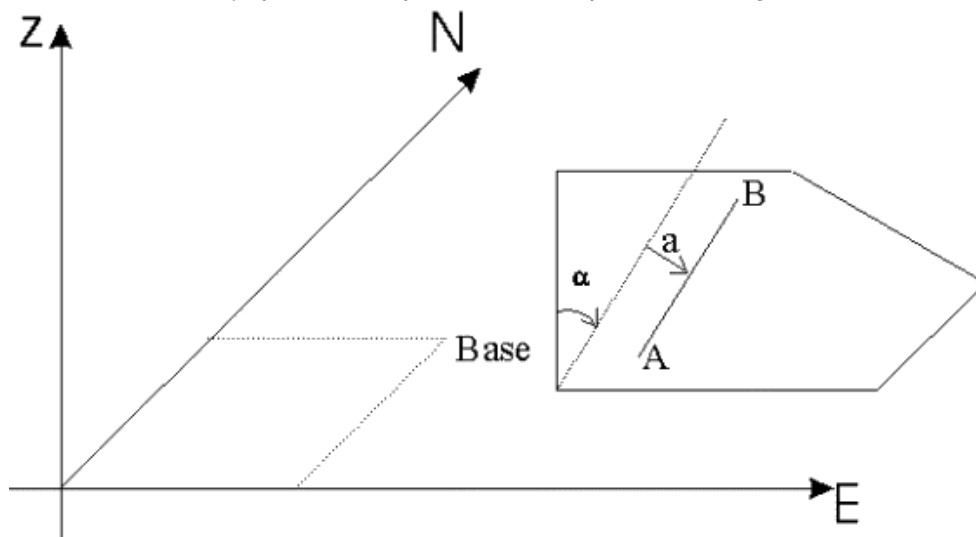
7.13. Retranqueo de líneas.

Si disponemos de dos puntos que definen una dirección se puede determinar el replanteo de una alineación recta paralela a la anterior, a distancia conocida o formando un ángulo previamente fijado.



Esta función es de gran utilidad para topografía urbana y para replanteos de obra.

Se puede conseguir una combinación de las dos opciones y replantear una línea que forme un ángulo α con la base de referencia y que esté desplazada con respecto al lado girado, "a" metros.



Base línea de referencia: 1-2 (Los puntos 1 y 2 son conocidos por sus coordenadas).

α = Ángulo de giro de la línea final de fachada A - B.

a. = Distancia en metros entre el lado girado del ángulo y la línea de fachada buscada.

7.14. Repetición angular.

Esta función sólo pueden realizarla las Estaciones Totales provistas de movimiento general (limbo horizontal móvil) y con tornillo de coincidencia general (aparatos repetidores).

La mecánica de aplicación de la función es similar a la realizada con los aparatos antes citados, pero la verdad es que la propia Estación puede determinar el número máximo de repeticiones admitidas, "N", ya que $N * \text{valor inicial ángulo} < 400^\circ$ y realizar el cálculo del ángulo acumulado y el promedio.

7.15. Funciones COGO.

Colección de funciones matemáticas de gran interés para cálculos geométricos en tiempo real, como pueden ser: intersecciones directas, intersecciones inversas (bisección, Pothénnot), resección, etc.

8. ARCHIVO DE DATOS. SISTEMAS.

8.1. Tarjeta magnética.

Es un cartucho de pequeño tamaño, compacto, sólido e impermeable, ideal para almacenar un elevado número de puntos en campo y que se puede archivar o transportar ocupando poco espacio.

Se inserta en una ranura especial, en la Estación Total, que podrá escribir o leer en la tarjeta gracias a un dispositivo instalado al efecto.

Constituida interiormente por dos bobinas separadas y conectadas a un chip de Memoria RAM, que forman un circuito alimentado por una pequeña pila de litio.

Una de las bobinas es la encargada de "digitalizar" los impulsos magnéticos que le "escribe" la Estación Total y guardarlos en la Memoria. La otra bobina es utilizada para "leer" y extraer esos mismos datos para pasarlos al ordenador.

Para lograr la transferencia de los datos al PC se necesita un periférico "experto" o lector de tarjetas magnéticas.

