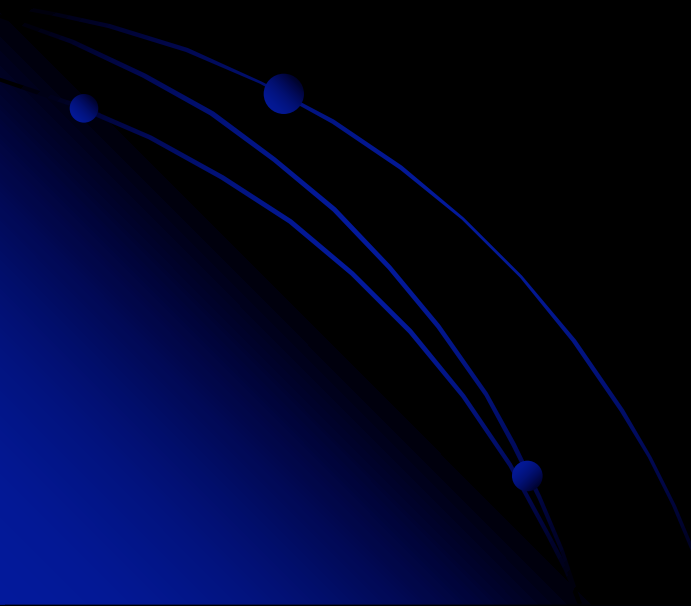
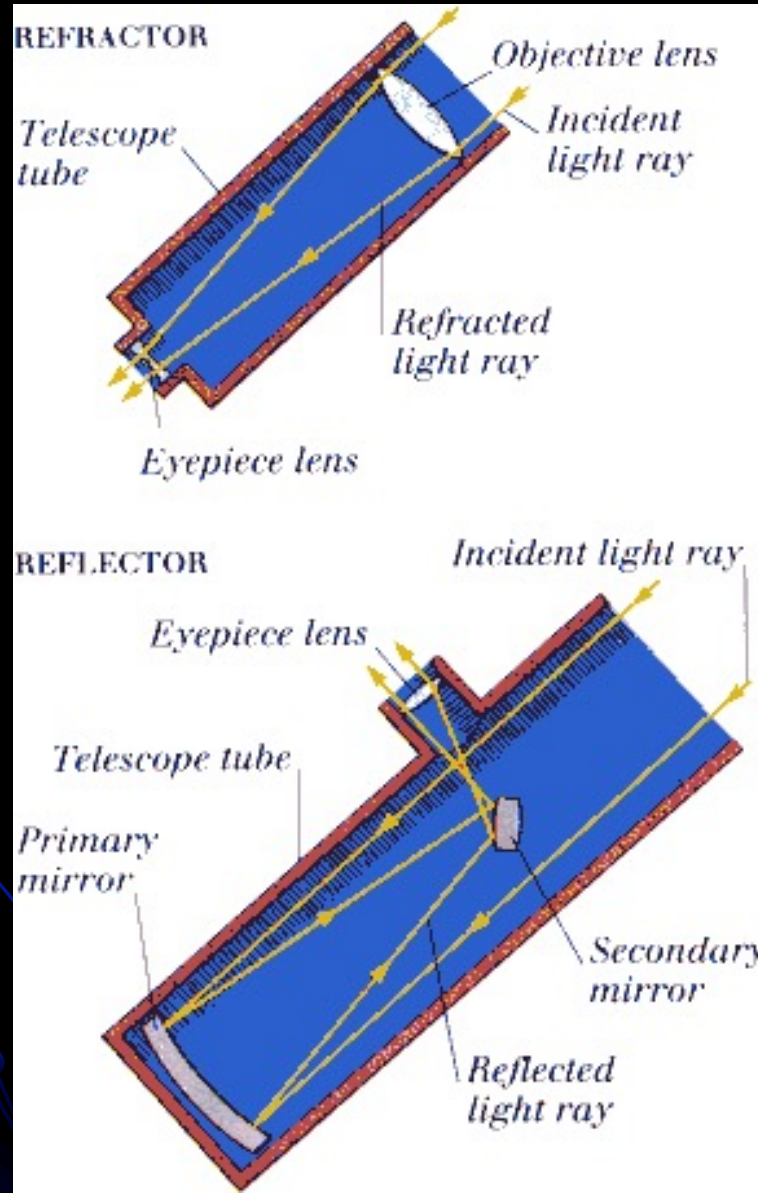


Colectores de luz

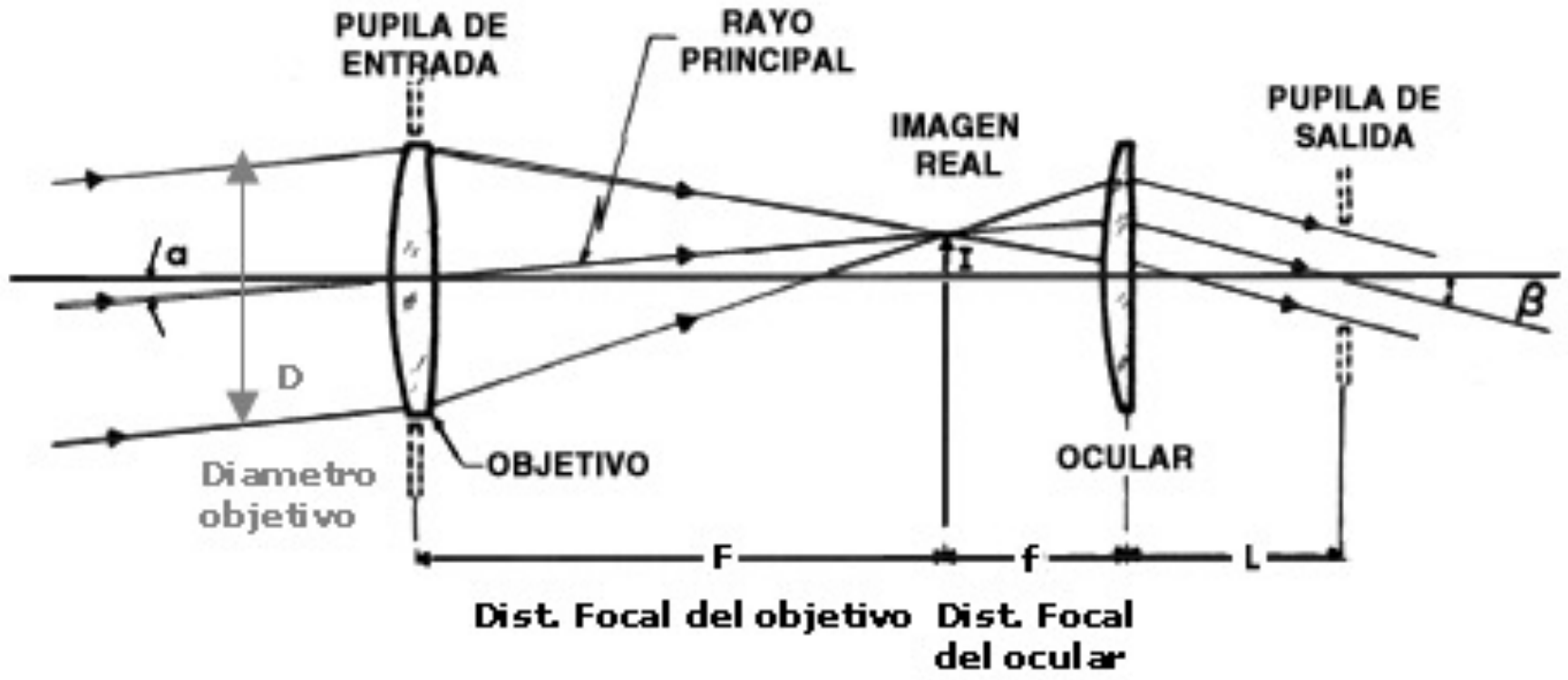
Telescopios
Oculares
Monturas
Binoculares



Tipos de Telescopios



Parámetros de telescopios



Objetivo

F – Distancia Focal

D - Diámetro

distancia objetivo-ocular $\approx F+f$

Ocular

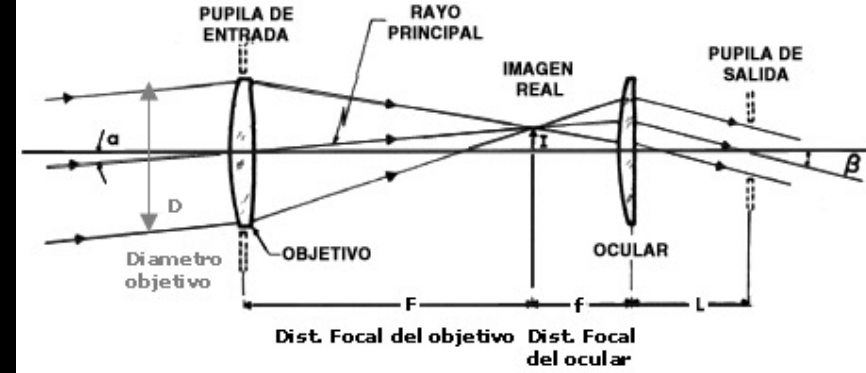
f – Distancia Focal

d – Diámetro externo

C_a - Campo Aparente

L - Relieve del ojo

Parámetros independientes del ocular



Razón Focal (f/d): $f/d = F \text{ [cm]} / D \text{ [cm]}$

Índice de luminosidad del telescopio

Resolución: $R \text{ ["}] = 11.6 / D \text{ [cm]}$

Poder separador de dos puntos cercanos

Magnitud Límite: $m = 7,5 + 5 \cdot \text{Log } D \text{ [cm]}$

Magnitud límite visual para objetos estelares

Escala de placa $s \text{ [mm/"}] = F \text{ [cm]} / 20626.5$

Cantidad de mm por 1" en el plano focal

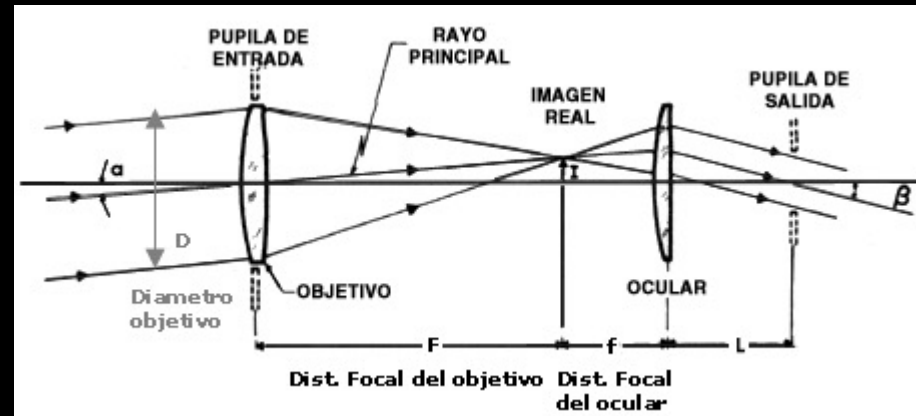
Escala de pixel $["/px] = px \text{ en mm} / s$

Tamaño de 1px en " (arcsec)

Campo del detector $C_d \text{ ["}] = \text{tamaño lineal detector [mm]} / s / 60$

Tamaño angular de la imagen para un cierto detector

Parámetros dependientes del ocular



Aumentos: $A = \beta/\alpha = F \text{ [cm]} / f \text{ [cm]}$

Magnificación: como será observado el objeto si nos ubicásemos a una distancia "tantas veces" mas cercana a este.

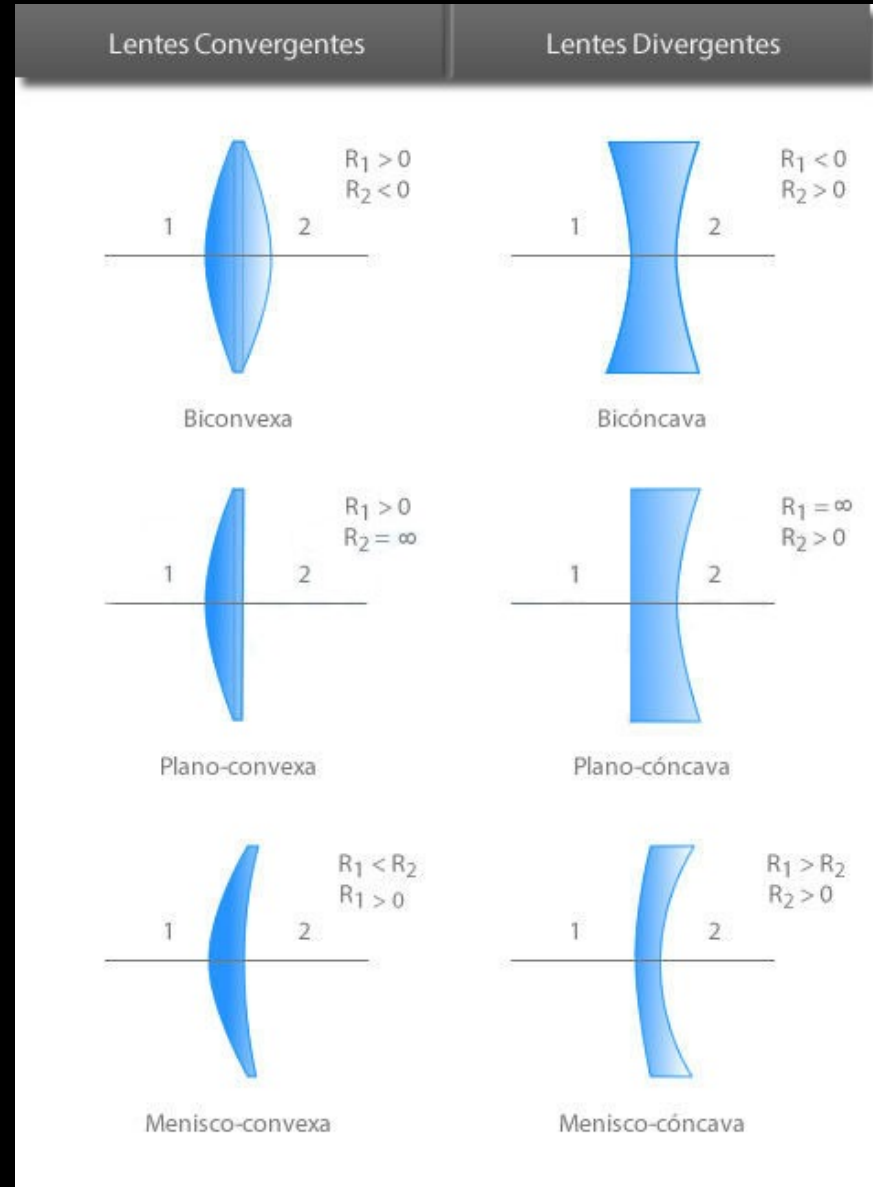
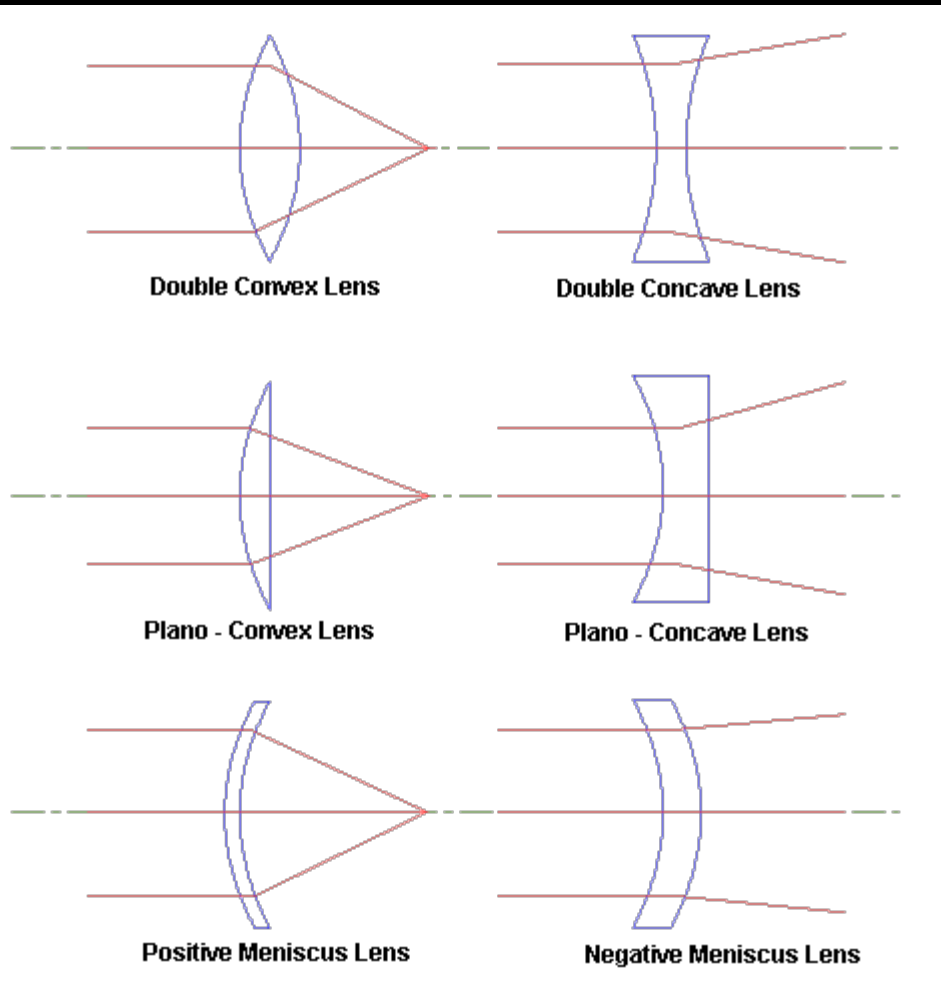
Ampliación Máxima: $A_{max} = 2.3 \times D \text{ [mm]}$

