

# Topografía Planimétrica

Estación Total - Generalidades

Docentes del curso: Gracia Micaela; Mamrut Alberto;  
Martinez Magali; Wainstein Martin.

Fecha 1er Semestre 2025 – Martin Wainstein



FACULTAD DE  
INGENIERÍA

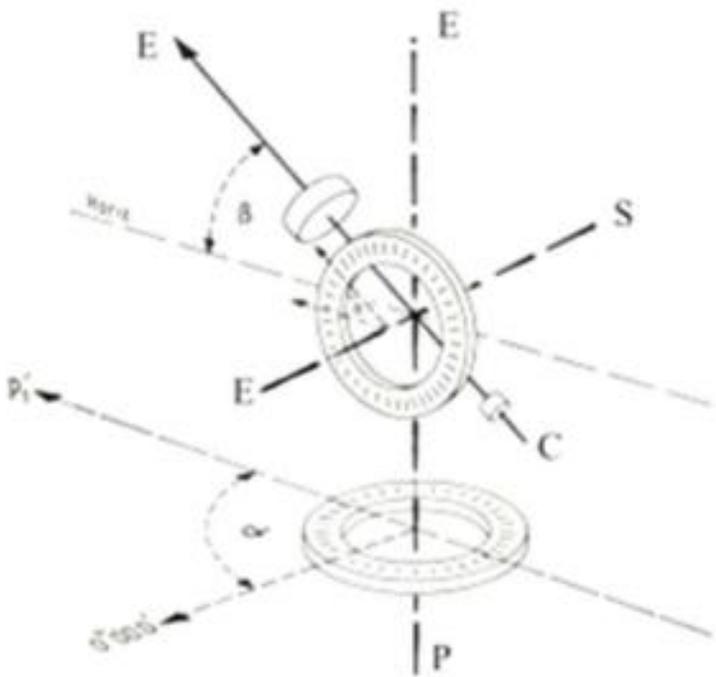


UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY

# Introducción



# Composición básica de las estaciones totales



EP – Eje principal

ES – Eje secundario

EC – Eje de Colimación



# Composición básica de las estaciones totales

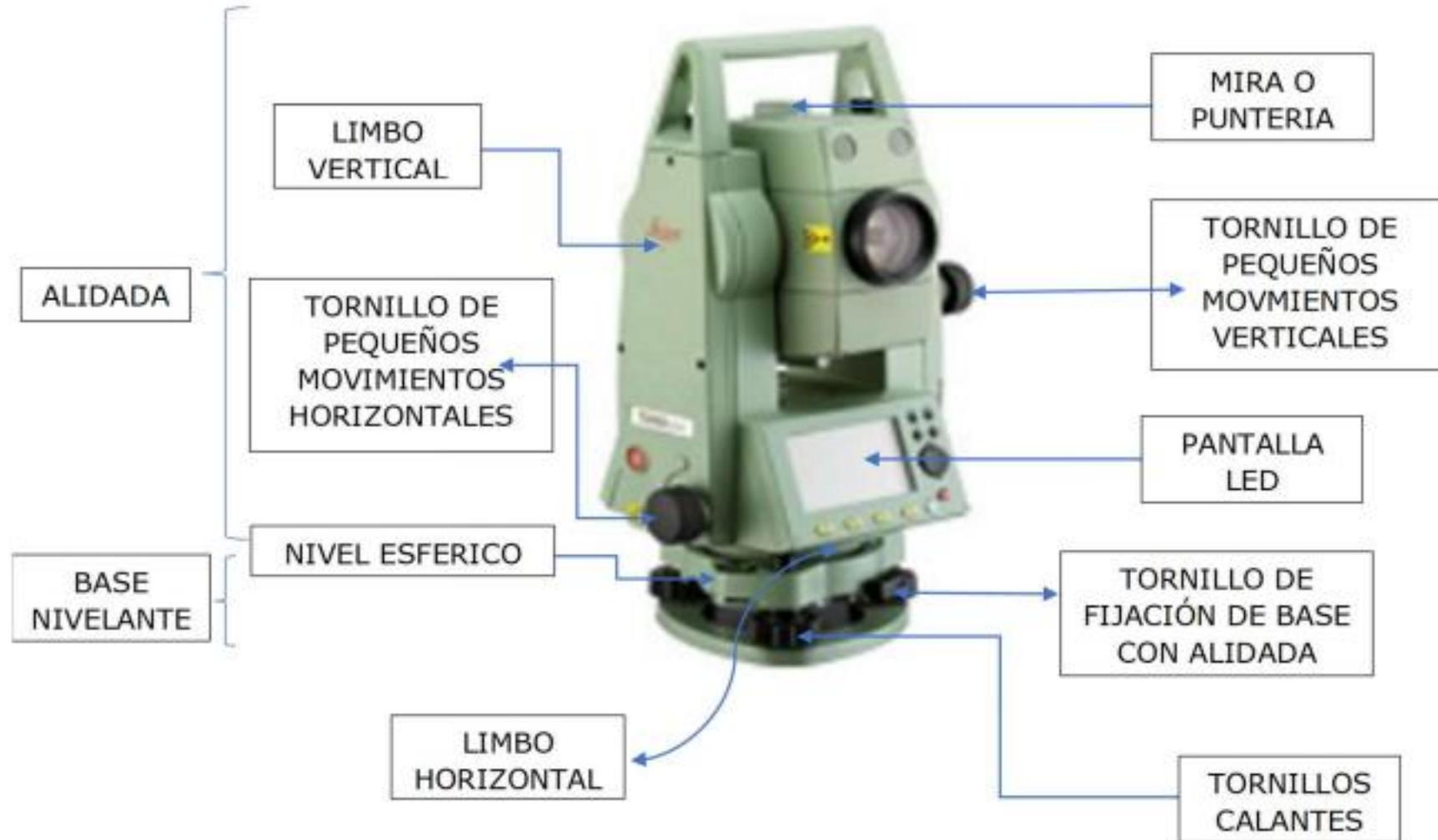
El **Eje Principal** es el eje de giro de la parte móvil de la estación total, llamada también alidada, y es el que debe verticalizarse sobre el punto, vértice del ángulo que ha de medirse.