Es un sistema cómodo para el trabajo en campo pero engorroso por la necesidad del lector.

Las más modernas Estaciones Totales utilizan otros sistemas de archivo de datos.



capacidades de su software:

1. Colector de datos MCV de Corvallis con el software Surveyor Assistant (SA)
2. Libreta electrónica PSION Workabout con el software ZAS.
3. Agenda Pocket de HP con el programa Cartomap.
4. Colector PSION Workabout con SC6

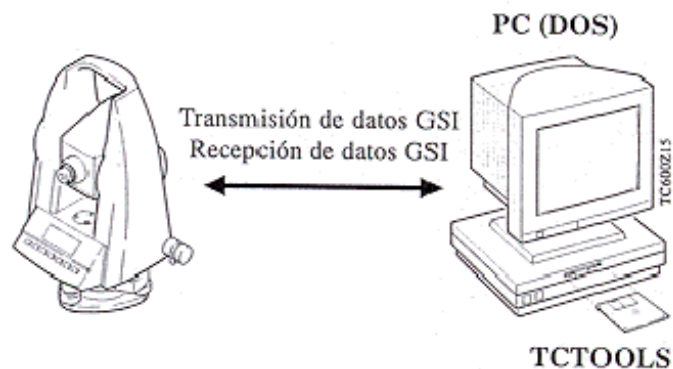
8.3. Memoria interna.

Determinadas marcas de Estaciones Totales, pioneras en su momento en el uso y utilización de Libretas Electrónicas, evolucionaron hacia la incorporación de Memoria Interna en el propio instrumento.

Este sistema elimina periféricos y cables de conexión, incrementando notablemente la velocidad de trabajo.

También facilita la modificación de prestaciones del propio taquímetro electrónico mediante la carga de nuevos programas de trabajo.

Para la transferencia bidireccional de datos se conecta la Estación Total con el ordenador y “se entienden” por medio de un programa especial de comunicaciones.



9. ARCHIVO DE DATOS. FORMATOS.

Para una mejor gestión de los datos medidos en campo es necesario una buena organización de los mismos. Esto



facilitará la búsqueda o la edición para corregir o cambiar valores, o la inserción de datos aislados o anotaciones complementarias.

Todos los sistemas de archivo electrónico permiten la creación de directorios y/o ficheros que se podrán identificar fácilmente por su nombre o por su código.

Es bastante frecuente igualmente la separación en archivos diferentes de los datos medidos y dar anotaciones complementarias, pudiendo clasificarse de la siguiente forma:

9.1. Archivo de observaciones.

En el se guardan los valores geométricos constituidos por ángulos y distancias, acompañados de todos los identificadores de los puntos.

Es un fichero indispensable para poder realizar los ajustes y aplicar modificaciones que afecten a las bases desde las que se realiza la medición.

Área de Enxeñaría Cartográfica, Xeodésica e Fotogrametría

Profesor: José Antonio Pardiñas García.

Digamos que en el fichero de observaciones los puntos mantienen su dependencia con la base desde la que se miden y, por ello, sus valores pueden ser modificados si varían algunos datos de la base, como por ejemplo la altura del instrumento.

Los campos que se emplean para las observaciones son:

- Nº de Base.
- Altura de instrumento.
- Código base.
- Nº de punto visado.
- Código del punto.
- Altura del prisma.
- Ángulo horizontal CD.
- Ángulo horizontal CI.
- Ángulo vertical CD.
- Ángulo vertical CI.
- Distancia geométrica.
- Comentarios.

Los valores de código y altura de prisma se mantendrán constantes siempre que sea posible, por comodidad de trabajo, por ello, en los archivadores electrónicos, se mantienen por defecto con los últimos valores introducidos, sin más que confirmarlos con la tecla "Enter" o equivalente.

Los valores angulares en círculo inverso (Regla de Bessel) solo serán pedidos si se activó ese método de medición.

9.2. Archivo de bases.

El posicionamiento de bases requiere un especial cuidado en la medición de los itinerarios o poligonales, por lo que estos puntos se identificarán con una numeración y una codificación específica.