Magnificación máxima para el objetivo

Campo Real: $C_r \text{ [grados]} = C_a \text{ [grados]} / A$

Campo visual - tamaño de la porción de cielo observado

Lentes finas



Ecuación fundamental de las lentes delgadas

La *ecuación fundamental de las lentes delgadas*, también conocida como *ecuación del fabricante de lentes* o *ecuación del constructor de lentes*, es una igualdad que relaciona la distancia a la lente del objeto y de la imagen con los índices de refracción de la lente y del medio en el que se encuentra según:

$$\frac{n}{s'} - \frac{n}{s} = (n' - n) \cdot \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

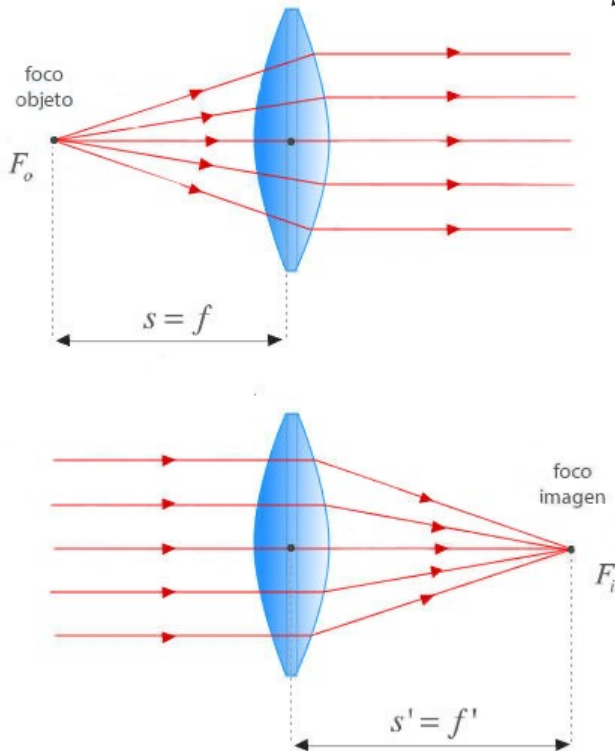
Donde:

- n' y n : Índices de refracción de la lente y del medio en que se encuentra respectivamente. Es una magnitud adimensional
- s , s' : Son las distancias del objeto y la imagen respectivamente al origen O , situado en el centro de la lente. Su unidad de medida en el Sistema Internacional (S.I.) es el metro (m). Según el **criterio DIN de signos**, que usamos, son negativas cuando están delante de la lente y positivas detrás
- R_1 y R_2 : Son los radios de curvatura de la primera y de la segunda superficie refractara de la lente respectivamente. Su unidad de medida en el S.I. es el metro (m)

FOCOS

Existen dos puntos muy importantes cuando estudiamos una lente delgada: su foco objeto y su foco imagen.

- El foco objeto F es el punto en el que hay que colocar el objeto para que los rayos salgan paralelos de la lente. A la distancia entre el origen y el foco objeto se la denomina distancia focal objeto f . Matemáticamente, $s' = \infty \Rightarrow f = s$
- El foco imagen F' es el punto en el que convergen los rayos provenientes del infinito, es decir, aquellos que llegan a la lente paralelos al eje óptico. A la distancia entre el origen y el foco imagen se la denomina distancia focal imagen f' . Matemáticamente, $s = -\infty \Rightarrow f' = s'$

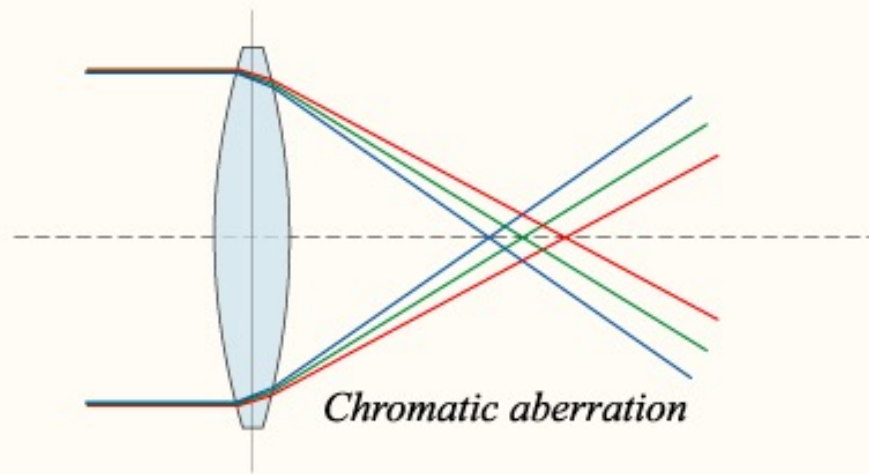
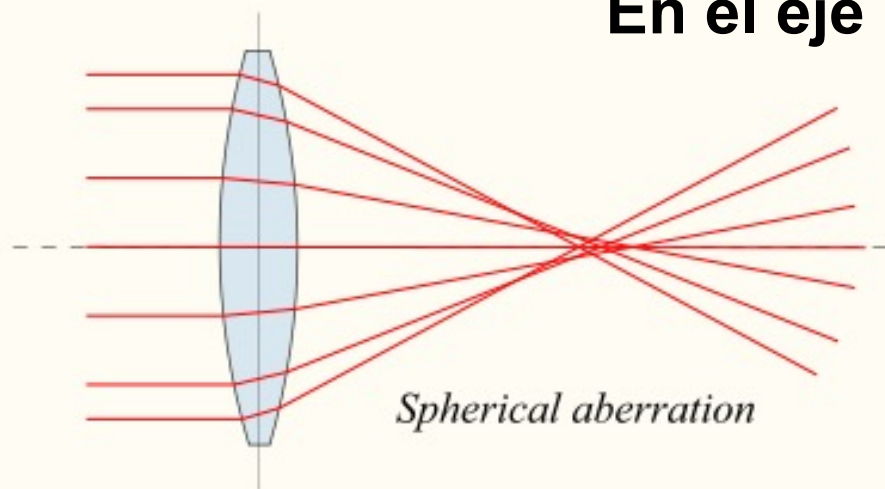


La **fórmula gaussiana de las lentes delgadas** establece la siguiente relación:

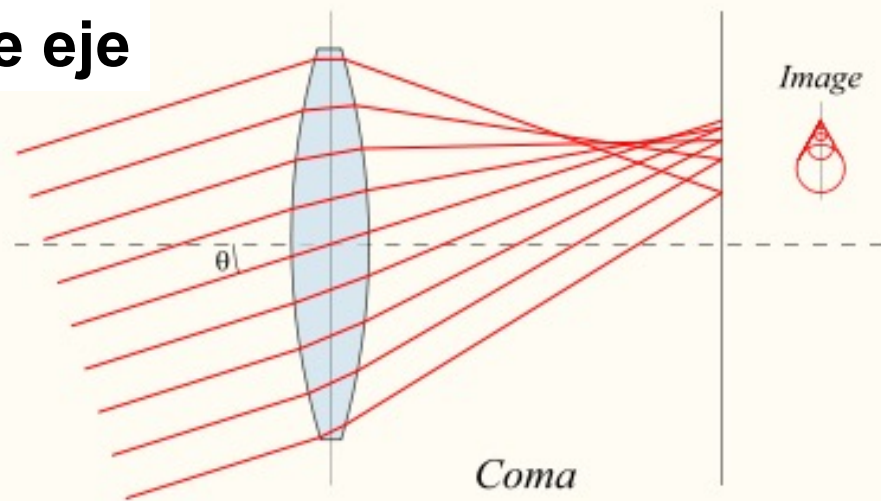
$$\frac{1}{s'} - \frac{1}{s} = \frac{1}{f'} = -\frac{1}{f}$$

Aberraciones

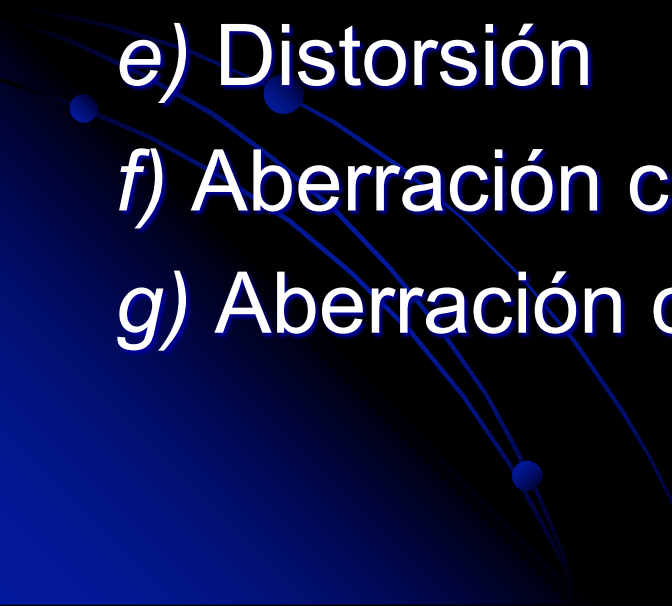
En el eje



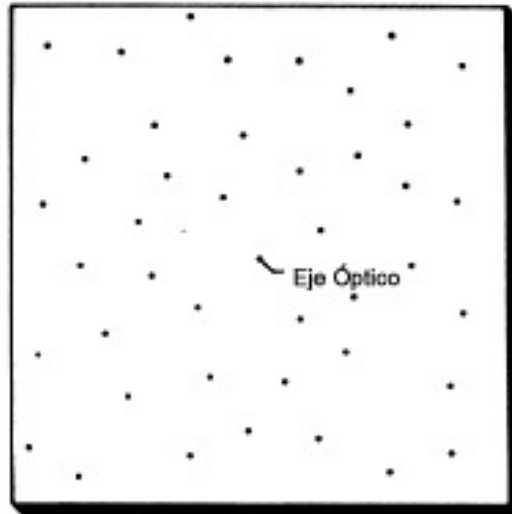
Fuera de eje



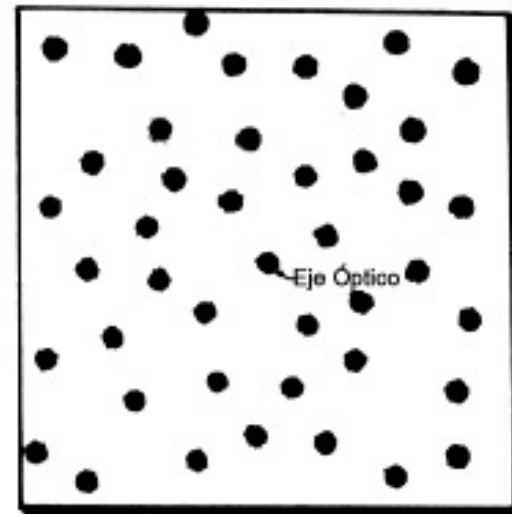
Aberraciones

- a) Aberración de esfericidad
 - b) Aberración de coma
 - c) Astigmatismo
 - d) Curvatura de campo
 - e) Distorsión
 - f) Aberración cromática axial
 - g) Aberración cromática lateral
- 

Aberraciones de objetos puntuales



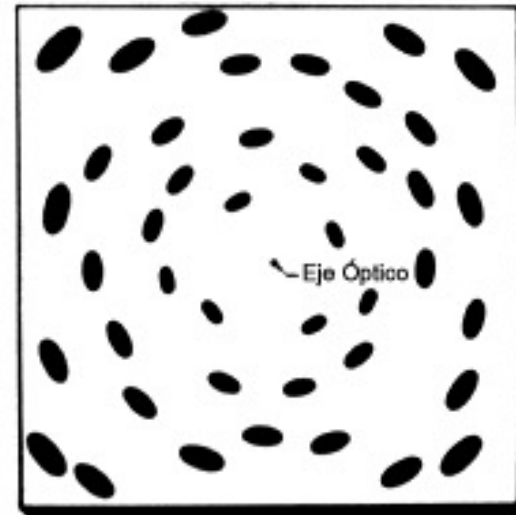
(a) IMAGENES PERFECTAS



(b) IMAGENES CON ABERRACIÓN DE ESFERICIDAD

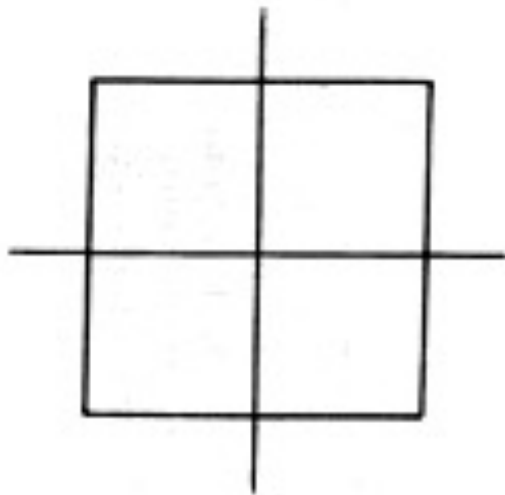


(c) IMAGENES CON COMA

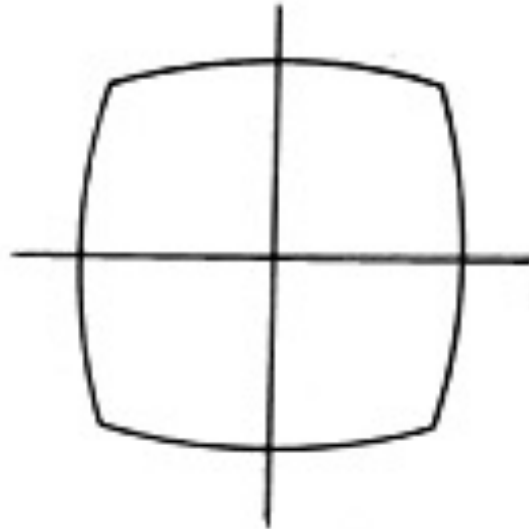


(d) IMAGENES CON ASTIGMATISMO

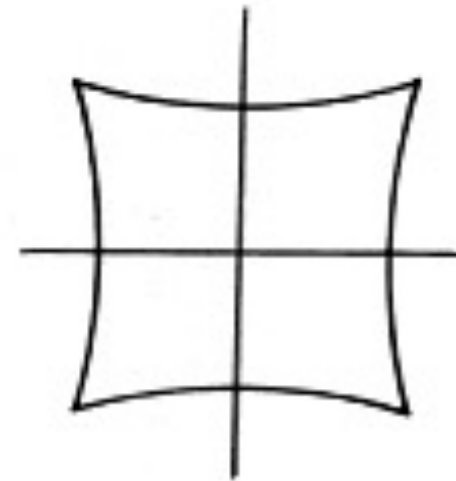
Aberraciones de líneas



(a) Objeto

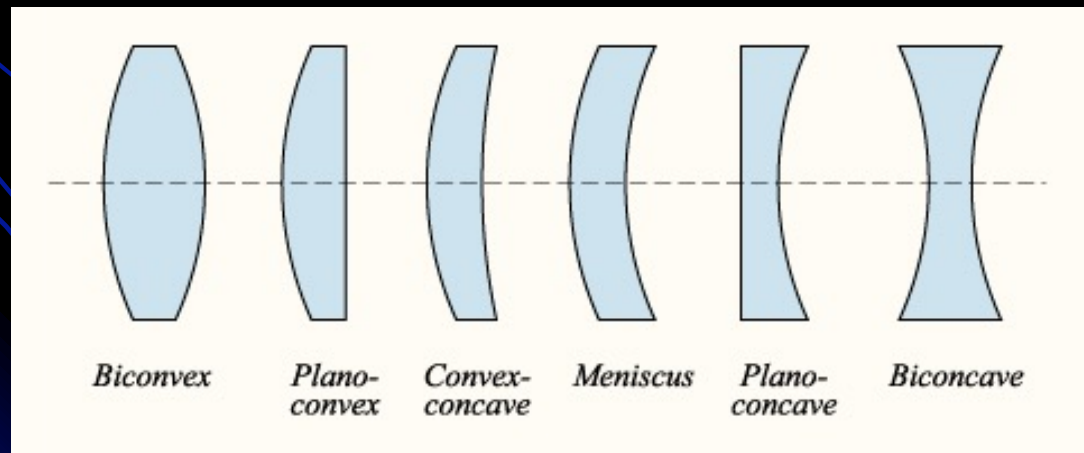
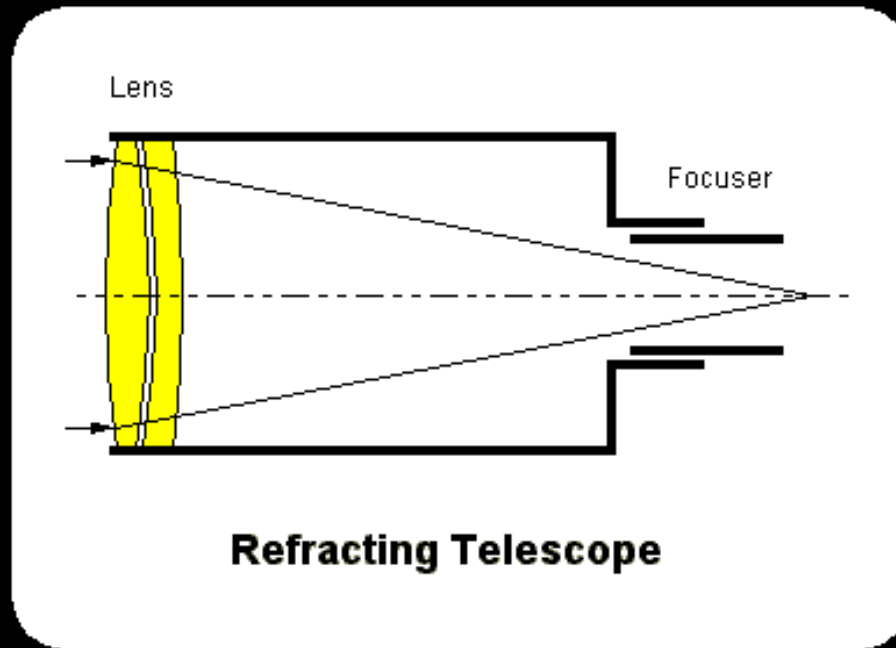


