



Marzo de 2009

Junyu Mao y Daniel Nindl  
Leica Geosystems AG  
Heerbrugg, Suiza

# Prismas para topografía – Características e influencias

Daniel Nindl y Junyu Mao

## Resumen

Este artículo presenta una descripción de diversos factores referentes a los prismas para topografía que el topógrafo debe tener en cuenta para garantizar levantamientos de la máxima calidad. En primer lugar se explican las propiedades y diferencias entre los prismas circulares y los prismas de 360°. También abordaremos el montaje de los prismas, el motivo por el que poseen distintas constantes y las aplicaciones habituales de cada uno de los prismas. En segundo lugar, describiremos las propiedades que influyen en las mediciones de ángulos y distancias, como el revestimiento antirreflectante. Finalmente, señalaremos cuáles son las influencias que dependen del topógrafo y que se basan en lo bien configurado que esté el instrumento topográfico y en el uso de trípodes y bases nivelantes de alta calidad.

## Introducción

Las señales de puntería, y en especial los prismas, son accesorios importantes para diversas aplicaciones topográficas. Normalmente se consideran un accesorio fiable, por lo que los topógrafos no suelen tener en cuenta la influencia de los prismas en las mediciones. No obstante, para obtener cierto nivel de precisión y fiabilidad es necesario considerar todos los posibles efectos en las mediciones. Lo habitual es concederle una gran importancia a las especificaciones y la precisión de la estación total, pero a menudo se pasa por alto la función de los accesorios con respecto a la aplicación prevista y sus posteriores resultados. Algunas aplicaciones requieren calidades con un margen de centímetros para las coordenadas 3D. Sin embargo, hay otras tareas que necesitan una precisión mucho mayor, como las alineaciones de máquinas o las mediciones de deformación de objetos sensibles. Para estas tareas es esencial realizar un análisis profundo de la influencia y el tratamiento de las posibles fuentes de errores.

Este documento resume los factores clave asociados a los prismas para topografía que pueden repercutir

en las mediciones, tanto de distancia como angulares. La precisión de centrado y la alineación geométrica con la línea visual de los instrumentos son dos ejemplos que pueden influir de un modo crucial en los resultados del levantamiento. Si se obvian estos factores normalmente se reduce la calidad de la medición. Todos los prismas para topografía de Leica Geosystems tienen en cuenta estos importantes factores. Leica Geosystems recurre a sofisticadas técnicas de fabricación y estrictos controles de calidad y montaje para garantizar la máxima calidad de sus prismas.

En la figura 1 aparecen las tres fases principales de una medición electrónica de distancia: la generación de la señal, el tiempo de vuelo hacia el prisma a través de la atmósfera y la reflexión de la señal. El hecho de que la señal EDM emitida debe reflejarse en el receptor EDM resulta importante, ya que ésta es la función del prisma. Su importancia en la ruta de medición se explica detalladamente más adelante.

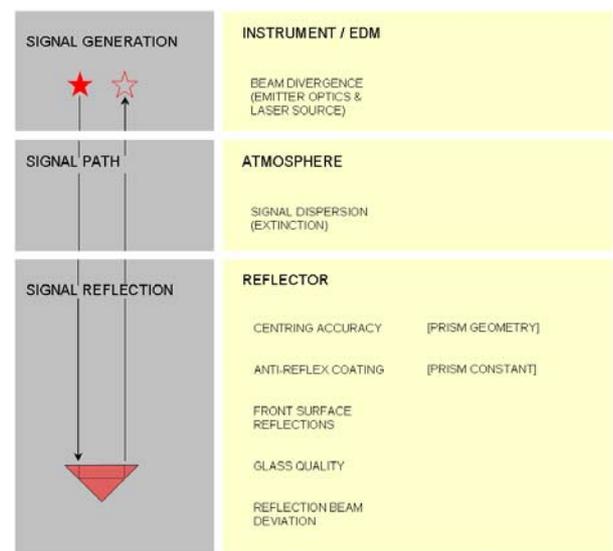


Figura 1 – Diferentes fases de una medición electrónica de distancia.

Este libro blanco está dividido en tres secciones principales:

- **Características del prisma** – se centra en la geometría y las constantes del prisma
- **Creación y ruta de la señal** – describe la emisión y difusión de la señal EDM
- **Reflexión de la señal** – **Los factores influyentes incluyen:** precisión de centrado, desviación del rayo provocada por el prisma, revestimiento reflectante y antirreflectante para una longitud de onda concreta, calidad del vidrio y alineación de los instrumentos con la línea visual

## Características del prisma

Existen dos propiedades principales del prisma que no están sujetas a mediciones de calidad. La primera es el **tipo de prisma** y su geometría general (a). Establece la diferencia entre prismas de 360° que reflejan las señales de medición desde todas las direcciones y los que tienen que estar alineados con la línea visual del instrumento, como los prismas circulares. La segunda propiedad es la **constante del prisma** (b). La constante del prisma es una propiedad

dada de un modelo concreto y define la relación de la medición de distancias con el plano de medición mecánica del prisma (soporte).

Cada aplicación requiere un modelo distinto de prisma, como el circular de gran precisión, el omnidireccional de 360° o incluso el de señales de puntería de pequeño tamaño, por lo que estos factores son decisivos para la compra.

