INSTITUTO NACIONAL DE ASTRIFÍSICA ÓPTICA Y ELECTRÓNICA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA MAKSUTOV-CASSEGRAIN CON UN CCD PARA EL ESPECTRÓGRAFO BOLLER & CHIVENS DEL TELESCOPIO DE 2.12 M., OBSERVATORIO ASTROFÍSICO GUILLERMO HARO.

Dr. Octavio Cardona Núñez
Mtro. José Luis Ruiz González
Tec. Carlos Alberto Escamilla Castillejos.

INAOE, Febrero 2014

El Autor otorga el permiso de reproducir y distribuir copias de este reporte técnico en su totalidad o en partes.

INDICE

1. Antecedentes.

2. Introducción.

3. Diseño de la Cámara.

4. Fabricación y ensamble.

5. Resultados.

1.- ANTECEDENTES:

El OAGH se fundó en 1987.

El Telescopio es un sistema óptico derivado del Cassegrain, cuyos espejos, el primario es parabólico y el secundario, hiperbólico y el sistema Ritchey-Chretién, ambos espejos son Hiperbólicos.

El espejo Primario, de 2.12 Mts., fue diseñado por ópticos Mexicanos, El Dr Alejandro Cornejo y el Dr Zacarías Malacara.

La fabricación fue realizada en el Taller de óptica y el proceso del pulido fue durante 5 años.

Ha sido el elemento óptico más grande hecho en Latinoamérica.

Por el diseño óptico, el Telescopio del OAGH, permite incorporarle una gran gama de sistemas adaptativos y ópticos para el desarrollo de la Investigación Astronómica. Como en nuestro caso el Espectrógrafo.

INTRODUCCION

Se adquirió el espectrógrafo Boller & Chivens en 1980 de la compañía Perkin Elmer para el Telescopio de razón focal f/12 de Cananea de 2.12 metros de diámetro. Este espectrógrafo estaba equipado con una cámara para utilizar el espectrógrafo necesario para obtener la información en placas fotográficas. Por lo tanto el plano focal se encuentra sobre la última superficie de la lente correctora de campo.

Para utilizar el espectrógrafo con un arreglo CCD como detector es necesario cambiar la cámara, ya que los sistemas CCD astronómicos son enfriados con nitrógeno líquido, por lo cual, el detector se encuentra dentro de un criostato al vacío a una distancia de 50 mm atrás de la estructura del criostato. Para aliviar el problema se diseño y construyo una cámara del tipo Maksutov-Cassegrain de razón focal f/3.75, con una distancia focal posterior de 50 mm y para un ancho de banda de 365 nm. Esta cámara la consideramos el orden cero de la iteración para aprender a construir mejores cámaras para este tipo de instrumentos.

DISEÑO OPTICO

Como las imágenes estelares son de alrededor de 1" y como la escala del telescopio es de 8"/mm, entonces la rendija debe estar abierta a 115 um. Si queremos que la rendija se proyecte sobre dos pixeles del CCD, los cuales son de 24 um, entonces se requiere una amplificación de alrededor de .3478 además es necesario tener un ancho de banda de 365 nm a 800 nm, además debe ser compacta y mecánicamente estable.

De los datos del colimador, f_{co} =1081 mm, y de la amplificación se obtiene que la distancia focal de la cámara debe ser

$$f_{ca} = 375.521 \text{ mm.}$$

Lo cual da una razón focal de

$$f_{ca}/3.75$$

Con esta razón focal un sistema Ritchey-Chretién necesitaría un espejo secundario con una constante de conicidad de - 42.1 que se traduce en una diferencia entre la esfera y la hipérbola de 0.813 mm.

Por lo anterior, se optó por una cámara Maksutov-Cassegrain, ya que es un sistema acromático y con excelente corrección de aberraciones, además, de que todas las superficies son esféricas.

Para el mecanismo Maksutov se seleccionó el vidrio UK-50 de Schott por su transmitividad en el ancho de banda de trabajo.

El diseño óptico fue llevado a cabo por el doctor Sergio Vázquez Montiel

La figura 1 muestra el arreglo de las componentes ópticas de la cámara, en la tabla 1 se dan los parámetros de construcción, en la figura 2, se muestran las gráficas de aberraciones del frente de onda y en la figura 3 las curvas de astigmatismo para checar la planicidad de la superficie imagen.