(b) Imagen con distorsión
Positiva
Barril

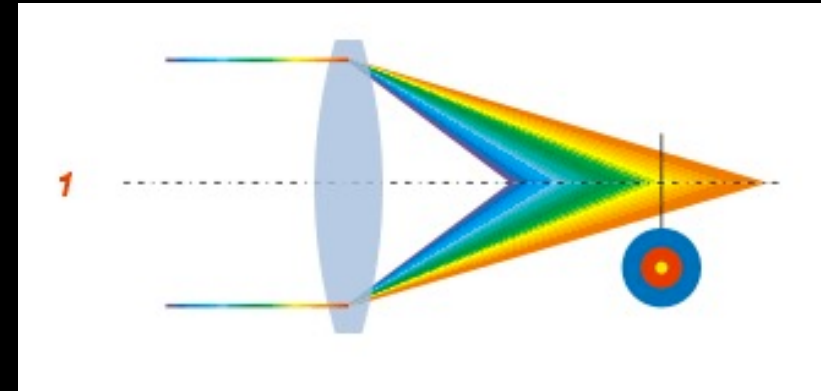
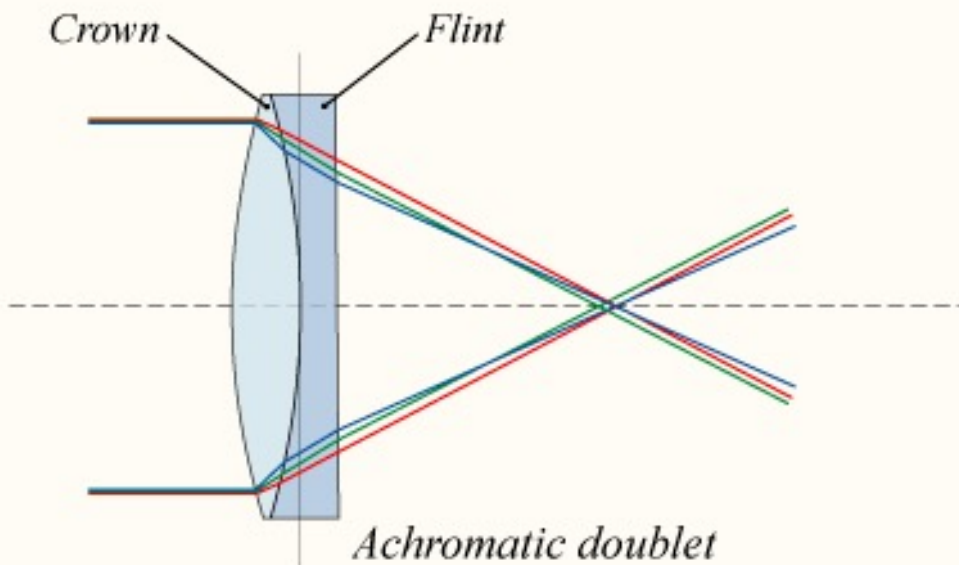
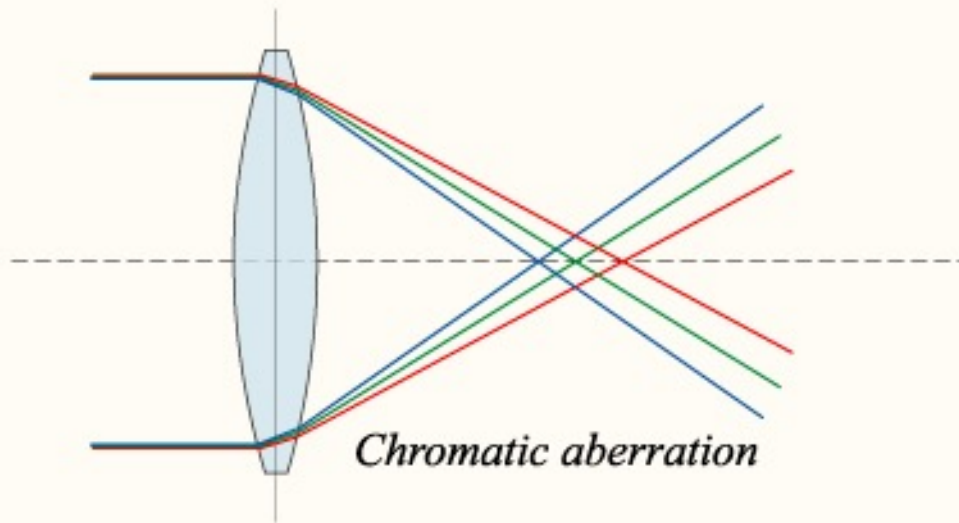


(c) Imagen con distorsión
Negativa
Pinchuda

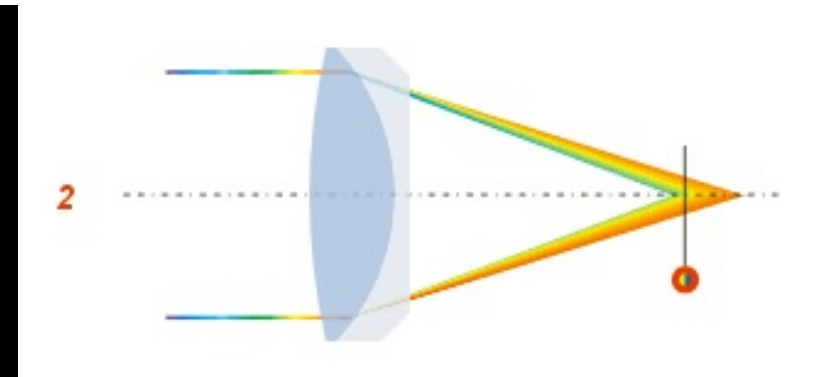
Telescopios Refractores



Corrección a la aberración cromática

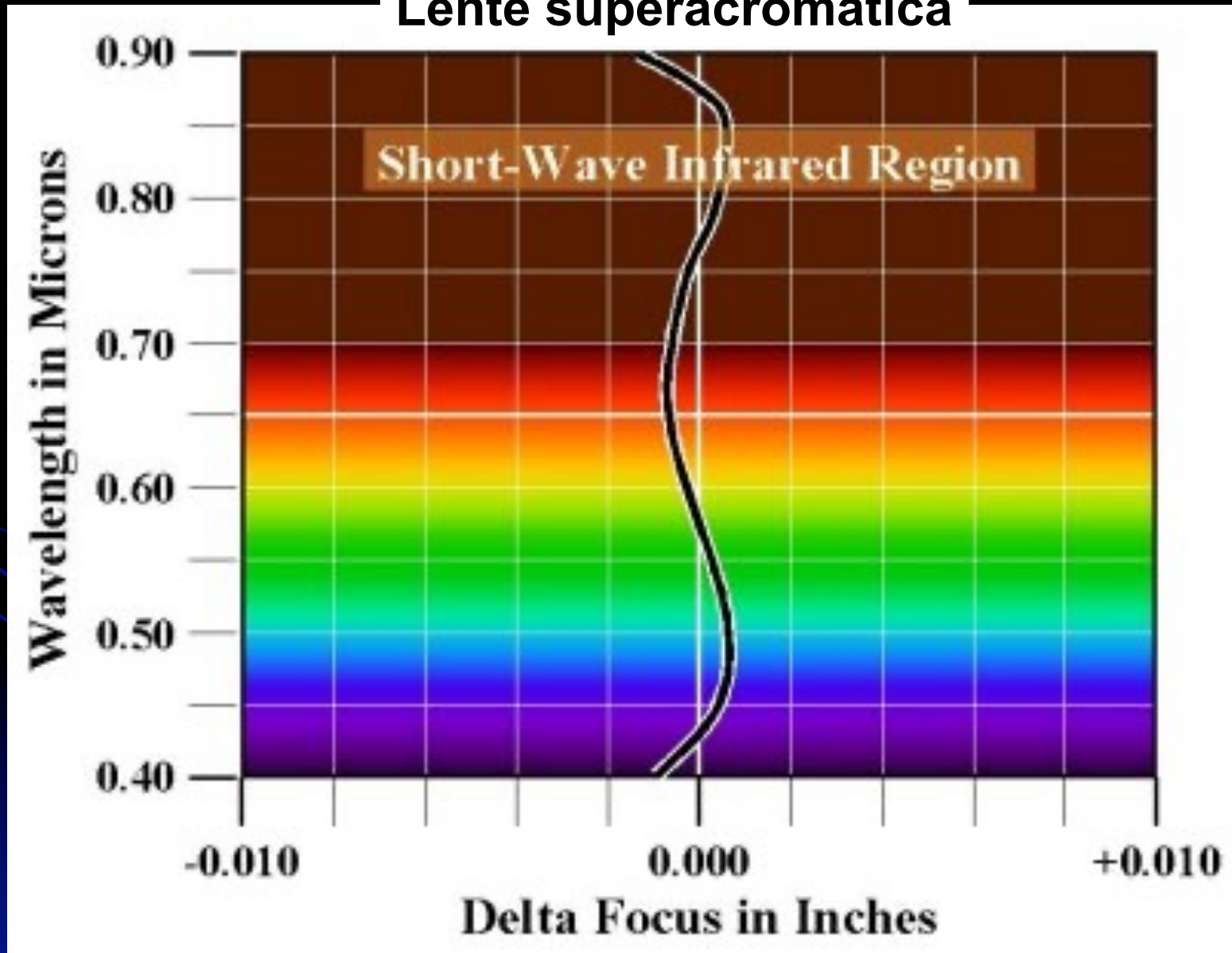


Cambio de forma esférica de la lente



Corrección a aberraciones en lentes

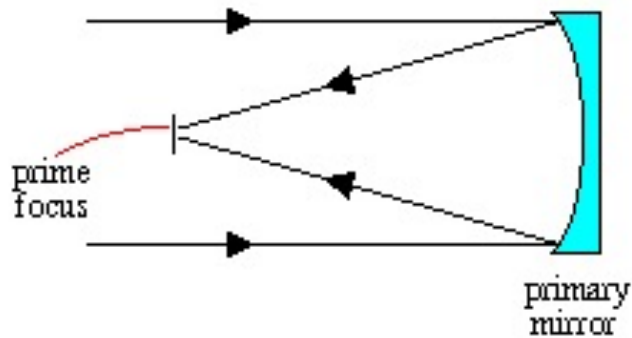
Lente superacromática



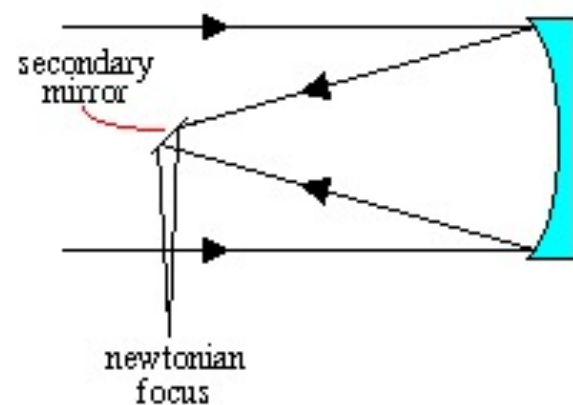
Telescopios reflectores

Reflecting Telescopes

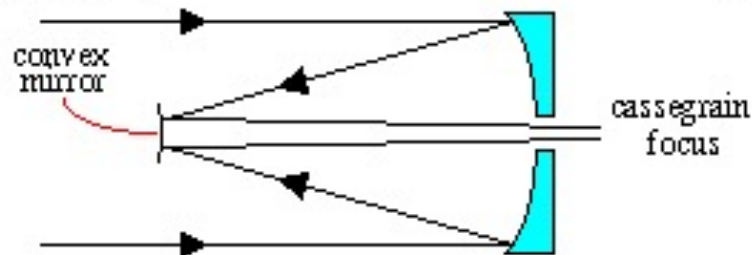
Prime



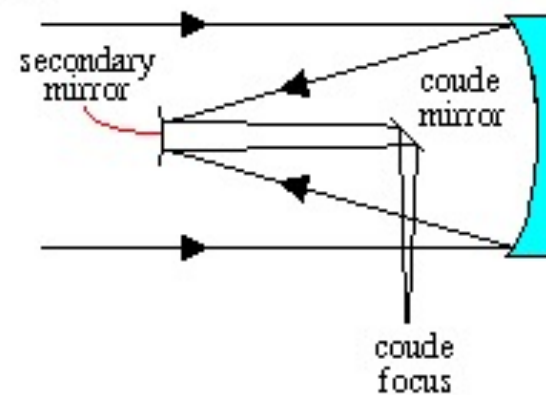
Newtonian



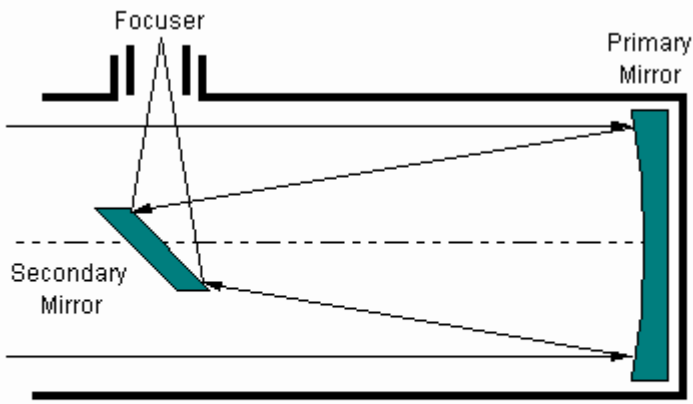
Cassegrain



Coude

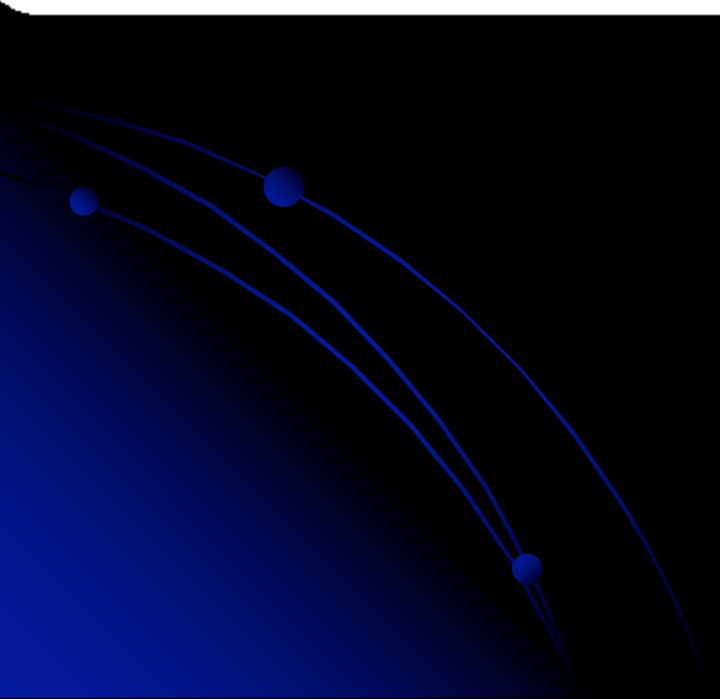
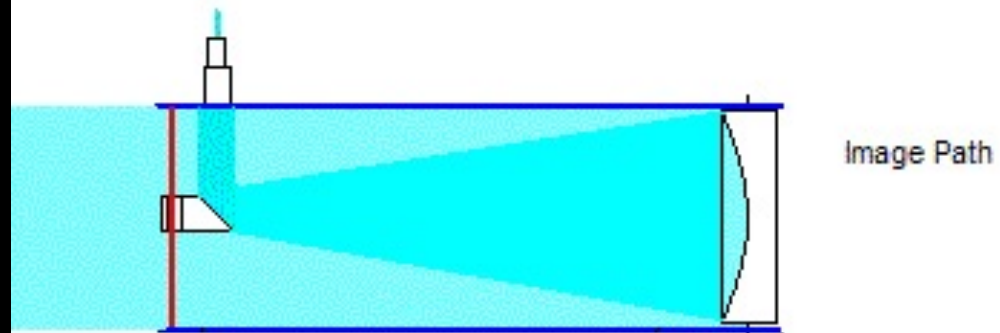
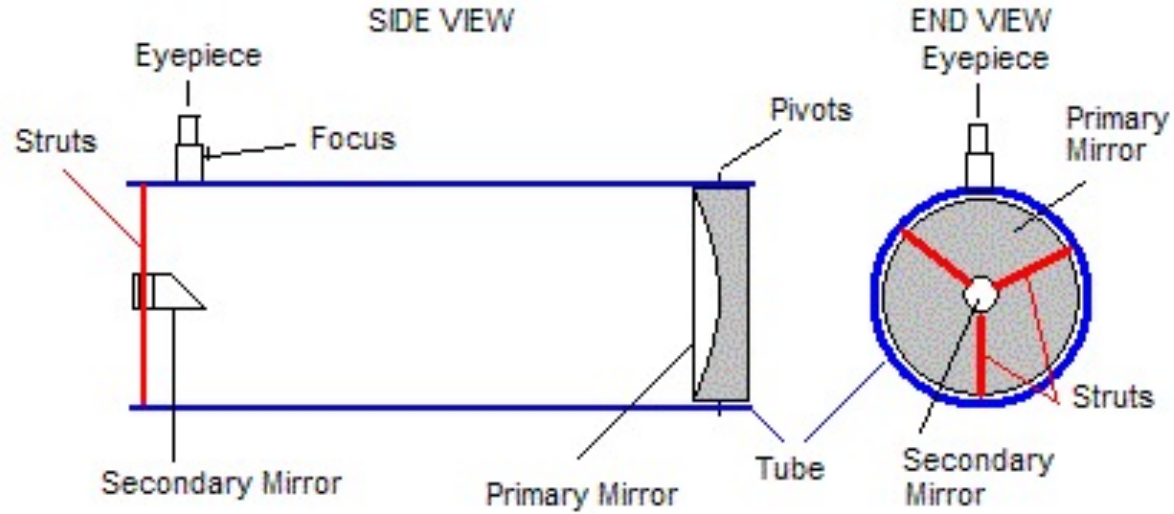