Modelo:	GPH1P	GPR121	GPR1+GPH1	Mini GMP101	GRZ122	GMP111
Imagen:						
Material:	Metal	Metal	Plástico	Metal	Metal	Metal
Precisión de centrado:	0,3 mm	1,0 mm	2,0 mm	1,0 mm	2,0 mm	2,0 mm
Constante del prisma	0	0	0	+17,5 mm	+23,1 mm	+30 mm

Figura 2 - Gama de prismas para topografía de Leica Geosystems.

En principio, la constante del prisma es constante y mientras se considere correcta no influye en la medición. La geometría del prisma depende únicamente del modelo seleccionado.

## Geometría del prisma - Prisma circular

Normalmente la mayoría de las tareas de levantamiento se realizan con prismas circulares (véase la figura 3). Las mediciones de gran precisión que requieren especificaciones ajustadas se suelen efectuar con prismas circulares. Los prismas de 360° se han desarrollado recientemente (y en concreto para uso robótico). El instrumento estándar para mediciones topográficas sigue siendo el prisma circular, ya que los instrumentos automatizados son un avance aún más reciente. Por lo tanto, se puede decir que la mayoría de los topógrafos no utiliza aún instrumentos automatizados y que la reflexión direccional del prisma circular cubre sus necesidades de medición (véase la figura 10).

Un prisma circular es un prisma triple de vidrio al que se le han pulido las tres esquinas para que encaje correctamente en una carcasa circular (véase la figura 3).



Figura 3 - Prisma circular consistente en una carcasa circular y un inserto de vidrio, visto desde diferentes perspectivas.

La gama de Leica Geosystems incluye un modelo para cada aplicación concreta (véase la figura 2), tan sólo tiene que escoger el que necesite para su trabajo de medición.

Todos los prismas circulares y soportes estándar de Leica Geosystems (GPH1P, GPR121, GPR1 y GPH1) tienen el mismo diámetro: 62 mm. Esta dimensión se utiliza para garantizar un uso eficiente de la óptica del receptor (el diámetro del prisma se ajusta con relación al diámetro del telescopio incluidas las tolerancias). Se conoce como capacidad de reflexión de la señal del prisma. La figura 3 muestra un prisma circular (GPR1 + soporte GPH1) desmontado desde diferentes perspectivas.

Desde que se utiliza la EDM, Leica Geosystems oferta varios prismas circulares para satisfacer las especificaciones de nuestros clientes. Con los prismas

Leica Geosystems se llevan a cabo todo tipo de trabajos, desde las instalaciones fijas para control preciso hasta los clásicos levantamientos topográficos. Se han convertido en una referencia de precisión y fiabilidad para las señales de puntería topográficas.

## Geometría del prisma – Prismas de 360°

Las estaciones totales más vanguardistas, como la serie TPS1200+ de Leica Geosystems, cuentan con reconocimiento automático de objetivo (ATR) y tecnología de bloqueo automatizada. Esta tecnología tiene más ventajas si se usa con un prisma que funcione en todas las direcciones, lo que resulta más cómodo para el operario que lleva el bastón al no tener que alinear constantemente el prisma con el instrumento. En principio el prisma de 360° tiene la misma función que un prisma circular: reflejar la señal EDM entrante hacia el sistema óptico del receptor EDM. Sin embargo, consiste en seis cuerpos prismáticos triples de vidrio que están ensamblados firmemente (sistema patentado por Leica Geosystems con el número de patente en EE.UU. 6.123.427), cada uno de los cuales es similar a un prisma circular pero más pequeño y con las esquinas ligeramente pulidas (véanse las figuras 4 y 5). La reflexión permanente de la señal EDM es importante para aprovechar al máximo las ventajas de la robótica, ya que el operario que lleva el bastón puede moverse relativamente rápido centrándose en los puntos que hay que medir sin tener que estar alineando constantemente el prisma y el instrumento.



**Figura 4** – Uno de los prismas de 360° de Leica Geosystems (GRZ122).

Esto se logra usando uno de los siguientes prismas de 360° de Leica Geosystems:

- GRZ4 Prisma clásico de 360°

- GRZ122 Prisma de 360° con rosca adicional (para el montaje de antenas GNSS)
- GRZ101 Miniprisma de 360° para tareas de corto alcance
- MPR121 Prisma reforzado de 360° para aplicaciones de control de maquinaria (eje central reforzado)

Las desventajas de los prismas de 360° son su peso, relativamente alto, y su gran tamaño. No obstante, el incremento de la productividad con levantamientos robóticos (inclusive el ATR o el modo de bloqueo de la serie TPS1200+ de Leica Geosystems) cuando se usan en modo de un solo hombre, junto con su compatibilidad con Leica SmartAntenna, los convierten en un accesorio indispensable para un trabajo eficiente.

El uso de instrumentos de Leica Geosystems junto con los prismas de 360° de Leica Geosystems garantiza el mejor rendimiento de medición (la precisión de la posición es normalmente de 2 mm o incluso mejor) y una mayor facilidad de uso para tareas topográficas concretas.



**Figura 5** – Conjunto de seis prismas triples de vidrio.

## Constantes del prisma

Cuando se realizan mediciones con prismas, ya sean mediciones de distancias o de ángulos, es necesario establecer referencias entre dos puntos: el eje vertical del instrumento y la señal de puntería. Por lo tanto, es importante tener en cuenta el diseño mecánico del cuerpo del prisma, la carcasa y el espárrago de montaje para garantizar una referencia bien definida del centro del prisma (prisma-eje vertical) con respecto al punto designado (el segundo punto normalmente se representa a través del perno o eje central del instrumento).