DISEÑO MECÁNICO

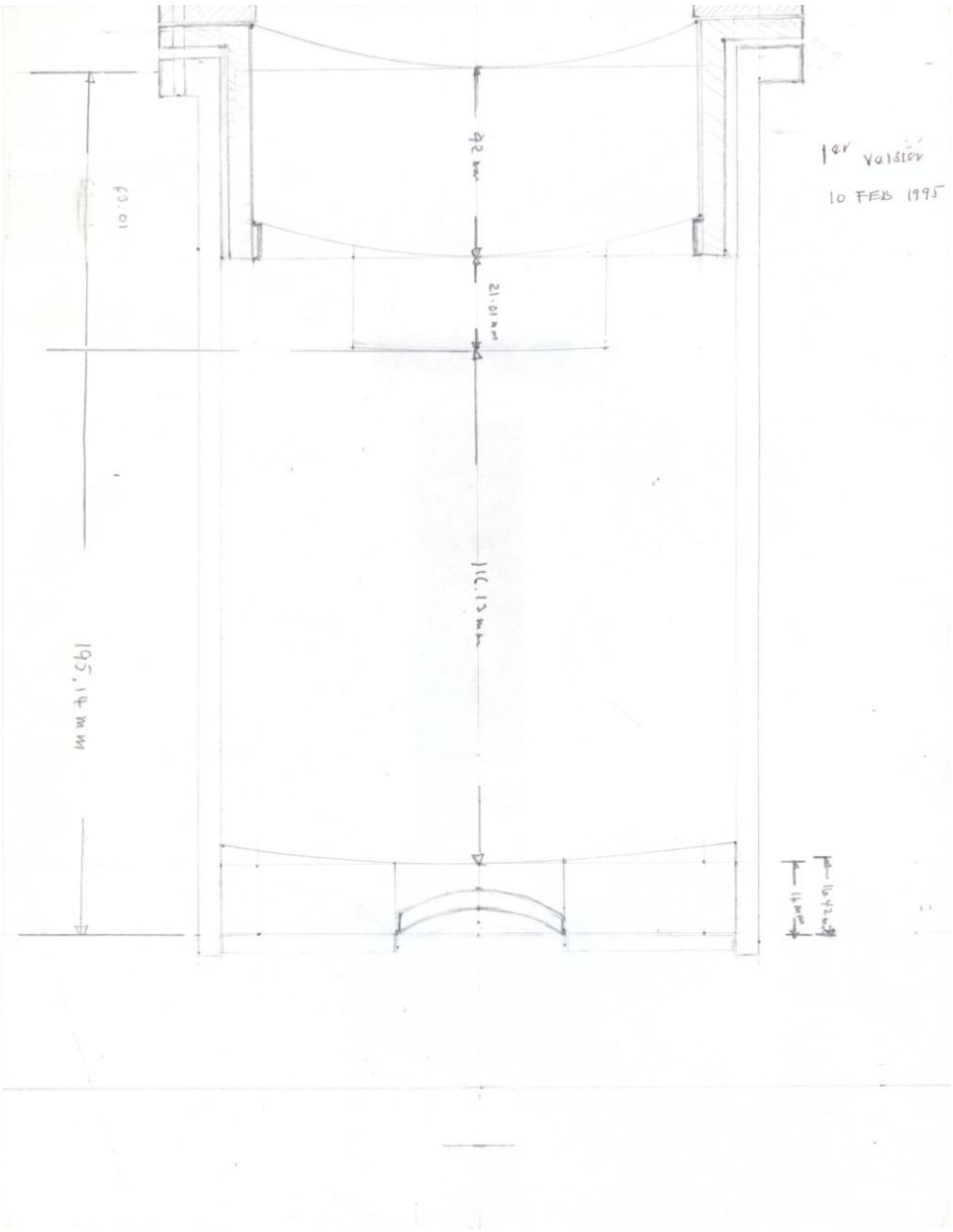
El espejo primario está soportado por un tubo que puede ser orientado sobre el cuerpo principal que se instala en el espectrógrafo y sobre este tubo se sujeta la pieza que contiene el mecanismo y el espejo secundario que también se puede orientar con respecto al tubo del espejo primario como se ve en las figuras.

En la parte posterior del cuerpo se encuentra el soporte del criostato que puede ser rotado y orientado para hacer foco y encuadrar el detector.

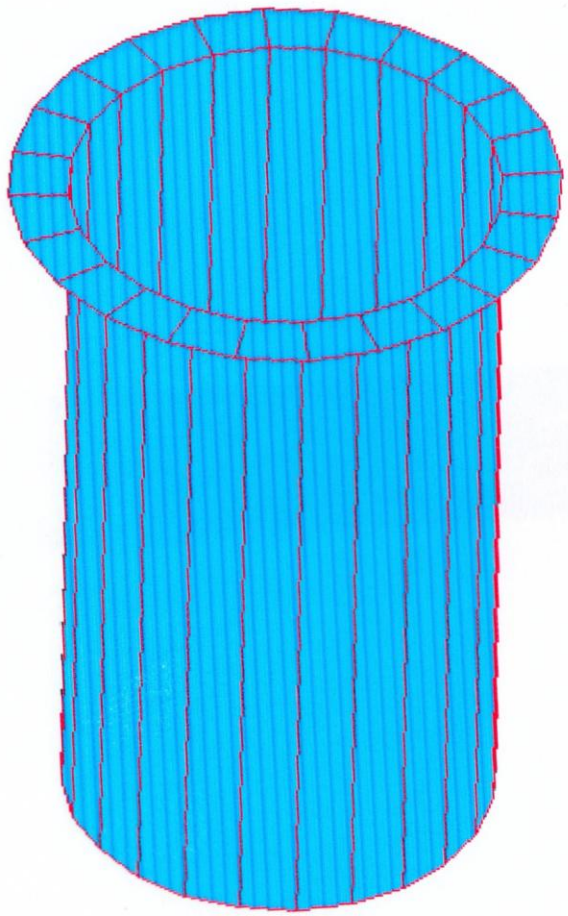
Como ahora hay varios Telescopios en los que puede ser utilizada la cámara en sus respectivos espectrógrafos, se decidió hacer el correspondiente Reporte Técnico.