El **Eje Secundario** es el eje de giro del anteojo del instrumento, y al ser normal al primero, ha de quedar horizontal.

El **Eje de Colimación** es el eje de puntería del instrumento y queda definido por el centro del sistema objetivo del anteojo y el centro de la cruz de hilos del “retículo”. Al bascular el anteojo en torno al eje secundario, deberá describir un plano vertical.

Estos tres ejes se cortan en un punto llamado “centro analítico” del instrumento.

# Composición básica de las estaciones totales



# Elementos de lectura de ángulos

Hoy en día los limbos ópticos fueron sustituidos por un sistema electrónico angular. La medición absoluta del ángulo se basa en una captación dinámica del ángulo con exploración optoelectrónica.

La medición se realiza empleando un sensor fotoeléctrico, en lugar del ojo del operador, presentando luego la lectura del limbo sobre una pantalla de cuarzo líquida, lo que evita errores de estimación.

En la medida electrónica de ángulos, los limbos se disponen clásicamente, es decir igual que en los aparatos ópticomecánicos. El soporte de estos limbos suele ser de vidrio en la mayoría de los casos.

Pueden funcionar por transparencia (la mayoría) o por reflexión. En el caso de los de transparencia, la codificación se hace de modo que se interrumpa o no el camino óptico de un rayo entre la fuente y el fotodetector, y en el caso de los de reflexión, que se refleje o no.

Existen dos sistemas de lectura electrónica, la incremental y la absoluta.



# Elementos de lectura de ángulos

## Codificador incremental:

No tiene valor fijado en su superficie, por lo que se puede fijar el “0” en cualquier posición. El ángulo de rotación se obtiene al convertir en señal eléctrica los cambios de luz y sombra que se generan en el sensor cuando el círculo de cristal gira, se obtiene además una alta resolución y precisión. Casi todas las Estaciones Totales adoptan este sistema.

## Codificador Absoluto:

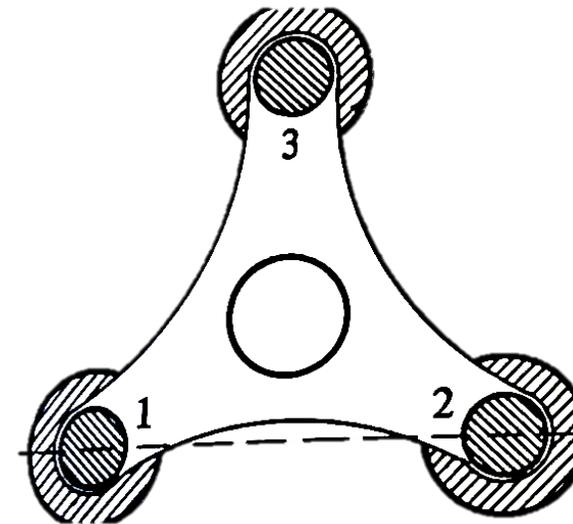
Sobre el círculo de cristal va grabado un diseño especial (código) a partir de un origen o cero absolutos. Al leer electrónicamente este código se determina la posición sobre el círculo respecto al valor absoluto. No es afectado por un error de cuenta, y no se obtiene además una alta resolución.