### Definición de la constante del prisma:

Los prismas aún se fabrican principalmente de vidrio. El vidrio tiene un índice de refracción distinto al del aire, que es el medio por el que normalmente se propagan las señales de medición. La velocidad de

propagación de una onda electromagnética desciende al entrar en un objeto de vidrio y, por lo tanto, la distancia medida real aumenta. En el caso de los rayos de luz perpendiculares al frontal del prisma, la longitud de la distancia óptica (véase la figura 6) se acumula:

$$W = n \cdot d \quad (1)$$

donde

$d$  distancia desde la superficie frontal del prisma a la esquina del prisma triple (véase la figura 6)  
 $n$  índice de refracción del cuerpo de vidrio  
 $W$  es la distancia desde la superficie frontal del prisma al punto teórico de inversión  $S_0$   
 $d$  es igual a la distancia geométrica desde la superficie frontal a la esquina del prisma.  $W$  se define como la distancia entre el punto teórico de inversión  $S_0$  y el frontal del prisma (véase la figura 6).  
 El eje vertical del prisma se encuentra frente al punto teórico de inversión  $S_0$ . Para relacionar las mediciones con el eje vertical (con distancia  $e$  a la cara frontal) se aplica la constante del prisma  $K_R$ . Otros fabricantes suelen usar la siguiente definición:

$$K_R = e - n \cdot d \quad (2)$$

donde

$K_R$  definición de la constante del prisma de otros fabricantes (Leica Geosystems no la usa)  
 $e$  distancia desde el punto central simétrico a la cara frontal

A partir de la definición señalada anteriormente, la constante del prisma de un prisma estándar de Leica Geosystems es  $K_R = -34,4$  mm. Leica Geosystems la define como  $K_{Leica} = 0$  mm. Es importante comprender la diferencia entre estas dos definiciones. Los distanciómetros de las estaciones totales de Leica Geosystems tienen en cuenta esta desviación.

### Ubicación del eje vertical del prisma:

Las mediciones EDM deben referenciarse con respecto al eje vertical del prisma. Leica Geosystems monta los prismas de tal modo que se garantiza una repercusión mínima en la medición de ángulos y distancias en caso de que los prismas no estén alineados perpendicularmente con la línea visual del instrumento. El eje vertical del prisma coincide con el punto central simétrico (o centro virtual del prisma) del vidrio del prisma (véase la figura 6).  
 En el caso de los prismas estándares de Leica, como el GPH1P y el GPR121, el eje vertical del prisma se encuentra en la parte delantera del centro geométrico del prisma (la esquina trasera del cubo de

vidrio), pero se coloca en el centro aparente del prisma. De este modo se minimiza la distancia entre el centro real y el centro aparente (si la dirección a la que se apunta no es perpendicular a la superficie frontal). Este diseño ha sido seleccionado especialmente para proporcionar una definición independiente del ángulo para el valor  $K_R$  de los prismas de Leica Geosystems.

En consecuencia, una alineación errónea del prisma tiene un efecto mínimo en las mediciones angulares y de distancias.

En caso de que la luz (onda) no incida en la superficie frontal perpendicularmente sino con el ángulo  $\alpha$ , la ruta del rayo se amplía y se produce un error en la medición de distancias  $\Delta d$  ( $\equiv \Delta AC$ ). Este efecto puede describirse mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta d = e \cdot (1 - \cos \alpha) - d \cdot \left( n - \sqrt{n^2 - \sin^2 \alpha} \right) \quad (3)$$

donde

$\alpha$  ángulo incidente de la línea visual con respecto a la superficie frontal del prisma

Por ejemplo, el resultado de un prisma con dimensiones  $e = 40$  mm,  $d = 60$  mm y  $n = 1,5$  es una constante del prisma de  $K_R = -50$  mm. Si a este valor se le añade un ángulo de  $30^\circ$  (desviación del eje de colimación) se obtiene un error de distancia de  $\Delta d = 0,1$  mm [véase Joeckel/Stober, 1999].

Normalmente los errores de distancia derivados de una alineación incorrecta del prisma son insignificantes. No obstante, es muy recomendable efectuar una alineación adecuada (precisa) para lograr el máximo grado de eficiencia en la superficie del prisma que refleja la señal entrante de EDM.

Además, las constantes del prisma dependen de la longitud de onda de la señal EDM debido a la variación de los índices de refracción del vidrio del prisma en función de las distintas longitudes de onda.

Dado que emplea vidrio de alta calidad y un sistema de montaje preciso del prisma, además de determinar con exactitud el índice de refracción  $n$ , Leica Geosystems garantiza constantes del prisma muy fiables y variaciones apenas perceptibles para todos los modelos.