Básicamente se decidió diseñar esta cámara para el Espectrógrafo Boller & Chivens del Telescopio de 2.12 Mt de Cananea, Sonora, México, tanto el sistema óptico, así como el mecánico.

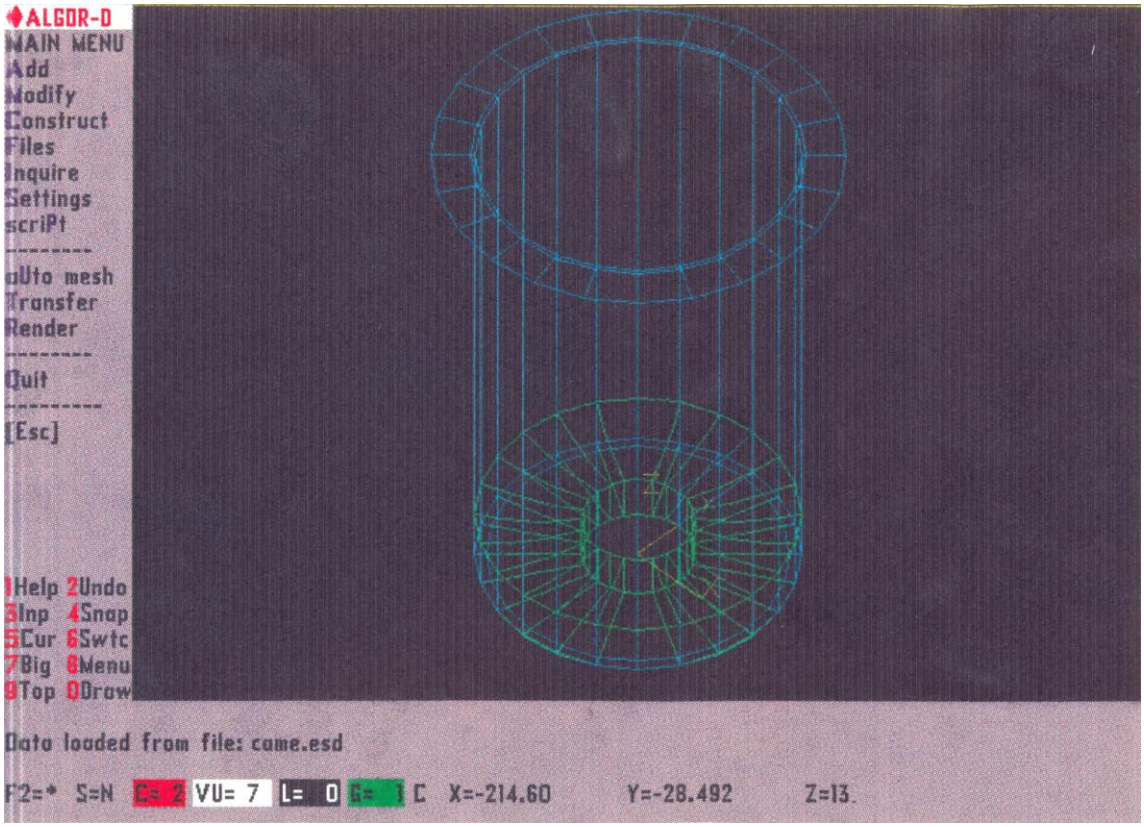
La fabricación de la óptica fue llevada a cago en el Taller de Óptica y la parte mecánica, en su gran mayoría en los talleres del INAOE y de manera independiente, algunas piezas fueron mandadas a hacer en una empresa fundidora.