# Base Nivelante

La base nivelante, es la parte fija de los instrumentos topográficos, en ella se encuentra el nivel esférico y los tornillos nivelante o calantes.

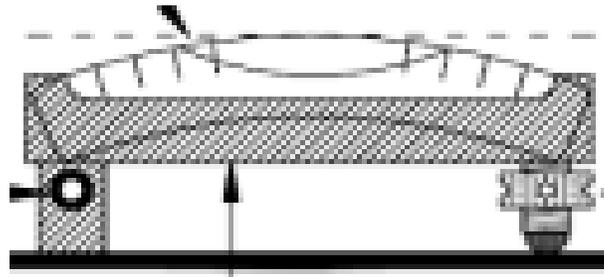
Los tornillos calantes, se utilizan para “calar” la burbuja del nivel esférico, es decir que, con la ayuda de estos, se busca que la base nivelante se encuentre de manera horizontal. Son unos tornillos con rosca, dispuestos de tal manera que sus centros forman un triángulo equilátero, y el centroide de dicho triángulo debe coincidir con el eje principal.



# Nivel tórico

El nivel tórico ha sido sustituido por los compensadores automáticos, aunque algunos instrumentos continúan presentándolos.

Se basa en la propiedad del equilibrio de los líquidos y gases en un tubo herméticamente cerrado. Es una sección de un toroide de revolución de radio grande; mientras mayor sea el radio del nivel, mayor será la sensibilidad del mismo. El tubo se encuentra graduado, de manera de poder medir el desplazamiento de la burbuja.



Eje de nivel: Es la tangente a la superficie en el punto medio de la graduación.

Radio del nivel: Es el radio de su sección meridiana.

Se le llama “**punto de juego**” al punto en que se halla el centro de la burbuja cuando ésta permanece inmóvil al hacer girar el nivel respecto a un eje normal a su base de apoyo.



# Nivel esférico

También se basa en la propiedad del equilibrio de los líquidos y gases, sustituyéndose el recipiente por una cápsula semiesférica, donde la burbuja ocupará el punto más alto de ella.

Son menos precisos que los niveles tóricos, siendo su sensibilidad aproximada entre 3' y 8'. Se utilizan para conseguir rápidamente una nivelación aproximada en los instrumentos

Para centrar la burbuja en el círculo, se recomienda colocar el instrumento paralelo a 2 tornillos calantes para mover la burbuja en el sentido de la línea que une dichos tornillos (los tornillos moverlos en el mismo sentido, hacia dentro o hacia fuera) y con el tercer tornillo se mueve la burbuja en el sentido perpendicular. Posteriormente girar el instrumento para comprobar que la burbuja continúa centrada.



# Plomadas

Existen 3 tipos de plomadas (Plomada, Plomada óptica y Plomada láser)

La plomada consta de un hilo, con un peso, al tender el hilo, por la acción de la gravedad, y la plomada queda en equilibrio, se está materializando la vertical del lugar que pasa por el punto.

