

ECLIPSE CON “P” DE PALENCIA

TELESCOPIOS



PRIMERA PARTE

- I. ¿Qué es y para qué sirve un telescopio?
- II. Clases de telescopios
 - a. Refractores
 - b. Reflectores
 - i. Newton
 - ii. Schmidt-Cassegrain

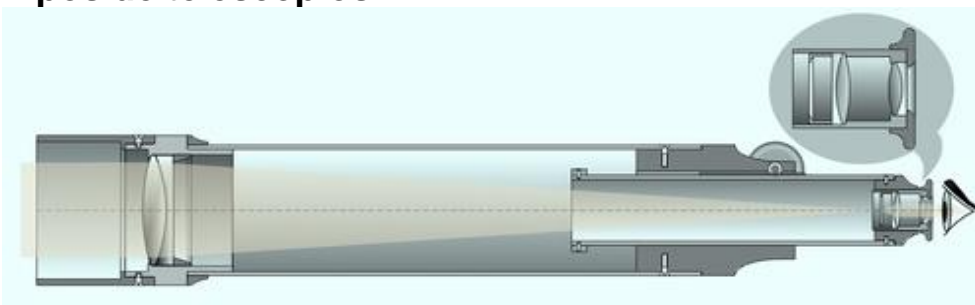
Elementos de un telescopio

- c. Trípode
 - i. Trípode
 - ii. De pie
- b. Monturas
 - i. Altacimutal, Dobson
 - ii. Alemana, ecuatorial
 - iii. Horquilla
- c. Tubos
- d. Buscador

I. ¿Qué es y para qué sirve un telescopio?

Un **telescopio** es un aparato captador de luz y que la concentra en un punto. La cantidad de luz recolectada depende básicamente del diámetro del objetivo. Para ver la imagen formada se utiliza el **ocular**, que es el que da los aumentos. Al intercambiar los oculares obtenemos diferentes aumentos con el mismo instrumento. Mediante este aparato podemos ver más cerca los objetos más lejanos.

II. Tipos de telescopios



Telescopio refractor

a. Refractores.

La parte más importante de un telescopio es el **objetivo**, en los refractores el objetivo es la lente o conjunto de lentes que está situada a la entrada del tubo y que hace que la luz se concentre en el **plano focal** en el lado opuesto del tubo y a una distancia de la lente que depende de la curva que tenga, a esta separación entre el **objetivo** y el **plano focal** se le llama **distancia focal**, Todos los telescopios llevan en el tubo una pequeña placa o pegatina donde nos dice cuál es el diámetro del objetivo y su distancia focal dados en mm.

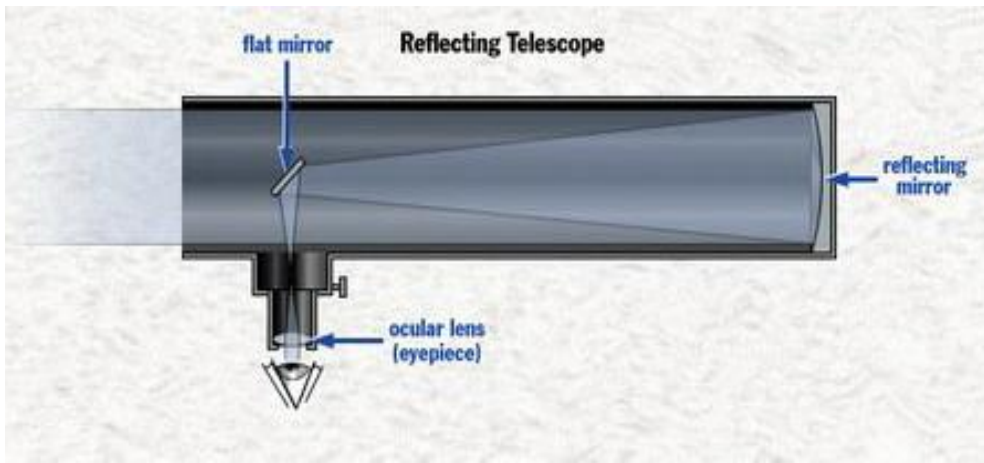
Donde se forma la imagen, en el **plano focal**, tenemos la abertura donde se encuentra el portaocular, que es una pieza incorporada al tubo y a la que se acopla el **ocular** que se sujeta mediante dos o tres tornillos. El **ocular** es la pieza formada normalmente por varias lentes pequeñas unidas que nos amplía la imagen para que nosotros podamos verla, y es el que nos da los aumentos siguiendo una fórmula sencilla. Para saber los aumentos con los que estamos observando dividiremos la **distancia focal** del telescopio entre la distancia focal del **ocular** que viene inscrita en la parte exterior del mismo en mm. Por ejemplo, en un telescopio de 900 mm de distancia focal, si le colocamos un ocular de 25 mm, tendremos que $900/25 = 36$ aumentos. Pero si quitamos éste ocular y colocamos otro de 12 mm de distancia focal, tendremos $900/12 = 75$ aumentos. El resultado es tener una imagen más cercana con más detalle pero con un campo de visión más reducido.

Es decir que cuanto menor sea la distancia focal de un ocular, mayor será el aumento que obtengamos. Esto no quiere decir que podemos obtener grandes aumentos con cualquier telescopio.

El límite de aumentos en un telescopio es el doble del diámetro de su objetivo, es decir, un telescopio de 125 mm de diámetro tendremos $125 \times 2 = 250$ aumentos reales como máximo. A partir de aquí la calidad y nitidez de la imagen será nefasta por muy buena calidad de cielo que tengamos.

Tenemos telescopios refractores, para aficionados, con lentes de hasta 150 mm de diámetro, lentes de mayor diámetro son muy costosas de pulir y su distancia focal se dispara, por lo que no son prácticos para su transporte, y su precio se dispara. Aunque la calidad de las lentes es mayor que la de los espejos, esto se soluciona con telescopios reflectores, (objetivos de espejos) de mayor diámetro (hasta 50 o 60 cm) y que son mucho más fáciles de fabricar y pulir a un precio mucho más asequible para el aficionado.

b. Reflector.



Un **telescopio reflector** es un telescopio óptico que utiliza espejos en lugar de lentes para enfocar la luz y formar imágenes. Isaac Newton perfeccionó el telescopio reflector alrededor de 1670. Los telescopios reflectores evitan el problema de la **aberración cromática**, una degradación notable de las imágenes en los telescopios refractores de la época (posteriormente este problema se resolvió utilizando lentes acromáticas). El reflector clásico formado por dos espejos y un ocular se conoce como **reflector Newtoniano**.

En los telescopios reflectores la luz es captada y reflejada por un primer espejo (**primario**) hacia otro espejo de menor tamaño (**secundario**) situado en el eje del plano focal e inclinado 45° el cual desvía la luz hacia un lateral del tubo donde se forma la imagen en el plano focal. Aquí está situado el portaocular en el que colocaremos los oculares para visualizar la imagen formada.

Las principales ventajas de los reflectores con respecto a los refractores son:

- En una lente el porte completo de la lente ha de estar libre de imperfecciones mientras que en un espejo basta con asegurar la perfección de su superficie.
- La luz de diferentes longitudes de onda atraviesa la lente medio a diferentes velocidades causando una aberración cromática. La creación de lentes acromáticas de gran tamaño que corrijan este defecto es un proceso muy costoso. Este problema es inexistente en un espejo.
- Existen problemas estructurales importantes para manipular lentes de gran apertura. Las lentes sólo pueden estar sujetas por sus extremos y si son de gran tamaño la distorsión producida por la gravedad puede distorsionar la imagen. Un espejo puede estar sujeto por toda su superficie evitando este problema.

Tipos de telescopios reflectores:

a. Newton.

Cómo funciona y de qué consta un telescopio Newton lo hemos visto en el apartado anterior.

b. Schmidt-Cassegrain

Está formado por un espejo primario cóncavo esférico y un espejo secundario convexo esférico con una lente de Schmidt. Esta es una lente especial que se ubica adosada al espejo secundario del telescopio. La misma posee una forma especial, cuyo corte diametral presenta una forma ondulante que sirve para corregir la aberración del espejo esférico. El nombre del sistema se denomina así por la invención de la lente por el óptico Schmidt.



Diagrama del recorrido de la luz en un Schmidt-Cassegrain.

Existen otro tipo de telescopios como la Cámara Schmidt, Maksutov. Pero aquí sólo vamos a ver los descritos anteriormente dado que son los nos vamos a encontrar en el mercado y vamos a aprender a manejar.

III. Elementos de un Telescopio.

a. El trípode

- i. El **trípode** es un aparato formado por tres patas que se abren, unidas en su parte superior por una pieza metálica donde va encajada y sujeta la **montura**. Normalmente por debajo de esta pieza se coloca una **bandeja** que une las tres patas y mantiene firme todo el conjunto y sirve para colocar accesorios, oculares, filtros, ect.
- ii. En los observatorios de aficionados avanzados y profesionales el soporte de la montura no es un trípode sino un **pie robusto**, como una columna de hormigón, hierro, etc., y que está fijo al terreno e independiente del piso del observatorio para evitar que las vibraciones al andar alrededor de él, se transmitan al mismo.

b. La **montura**.



Ecuatorial



Altacimutal



Dobson

Es la pieza que va sujeta sobre el trípode o pie, y es la articulación con la que el tubo del telescopio puede orientarse y moverse en todas las direcciones.

Dependiendo del sistema de movimientos que tenga tenemos varios tipos de monturas:

a. **Montura altacimutal y Dobson.**

Es la más sencilla, sus movimientos son en horizontal, de derecha a izquierda o al revés y en paralelo al plano horizontal y otro en vertical de arriba abajo o al revés y perpendicular al plano horizontal.



Montura altacimutal de horquilla con Goto



Montura acimutal Dobson

Una montura **Dobson** es un tipo de montura **altazimutal** que es muy popular dado que resulta sencilla y barata de construir.

La **montura de horquilla** es del tipo altacimutal, y en estos momentos está muy en auge en los telescopios de gama media computarizados. Sin embargo, para realizar astrofotografía de larga exposición necesitan de una cuña, de forma que el eje de acimut levante hasta apuntar en dirección al Norte Celeste y poder hacer un seguimiento correcto.

Montura ecuatorial.



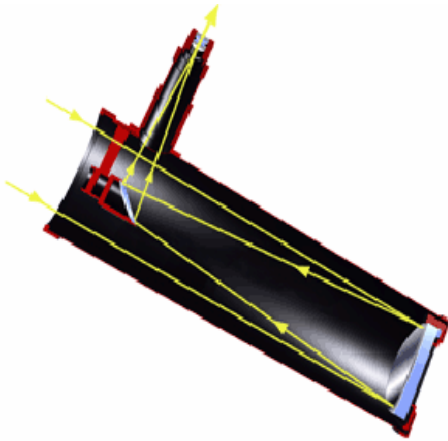
Montura ecuatorial con motores de seguimiento

El principal problema de usar una montura altazimutal es que ambos ejes tienen que corregirse continuamente para compensar la rotación de la Tierra. Incluso haciendo esto controlado por ordenador, la imagen gira a una tasa que varía dependiendo del ángulo de la estrella con el polo celeste (declinación). Este efecto (conocido como **rotación de campo**) hace que una montura altazimutal resulte poco práctica para realizar fotografías de larga exposición. La mejor solución para telescopios astronómicos pequeños consiste en inclinar la montura altazimutal de forma que el eje de acimut resulte paralelo al eje de rotación de la Tierra; a esta se la denomina una montura ecuatorial.

Existen varios tipos de montura ecuatorial, entre los que se pueden destacar la alemana y la de horquilla.

La **montura ecuatorial** incorpora dos ejes perpendiculares entre sí, colocado el tubo del telescopio sobre ellos puede girar en cualquier sentido y dirección. Estos dos ejes se conocen como **ascensión recta y declinación**. El eje del telescopio de **ascensión recta** debe apuntar directamente al **Polo Norte Celeste**.

EL TUBO.



Tubo reflector



Tubo refractor

El tubo del telescopio es donde está todo el sistema de captación de la luz. Aquí se encuentra, dependiendo del tipo, las lentes, espejos, y se acoplan los oculares, buscador y cámaras.

El **tubo** es un cilindro hueco cuyo diámetro depende del diámetro de la lente o espejo primario que incorpore. Va sujeto a la montura por unas anillas o una pieza llamada **cola de milano** que se sujetan a la montura mediante tornillos.

El buscador



Buscador con puntero



Buscador en un Newton

El buscador es ese pequeño anteojito que está colocado sobre el tubo del telescopio. Normalmente suele ser un 8x50 o 6x30, donde el primer número nos indica el aumento que nos da, y el segundo número nos dice el diámetro del objetivo en mm.

Como vemos al tener pocos aumentos el campo visual que observamos es mucho mayor que el que podemos ver a través de cualquier ocular que coloquemos en el telescopio.

La razón de tener este pequeño anteojo en el telescopio, es la siguiente. Cuando buscamos un objeto, primero realizamos la búsqueda observando una zona amplia del cielo, esta amplitud nos la da el buscador al tener pocos aumentos, de esta manera al tenerlo localizado y centrado en la cruz que el objetivo lleva (son dos hilos perpendiculares entre si y que se cruzan justo en el centro del campo que observamos), ya lo podemos observar en el centro del campo del ocular que es mucho más reducido al tener muchos más aumentos.

Pero para esto tenemos que tener previamente, el buscador y el tubo del telescopio alineados.

ALINEACIÓN DEL BUSCADOR CON EL TUBO DEL TELESCOPIO.

Lo primero que tenemos que realizar cuando nos compramos un telescopio es la alineación del buscador con el tubo. Primero, la colimación del tubo (que los rayos luminosos entren paralelos al eje que une el objetivo con el plano focal, es decir que todos estén centrados perfectamente dentro del tubo) ya viene hecha de fábrica, por lo que no deberíamos ajustarla, y segundo, el buscador, como viene normalmente desmontado y somos nosotros quienes le colocamos sobre el tubo con los tornillos que le acompañan, no nos queda otro remedio que alinearle cada vez que le desmontemos y volvamos a montarle.

¿EN QUÉ CONSISTE ALINEAR EL BUSCADOR CON EL TUBO DEL TELESCOPIO?

El objetivo es que, cuando nosotros miramos por el buscador y tenemos algo centrado en el mismo, sea lo que sea, deberemos ver lo mismo centrado en el ocular del telescopio, pero más ampliado al tener más aumentos en el ocular.

Para lograr esto seguiremos los siguientes pasos:

- El objetivo es que los ejes del buscador y del tubo queden paralelos. Al estar paralelos y apuntar al infinito los dos, aparecerá en el centro del campo visual de ambos, exactamente lo mismo.
- De día, buscamos algo lejano, la torre de una iglesia, la antena de un edificio lejano, la hoja de un árbol en el monte, etc. cuanto más lejos mejor.
- A ojo y observando por el **ocular** que menos aumentos nos dé (25 o 30 mm, por ejemplo), colocaremos en el centro del campo que nos ofrece, el objeto seleccionado.
- Una vez que le tenemos centrado en el ocular, cambiamos a observar por el buscador, y manipulando con los tres (o seis) pequeños tornillos que le sujeta colocaremos en el centro de su campo visual el objeto seleccionado.

- El siguiente paso es ajustar aún más éste centrado, para ello cambiamos el ocular por el siguiente que nos dé más aumentos, y volvemos a centrar el objeto de nuevo en el centro del campo, seleccionando algún detalle más concreto del mismo.
- Hecho esto volvemos a mirar por el buscador, veremos que se ha descentrado, por lo que volveremos a manipular los tornillos del mismo hasta conseguir que vuelva estar en el centro.
- Y para volver a ajustar y aumentar la precisión de la alineación realizaremos la misma operación con el ocular de más aumento que tengamos.
- Al finalizar habremos conseguido que cuando tenemos centrado cualquier objeto en el buscador lo tendremos igualmente centrado en el ocular.

Una vez realizada la alineación lo que nos queda es la puesta en estación del telescopio.

S E G U N D A P A R T E

P U E S T A E N E S T A C I O N

Poner en estación un telescopio consiste en orientarle de tal manera que podamos realizar un seguimiento perfecto de cualquier objeto celeste contrarrestando el movimiento de la tierra ya sea de forma manual o con motores de movimiento, y si es con telescopios computarizados, con el software que incorpora.

Para ello seguiremos los siguientes pasos:

- (1) Colocar el trípode orientado al norte y nivelado con el suelo.
- (2) Colocar la montura y sujetarla al trípode.
- (3) Si la montura es altacimutal, no es necesario orientarla al Polo Norte Celeste
- (4) Si la montura es ecuatorial, seguir los siguientes pasos:
 - (a) Colocar el contrapeso y luego el tubo.
 - (b) Equilibrar el tubo en el eje de Ascensión recta.
 - (c) Equilibrar el tubo en el eje de Declinación.
 - (d) Colocar el eje de Ascensión Recta paralelo al eje de la tierra.

Para esto movemos la montura con los mandos de acimut y altura para colocar el Polo Norte Celeste en el centro del buscador polar, ayudándonos con la estrella Polar. Si éste está bien alineado, lo tendremos en el centro del ocular y estará listo para funcionar.

Seguidamente pasamos a explicar más detenidamente los pasos anteriores.

1.- Colocar el trípode nivelado con el suelo.

Colocar el trípode de manera que sus patas estén extendidas del todo, bien fijas y una de ellas orientada al norte, y nivelar el trípode con el suelo. Para ello utilizaremos un nivel. En el mercado existe una gran variedad de ellos.

En la parte superior del trípode, normalmente tiene una pequeña patilla que es donde irá encajada la montura. Esta pieza normalmente viene con una marca (o con la letra "N") a la altura de una de sus patas y será la que colocaremos orientada hacia el Norte. Si no lo trae, tampoco pasa nada, colocaremos cualquiera de las patas en esa dirección.

Normalmente los trípodes vienen con una bandeja que se sujeta con tres tornillos a las patas del mismo por debajo de la pieza superior. Esto hace que todo el conjunto forme un solo cuerpo firme y estable, cosa muy importante de cara a la observación. Igualmente, esta bandeja nos servirá para colocar en ella, oculares, filtros, linternas, etc. que de otra manera estarían dispersos y sin control.

2.- Colocar la montura y sujetarla al trípode.

Sujetamos la montura a la pieza superior del trípode, dependiendo del modelo de telescopio y seguiremos las instrucciones del fabricante. Algunas traen una burbuja de nivel incorporada para nivelarla, aunque estas burbujas no siempre son fiables. Podemos comprobarlo nivelando de las dos maneras y eligiendo la que más confianza nos dé, de acuerdo con los resultados que obtengamos.

3.- Si la montura es ecuatorial, seguir los siguientes pasos:

(a) Colocar el contrapeso y luego el tubo.

Colocamos el tubo a la montura de manera que apunte al Norte y le sujetamos siguiendo las instrucciones del fabricante, dependiendo si viene con anillas, cola de milano, etc.

Colocamos en el tubo todos los accesorios que vamos a utilizar (buscador, ocular, tubo guía, cámara, etc.)

El siguiente paso es colocar el eje de ascensión recta de la montura paralelo al Polo Norte Celeste. Para ello veremos que la montura tiene una graduación en grados y minutos, la elevaremos con la palanca que trae a rosca, hasta colocarla a los grados que corresponden a la latitud geográfica en que nos encontramos. Tenemos que tener en cuenta que el Polo Norte Celeste se haya sobre el horizonte Norte a la misma altura en grados que la latitud a la que nos encontramos nosotros en ese momento.

Colocamos el ocular de mayor distancia focal (menos aumentos) que tengamos y los mandos de movimiento fino, si los tenemos.

Esta primera orientación al Polo Norte Celeste es aproximada, más adelante veremos cómo hacer una puesta en estación más exacta.

4.- Equilibrar el tubo en el eje de Ascensión recta.

Para evitar desajustes y holguras entre las partes mecánicas y engranajes de la montura, y que estas partes sufran y soporten tensiones que luego se traducen en holguras que afectan a la precisión en el apuntado, es necesario y muy importante equilibrar el tubo con el contrapeso. Para ello colocamos en horizontal y paralelo al suelo el tubo y el contrapeso, seguidamente soltamos la brida de fijación y lo balanceamos suavemente a un lado y a otro girando sobre el eje de Ascensión Recta, hasta conseguir que en cualquier posición estén equilibrados los dos, si es necesario corregir moveremos el peso hacia un lado u otro de la barra hasta conseguir el equilibrado.

5.- Equilibrar el tubo en el eje de Declinación.

Equilibrado el tubo con el contrapeso, nos resta equilibrar el tubo en el eje de Declinación. Seguimos con el tubo y el peso en horizontal y paralelo con el suelo. En el tubo hemos colocado el ocular con el que vamos a trabajar. Aflojamos la fijación de Declinación y veremos si el tubo se balancea a un lado u otro, en caso afirmativo, aflojaremos las anillas o la cola de milano y moveremos el tubo adelante o atrás hasta conseguir que quede perfectamente equilibrado y no balancee.

Realizado todo esto ya solo nos queda mover el tubo en dirección al Polo Norte Celeste. Como la referencia más cercana a éste punto que tenemos desde nuestro hemisferio es la estrella Polar, centraremos, mirando por el buscador polar (el que está incrustado en el eje de Ascensión Recta), ésta estrella. Para esto utilizaremos los mandos de acimut y altura que trae el telescopio en la montura.

El enfoque de los objetos los realizaremos con la rueda de enfoque que trae el porta-ocular. Tenemos que tener en cuenta que no todos tenemos la misma visión, máxime cuando a ciertas edades usamos gafas, por esto cada vez que cambia la persona que observa, posiblemente tendrá que corregir algo el enfoque.

Ya tenemos el telescopio en estación y por lo tanto ya podemos observar lo que queramos en el cielo, pero ¡jojo! Para hacer un buen seguimiento es imprescindible no volver a mover en absoluto el eje de ascensión recta, ya que el objetivo de todas estas operaciones es precisamente que una vez que tenemos localizado un objeto en nuestro ocular, debido al movimiento de rotación de la Tierra, si queremos mantenerle centrado de forma constante en el ocular, tenemos que contrarrestar éste movimiento, ya sea de forma manual, con los

mando de movimiento fino de Ascensión Recta y Declinación, o mediante motores de seguimiento.

Si la puesta en estación es buena, solo será necesario hacer la corrección en el eje de Ascensión Recta. Cuanto peor sea la puesta en estación, más correcciones tendremos que hacer tanto en un eje como en el otro.

De la misma manera que el eje de Ascensión Recta debe quedar inmóvil, debemos poner especial atención a los golpes en las patas del trípode, porque al mínimo tropiezo, apoyo, ect. con él, se moverá todo el telescopio y afectará de manera significativa al seguimiento.

En los telescopios modernos, que vienen con función **go-to** de búsqueda en monturas ecuatoriales, la puesta en estación es imprescindible, ya que, de no hacerla bien, el programa irá acumulando errores que según pasa el tiempo se irán acumulando y no hará una búsqueda precisa que es lo que precisamente estamos buscando.