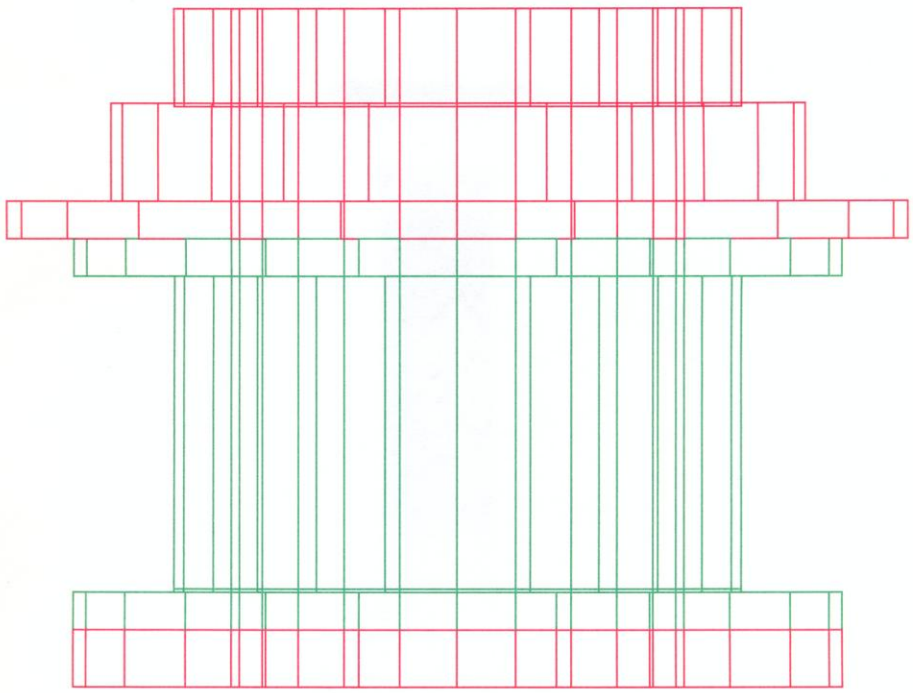
Diseño preliminar en papel milimétrico del sistema óptico



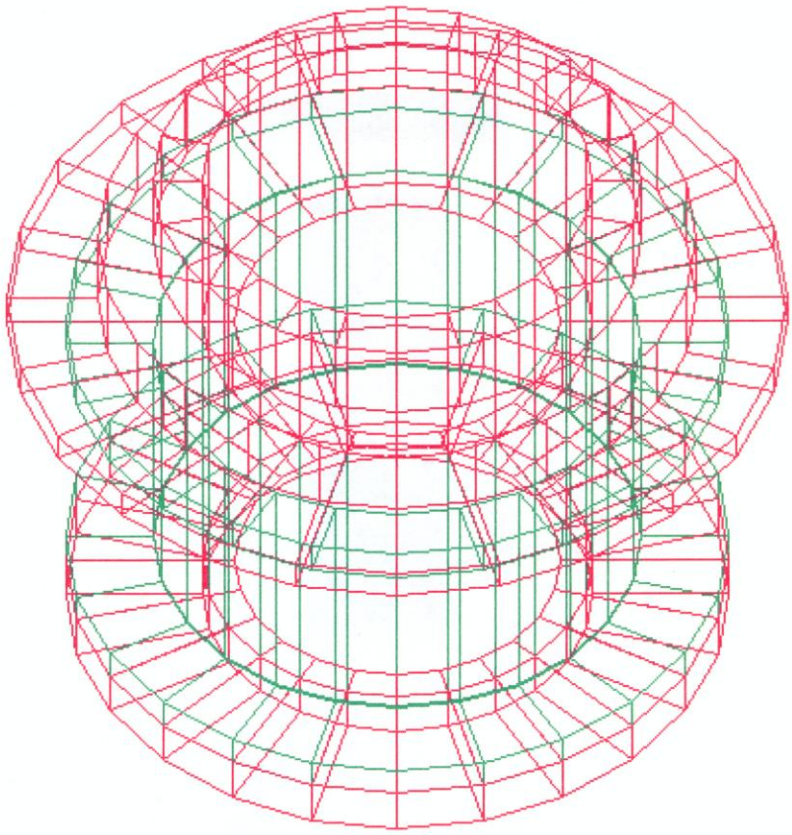
Tubo de soporte de todos los componentes ópticos y mecánicos que van dentro de la cámara.