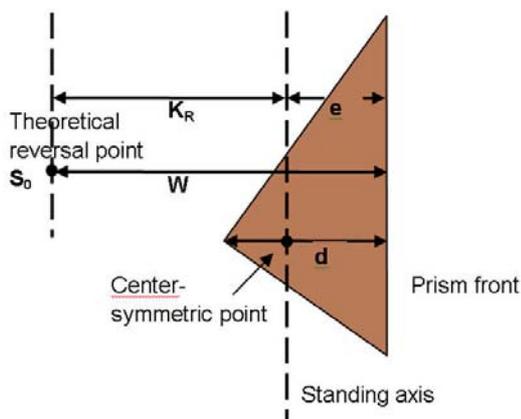


Figura 6 - Sección transversal a través de un prisma triple.

## Creación y ruta de la señal

Cuando comienza la medición de distancias, el instrumento emite un rayo láser cuyo rendimiento, debido al diseño electrónico general, queda expuesto a las condiciones del entorno durante la medición. Cualquier limitación que surja durante la creación de la señal o durante su trayecto repercute en la cantidad (intensidad) de luz que llega al prisma, lo que sucede independientemente del prisma de topografía que se use. Vamos a explicar este hecho más detalladamente para llegar a entender qué cantidad de señal está disponible realmente para su retrorreflexión en el prisma.

El alcance de las mediciones de distancia depende en gran medida de la energía disponible en la fuente láser. A través del sensor EDM, el rayo láser emitido se ve sometido a otros factores, principalmente la atmósfera. A pesar de ser un medio adecuado para la emisión de señales infrarrojas (o visibles), su capacidad de transmisión se reduce debido a la absorción de polvo, moléculas de aire o gotas de agua, lo que se denomina extinción. Además, la señal EDM debe colimarse de un modo preciso para minimizar el ángulo de divergencia remanente (véase la figura 7):

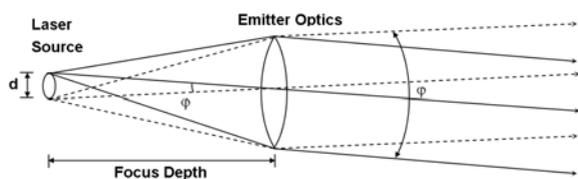


Figura 7: Ejemplo de divergencia del rayo tras la emisión desde el telescopio.

Por ejemplo, un ángulo  $\phi = 5'$  (promedio en un instrumento moderno) produce una huella de  $41,5 \text{ m}^2$  en una distancia de 5 km.

Un prisma dado (p. ej.  $\varnothing 5 \text{ cm}$ ) proporciona una superficie de reflexión de  $0,002 \text{ m}^2$ , lo que representa  $1/20000$  de la señal emitida. No obstante, sólo un porcentaje de esa cantidad se recibe en la óptica de EDM. Resulta importante entender que esa superficie de reflexión es la idónea para reflejar la señal EDM y que un prisma más grande no incrementaría el alcance de la medición de distancias. ¿Por qué? El receptor óptico sólo puede procesar la señal reflejada dentro de un diámetro dado, así que aunque un prisma más grande aumentaría la cantidad de señal devuelta, la mayor parte de la señal EDM tan sólo atravesaría el instrumento. En cambio, si se usan varios prismas (preferiblemente del mismo tamaño/modelo) sí aumenta la cantidad de señal devuelta útil y, por tanto, el alcance de la medición de distancias.

Una configuración de medición formada por componentes de Leica Geosystems garantiza que la potencia de la señal, el sistema óptico del emisor y el diseño del prisma son compatibles, proporcionando el máximo rendimiento. De este modo las especificaciones de medición se cumplen fácilmente.

## Reflexión de la señal - Factores de influencia

Después de que la EDM cree la señal y de su desplazamiento a través de la atmósfera, la señal de medición llega al prisma de topografía. En ese momento, la señal debe reflejarse hacia el instrumento. Aquí se describen los factores que influyen en la reflexión desde los prismas topográficos.

Una configuración de medición es precisa si el topógrafo ha fijado correctamente el instrumento sobre un punto, aunque otros parámetros descritos a continuación dependen del producto.

Una configuración de medición formada por instrumentos y accesorios de Leica Geosystems, garantiza que la potencia de la señal, el sistema óptico del emisor y el diseño del prisma son compatibles y proporciona el máximo rendimiento.

## Precisión de centrado

Es la medición para la precisión relativa al punto central óptico del prisma que coincide con el eje vertical del soporte del prisma. Se describe mediante la siguiente fórmula:

$$\sigma_{3D} = \left( \sqrt{\sigma_{cross}^2 + \sigma_{vertical}^2 + \sigma_{along}^2} \right) \quad (4)$$

donde

- $\sigma_{transv}$  Desviación estándar transversal de la línea visual del instrumento
- $\sigma_{vertical}$  Desviación estándar vertical con respecto a la línea visual del instrumento
- $\sigma_{longit}$  Desviación estándar a lo largo de la línea visual del instrumento

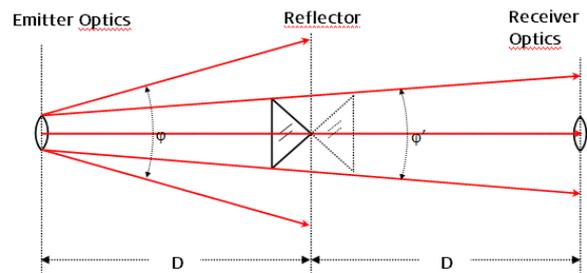
Es importante señalar que ésta no es la medición que define la precisión de centrado general sobre un punto de control dado. Por lo tanto, la base nivelante y el trípode también desempeñan una función importante. También hay que tener en cuenta las precisiones de medición del prisma seleccionado, como por ejemplo el modelo GPH1P de Leica Geosystems con 0,3 mm o el prisma de 360° GRZ122 con 2,0 mm.