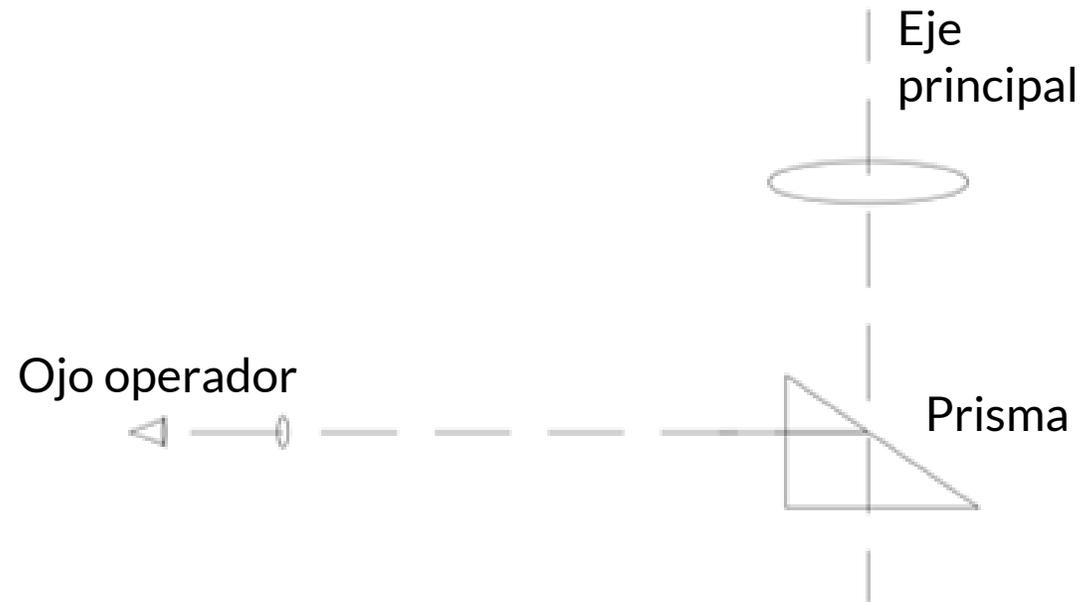


El peso debe estar constituido por una masa metálica homogénea terminada en punta por su extremo libre y constituida de manera que dicha punta, cuando la plomada está suspendida, se encuentre en la prolongación del cordón.



# Plomadas

La **plomada óptica** consiste en un prisma de reflexión total, situado de tal manera, que la visual sigue la dirección del eje principal.



Este tipo de instrumento funciona de igual manera que las escuadras ópticas, usadas en la antigüedad para visualizar y replantear ángulos.



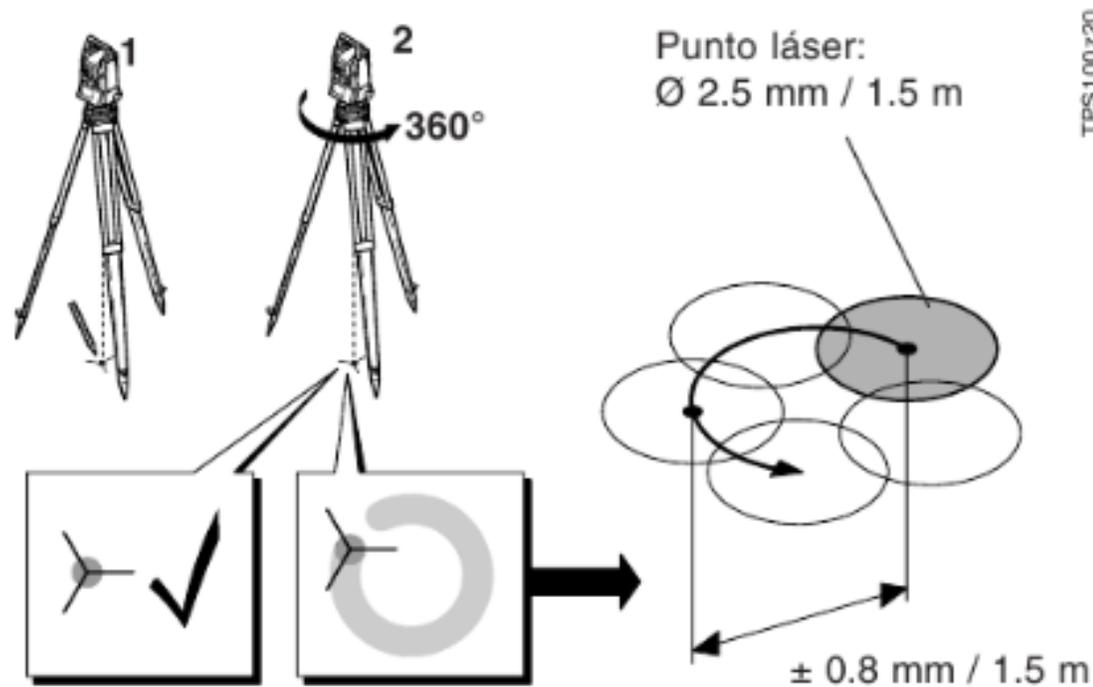


# Plomadas

La **plomada láser** se encuentra integrada al instrumental topográfico, consiste en un rayo láser que emerge por la parte inferior del instrumento, siendo coincidente con la dirección del eje principal.