Normalmente los datos de estos puntos se guardan en un archivo específico de bases que luego será procesado y ajustado en una fase previa al cálculo global del levantamiento topográfico.

9.3. Archivo de coordenadas.

Paralelamente al archivo de observaciones se van guardando los valores de las coordenadas absolutas de los puntos medidos, como medida de seguridad.

Hay que tener en cuenta que algunos programas de captura y archivo de datos tienen capacidad para ajustar la poligonal pero, para ello, exigen al usuario que diferencie cuando está guardando un punto que va a ser base del itinerario, de cuando guarda un punto radiado o lateral.

Esta opción convierte en decisión libre el archivo de observaciones. Sin embargo, siempre se guardarán las coordenadas, que serán absolutas, en función de las de la primera base y de la

orientación inicial.

9.4. Archivo de códigos.

Los programas de topografía y cartografía están preparados para automatizar la ejecución del dibujo y la cartografía si empleamos determinados códigos asociados a cada punto medido.

Esta utilidad es muy importante cuando el levantamiento topográfico se realiza en zonas parcelarias o urbanas en las que la existencia de líneas y elementos de dibujo es amplia y variada, porque facilita la selección de las entidades que nos interesa dibujar, bien diferenciadas del resto.

La codificación de los puntos también mejora su manejo porque se podrán seleccionar, separar, extraer, copiar o dibujar según las necesidades del trabajo o del cálculo a realizar.

Según el Sistema de archivo de datos, los códigos se asocian a cada punto en el momento de la medición, tecleándolos y se guardan con él o se vinculan al punto, desde un archivo específico de códigos que se mantendrá siempre disponible en el archivador electrónico.

9.5. Archivo de comentarios

Además del código se pueden asociar comentarios y frases a cada punto o grupo de puntos, en formato texto. Tales aclaraciones se podrán editar, exportar, imprimir, etc.

9.6. Gráficos.

Algunos colectores de datos están preparados para generar un gráfico, en tiempo real, con los puntos que ya se midieron, para analizar la corrección del trabajo o detectar faltas o zonas no cubiertas.

Si tenemos en cuenta que algunas Libretas Electrónicas también pueden generar cálculos para parcelaciones y divisiones de fincas, los gráficos en pantalla son una ayuda importantísima para esa gestión.

9.7. Formatos.

Los datos archivados en los sistemas de memoria se organizan en archivos de texto ASCII que pueden ser transferidos y editados. Pero el que realmente interesa al usuario es el formato resultante de la transferencia de estos mismos datos para conocer la compatibilidad con los diferentes programas de cálculo.

Por ello, centraremos el estudio de los diferentes formatos en el apartado siguiente.

10. TRANSFERENCIA DE DATOS.

Área de Enxeñería Cartográfica, Xeodésica e Fotogrametría

Profesor: José Antonio Pardiñas García.

10.1 Comunicaciones con PC. Protocolos.

Para lograr la correcta fluidez de los datos desde los diferentes sistemas de archivo al ordenador y viceversa, es indispensable que exista “entendimiento” entre las dos partes. Esto se consigue con la ayuda de programas especiales que interpretan los datos que se transfieren, a la vez que configuran los parámetros de una correcta comunicación.

El conjunto de características son los **PROTOCOLOS**.

Protocolo Básico:

- Velocidad bits/seg (o baudios).
- Bits de datos.
- Bits de Stop.
- Bits de paridad.
- Puerto de comunicaciones.

Protocolo de datos.

La diferencia entre unos protocolos y otros radica, en la compresión que realizan, operaciones de control y flujo de datos, seguridad ante caídas en la línea, recuperación de errores, etc...

Existen diferentes programas de Comunicación, adaptados a los diferentes Sistemas de archivo de datos, que deberán ser activados para iniciar la operación.

Veamos algunos ejemplos:

a) Transferencia desde la Memoria Interna.

Programa de Protocolos para Leica: Leica Survey Office.

En este caso es el ordenador el que controla la transferencia de datos, activando la Estación Total y sincronizando la transmisión de datos.

b) Transferencia desde tarjetas de memoria.