El diseño mecánico de los prismas de Leica Geosystems también tiene en cuenta la minimización del desgaste mecánico para proporcionar una larga vida útil, cumpliendo las expectativas del cliente de contar con productos de calidad.

## Desviación del rayo

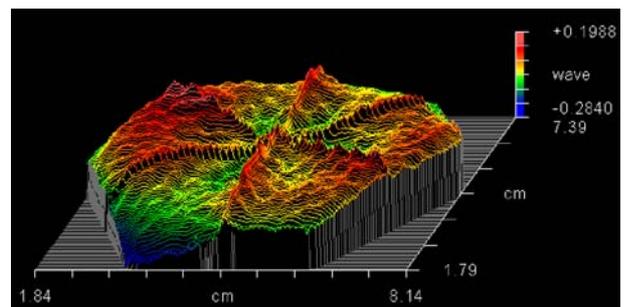
El pulido del prisma de vidrio desempeña un papel esencial en la reflexión de señales. Cuanto más preciso sea el pulido (ángulos de las esquinas y superficies), mejor se devolverá la señal en la misma dirección y mayor será su intensidad.

La desviación entre los rayos entrante y saliente tiene una importante influencia en el alcance de la medición (véase la figura 8). La señal devuelta presenta un ángulo de desviación  $\alpha$ . La figura 9 muestra una medición de ensayo de la desviación del rayo en un prisma circular realizada con un interferómetro.



**Figura 8** - Desviación de la señal reflejada en su trayectoria desde el prisma hacia el instrumento (ángulo de desviación  $\alpha$  comparado con la dirección de la señal entrante).

La medición de distancias se basa en la detección de la diferencia de fase (o tiempo de vuelo) entre las señales entrante y saliente. Normalmente los prismas topográficos presentan una desviación de rayo de unos pocos segundos de arco. Tras su montaje se comprueba si la desviación del rayo entra dentro del umbral de un segundo de arco. Se certifican todos los prismas. En el ejemplo de la figura 9, el patrón en forma de estrella que representa una desviación ligeramente superior a la media se debe a los bordes del prisma. El prisma circular comprobado tiene una desviación máxima de 0,8 segundos de arco. Eso quiere decir que en cada sexto del cuerpo del prisma de vidrio, la dirección del rayo entrante difiere en menos de 0,8 segundos de arco de la del rayo saliente. No obstante, si se excluyen los bordes de vidrio, los valores promedio quedan muy por debajo de un segundo de arco.

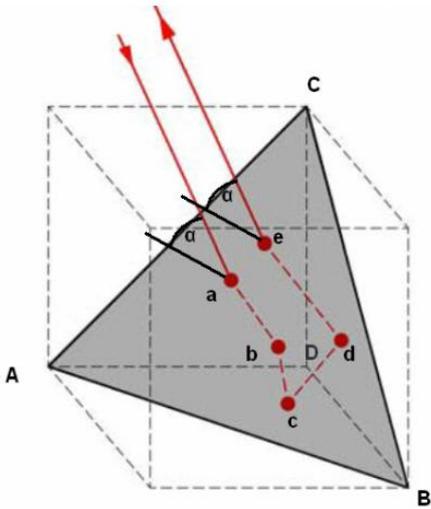


**Figura 9** - Medición con un interferómetro para determinar la fase en homogeneidad (lo bien pulido que está un prisma concreto) de los rayos reflejados.

## Revestimiento reflectante

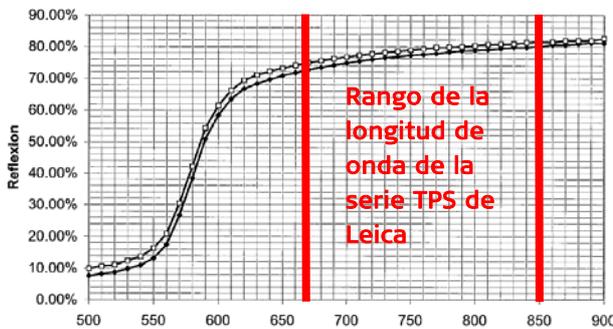
El grado de reflexión se define como la capacidad de un material, en este caso concreto, de reflejar la radiación visible e infrarroja (la longitud de onda EDM puede variar entre fabricantes). Depende del propio material y también de la calidad de su superficie. La figura 9 muestra un ejemplo real de un prisma bien pulido. Los prismas de Leica Geosystems poseen un revestimiento de cobre (véase la figura 11). Su grado

de reflexión es superior al 75%, es muy fuerte y no se corroe (encapsulado con epoxy negro).



**Figura 10** - Ruta de los rayos entrante y saliente en un prisma triple.

Este revestimiento garantiza una larga vida útil del prisma de vidrio. Otros prismas disponibles en el mercado carecen de él, lo que puede afectar a su rendimiento EDM en hasta un 30%. La señal de medición de distancias de la serie TPS de Leica Geosystems varía entre 658 nm y 850 nm (p. ej., el módulo EDM TCA2003 IR funciona con una base de frecuencia de 850 nm mientras que la TPS1200+ lo hace con 660 nm).