Para comprobar de manera rápida que la plomada láser se encuentra en condiciones de ser utilizada, se debe realizar el siguiente procedimiento:

1. Colocar el instrumento sobre un trípode y nivelarlo.
2. Activar la plomada láser y marcar el centro del punto rojo.
3. Girar el producto 360° lentamente y observar mientras tanto el punto láser rojo.



*Imagen extraída de manual Leica*

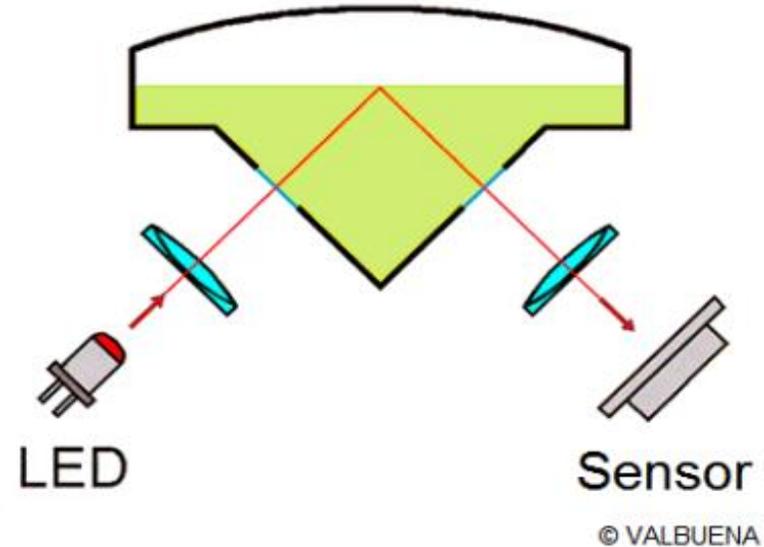
# Compensadores

Las estaciones totales se encuentran provistas de “compensadores” biaxiales para corregir los efectos del error residual de nivelación.

Miden ciertas desviaciones, aplican ciertos modelos matemáticos, y luego corrigen directamente.

Usando un compensador sin actualizar, el instrumento puede realizar lecturas erróneas observando solo en una posición. En cambio, si se observa en ambas posiciones (círculo directo CD y círculo inverso CI), las medias de las lecturas serán las correctas.

El compensador biaxial usa una reflexión interior superando el ángulo límite en la superficie horizontal de cambio de medio (aire/aceite de silicona). El haz láser del LED tras la reflexión llega al sensor (matriz CCD), detectándose la posición del punto donde impacta.



# Compensadores

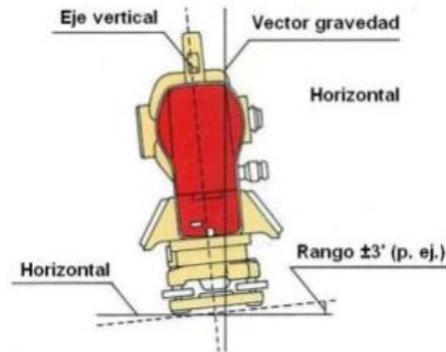
Los compensadores biaxiales miden la inclinación longitudinal y la transversal del eje principal.

## Biaxiales

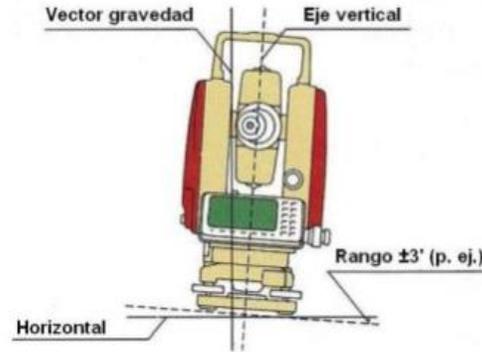
Dentro de un rango de inclinación de p. ej.,  $\pm 3'$ , miden:

Calculan y aplican las correcciones de lectura H por error de colimación e inclinación del eje vertical y el de muñones