Telescopios reflectores I

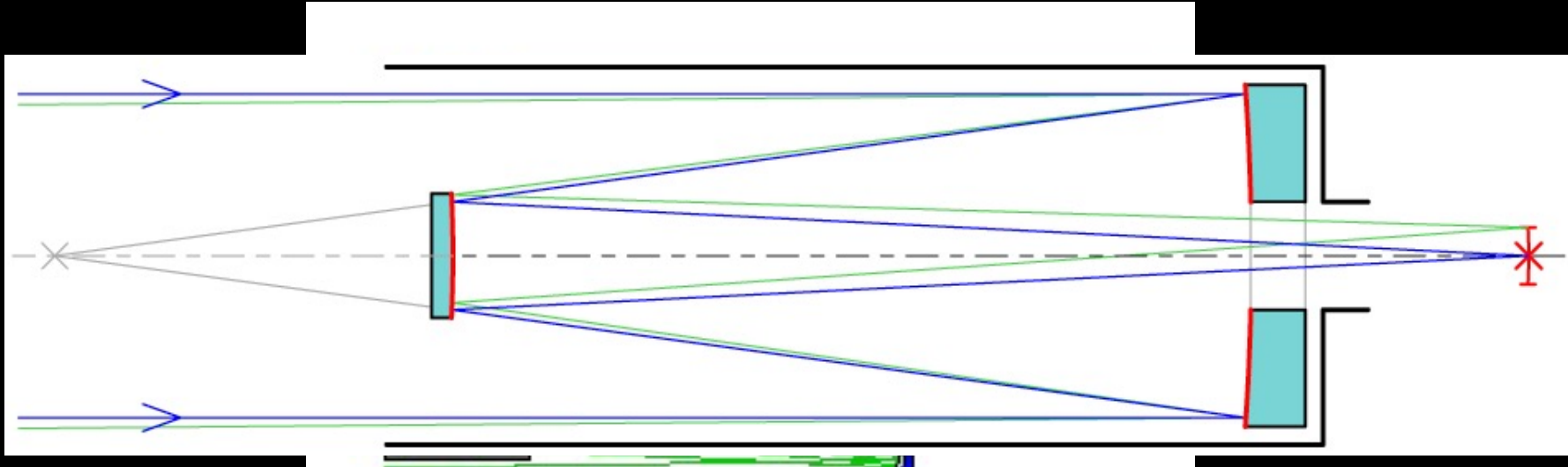


Newtonian Reflecting Telescope

Newtoniano

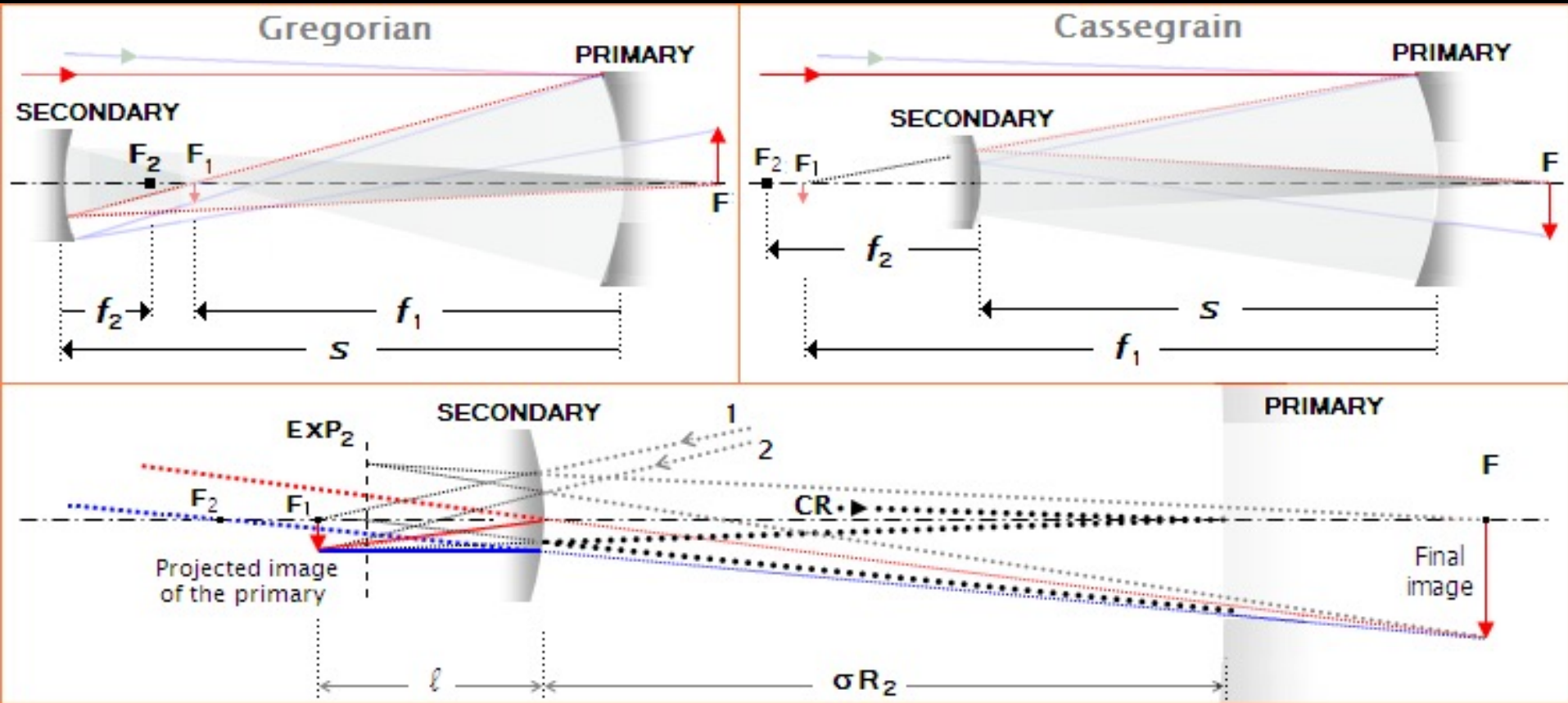


Telescopios reflectores II



Tipo	Primario	Secundario
Cassegrain	Paraboloide	Hiperboloide
Gregoriano	Paraboloide	Elipsoide
Ritchey-Chrétien	Hiperboloide	Hiperboloide

Telescopios de Dos Espejos



Distancia focal

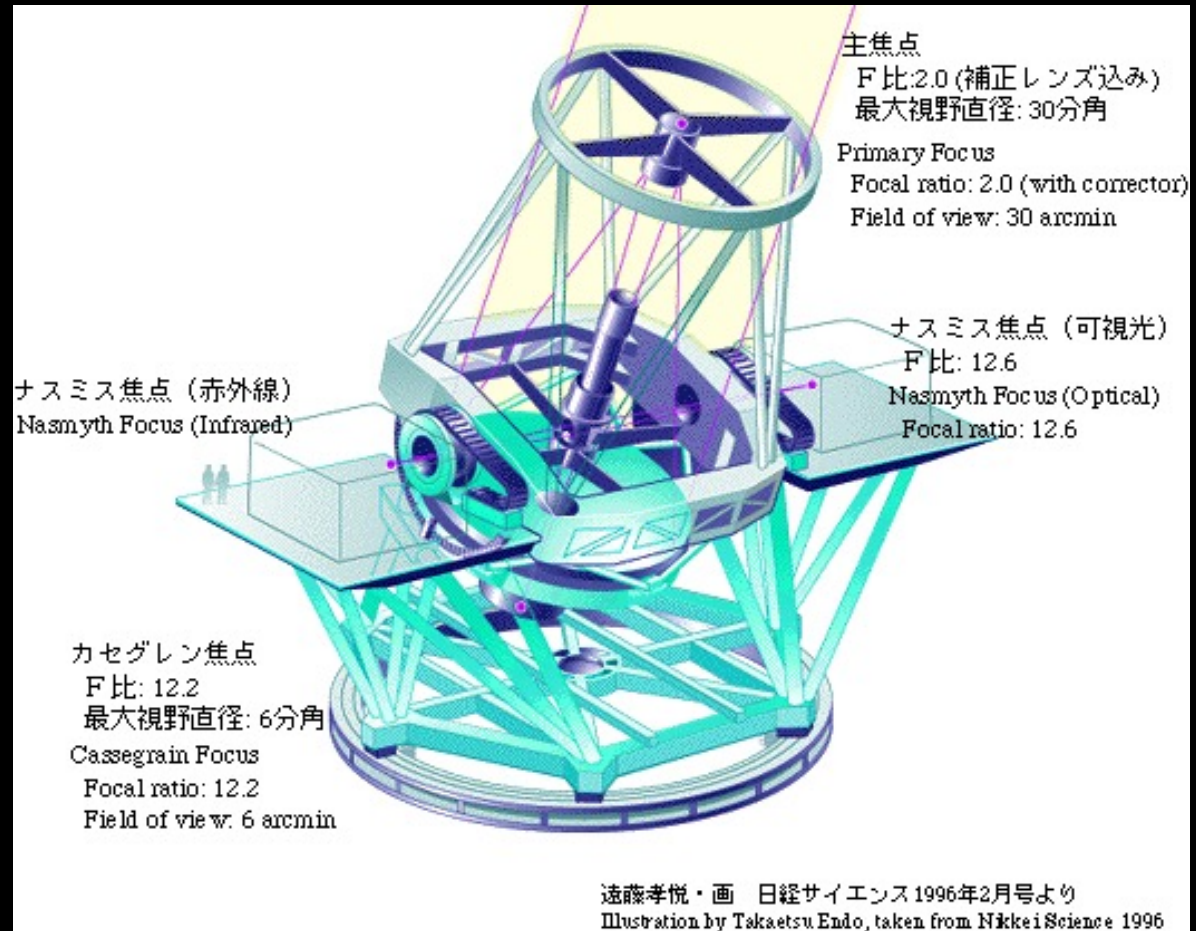
$$f = \frac{f_1 f_2}{f_1 - f_2 - s}$$

Magnificación

$$m = \frac{f_2}{f_1 - f_2 - s}$$

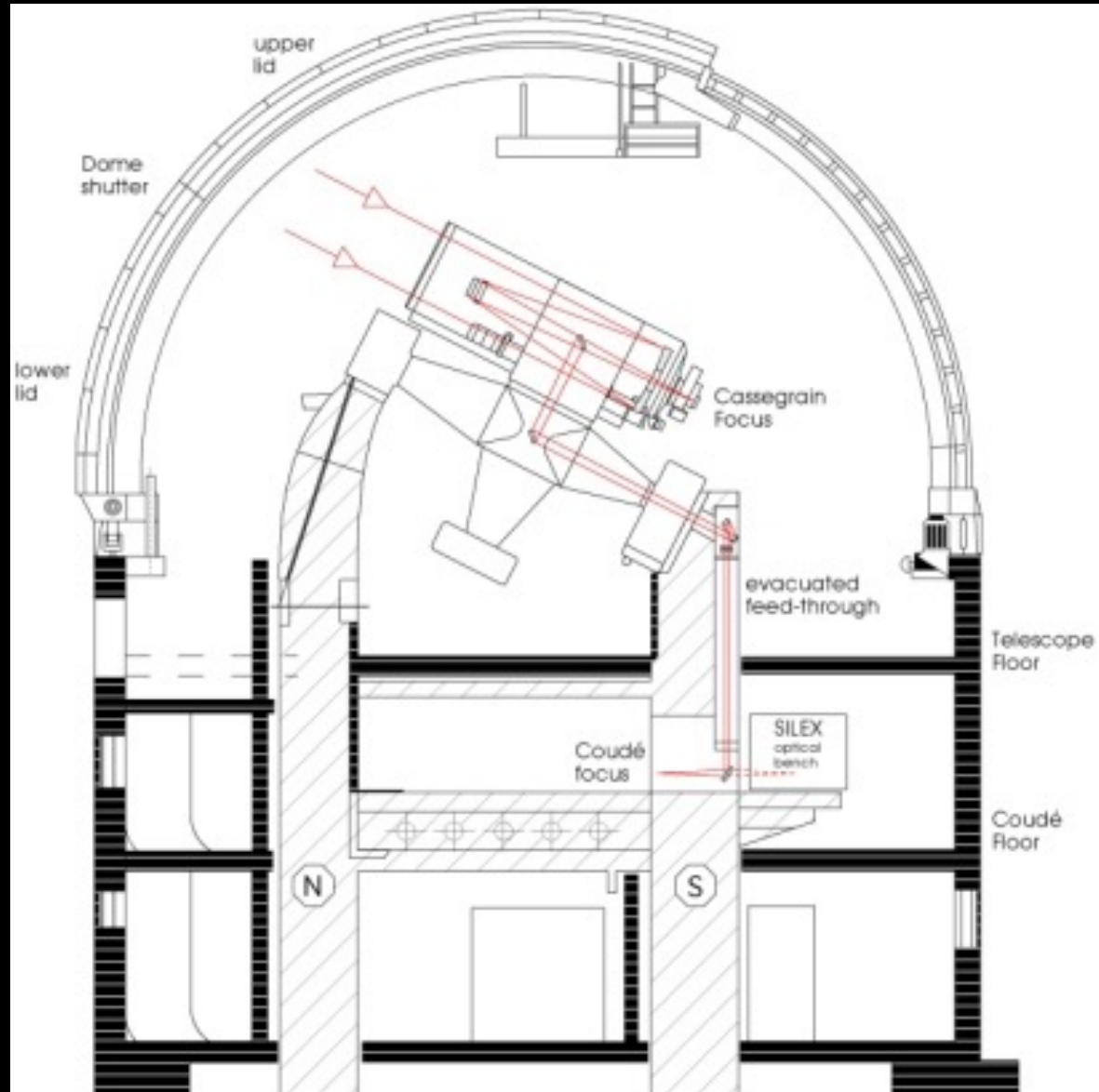
Telescopios reflectores III

Telescopio con Foco Nasmyth



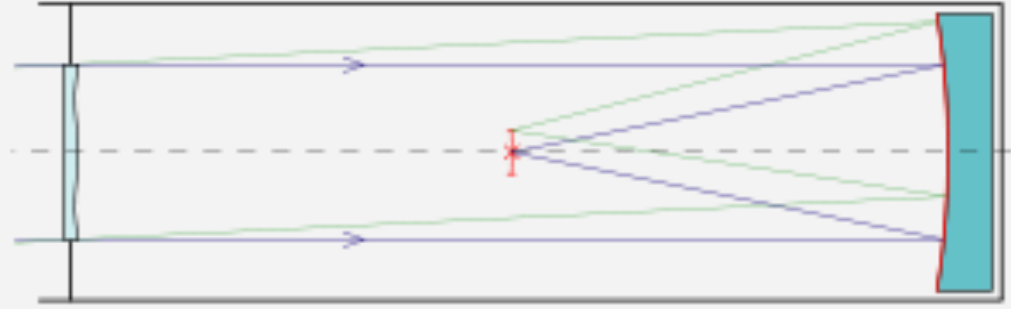
Telescopios reflectores IV

Telescopio con Foco Coudé

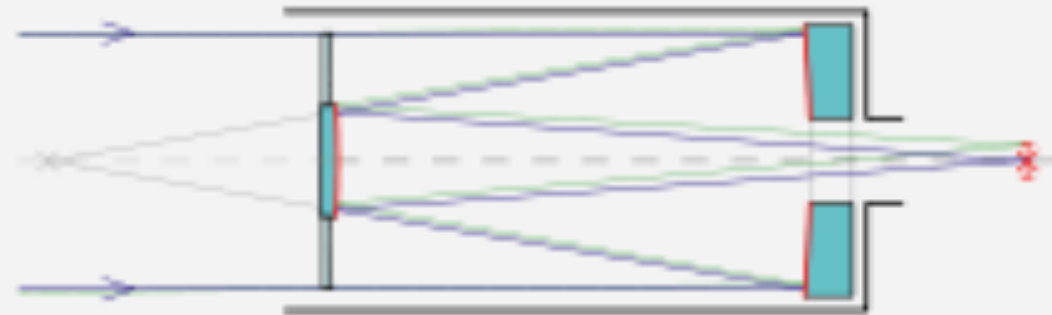


Telescopios catadióptricos

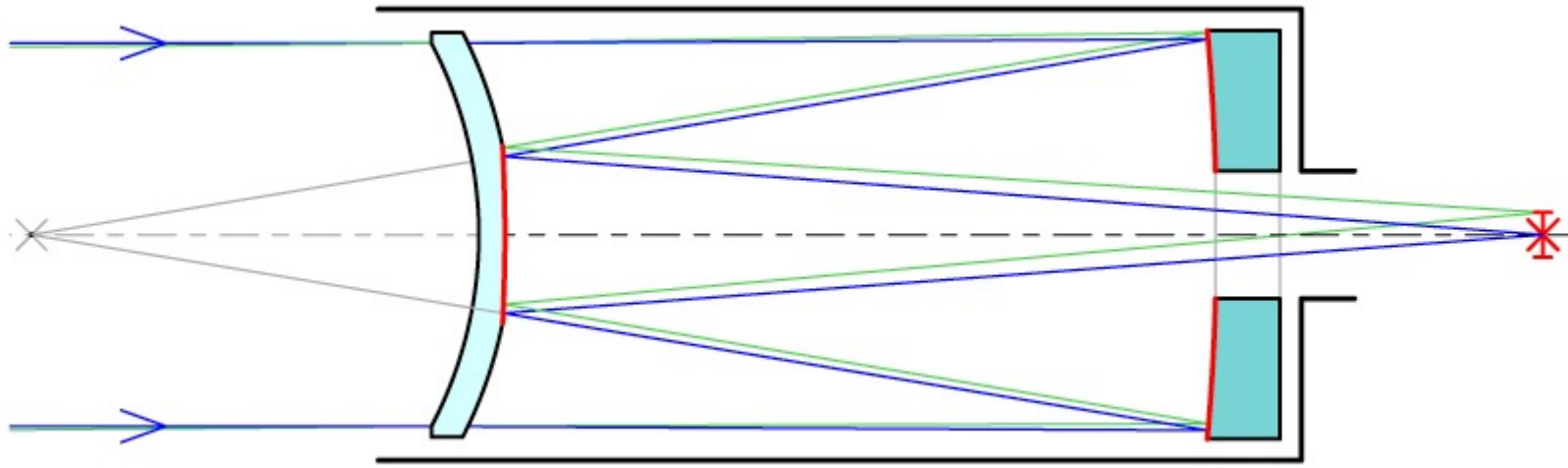
Schmidt-Telesko



Schmidt-Cassegrain-Teleskop

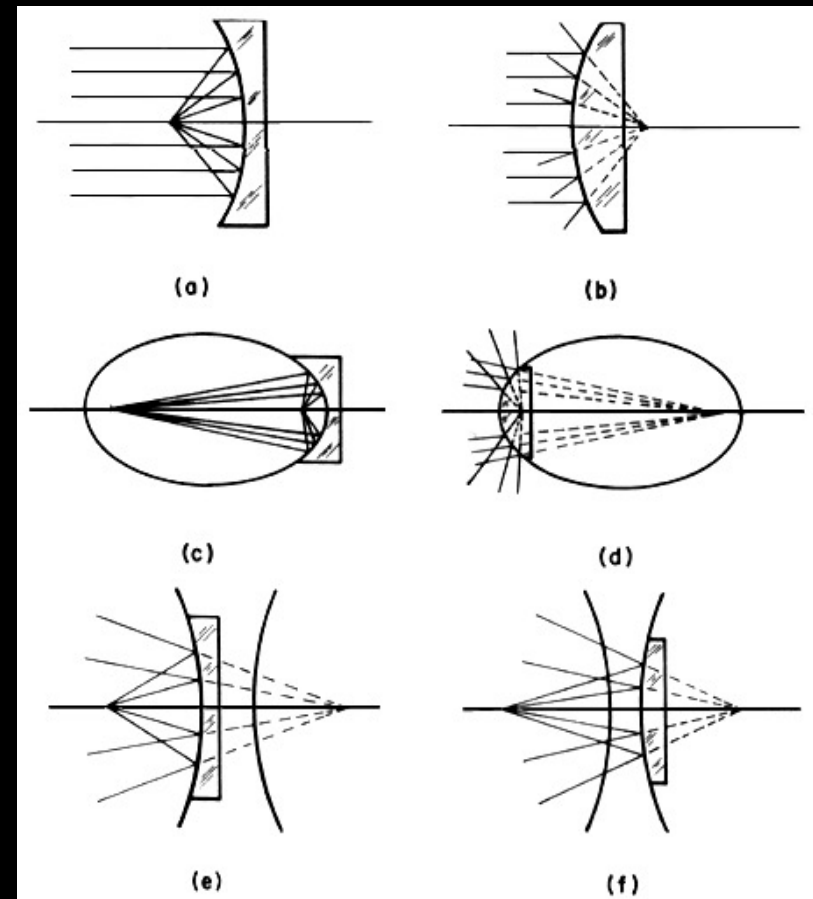
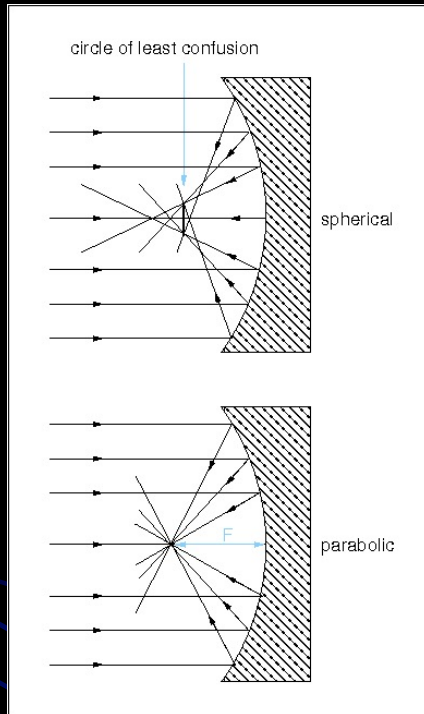


Maksutov telescope

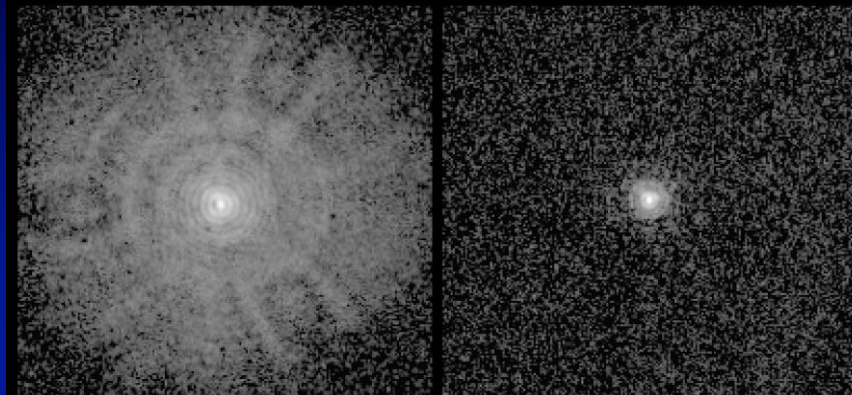


Aberraciones en espejos

Esférica

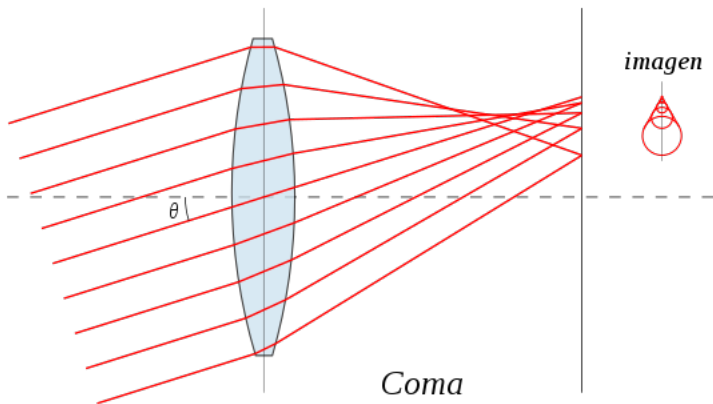
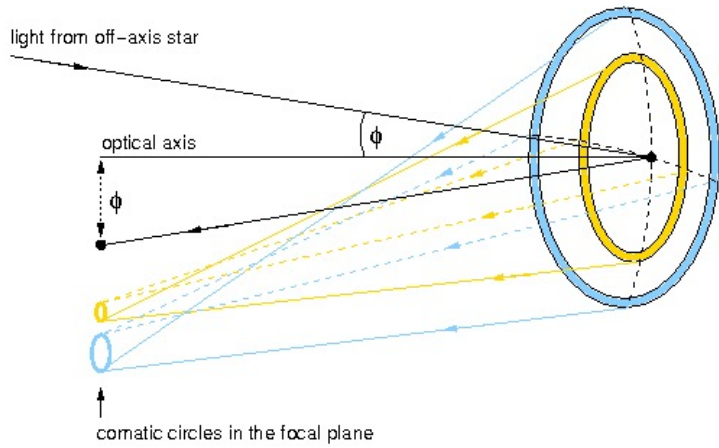


Imágenes libres de aberración de esfericidad en espejos cónicos: (a) Espejo parabólico cóncavo, con objeto al infinito e imagen real. (b) Espejo parabólico convexo, con objeto al infinito e imagen virtual. (c) Espejo elipsoidal cóncavo, con objeto en uno de los focos e imagen real en el otro foco. (d) Espejo elipsoidal convexo, con objeto virtual en uno de los focos e imagen virtual en el otro. (e) Espejo hiperbólico cóncavo, con objeto en uno de los focos e imagen virtual en el otro. (f) Espejo hiperbólico convexo, con objeto en uno de los focos e imagen virtual en el otro.

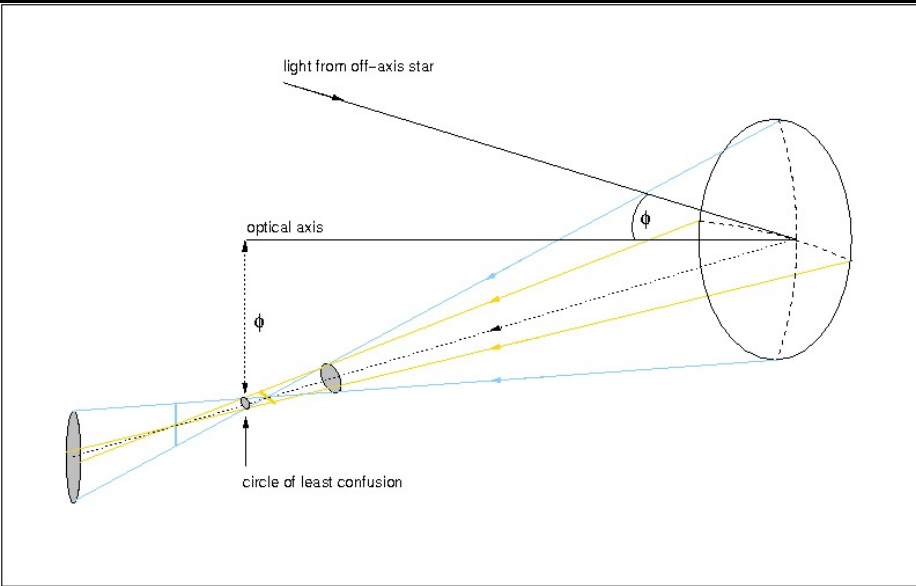


Coma

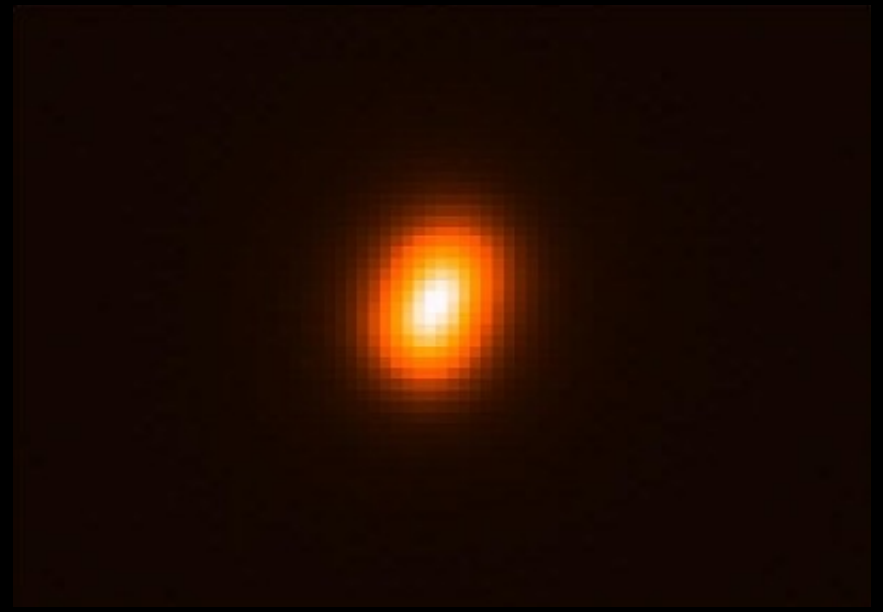
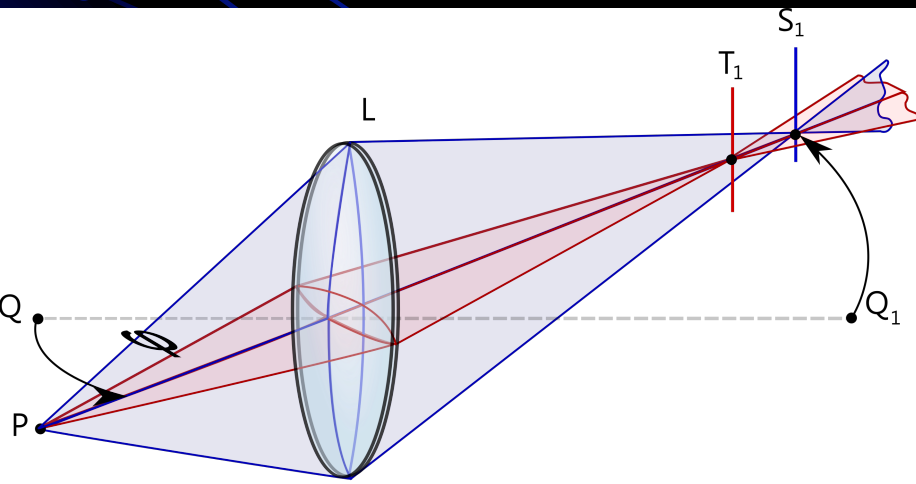
Diferencia de foco para rayos a distintas distancias del centro de la lente



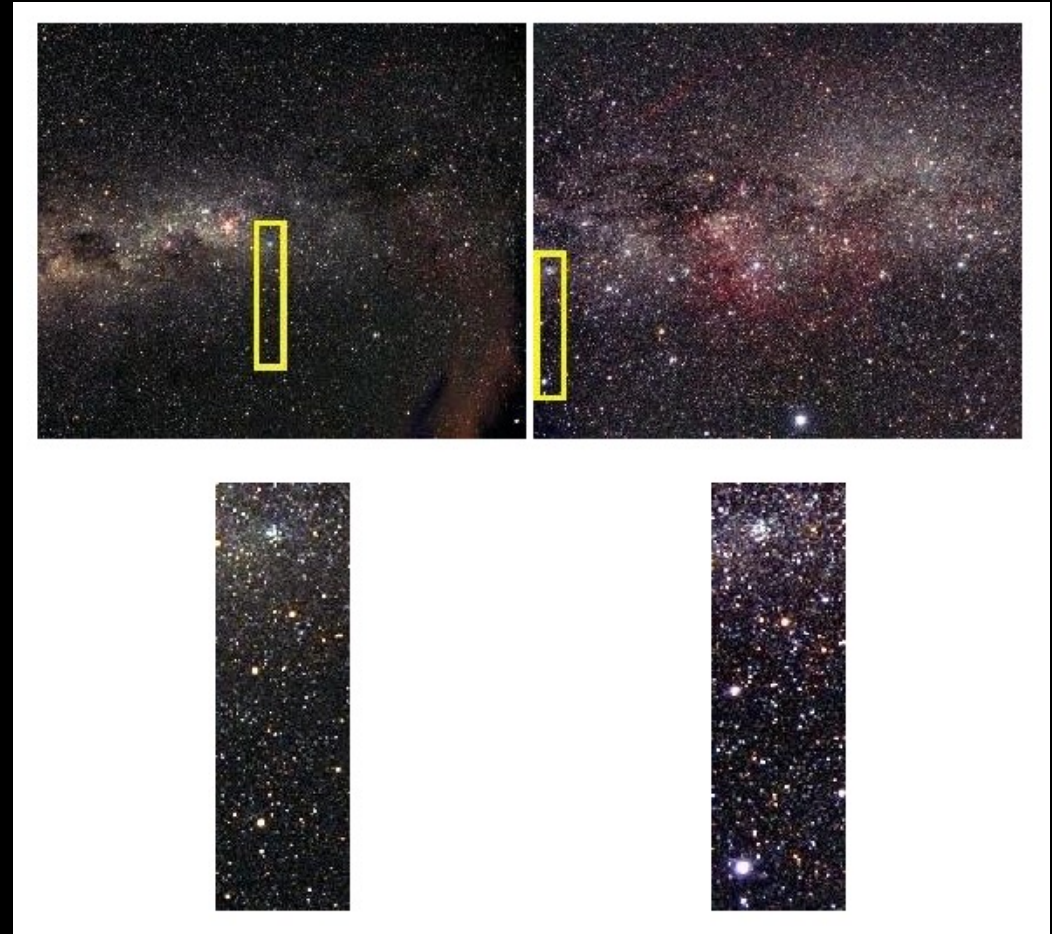
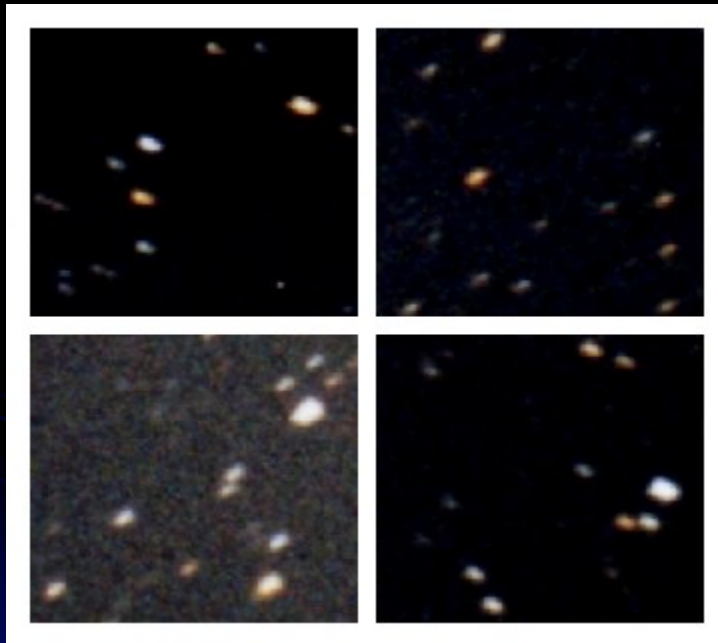
Astigmatismo



El astigmatismo se produce cuando el dispositivo proyecta planos distintos (por ejemplo el plano vertical o el horizontal) a distintas distancias. La lente presenta distintas curvaturas para distintos planos.



Curvatura de campo y distorsión de campo

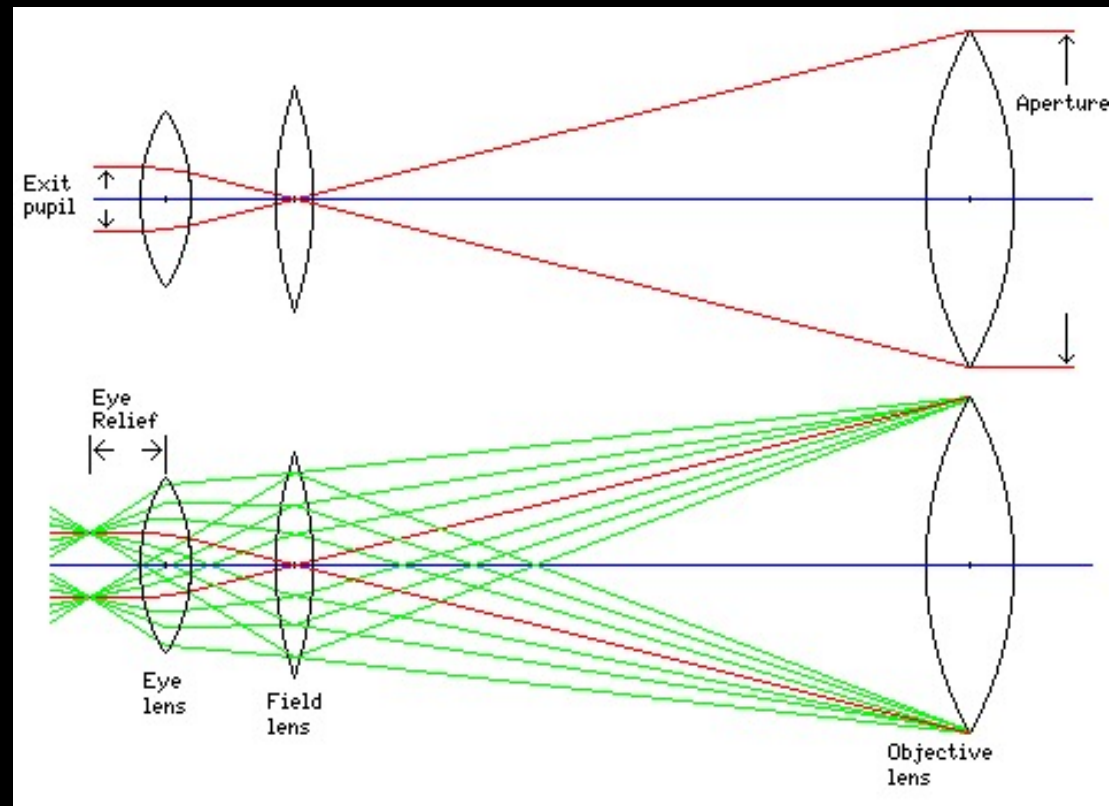


Oculares

Parámetros

- Distancia focal
- Diámetro externo
- Campo aparente
- **Relieve del ojo** - distancia a la cual debe situarse el ojo del observador al ocular

Pupila de salida = Diámetro obj / Magnificación = D / A
~ tamaño de la pupila del ojo ~ 7mm

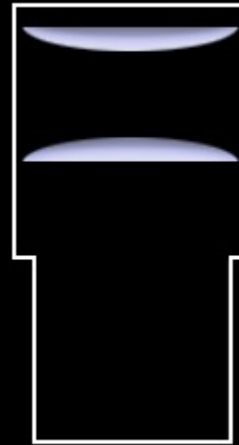


Tipo de oculares



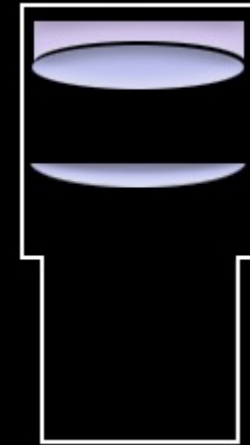
Huygenian

Mala corrección cromática
Económico



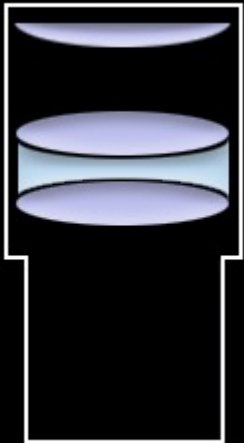
Ramsden

Mala corrección cromática
Económico



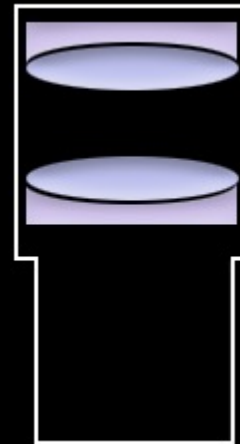
Kellner

Buena corrección cromática



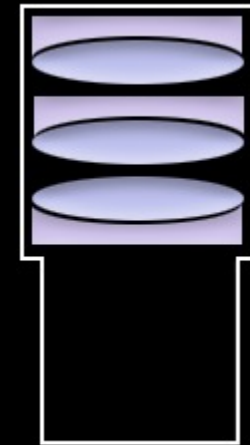
Ortoscópico

Muy buena corrección cromática



Plössl

Muy buena corrección cromática
Buen campo visual

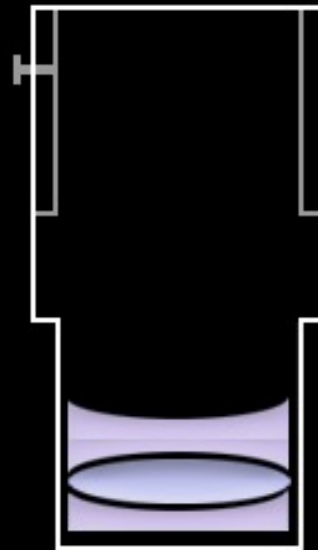


Erfle

Muy buena corrección cromática
Gran campo visual

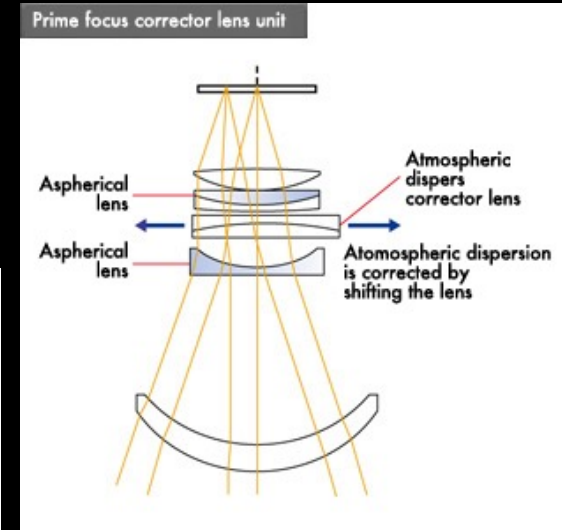
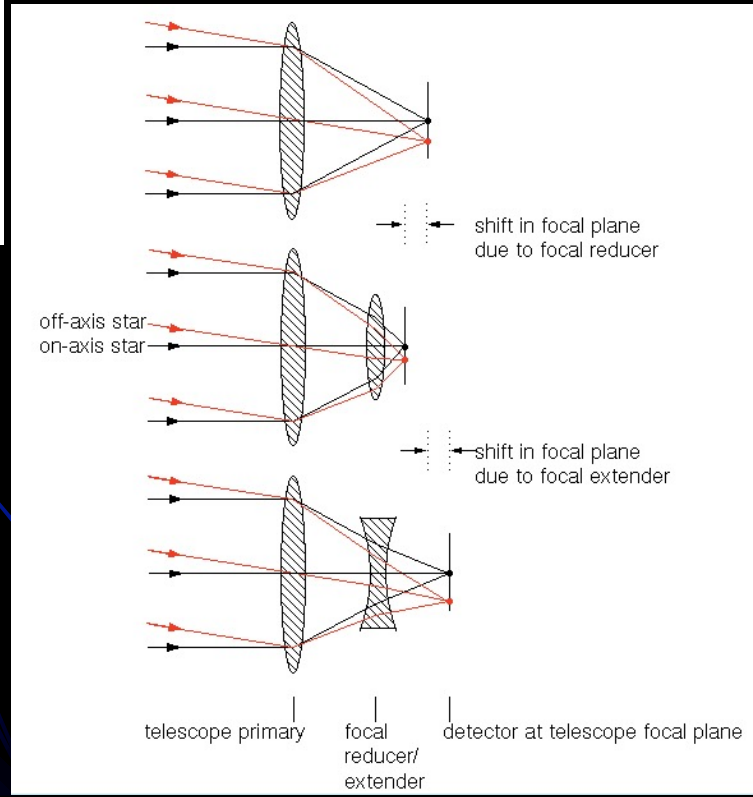
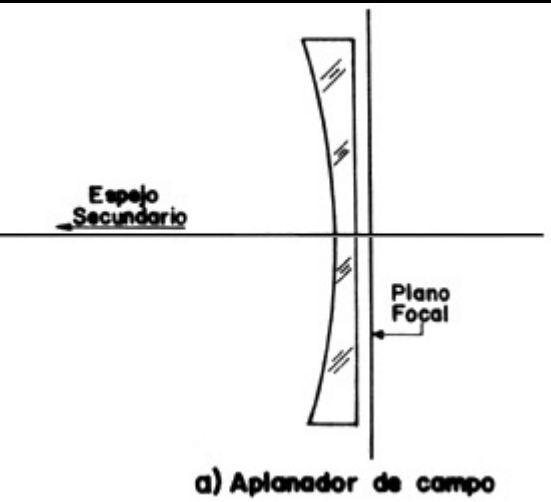
Lentes de Barlow

Aumentan la distancia focal del telescopio (2x, 3x), aumentando la magnificación. Se ubican entre el telescopio y el ocular y pueden ser de utilidad en las observaciones planetarias y lunares.



Optica auxiliar

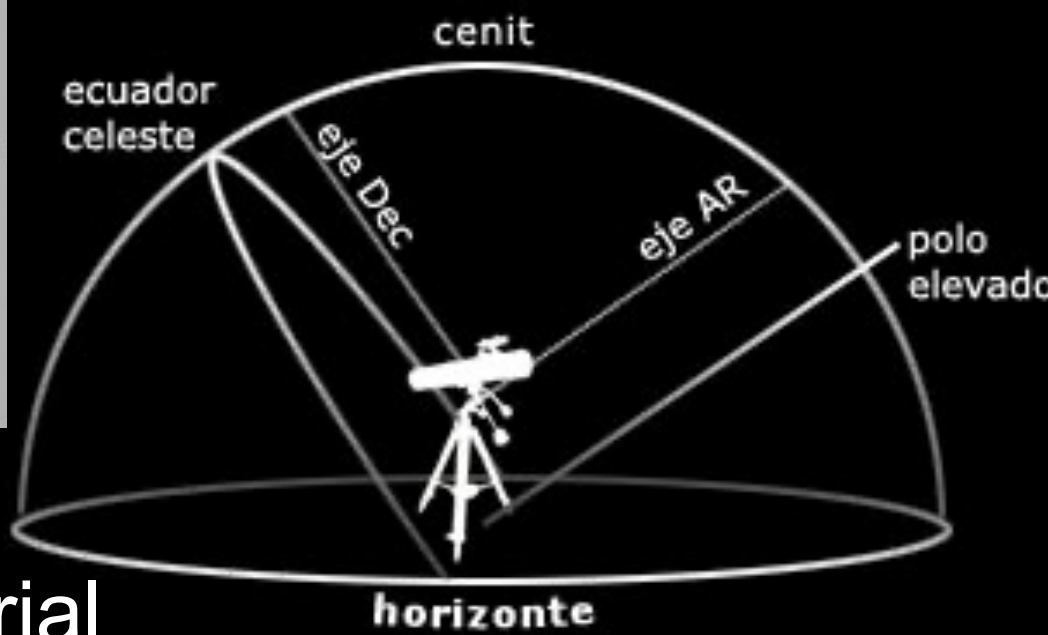
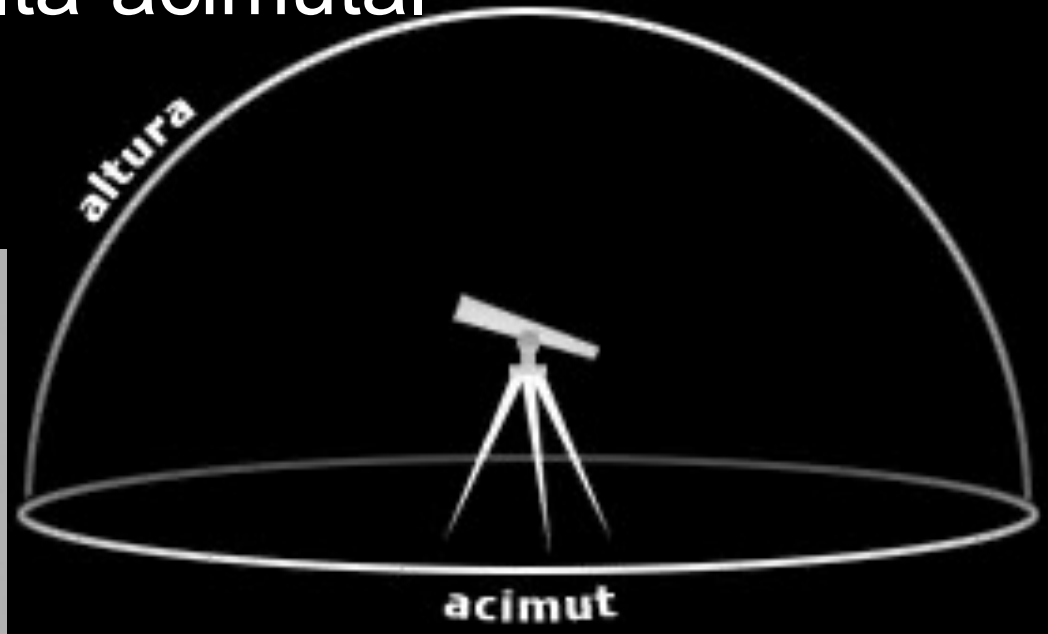
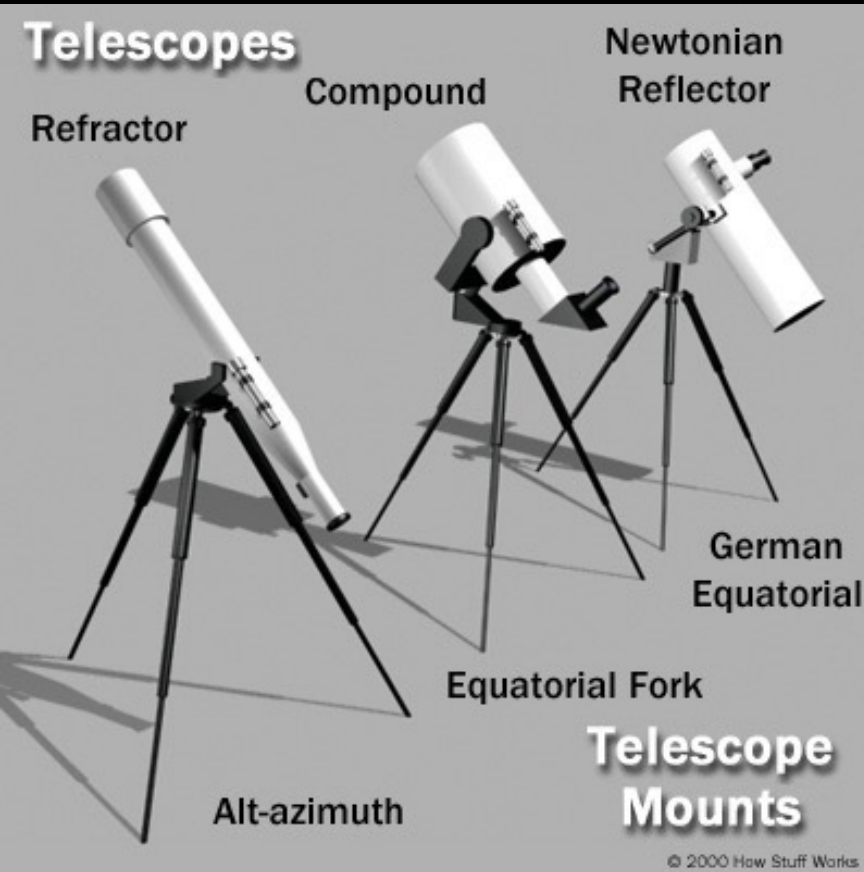
Aplanador de campo Corrector de foco primario



Reductor y extensor focal

Monturas

Alta-acimutal cenit



Ecuatorial

Monturas alta-acimutales

Telescopio
Newtoniano con
montura
Dobsoniana



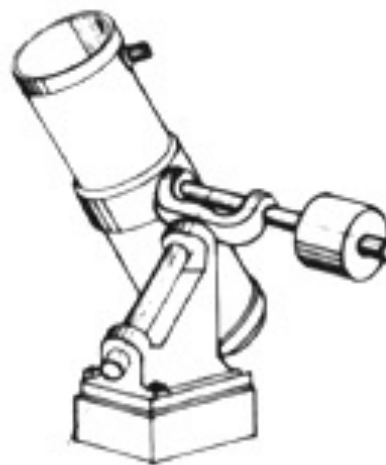
Monturas ecuatoriales



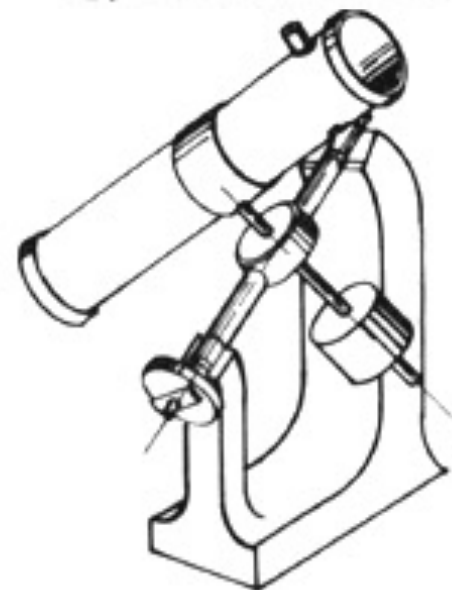
A) MONTURA EN HORQUILLA



B) MONTURA INGLESA



C) MONTURA ALEMANA



D) MONTURA INGLESA
MODIFICADA

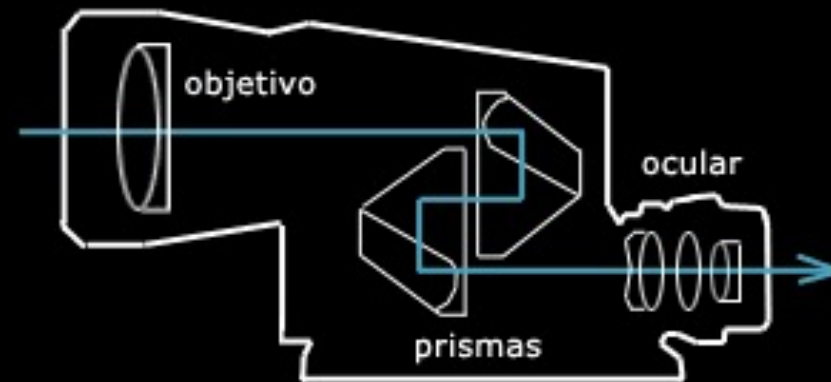
Binoculares / Prismáticos



Prismas ROOF



Prismas PORRO



Parámetros de los binoculares

Aumentos - A como será observado si nos ubicásemos a una distancia "tantas veces" mas cercana al objeto.

Campo Visual (C°) (field of view) - tamaño angular del panorama observado

Campo visual lineal (L)- la distancia lineal que abarca el campo visual observando a una distancia de 1000 yardas (914,4 metros).

$$C [^\circ] = \text{Arctg} (L / 914\text{m})$$

Diámetro de los objetivos (apertura) - D

Pupila de Salida – (e) diámetro en milímetros del haz de luz que sale de cada uno de los oculares, debe ser < diámetro de pupila de ojos (7mm) $e [\text{mm}] = D[\text{mm}] / A$

Relieve del Ojo (eye relief) - la distancia en milímetros a la cual debe colocarse el ojo del ocular

Tamaño - Campo Visual

DxA (Diámetro mm x Aumento)

7x35 - 9.2 grados

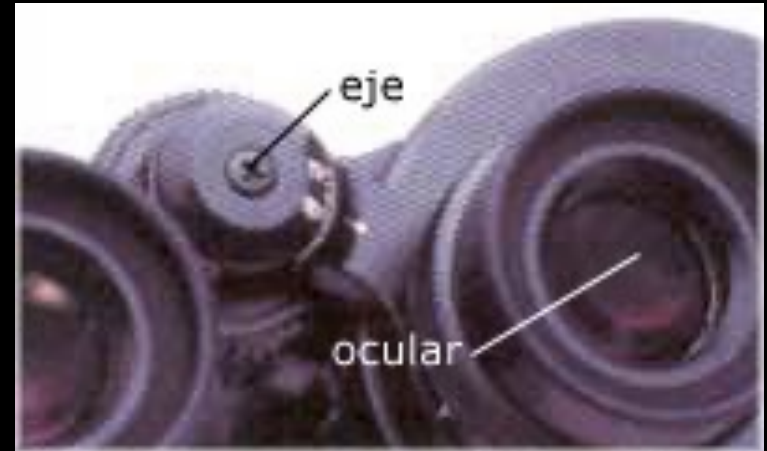
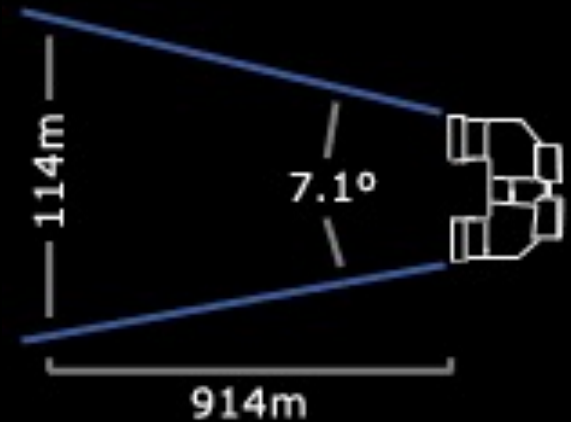
8x40 - 8.2 grados

7x50 - 6.8 grados

10x50 - 7.0 grados

Distancia interpupilar - la separación entre el centro de cada ojo

Ajuste del foco independiente con ocular derecho



Grandes telescopios reflectores

Name	Effective aperture m	Mirror type	Nationality / Sponsors	Site	Built
Gran Telescopio Canarias (GTC)	10.4 m	Segmented , 36	Spain (90%), Mexico , USA	Roque de los Muchachos Obs. , Canary Islands , Spain	2006/9
Hobby-Eberly Telescope (HET) 11 m × 9.8 m mirror	10 m ^[1]	Segmented , 91	USA , Germany	McDonald Observatory , Texas , USA	1997
Keck 1	10 m	Segmented , 36	USA	Mauna Kea Observatories , Hawaii , USA	1993
Keck 2	10 m	Segmented , 36	USA	Mauna Kea Observatories , Hawaii , USA	1996
Southern African Large Telescope (SALT) 11 m × 9.8 m mirror ^[2]	9.2 m	Segmented , 91	South Africa , USA , UK , Germany, Poland , New Zealand	South African Astronomical Obs. , Northern Cape , South Africa	2005
Large Binocular Telescope (LBT) Phased-array optics for combined 11.9 m ^[3]	8.4 m × 2	Multiple mirror, 2	USA , Italy, Germany	Mount Graham International Observatory , Arizona , USA	2004
Subaru (JNLT)	8.2 m	Single	Japan	Mauna Kea Observatories , Hawaii , USA	1999
VLT UT1 – Antu	8.2 m	Single	ESO Countries , Chile	Paranal Observatory , Antofagasta Region , Chile	1998
VLT UT2 – Kueyen	8.2 m	Single	ESO Countries , Chile	Paranal Observatory , Antofagasta Region , Chile	1999
VLT UT3 – Melipal	8.2 m	Single	ESO Countries , Chile	Paranal Observatory , Antofagasta Region , Chile	2000
VLT UT4 – Yepun	8.2 m	Single	ESO Countries , Chile	Paranal Observatory , Antofagasta Region , Chile	2001
Gemini North (Gillett)	8.1 m	Single	USA , UK , Canada, Chile , Australia, Argentina , Brazil	Mauna Kea Observatories , Hawaii , USA	1999
Gemini South	8.1 m	Single	USA , UK , Canada, Chile , Australia, Argentina , Brazil	Cerro Pachón (CTIO) , Coquimbo Region , Chile	2001
MMT (1 x 6.5 m)	6.5 m	Single	USA	F. L. Whipple Obs. , Arizona , USA	2000
Magellan 1 (Walter Baade)^[4]	6.5 m	Honeycomb	USA	Las Campanas Obs. , Coquimbo Region , Chile	2000
Magellan 2 (Landon Clay)	6.5 m	Honeycomb	USA	Las Campanas Obs. , Coquimbo Region , Chile	2002
BTA-6	6 m	Single	USSR/Russia	Special Astrophysical Obs. , Karachay–Cherkessia , Russia	1975
Large Zenith Telescope (LZT)	6 m	Liquid	Canada, France, United States ^[5]	Maple Ridge , British Columbia , Canada	2003
Hale Telescope (200 inch)	5.08 m	Single	USA	Palomar Observatory , California , USA	1948
LAMOST (6.67 m × 6.05 m + 5.72 m × 4.40 m corrector; effective aperture 3.6–4.9 m)	4.9 m–3.6 m ^[6]	Segmented (37 + 24) ^[7]	PRC (China)	Beijing Astronomical Obs., Xinglong , China	2008
MMT (original optics: 6 × 1.8 m) →see above record for current 6.5 m mirror	4.7 m (6×1.8 m) ^[8]	Segmented , 6	USA	F. L. Whipple Obs. , Arizona , USA	1979–1998
Discovery Channel Telescope^[9]	4.3 m	Single	USA	Lowell Observatory , Happy Jack, Arizona, USA	2012
William Herschel Telescope	4.2 m	Single	UK , Netherlands , Spain	Roque de los Muchachos Obs. , Canary Islands , Spain	1987
SOAR	4.1 m	Single	USA , Brazil	Cerro Pachón (CTIO) , Coquimbo Region , Chile	2002
VISTA	4.1 m	Single	ESO Countries , Chile	Paranal Observatory , Antofagasta Region , Chile	2009
Victor M. Blanco Telescope	4 m	Single	USA	Cerro Tololo Inter-American Obs. , Coquimbo Region , Chile	1976
Nicholas U. Mayall 4 m^[10]	4 m	Single	USA	Kitt Peak National Obs. , Arizona , USA	1973

Telescopios > 8m

GTC



Keck



Subaru



HET



LBT



VLT



SALT

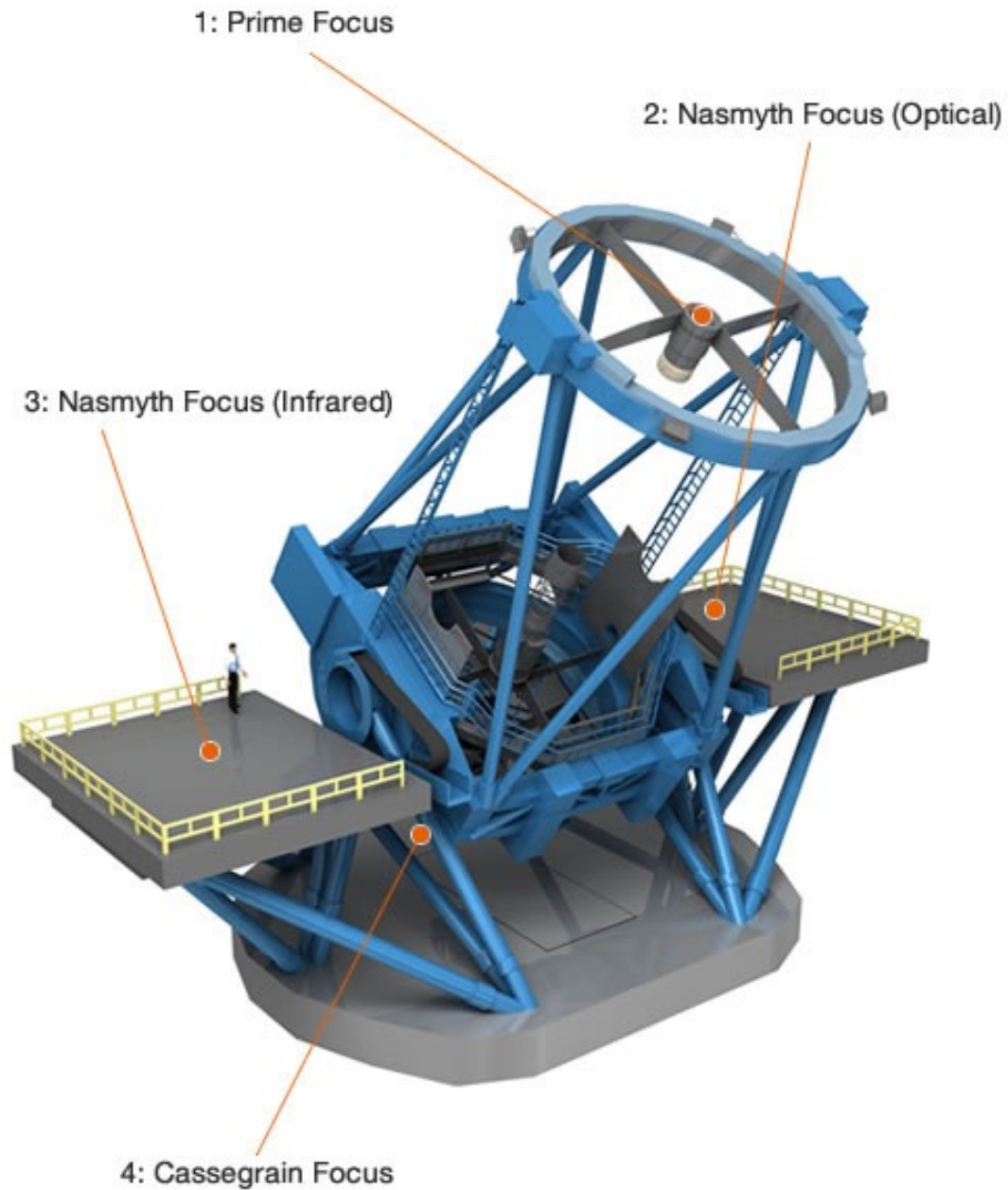


Gemini N



Gemini S





Great Paris Exhibition Telescope
(lens at the same scale)
Paris, France (1900)

Yerkes Observatory
(40" refractor lens at the same scale)
Williams Bay, Wisconsin (1893)

Hooker (100")
Mt Wilson, California (1917)

Hale (200")
Mt Palomar, California (1948)

Multi Mirror Telescope
(1979-1998)
Mount Hopkins, Arizona

BTA-6 (Large Altazimuth Telescope)
Zelenchuksky, Russia (1975)

Large Zenith Telescope
British Columbia, Canada (2003)

Gaia
Earth-Sun L2 point (2014)

Kepler
Earth-trailing solar orbit (2009)

James Webb Space Telescope
Earth-Sun L2 point (planned 2018)

Hubble Space Telescope
Low Earth Orbit (1990)



Tennis court at the same scale

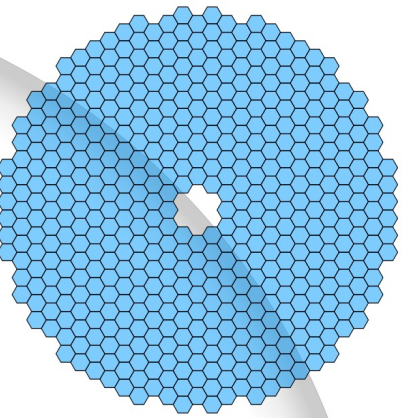
Large Sky Area Multi-Object Fiber Spectroscopic Telescope
Hebei, China (2009)

Gran Telescopio Canarias
La Palma, Canary Islands, Spain (2007)

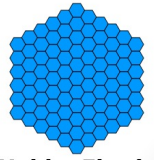
Keck Telescope
Mauna Kea, Hawaii (1993/1996)

Gemini North
Mauna Kea, Hawaii (1999)

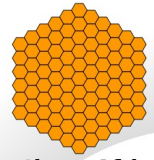
Subaru Telescope
Mauna Kea, Hawaii (1999)



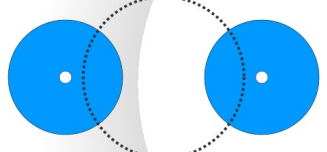
Thirty Meter Telescope
Mauna Kea, Hawaii (planned 2022)



Hobby-Eberly Telescope
Davis Mountains, Texas (1996)



Southern African Large Telescope
Sutherland, South Africa (2005)



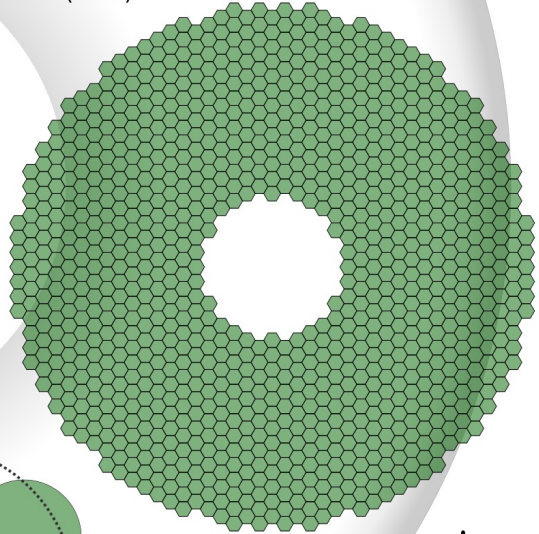
Large Binocular Telescope
Mount Graham, Arizona (2005)