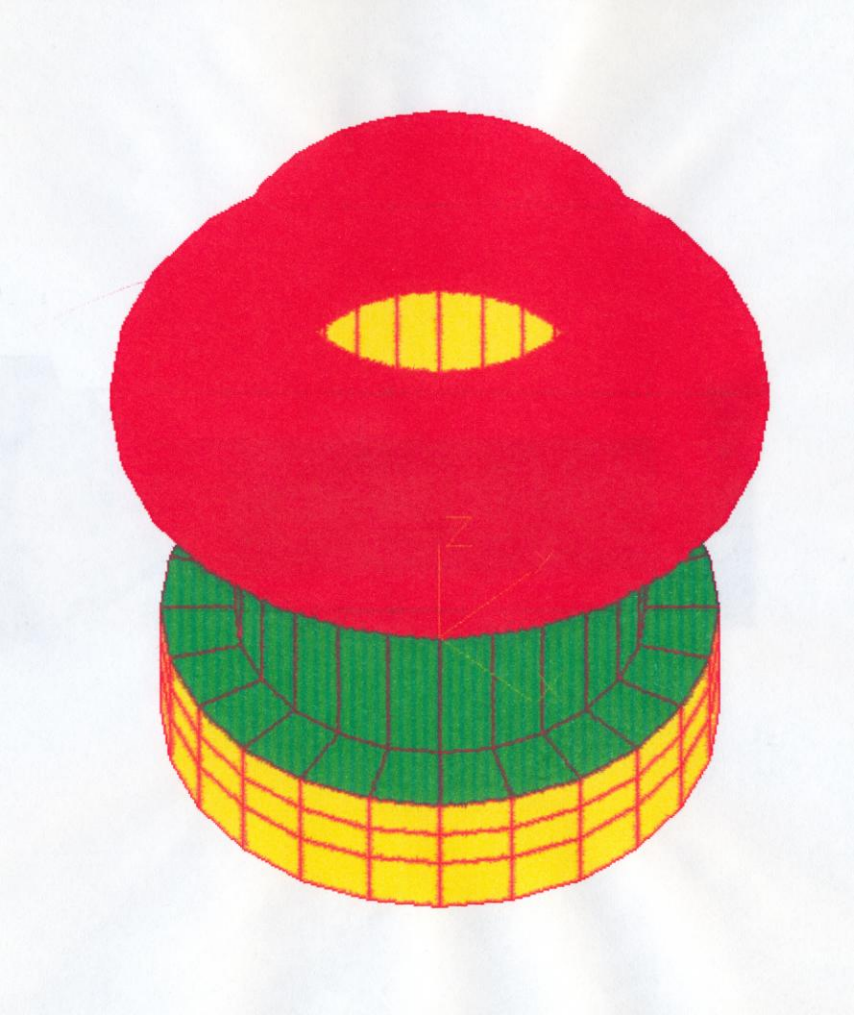
Tubo de soporte del Espejo Principal.