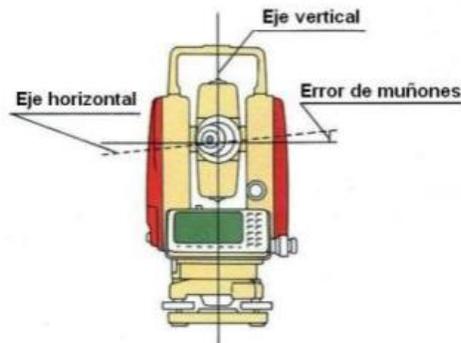
### ■ Cabeceo longitudinal



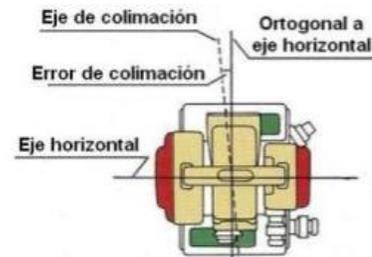
### ■ Cabeceo transversal



### ■ Error de muñones



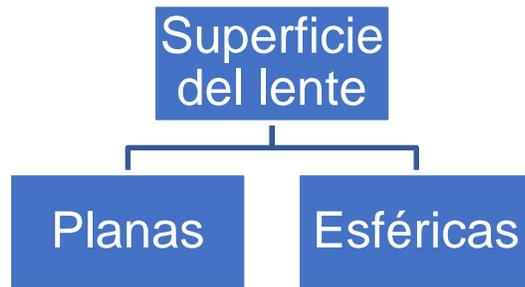
### ■ Colimación H



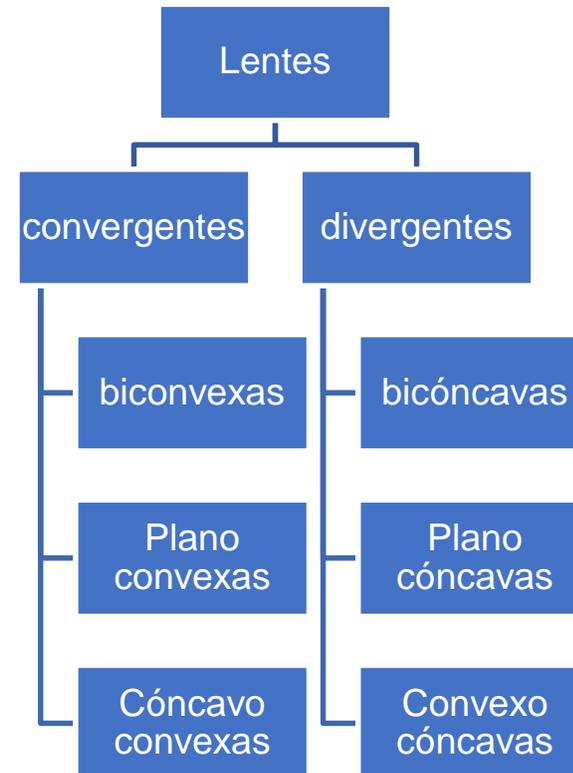
# Anteojos

En la mayoría de los instrumentos topográficos, las visuales se efectúan a través de anteojos (p. Ej. Anteojo astronómico de Kepler) que consisten en un sistema de lentes centradas.

Lente: Sistema dióptrico centrado constituido por un medio transparente y refractante.



En las lentes biconvexas existen 2 casos, cuando se producen imágenes reales (distancia del objeto a la lente es mayor que la distancia focal) o virtuales (distancia del objeto a la lente es menor que su distancia focal).

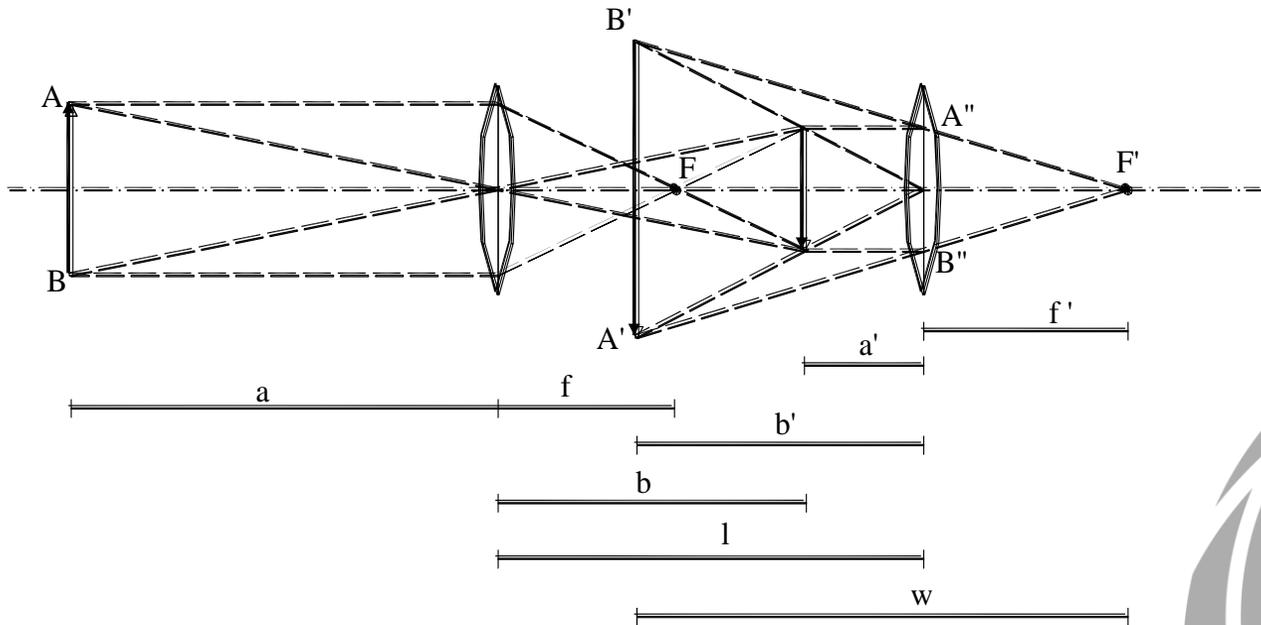


# Anteojos

## Anteojo astronómico o de Kepler

Consiste, en su expresión más reducida, en dos lentes **convergentes**, una el **objetivo**, de gran distancia focal y el **ocular**, de distancia focal pequeña.

El objetivo tiene por misión formar de un objeto lejano **AB** una imagen real, reducida e invertida, que se observa con el ocular que actúa como lupa y produce una imagen virtual y ampliada **A'B'**



$a$  = distancia objeto - objetivo

$b$  = distancia de la imagen real al objetivo

$f$  = distancia focal del objetivo

$a'$  = distancia de la imagen real al ocular

$b'$  = distancia de la imagen virtual al ocular

$f'$  = distancia focal del ocular

$w$  = distancia de la visión distinta

# Anteojos

## Anteojo astronómico o de Kepler

$$l = \frac{f}{1 - \frac{f}{a}} + f' - \frac{f'^2}{w}$$

**Ecuación del anteojo**

Esta ecuación nos dice que la distancia entre las dos lentes depende de la distancia  $w$  de la visión distinta, (que varía de persona a persona), y de la distancia del objeto al objetivo.

Se llama distancia de la visión distinta a la distancia mínima a la cual una persona percibe nítidamente un objeto. Esta distancia se encuentra entre 200 y 250mm.

Si se emplean lentes de aumentos (o lupas), podrá acercarse el objeto a una distancia menor, pero de forma tal que la imagen dada por la lente se forme a la distancia límite antes mencionada.

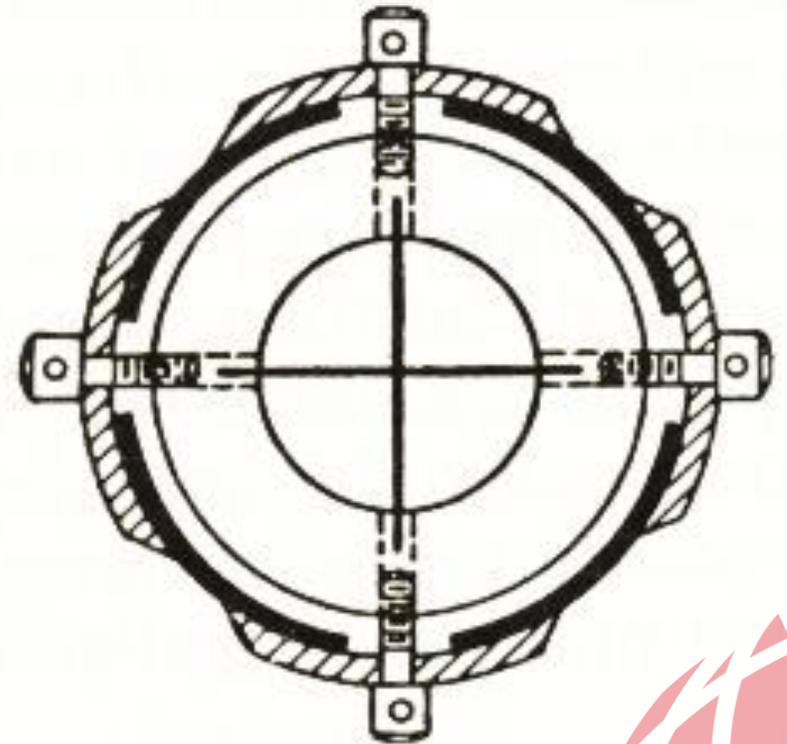


# Retículo

Para poder realizar mediciones, es necesario lograr referir los puntos a donde se realizan las visuales. Por ello, en las lentes se realizan unas marcas, que se denomina retículo.

En los instrumentos antiguos, en su forma más simple está constituido por dos hilos muy delgados, cruzados normalmente, uno horizontal y otro vertical, tendidos sobre un anillo metálico llamado diafragma de campo.

En los instrumentos modernos, se sustituyen los hilos por trazos muy finos grabados sobre una delgada lámina de vidrio.



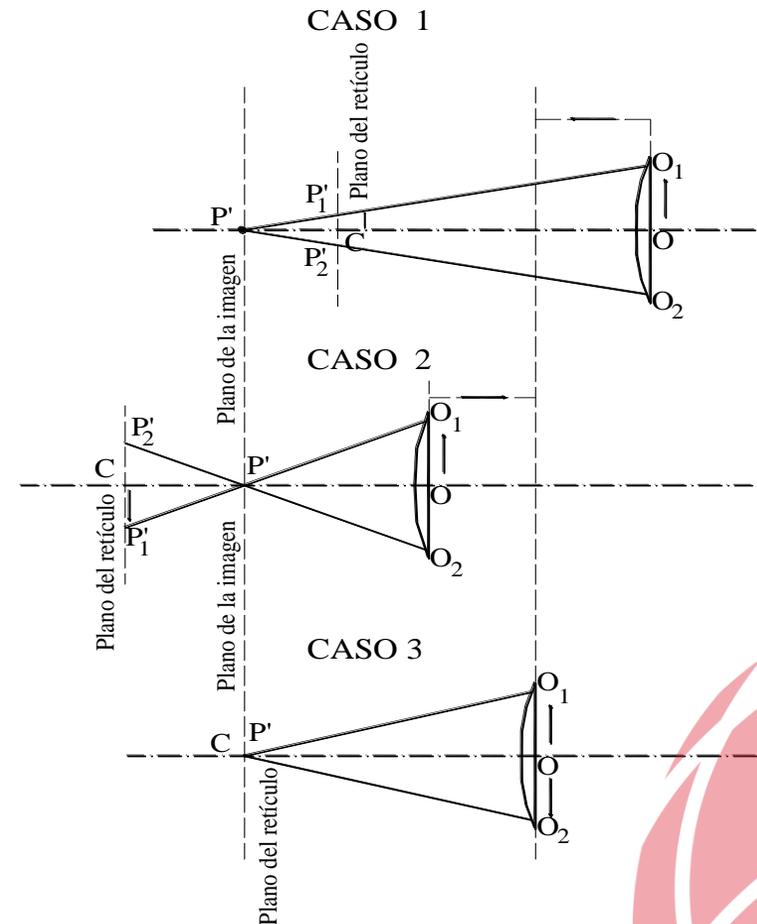
# Retículo

## Paralaje

El paralaje es la distancia que separa el plano del retículo y el de la imagen. Al no presentarse la imagen en el mismo plano del retículo, se obtiene lo que se llama error de paralaje, lo que genera movimientos en la imagen respecto a los hilos del retículo.

Se pueden presentar 3 casos:

- 1er. Caso: Estando el plano del retículo entre el plano de la imagen y el ocular, la imagen se moverá en el mismo sentido que el ojo.
- 2do. Caso: La imagen se moverá en sentido contrario.
- 3er. Caso: No se observará movimiento alguno de la imagen respecto al retículo, no habiendo entonces paralaje



# ¡Gracias!

Prof. Micaela Gracia  
Prof. Alberto Mamrut  
Prof. Magali Martínez Núñez  
Prof. Martín Wainstein

[micaelag@fing.edu.uy](mailto:micaelag@fing.edu.uy)  
[amamrut@fing.edu.uy](mailto:amamrut@fing.edu.uy)  
[magalim@fing.edu.uy](mailto:magalim@fing.edu.uy)  
[martinw@fing.edu.uy](mailto:martinw@fing.edu.uy)



FACULTAD DE  
INGENIERÍA



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
URUGUAY



 ia\_fing\_udelar

 ia\_fing\_udelar

 [www.fing.edu.uy/es/ia](http://www.fing.edu.uy/es/ia)