**Figura 11** - La capacidad de reflexión del revestimiento reflectante de cobre depende de la longitud de onda de la señal (EDM).

De acuerdo con el gráfico de reflectividad de la figura 11, los valores de reflectividad para las longitudes de onda de la EDM de Leica Geosystems se encuentran dentro del rango (660 nm-850 nm), lo que proporciona la máxima reflectividad.

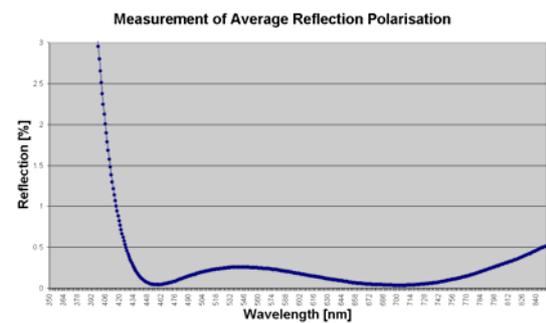
Éste es uno de los aspectos que garantizan que todos los modelos de prismas de Leica Geosystems se verifican para adaptarse a nuestras estaciones totales.

## Revestimiento antirreflectante

Durante una medición de distancias, un gran porcentaje de la señal se devuelve a través del prisma como se muestra en las figuras 10 y 12, pero además de la reflexión deseada a través del prisma, la superficie frontal también refleja la señal EDM emitida (normalmente un 4%). Esta parte de la señal devuelta perturbará la señal deseada ya que su tiempo de desplazamiento es menor dado que no penetra en el cuerpo de vidrio del prisma.

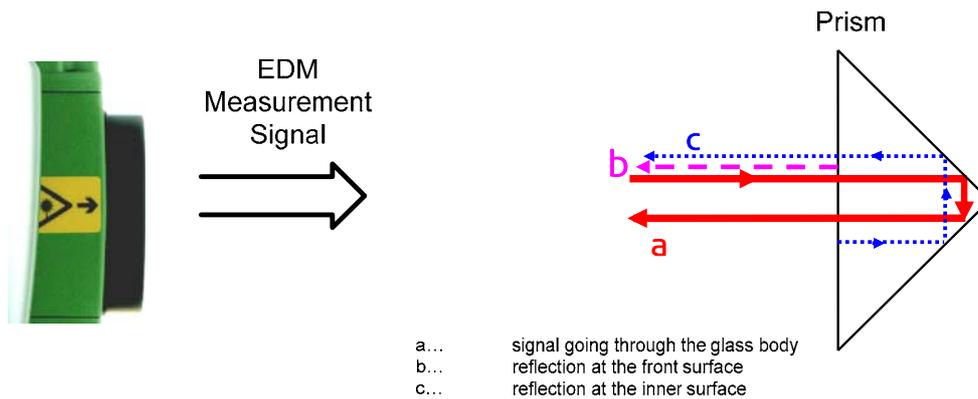
Este fenómeno puede producirse en alcances muy cortos con una alineación muy precisa (la línea visual de los instrumentos debe incidir perpendicularmente en la superficie frontal del prisma). En estos casos, se obtienen distancias más cortas. Para evitarlo, se aplica una capa especial de revestimiento a la superficie frontal del prisma de vidrio. La figura 12 muestra la ruta del rayo de la señal entrante. La señal esperada se representa con una línea roja (a). Su intensidad es aproximadamente un 70% mayor.

ancho de banda (660 nm-850 nm) usado por Leica Geosystems.



**Figura 13** - La reflectividad del revestimiento antirreflectante depende de la longitud de onda de la señal (EDM).

Si se usa un prisma sin revestimiento antirreflectante (o un revestimiento ajustado para la longitud de onda errónea), pueden producirse errores en la medición de distancias de hasta 3 mm.

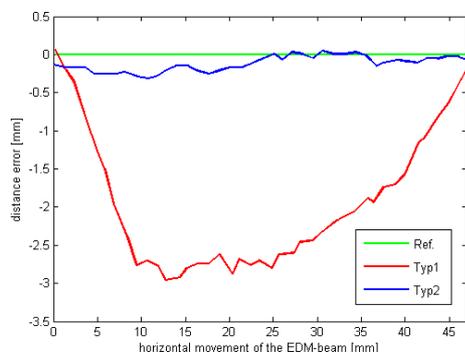


**Figura 12** – Diferentes reflexiones de un prisma provocadas por la superficie frontal, la superficie interior (frontal) o la trayectoria "normal" a través de las superficies traseras.

La señal reflejada en la superficie interior se indica en azul (b) (aproximadamente un 4%). La reflexión producida en la superficie frontal se representa en morado (c) (menos del 2%).

Los prismas fabricados por otros fabricantes normalmente no tienen revestimiento. Hay que tener en cuenta que los prismas revestidos de otros fabricantes (cuando existen) también pueden reducir la precisión de las mediciones: depende de la base de longitud de onda de EDM que se tome durante el diseño ya que los revestimientos antirreflectantes deben adaptarse a la longitud de onda que usan los sensores EDM. La figura 14 muestra esta influencia en una medición de distancia de 20 m. Para observar este efecto hay que alinear la superficie frontal del prisma en perpendicular con la línea visual del instrumento.