Se lee directamente desde la tarjeta. Se copia y se pega en la carpeta correspondiente del ordenador.

10.2 Transferencia de datos al PC. Formatos y formas.

Cuando se vuelcan los datos desde cualquier sistema de archivo electrónico de datos al ordenador, nos encontramos a menudo con formatos incompatibles con los programas de gestión, porque el orden o la codificación de los campos de las variables medidas no coinciden entre los dos sistemas.

Para solventar este problema se usan programas de conversión, sobre todo para los archivos de observaciones, que son los más complejos y los que soportan más datos. los programas informáticos de topografía actuales suelen incorporar sistemas propios de transformación que importan una gran variedad de formatos adaptándolos en el momento de la importación.

Los ficheros de datos son archivos de texto que pueden ser editados con procesadores de texto.

Veamos algunos formatos de los Colectores existentes en el mercado:

a) Formato *.GSI de Leica, procedente de Memoria interna.

b) FormatoSDR de SOKKIA.
Puede ser leído directamente por PROTOPO y TOPCAL.

c) Formato de Coordenadas.
Es, sin duda, el formato más fácil de transferir, pudiendo elegirse varias opciones:

Nº punto	x	y	z	Σ	Código
Nº punto	x	y	z		
	x	y	z	Σ	
	x	y	z		Código
etc..					

d) Formato *.DXF es un estándar de intercambio que puede ser importado por todos los programas de dibujo asistido, como Autocad, MicroStation, Corel Draw y otros.
Pues bien, si tenemos archivadas coordenadas de los puntos es posible exportar ficheros *.DXF desde la mayor parte de los Sistemas electrónicos de archivo de datos topográficos o bien de generarlo partiendo de los ficheros de coordenadas.

Formato PSI:

STL:OPOSI
SNU:02
SCO:LT93
STA:1
STC:EPO1
INH:1.515
TIM:11:27:53
DAT:08 ABR 1993
SOP:PARDI
TDA:DIS
PPT:5
PPC:EPO
PPH:1.60
RTH: 302.55
RTV: 102.2
RTD: 152.039
PPT:11
PPC:LBO
PPH:1.60

Área de Enxeñaría Cartográfica, Xeodésica e Fotogrametría

Profesor: José Antonio Pardiñas García.

RTH: 302.506
 RTV: 102.244
 RTD: 152.017

Explicación de los códigos del formato:

STA = N° Estación Base.
 STC = Código Estación Base.
 INH = Altura Instrumento.
 TDA = Medición Distancia.
 PPT = N° Punto Visado.
 PPH = Altura Prisma.
 RTH = Angulo Horizontal.
 RTV = Angulo Vertical.
 RTD = Distancia Geométrica.

Formato GSI:

110001+00000001	21.122+39998660	22.102+09860300	31...0+00117882	51..0.+0003+000
87..00+00001300	88..00+00001600			
110002+00000101	21.122+39936380	22.102+09844700	31...0+00119410	51..0.+0003+000
87..00+00001300	88..00+00001600			
110003+00000102	21.122+05409840	22.102+09813860	31...0+00246100	51..0.+0003+000
87..00+00001300	88..00+00001600			
110004+00000103	21.122+05416840	22.102+09976380	31...0+00164703	51..0.+0003+000
87..00+00001300	88..00+00001600			
110005+00000104	21.122+06144140	22.102+10076580	31...0+00148161	51..0.+0003+000
87..00+00001300	88..00+00001600			
110006+00000105	21.122+08570560	22.102+10536880	31...0+00116933	51..0.+0003+000
87..00+00001300	88..00+00001600			
110007+00000106	21.122+14804500	22.102+10718520	31...0+00109900	51..0.+0003+000
87..00+00001300	88..00+00001600			

Explicación de los códigos del formato:

Código 21 = Angulo Horizontal.
 Código 22 = Angulo Vertical.
 Código 31 = Distancia Geométrica.
 Código 51 = Constante do Prisma. (No se tiene en cuenta).
 Código 87 = Altura del Prisma.
 Código 88 = Altura del Aparato.

Formato SDR:

00NMSDR2x V01-000 29-Sep-01 06:34 211111
 10NMCANTEIRA
 06NM1.00000000
 13CPSea level crn:N
 13CPC and R crn : N
 13CPAtmos crn : N
 01NM 10.00 0.00
 04NM0.02000 0.02000

```

05NM760.00 15.0
08KI00011000.0000 1000.0000 500.0000 E1
07TV00010006373.71300 373.70300
02KI00011000.0000 1000.0000 500.0000 1.46 E1
03NM1.46
09F10001000647.3410 93.64400 373.70300 E6
03NM1.50
09F10001010162.7880 98.71300 325.96600 LRU
08KI01011024.9093 942.3784 501.2292 LRU
09F10001010261.2100 99.85000 335.40700 LRU
08KI01021032.3232 948.0206 500.1042 LRU

```

Explicación de los códigos del formato:**1) De Coordenadas:**

08KI → Coordenadas en formato (N, E, Z) → (Y, X, Z)
 /EST → Código.

2) De Observaciones:

Coorden	Nº Base	N	y	Z	Cód.
08KI	0001	1000.0000	1000.0000	500.000	E1
02KI	0001	1000.0000	1000.0000	500.000	1.46

03NM 1.46 → Hi = Altura de instrumento.

Hi

Observac	Nº Punto	Ang. H.	Ang. Vert.	Dist. Geom.	Cód.
09F1	000101	0162.7880	98.71300	325.96600	CR4

08KI → Coordenadas del mismo punto.

10.3 Transferencia de datos al PC. Formatos y Formas. Coordenadas para replanteo o control.

El único caso en que interesa transferir datos desde el ordenador es cuando necesitamos coordenadas de bases y de puntos de Proyecto para replantear por el sistema de coordenadas cartesianas.

Deberemos disponer de un programa capaz de capturar puntos en un gráfico de proyecto y convertirlos en coordenadas ASCII, o bien permitir su inserción manual para después preparar una exportación en el formato empleado por el sistema de archivo de datos.

Veamos el resultado de la exportación de un archivo de coordenadas, desde el PROTOPO, hacia diferentes destinos:

- a) Para GSI de Leica.
- b) Para ASCII de otros equipos.

11. ACCESORIOS EXTERNOS Y COMPLEMENTOS.

Los datos de campo entran en los sistemas de archivo en formato "bruto", arrastrando los errores cometidos en el levantamiento topográfico.

No obstante, algunos programas instalados en los Colectores de Datos o en la Memoria Interna de determinados modelos de Estación Total, tienen capacidad para analizar los errores de las observaciones y compensarlos por métodos diversos (Compass, Mínimos cuadrados, Bowditch, Baarda, etc..)

Pero lo más frecuente es que los valores observados en campo y almacenados en "memorias" electrónicas sean transferidos al ordenador en su forma original, es decir, sin corregir, para que sean los programas de cálculo topográfico y generación de Cartografía, los encargados de hacerlo.

Existen multitud de programas especializados en Topografía, cada uno con su organización de campos específica. Debido a esto y a que los valores de las observaciones de campo (ángulos y distancias) son las que generan una mayor variedad de formatos, se puede entender la dificultad de adaptar o de "leer" datos de orígenes diferentes a las peculiaridades de cada programa.

Observar los diferentes formatos que pueden presentarse en el entorno de datos, incluidos en el apartado 10.

11.1 Diversos formatos para el procesado.

Pues bien, veamos a continuación las diferentes organizaciones de los datos de observaciones que emplean algunos programas de cálculo:

11.1.1.- TOPCAL21.

Este programa organiza los datos de las observaciones encolumnando también el número de Estación Base, que repite en todos los registros o líneas hasta el cambio de base.

El formato de presentación de datos de campo (observaciones) es como sigue:

NE	NV	H	V	D	M	I
1	100	380.1360	100.4300	21.306	1.600	1.548
1	101	397.7820	100.7560	20.331	1.600	1.548
1	102	381.1100	105.1800	0.000	1.600	1.548
1	103	381.1100	95.9380	0.000	1.600	1.548

NE: Número de base

NV: Número de punto visado

H: Angulo Horizontal.

V: Angulo Vertical

D: Distancia Geométrica o número generador si los datos son estadimétricos.

M: Altura de prisma o lectura axial de mira, en metros.

I: Altura de Instrumento, en metros.

11.1.2.- PROTOPO 6.1.

Los datos de las Bases de la Poligonal entran en un archivo independiente (*.pol) que se gestiona y se calcula aparte. Para extraer y separar los datos de las Bases es condición que los puntos de

Estación estén nombrados por números menores de 100.

Para calcular los puntos radiados se genera un archivo con los puntos que tienen números mayores de 100.

El formato de organización de los campos es como sigue:

11.1.3.- OTROS.

Existen muchos programas informáticos especializados en Topografía que únicamente citaremos: MDT, TOPOWIN, SDRVarim, Kordab, Clip, Topograf, Istram, etc. algunos de ellos disponen de versiones demo activas o de versiones de demostración que pueden ser descargadas a través de Internet.

Sin lugar a dudas los datos que pueden presentarse en formatos más universales son las coordenadas. Por ello, la solución más cómoda para generar Cartografía es la transferencia de coordenadas al ordenador en formato ASCII con las columnas separadas por comas o por espacios.

Las combinaciones más frecuentes que los programas pueden leer (incluso se pueden configurar para adaptarse a la disponible) son:

N P	x	y	z	Σ Código
N P	x	y	z	Σ
N P	x	y	z	Σ
N P	x	y	z	Σ
N P	x	y	z	Σ
Etc...				

N P: N° de punto

x, y, z: Coordenadas tridimensionales.

Σ : Desorientación.

Cód: Código o descripción do punto.

11.2. Gestión y cálculo de datos.

La optimización del trabajo realizado con Estación Total se logra con la automatización de los procesos de cálculo y gestión de los valores de campo medidos.

Los programas antes citados, una vez que los datos han sido transferidos al ordenador, permiten una gran variedad de cálculos topográficos a la vez que la generación de cartografía, directamente en pantalla, o la producción de archivos de intercambio, tipo DXF para su tratamiento con programas de dibujo asistido.

Los cálculos más importantes que pueden ser realizados con este tipo de programas son:

- Cálculo de poligonales.
- Cálculo de radiación.
- Intersecciones directas e inversas.
- Cálculos altimétricos.
- Cálculo de áreas.
- Cálculos geométricos variados.

- Cambios de sistemas de referencia por HELMERT.
- Conversión entre coordenadas geográficas y UTM.
- Generación de perfiles longitudinales y transversales.
- Cálculo de volúmenes.
- Generación de datos para replanteos.

12. ACCESORIOS EXTERNOS Y COMPLEMENTOS.



12.1 Baterías y otras fuentes de energía.

Todas las baterías de Leica, son de níquel-cadmio o de hidruro metálico. Son fuentes de alimentación muy eficaces y fiables.

Existen baterías para insertar en taquímetros, teodolitos y niveles digitales, y baterías externas para todos los instrumentos.



12.2 Cargadores.

Los cargadores garantizan un óptimo estado de carga de las baterías. Estabilizan la corriente de carga también cuando se producen fluctuaciones de tensión y aseguran una larga vida de las mismas.

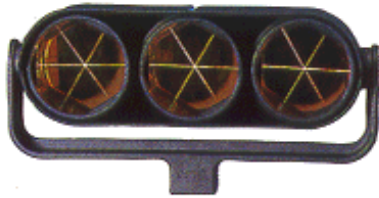


12.3 Prismas. Prismas especiales. Batería de prismas.

Para obtener el máximo provecho del alcance y la precisión de los taquímetros y teodolitos con distanciómetro superponible, se pueden emplear los prismas.

Los prismas de Leica se fabricaron a partir de vidrio óptico de alta calidad y cumplen las tolerancias más exigentes.

Las superficies de reflexión tienen una capa de protección, con el fin de que la suciedad o el empañamiento no reduzca su elevado grado de efectividad.



Batería de Prismas



Prismas.



Porta Prisma.



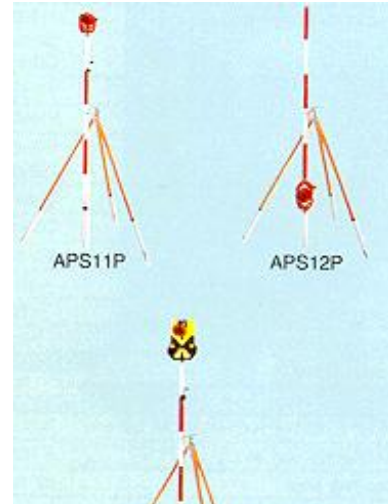
Prisma de seguimiento 360°.

12.4 Bastones telescópicos aplomadores.

Soportan el prisma para la radiación de puntos. Sostenidos por trípodes o bípodes especiales pueden servir para fijar las bases de una poligonal.

12.5 Declinatoria

La Declinatoria es una aguja magnética dispuesta en el interior de un tubo unido al instrumento. Cuando mirando a su través veamos la aguja en coincidencia con el eje, estará el tubo en la dirección de la meridiana magnética, circunstancias que utilizaremos para comprobar que el instrumento está orientado. La Declinatoria, en algunos aparatos se muestra en la alidada, mientras en otros, va unida al limbo acimutal; en este caso, a veces, no es permanente su posición sino que puede hacerse girar alrededor del instrumento e inmovilizarla en la posición conveniente.

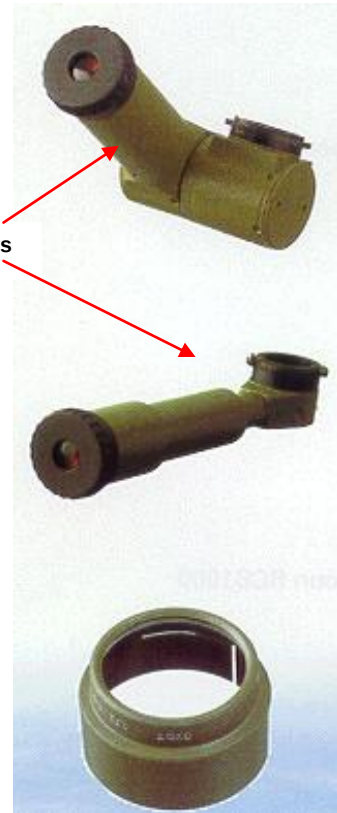


con trípode.

12.6 Ocular Acodado.

Empleado para poder realizar la visualización en condiciones difíciles en las cuales el anteojo se encuentra en una posición complicada para su utilización.

Oculares Acodados



12.7 Filtros de Anteojo.

Muchos de los oculares acodados traen incorporados un filtro, pero en otros casos se les puede acoplar un filtro ya sea solar o de otro tipo, los cuales nos permitirán visualizar el objetivo con mayor nitidez

Filtro Solar.



Filtro anteojo

12.8 Bases nivelantes para prismas.

12.9. Auxiliares de Puntería

De

-



arriba a abajo:

Señal de puntería de Precisión para medidas ángulos en distancias cortas.

Base nivelante.



Señal de Puntería.

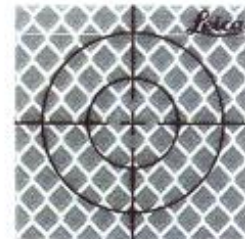
de

- Lámpara de Puntería. Se emplea para la localización rápida de punto visual.



un

- Diana Reflectante: Suelen ser adhesivas y se aplican en medidas deformación y en metrología industrial.



de

12.10. Cables de comunicación.

Necesarios para comunicar la Estación Total con el ordenador o con la Libreta electrónica.



12.11. Radioteléfonos.

La transmisión inalámbrica de datos de medición se implantó en la topografía de nuestros días. Además del ahorro de personal y tiempo, este método ofrece la ventaja de que transmite los datos sin errores.



sin

Radioteléfono frecuencia
libre

12.12. Plomadas Automáticas

Aquí podemos ver una Plomada Cenit y nadir y en la parte inferior una plomada Nadir automática.



13.

14.

15.

16.

17. ESTACIONES AUTOMÁTICAS

13.1 Estaciones automáticas robotizadas.

La última novedad en Estaciones Totales, viene dada por las Estaciones Totales automáticas. Dichas estaciones proporcionan una gran autonomía al usuario de las mismas.

Traen incorporadas una serie de funciones y características, que proporcionan una gran rapidez y fiabilidad en los procesos de medición.



- Dichas estaciones totales permiten trabajar con una sola persona.
- La persona se sitúa en el prisma al hacer el levantamiento o el replanteo, con lo que se gana en la calidad del trabajo.
- Al medir desde el punto del prisma, la adquisición de información adicional le resulta más sencilla, por ejemplo en levantamientos de canalizaciones y en trabajos GIS.
- Dichas estaciones son capaces de seguir a un prisma de forma automática situado a gran distancia, y en condiciones de visibilidad difícil.
- Poseen funciones de puntería automática y funciones de búsqueda programables y automáticas.
- Dichas estaciones se controlan con mando a distancia, lo cual ofrece mayor seguridad al determinar los puntos visuales.
- Poseen un montón de ventajas en el replanteo.
- En cualquier momento puede controlar la precisión del replanteo en el punto de medición.

13.2 Funciones de seguimiento.

Entre las diferentes funciones de seguimiento que incorporan podemos citar:

Puntería fina - Modo ATR: El reconocimiento automático del prisma ATR1 soporta al observador en todas las tareas topográficas clásicas, cuando se trata de visar a prismas fijos. El operador sólo tiene que orientar el anteojo de forma aproximada. El sistema ATR1 se encarga de la puntería precisa. Este sistema empleado por Leica, se puede aplicar a Puesta en estación libre, poligonales, medida de series, levantamientos, medidas de deformación y control.

Como ventajas:

- El operador se ahorra el tener que enfocar y apuntar con precisión.
- Las medidas ganan en precisión. Incluso operadores con poca experiencia están capacitados para obtener resultados constantes.
- El sistema ATR1 acepta cualquier tipo de prismas habitual, por ello no es necesario emplear reflectores especiales caros.
- Incremento de la productividad gracias a la rapidez con la que se efectúa la medida.

Seguimiento de Prisma - Modo Lock: En modo Lock, después de la primera medida, el instrumento lleva a cabo un seguimiento automático del prisma. Presionando un botón, se graban todos los valores sin que por ello se interrumpa el proceso de seguimiento. Se puede aplicar en levantamientos de puntos de masas, por ejemplo en levantamientos topográficos o para crear un modelo digital del terreno, en levantamientos con códigos para el post-tratamiento en sistemas GIS y en Replanteos.

Ventajas del Modo Lock:

- Modo ATR
- En modo Lock el operador se ahorra incluso la visual aproximada al prisma.
- Una breve pérdida del contacto con el prisma no influye sobre el seguimiento.
- Un reflector especial omnidireccional (360° simplifica el seguimiento pues siempre está orientado automáticamente respecto al instrumento.



Mando a distancia - Modo RCS: En modo RCS, una unidad de control externa, conectada con el taquímetro a través de un radiomodem, permite efectuar, controlar, codificar y grabar la medida desde el punto de medición. Tiene su inmediata aplicación en levantamientos de puntos de masa, levantamientos catastrales, replanteos en trabajos de ingeniería, por ejemplo en la construcción de carreteras y canalizaciones, control de maquinaria.

Ventajas del Modo RCS:

- Modos ATR y Lock.
- La codificación y el control de la medida se efectúa en el punto de medición.
- Los datos del replanteo se visualizan directamente en la unidad de control externa, con lo cual el operador ve facilitada su labor.
- Algunas tareas de medición pueden realizarse por un solo operador

13.3. Características de Estaciones Automáticas.

Modelo Motorizado Leica TS15





Área de Enxeñaría Cartográfica, Xeodésica e Fotogrametría

Profesor: José Antonio Pardiñas García.

Modelo Motorizado Topcon QS



Modelo Motorizado Trimble S8



Área de Enxeñaría Cartográfica, Xeodésica e Fotogrametría

Profesor: José Antonio Pardiñas García.