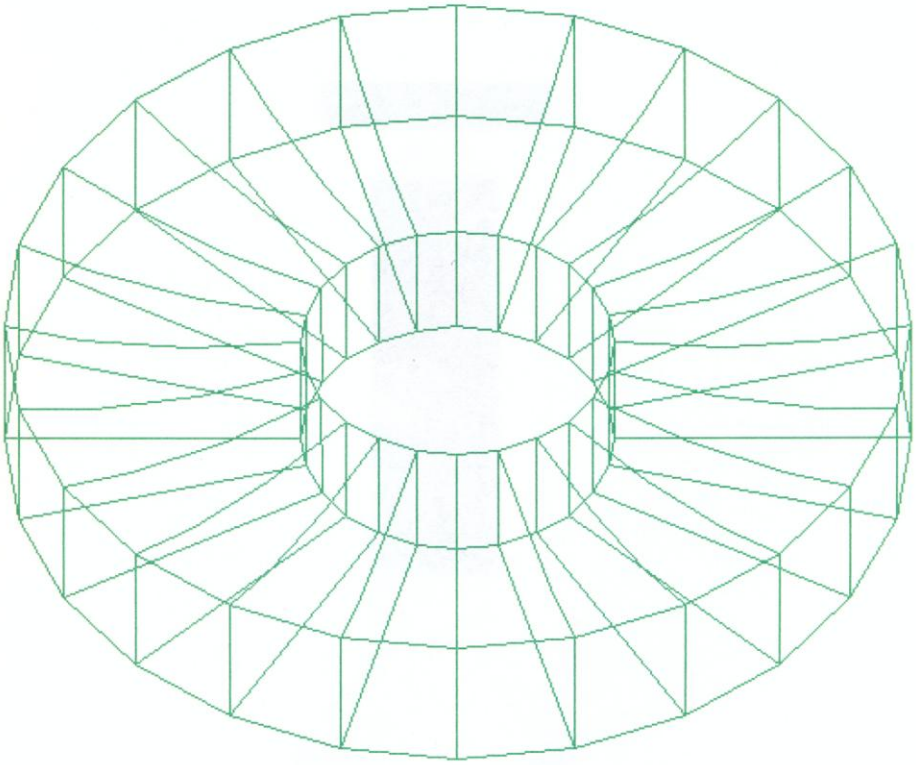
Vista lateral del diseño en 3D



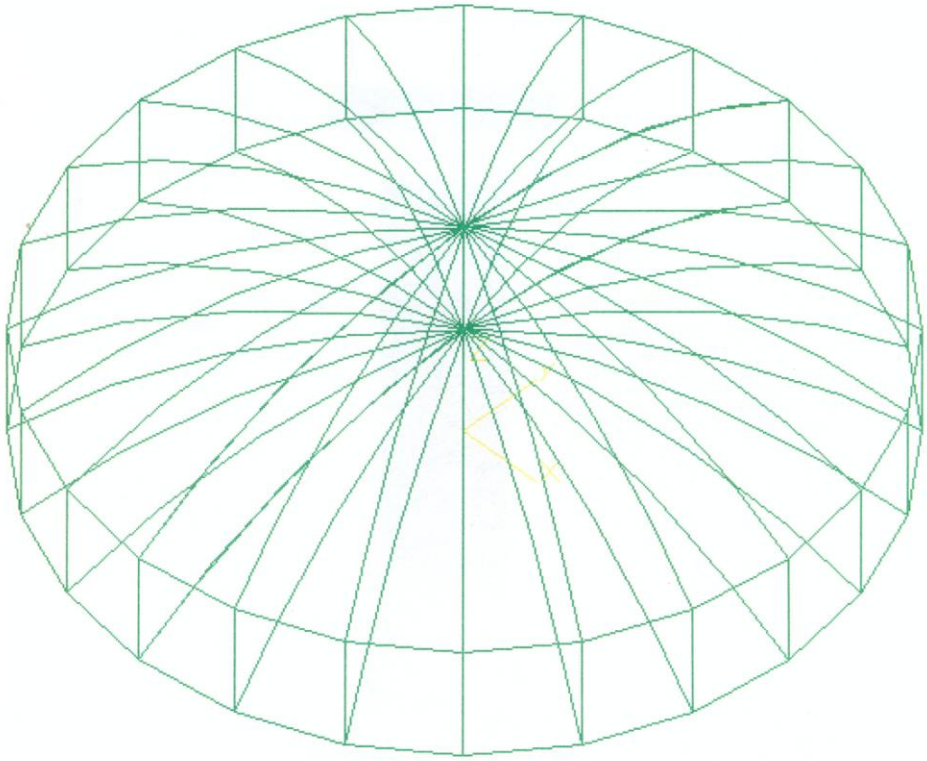
Diseño mecánico externo



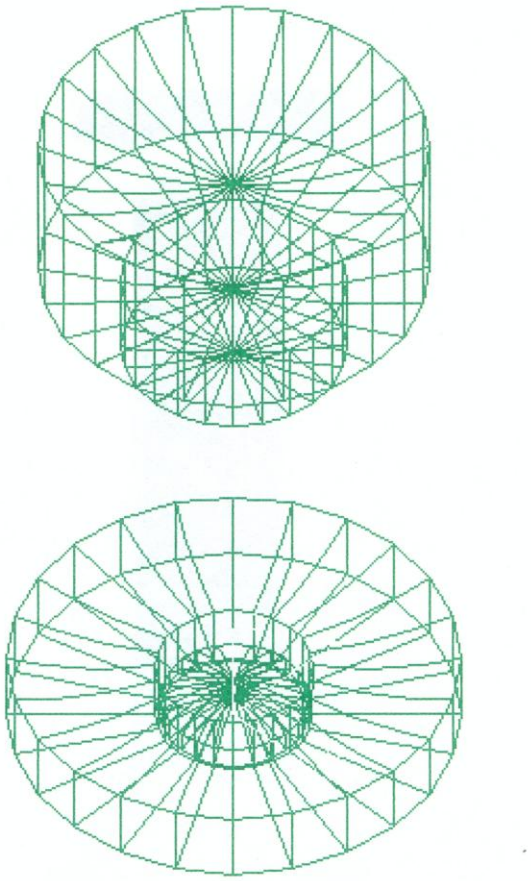
Muestra de las diferentes componentes del sistema mecánico externo.



Vista en 3D del espejo.



Vista en 3D de la lente correctora

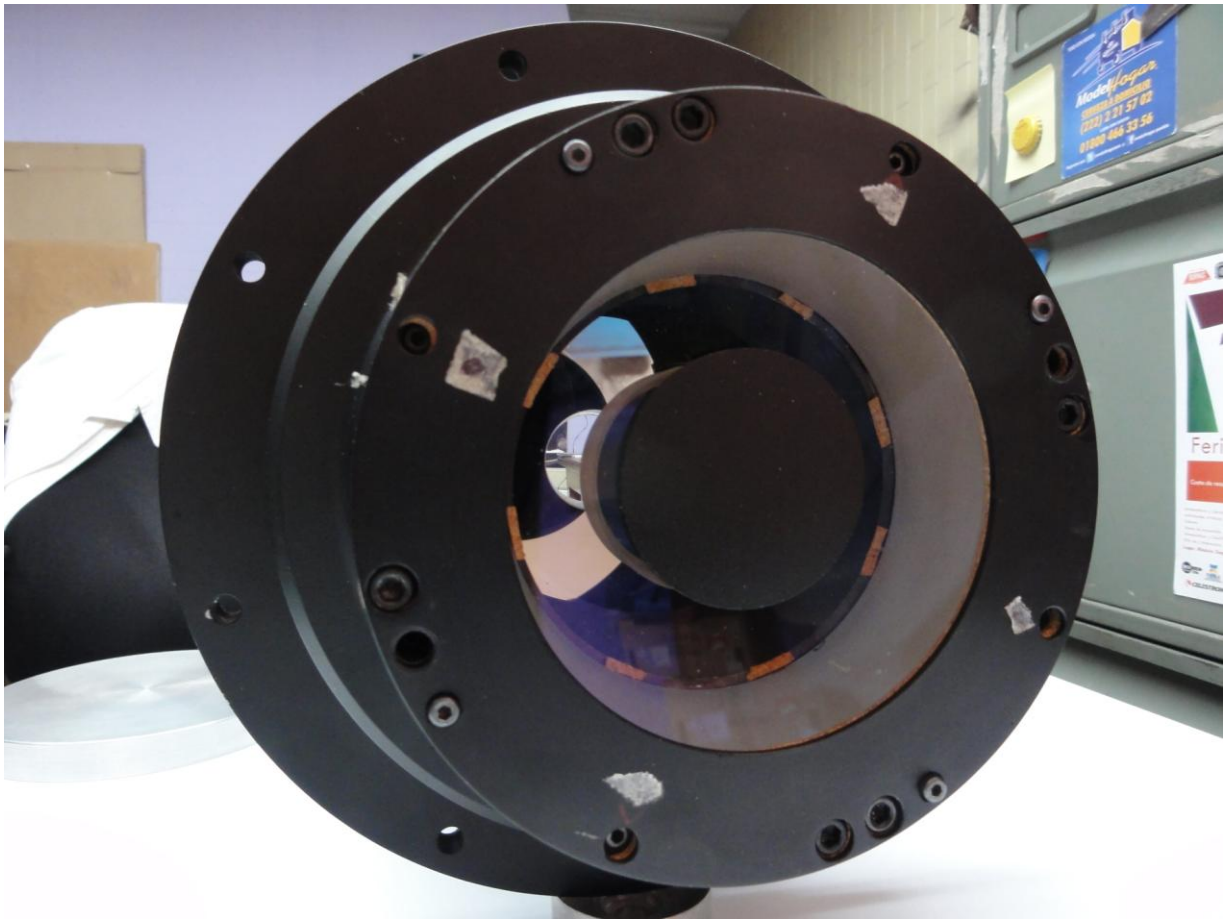


Presentación en 3D de todo el sistema óptico

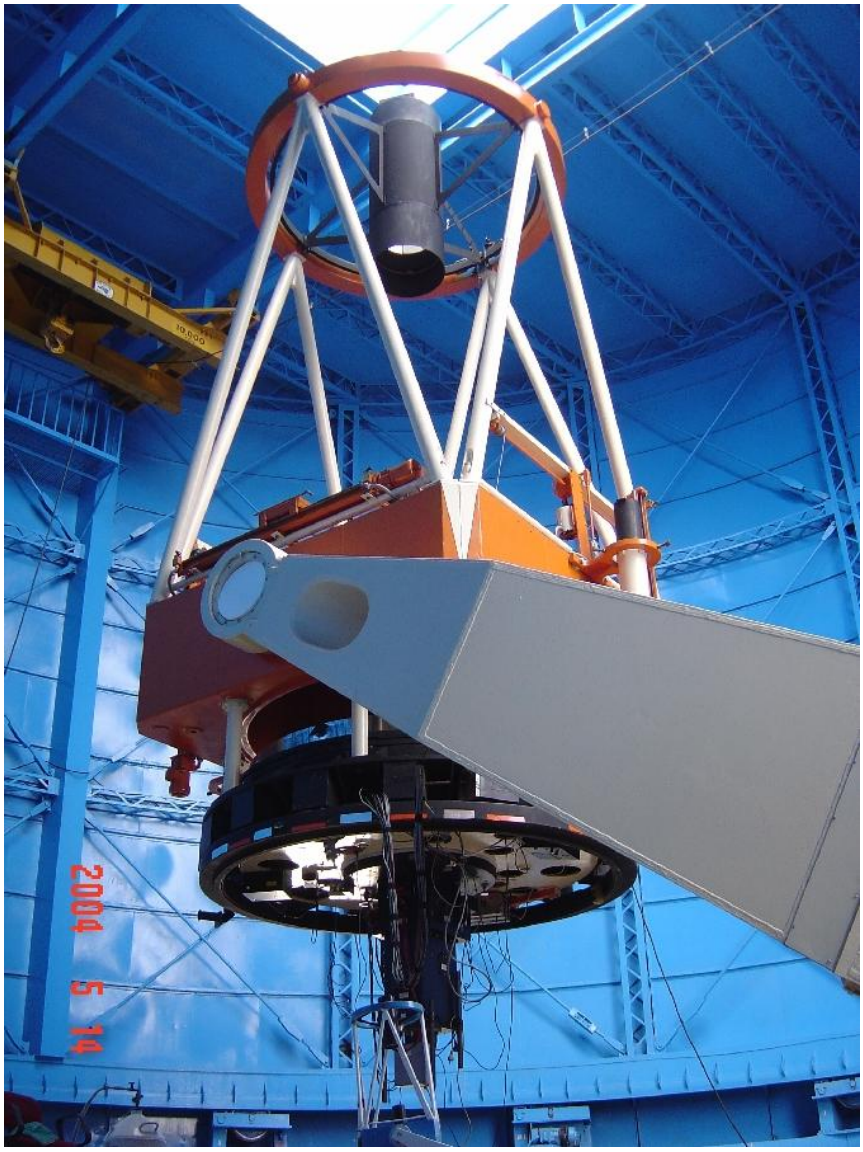
Imagen (Arriba) de todos los componentes mecánicos y abajo, totalmente ensamblado.

Vista lateral del sistema totalmente terminado y ensamblado.

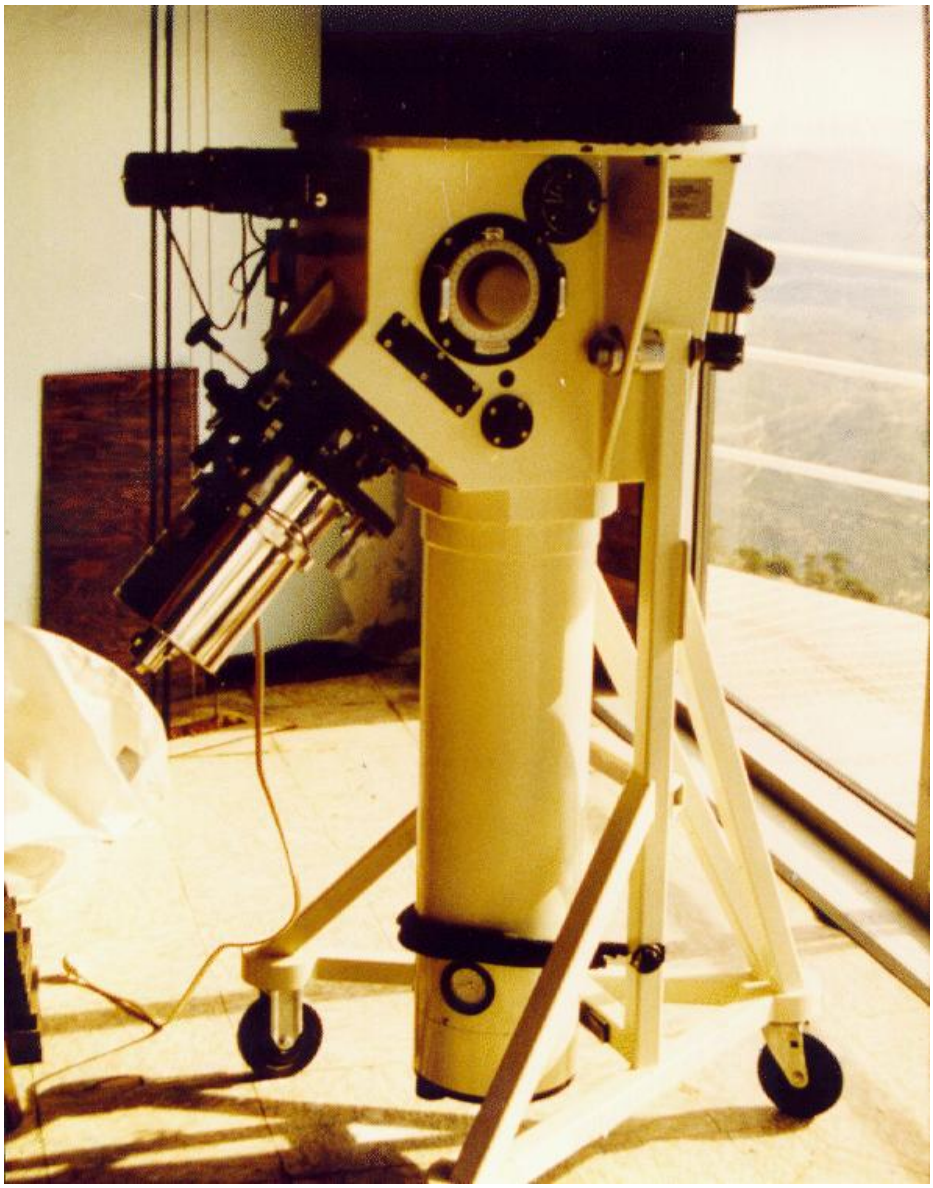
Extremo de la cámara que envía la imagen al Espectrógrafo Boller & Chivens.



El extremo de la Cámara que recibe la información luminosa proveniente del Espectrógrafo.



Telescopio de 2.12 Mts. Ritchey-Chretién en el OAGH, Cananea, Son.



Espectrógrafo Boller & Chivens.