En la figura 13 se recoge el diseño del revestimiento antirreflectante de varios prismas circulares de Leica Geosystems. La reflexión se encuentra por debajo del 0,5% de la señal total



**Figura 14** - Influencia del revestimiento antirreflectante en la medición de distancias.

Con los prismas revestidos de Leica Geosystems se garantiza al 100% la detección de la señal EDM correcta.

## Calidad del vidrio

Los prismas de Leica Geosystems se fabrican con vidrio de la mejor calidad. Las siguientes características garantizan el mejor rendimiento en la medición de distancias y en el reconocimiento de la señal de puntería:

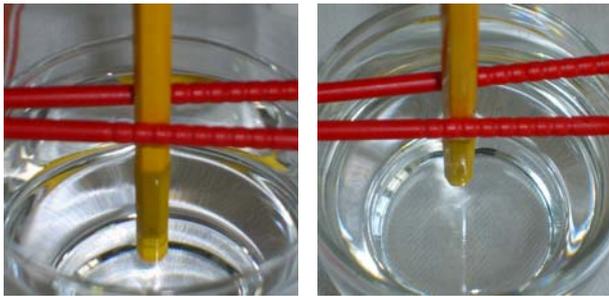
- Alta homogeneidad del índice de refracción en todos los cuerpos de vidrio
- Tolerancias mínimas para la determinación del índice de refracción y del coeficiente Abbe
- Número reducido de manchas
- Alta resistividad ácida
- Número reducido de burbujas de aire
- Gran resistencia frente a distintas condiciones climáticas

Estas características garantizan una vida útil superior y gran resistencia a las influencias ambientales.

## Alineación/Configuración

Los prismas circulares tienen que estar alineados con la línea visual del instrumento con una tolerancia determinada. Esta dependencia para mediciones de gran precisión se muestra claramente en la figura 17. Una desviación aceptable sería de  $\pm 10^\circ$ .

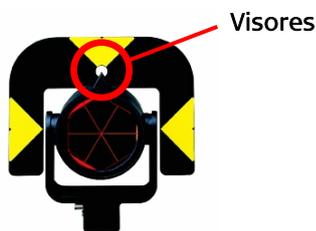
Si se apunta a un prisma que no está perpendicular con la línea visual del instrumento, no es fácil apuntar al centro real del prisma. Esta dificultad se debe a que el índice de refracción entre el aire y el vidrio es diferente, con lo que aumenta la posibilidad de errores en la medición de direcciones horizontales.



**Figura 15** – Ejemplo de refracción en la vida diaria (es el mismo efecto que se produce cuando se hacen mediciones inclinadas con respecto a los prismas): un lápiz en un vaso de agua observado desde distintos ángulos

La observación del lápiz de la figura 15 demuestra el efecto descrito ya que el reconocimiento del lápiz en la imagen de la izquierda es diferente debido al distinto índice de refracción entre el aire y el agua. En cambio, la observación del prisma perpendicular a su superficie frontal permite reconocer su verdadera posición, como se muestra en la imagen de la derecha de la figura 15.

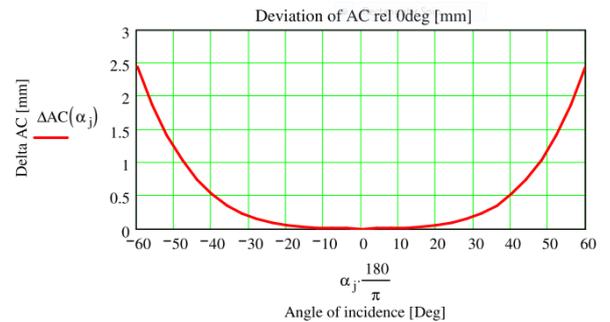
No obstante, Leica Geosystems ofrece visores para garantizar una alineación precisa con la línea visual del instrumento (véase la figura 16). El operario puede hacer la alineación fácilmente en pocos segundos apuntando el prisma al instrumento.



**Figura 16** - Prisma circular GPR1 de Leica Geosystems con visor para la alineación

Si el prisma no está alineado con el eje de colimación del instrumento, el eje vertical del bastón del prisma no coincide con el centro aparente del prisma (véase la figura 18). Por lo tanto, el operario apuntaría al centro aparente del prisma.

Esta deficiencia se minimiza gracias al diseño especial de los prismas de Leica Geosystems. Por debajo de los 40°, el error de puntería sería inferior a 0,5 mm, pero con más de 50°, ya es superior a 1 mm.



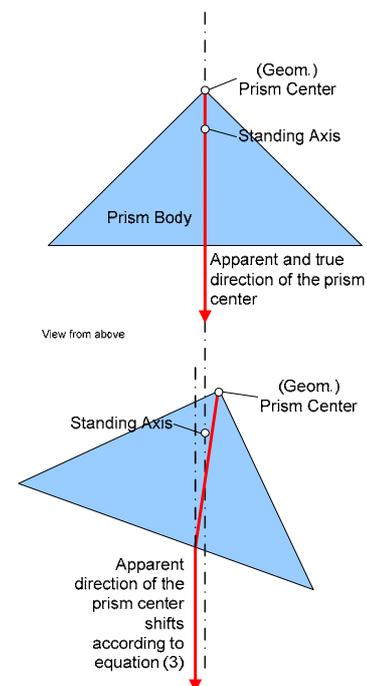
**Figura 17** - Desviación del eje en función del fallo de alineación de un prisma GPR1 de Leica

Por ejemplo, el último instrumento de la serie TS/M30 de Leica Geosystems proporciona un sistema de medición de distancias y ángulos muy preciso. Para aprovechar todo su potencial, merece la pena configurar bien el prisma y alinearlos con la línea visual de los instrumentos.