Gemini South
Cerro Pachón, Chile (2000)

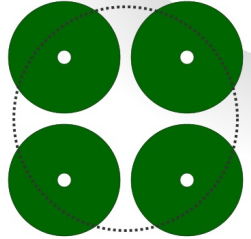
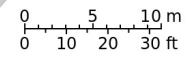


Large Synoptic Survey Telescope
El Peñón, Chile (planned 2020)



European Extremely Large Telescope
Cerro Armazones, Chile (planned 2022)

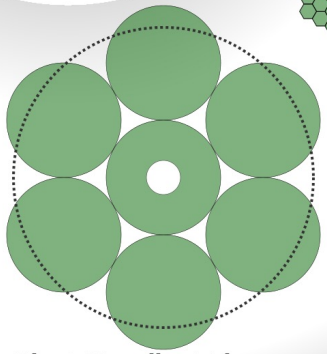
Human at the same scale



Very Large Telescope
Cerro Paranal, Chile (1998-2000)



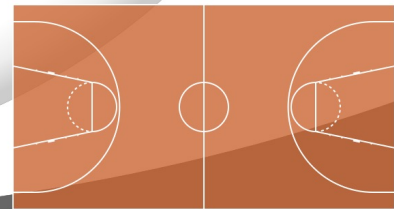
Magellan Telescopes
Las Campanas, Chile (2000/2002)



Giant Magellan Telescope
Las Campanas Observatory, Chile (planned 2020)

Overwhelmingly Large Telescope
(cancelled)

Arecibo radio telescope at the same scale



Basketball court at the same scale

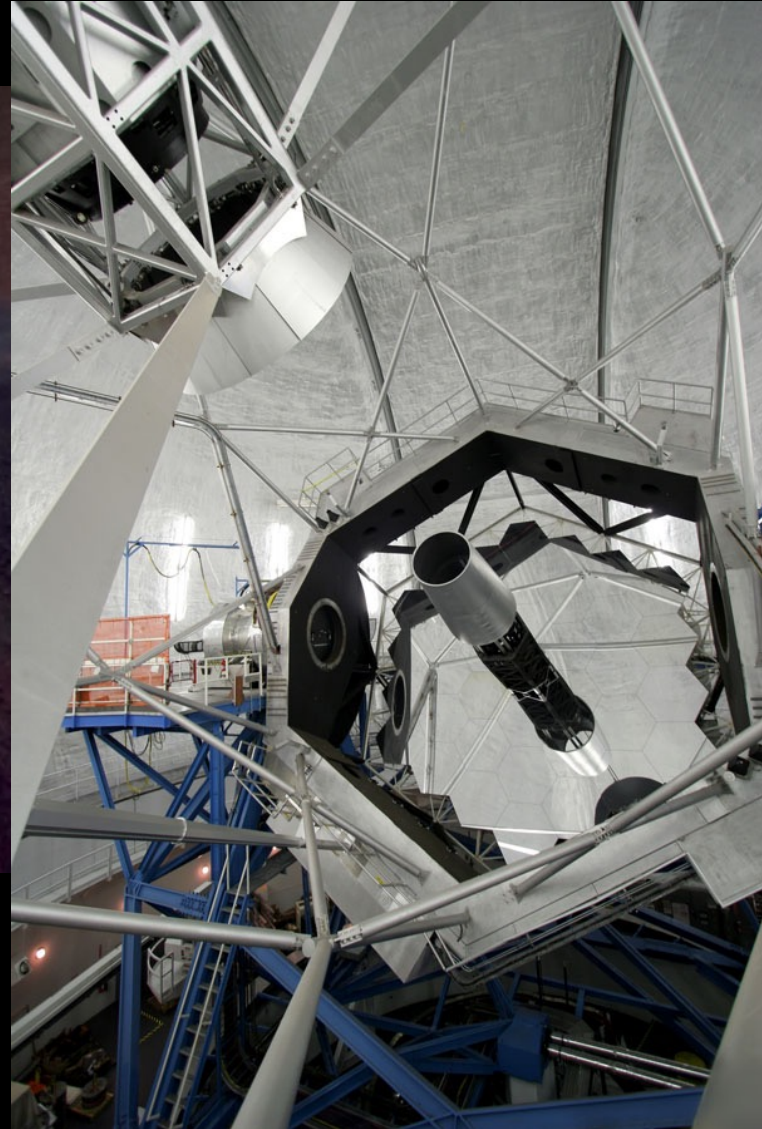
Subaru (8.3m)



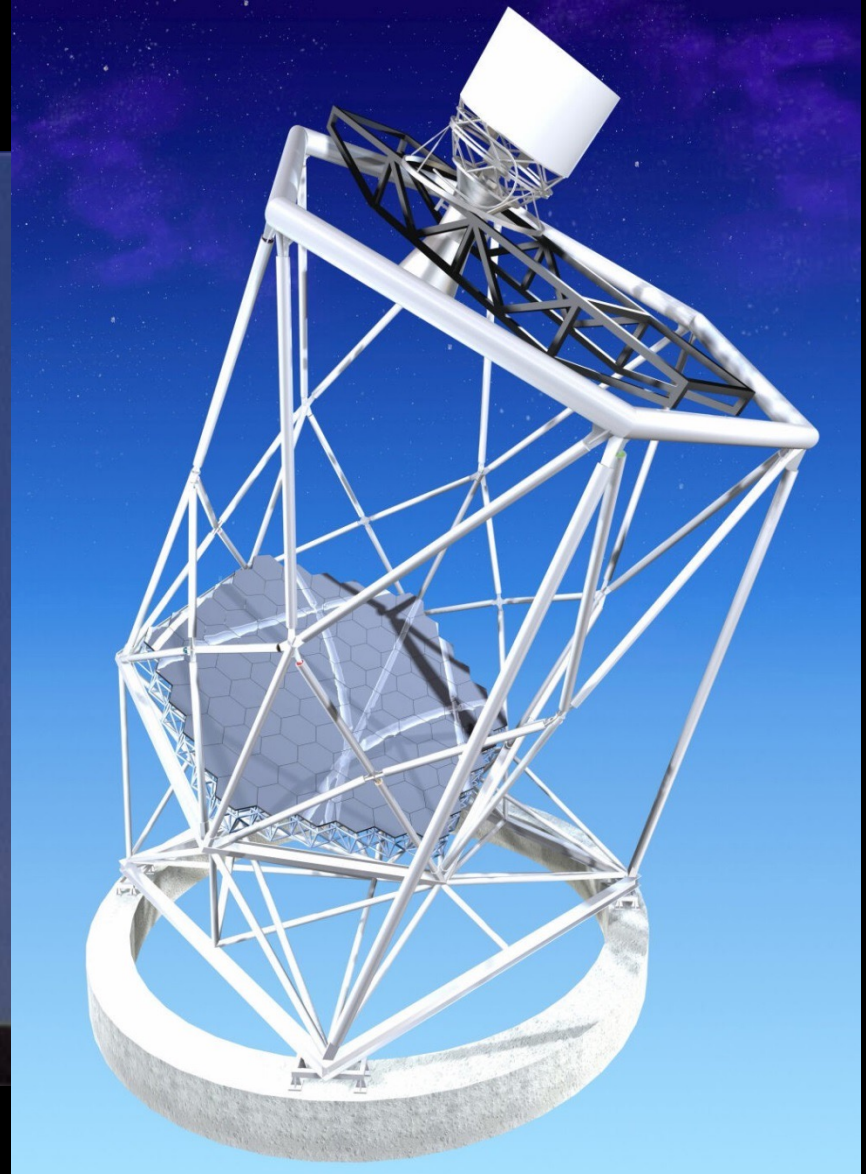
Hobby-Eberly Telescope (HET) (9.2m)



Keck (2x10m)



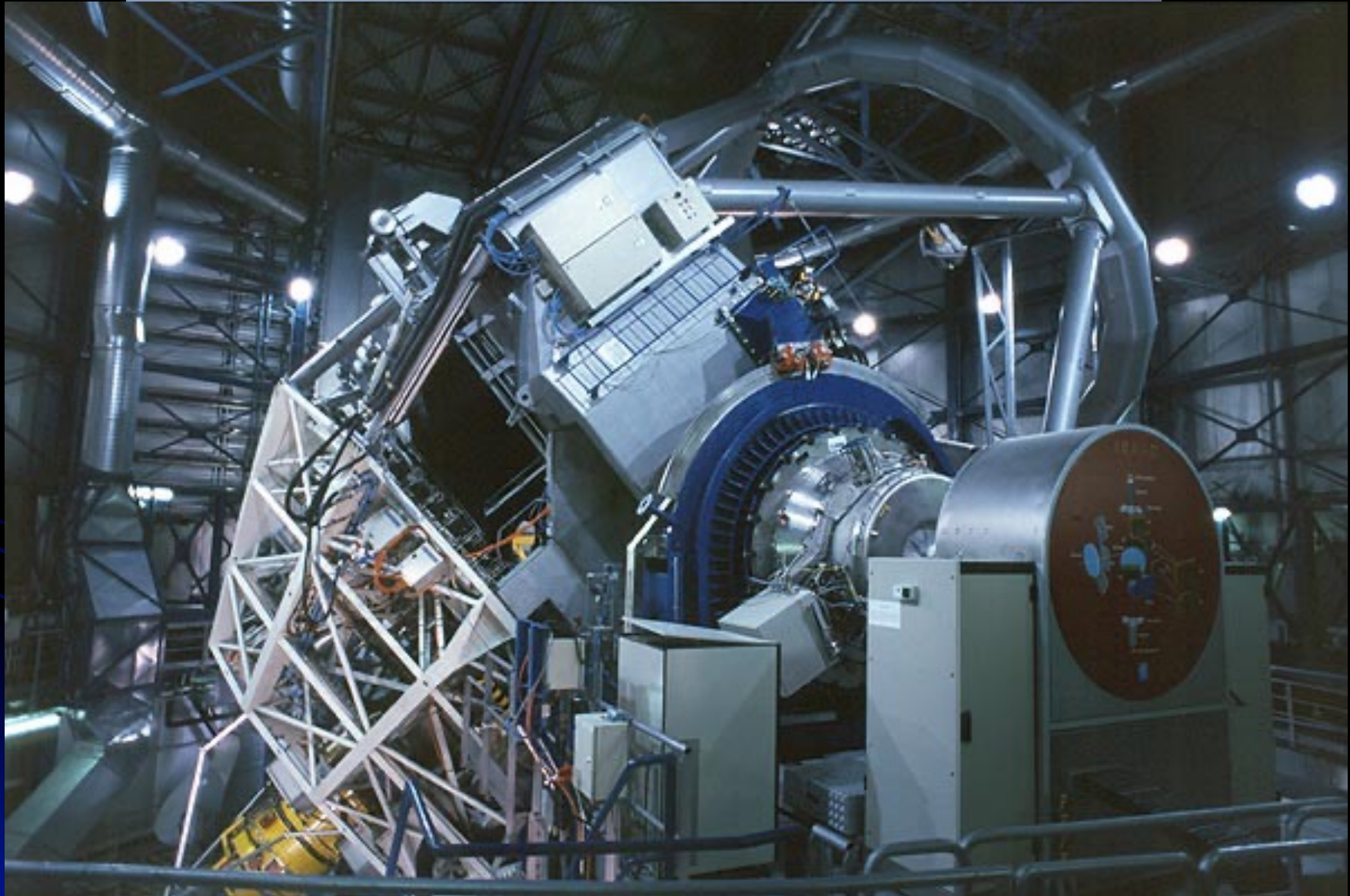
Southern Africa Large Telescope (SALT) (11.0m)

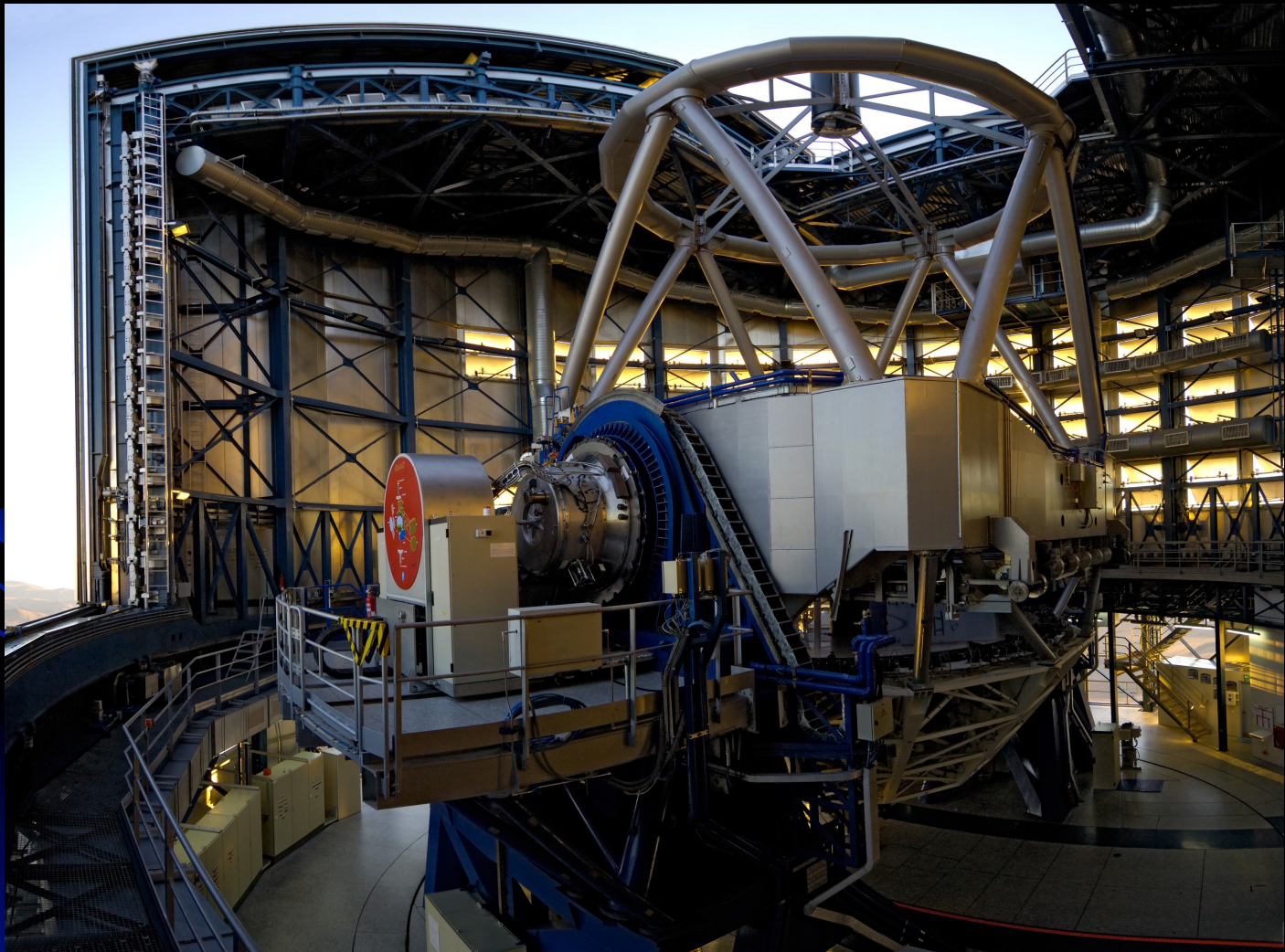


Large Binocular Telescope (LBT) ($2 \times 8.4 = 11.8\text{m}$)



Very Large Telescope (VLT) (4x 8.2m)



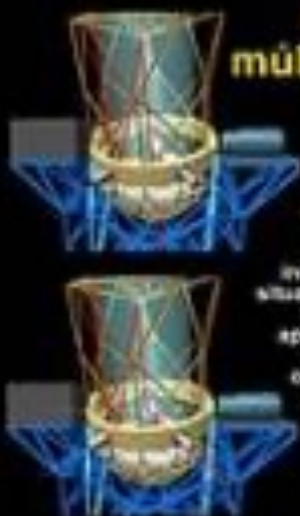


Gran Telescopio de Canarias (GTC) (10.4m)

GRAN TELESCOPIO CANARIAS

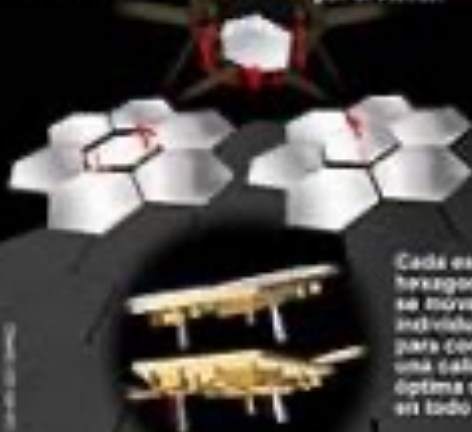
focos múltiples

El espejo terciario dirige la luz de manera automática hacia los distintos instrumentos situados en sus focos, para aprovechar el tiempo de observación al máximo.



óptica activa

El espejo secundario, con sus movimientos, corregirá hasta las vibraciones producidas por el viento.



Cada espejo hexagonal se moverá individualmente para conseguir una calidad óptica de imagen en todo momento.

Espejo terciario

Espejo secundario

10 m

Espejo primario
(mosaico de 36 espejos hexagonales)

La calidad de los cielos de Canarias
está garantizada por Ley.

Observatorio
del Roque
de los
Muchachos

La Palma