A 60° ya es superior a 2,5 mm.

Dado que el cuerpo del prisma es simétrico, el efecto de una alineación vertical errónea es el mismo que el de una alineación horizontal errónea.

Los prismas de Leica Geosystems facilitan en la medida de lo posible la consecución de una alineación correcta, pero en última instancia, la responsabilidad recae en el topógrafo.



**Figura 18** - Reconocimiento real y aparente de los centros prismáticos.

## La diferencia entre los productos Leica originales y sus copias

Las secciones anteriores describen varios factores que contribuyen a lograr la gran calidad de los prismas para topografía originales de Leica Geosystems. La reconocida calidad de estos productos de Leica Geosystems a menudo los convierte en referentes para el mercado.

 <p><b>Será como adquirir un regalo sorpresa. Algo que se parece a un accesorio Leica original, pero que en realidad no sabe lo que es ...</b></p>	
	Evaluación del proveedor para lograr una calidad constante del producto
	Evaluación del material y el proceso
	Garantizar la calidad del vidrio
	Control del proceso de pulido
	Pulido adicional para mayor precisión
	Cobre adicional, adhesivo y capa de protección
	Lacado especial contra la influencia del entorno
	Revestimiento adicional antirreflectante
	Control del proceso de montaje
	Cumplimiento de las normativas y los ensayos nacionales
	Evaluación periódica de la especificación técnica
	Adaptación de los trípodes a los instrumentos para lograr la máxima estabilidad y vida útil

**Figura 19** – Diferencias en el proceso de fabricación de los productos originales de Leica Geosystems y sus copias

Por ese motivo, los prismas de Leica se usan con frecuencia como modelos para copias. Varios fabricantes han empezado a hacer negocio inundando el mercado con copias baratas de nuestros prismas que carecen de la garantía de una norma de calidad. En la columna de la derecha de la figura 19 aparecen los pasos necesarios para fabricar

un prisma original de Leica Geosystems. La mayoría de los pasos son imperceptibles para el cliente pero, mediante el cumplimiento de este estricto sistema de gestión de la calidad, garantizamos a nuestros clientes el suministro de los mejores productos.

## Recomendaciones

El objetivo de este documento es proporcionar a los topógrafos conocimiento básico sobre algunas cuestiones olvidadas que forman parte del proceso de medición. También les proporciona a los topógrafos que deseen lograr mediciones de máxima precisión un completo resumen de las repercusiones que la selección de componentes de puntería tiene en las mediciones:

Para lograr la máxima precisión de medición, es necesario

- Usar los mismos tipos de prismas para evitar errores de centrado debido a la existencia de prismas diferentes
- Si únicamente se realizan mediciones de corto alcance, asegurarse de usar modelos revestidos (revestimiento antirreflectante)
- Usar un prisma que se adapte al instrumento
- Mantener las superficies del prisma libres de polvo para evitar que se reduzca la señal devuelta

Las ventajas de usar prismas para topografía de Leica Geosystems se resumen en una larga vida útil, la máxima precisión y la máxima fiabilidad. Los accesorios de Leica Geosystems están adaptados a los instrumentos de Leica Geosystems. De este modo podemos garantizarle el mejor rendimiento y la máxima calidad en sus mediciones.

## Fuente

Este documento se basa en el proyecto de fin de carrera "Analyse und Vergleich von Vermessungsreflektoren" llevado a cabo durante 2007/08 por Junyu Mao bajo la tutela de Daniel Nindl (Leica Geosystems AG Heerbrugg) y Volker Schwieger, del Instituto de Aplicaciones de Geodesia e Ingeniería (IAGB) de la Universidad de Stuttgart.

## Referencias

**[Joeckel y Stober 1999]**

JOECKEL, Rainer and STOBBER, Manfred: Elektronische Entfernungs- und Richtungsmessung – Wittwer, 1999

**[Mao 2008]**

Mao, Junyu: Analyse und Vergleich von Vermessungsreflektoren, Proyecto de fin de carrera, Universidad de Stuttgart, 2008

Independientemente de si desea hacer el seguimiento de un puente o un volcán, levantar un rascacielos o un túnel, vigilar una zona de obra o realizar mediciones de control, lo que necesita es un equipo fiable. Con los accesorios originales de Leica Geosystems podrá acometer estas exigentes tareas. Nuestros accesorios garantizan el cumplimiento de las especificaciones de los instrumentos Leica Geosystems. De este modo, puede confiar en su precisión, su calidad y su larga vida útil. Garantizan mediciones precisas y fiables y el máximo aprovechamiento de su instrumento Leica Geosystems.

**When it has to be right.**

Las ilustraciones, descripciones y especificaciones técnicas no son vinculantes y pueden sufrir modificaciones.  
Impreso en Suiza - Copyright de Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza, 2010.  
VII.10 - INT

**ACRE**  
  
**SURVEYING SOLUTIONS**

**[www.grupoacre.com](http://www.grupoacre.com)** - when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems