

Instituto de astronomía

Publicaciones Técnicas



“Comunicación interna”

CI-2011-01

NUEVA REJILLA DE DISPERSIÓN Y CELDA PARA EL ESPECTRÓGRAFO BOLLER & CHIVENS.

M.H. Pedrayes, J.M. Núñez, G. Tovmassian, E. Luna, J. Valdez, G. Guisa, M. Richer.

Marzo de 2011

NUEVA REJILLA DE DISPERSIÓN Y CELDA PARA EL ESPECTRÓGRAFO BOLLER & CHIVENS

María H. Pedrayes, Juan Manuel Núñez, Gagik Tovmassian, Esteban Luna, Jorge Valdez, Gerardo Guisa, Michael Richer.

Observatorio Astronómico Nacional, Instituto de Astronomía de la UNAM

RESUMEN

Se describen los detalles de construcción de la celda que alojará a la nueva rejilla dentro y fuera del espectrógrafo BOLLER&CHIVENS. Además, se describe la manera como se alineó la rejilla con respecto a la celda; y se presentan algunos resultados de las pruebas realizadas en el espectrógrafo.

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN	1
2.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CELDA	2
3.- ALINEACIÓN DE LA REJILLA DENTRO DE LA CELDA	7
4.- REJILLA DENTRO DEL ESPECTRÓGRAFO	11
REFERENCIAS	14
AGRADECIMIENTOS	14

1.- INTRODUCCIÓN

Actualmente el espectrógrafo Boller&Chivens¹ italiano (en uso en el telescopio 2.1m) del Observatorio Astronómico Nacional (OAN) es un espectrógrafo de uso común, operando en resolución espectral intermedia a baja. Es posible cambiar su poder resolutivo a través de cambios de su elemento dispersión, la rejilla. En el OAN están disponibles varias rejillas, las de baja resolución que tienen 150 o 300 l/mm cubren un rango espectral amplio, pero las de más alta resolución, de 400, 600 y 1200 l/mm estaban principalmente optimizadas para la parte roja del espectro de rango óptico. Esto había ocurrido debido a que tradicionalmente en este observatorio se hace mucha investigación de materia interestelar u objetos extra galácticos que tienen líneas espectrales importantes en la parte roja del espectro. Sin embargo, en la parte ultravioleta cercana del espectro hay mucha información interesante para un estudio de objetos estelares, galácticos y procesos de acreción. Una de las dos rejillas de alta frecuencia (1200/mm) presenta un deterioro en su superficie por lo que se ha dejado de usar; y con fin de ampliar nuestras posibilidades, adquirimos una nueva rejilla de 1200 l/mm, es decir de resolución media-alta, que nos permite realizar observaciones de objetos con una resolución $\sim 1.0 \text{ \AA}$. Junto con el nuevo CCD Marconi (2Kx2K) con sensibilidad alta en la parte $< 5000 \text{ \AA}$, y píxeles pequeños (13.5 micrómetros), el instrumento debe incrementar las capacidades de observaciones espectrales en el OAN SPM. El financiamiento usado vino del proyecto de PRIDE IN-109209 “Estudio de Variables Cataclísmicas de corto periodo orbital con características de WZ Sge”, responsable Dr. G. Tovmassian

Fue necesario construir la celda que alojase la nueva rejilla y para acoplarla con el espectrógrafo. En este trabajo se describe los detalles de la construcción de la celda así como el proceso de alineación de la rejilla de dispersión dentro de la celda y pruebas realizadas en el espectrógrafo.

2.- DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA CELDA

El diseño se basó en las celdas ya existentes de las otras rejillas. Las principales consideraciones físicas para el diseño y maquinado de la celda fueron:

- Dimensiones de la rejilla empleada actualmente en el espectrógrafo
- La ubicación de las cavidades en la celda que albergan a las espigas de referencia para ubicar a la rejilla en el camino óptico del espectrógrafo.
- La distancia de la superficie reflejante de la rejilla al plano de referencia en el espectrógrafo.
- La distancia de la cara donde se apoyará la rejilla al plano de referencia dado por dos espigas que se encuentran dentro del espectrógrafo.
- La forma del marco que fija a la rejilla dentro de la celda.
- La distribución y tamaño de los barrenos roscados para los tornillos que sujetarán a los contrapesos que se fijan a la celda y a la celda misma dentro del espectrógrafo.
- Un par de espigas de referencia y barrenos roscados en el marco que servirán para fijar una tapa de acrílico con mango a la celda y así proteger y transportar a la rejilla con todo y celda cuando no sea usada.

Las características y propiedades de la rejilla comprada a la compañía Newport se listan en la tabla 1.

Tabla 1. Características de la rejilla de dispersión (Newport).

Catalogo #	53017ZD01-330R
Serial #	1264-51-1
Grooves/mm	1200
Coating	
Curvatura	Plano
Blaze Wavelength	0.39357 micron
Blank Material	ZD
Blaze Angle	13.53 deg
Ruled Area	102X128mm(groove lengt, ruled width)
Blank Size	110X135X25 mm (length, width,thickness)

En el siguiente dibujo se muestra las dimensiones y la orientación del rallado en la rejilla (fig1).

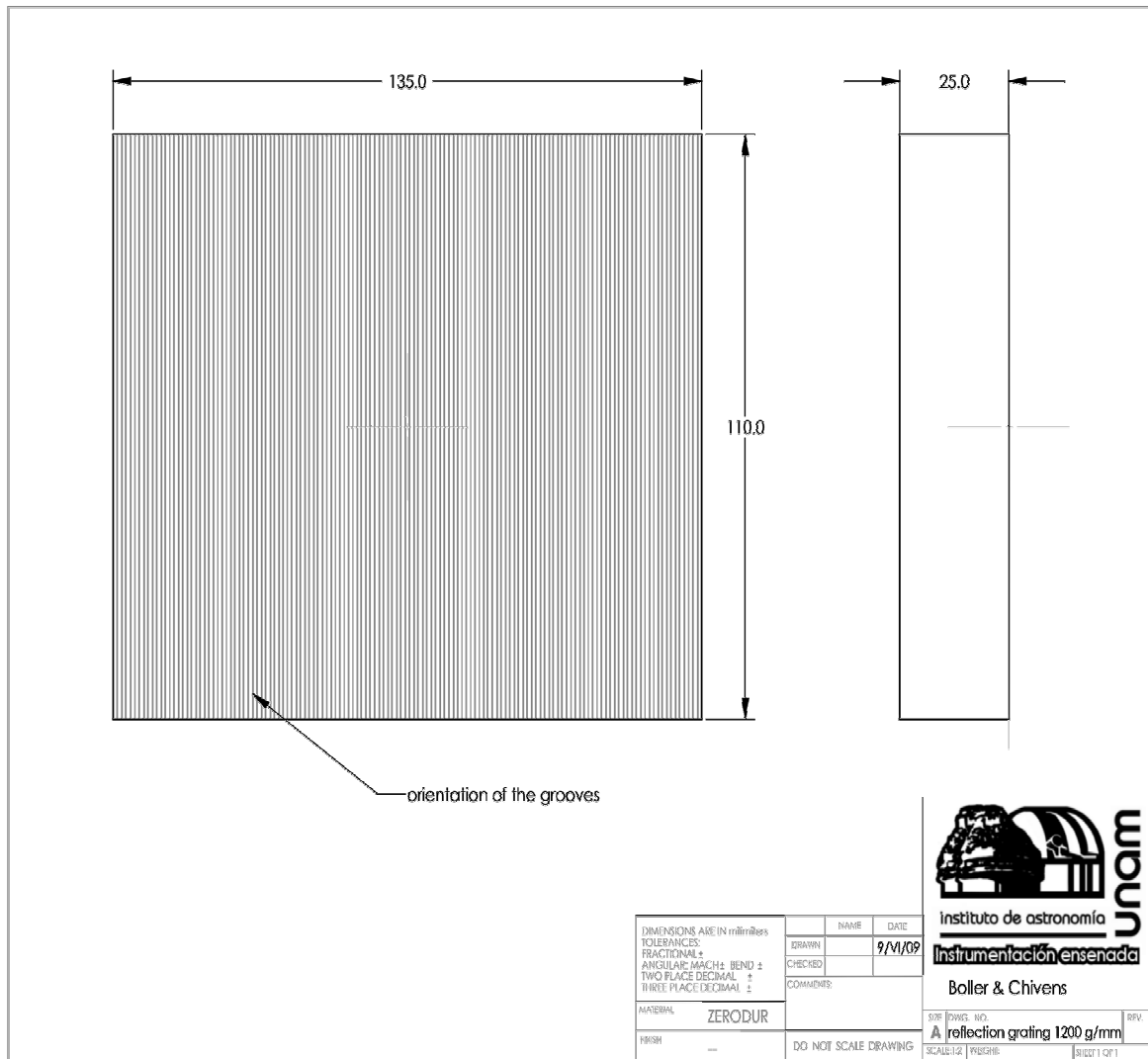
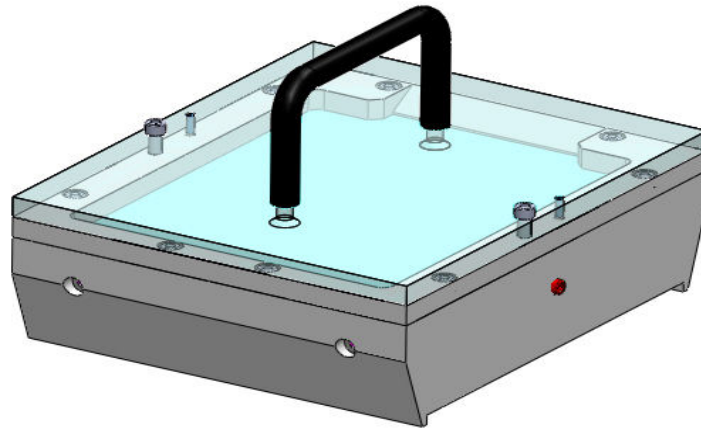
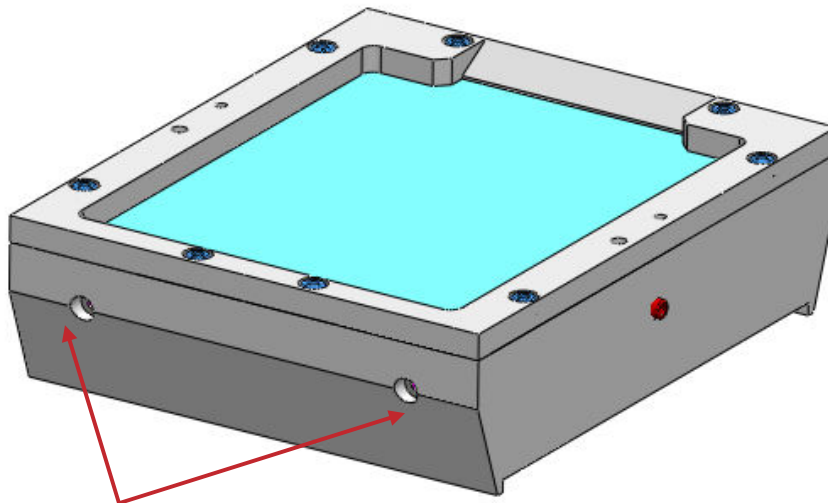


Figura 1.- Dirección del rallado (es usado únicamente para mostrar la dirección de las líneas de la rejilla de dispersión ya que el área en el cual se encuentran las líneas es menor que el área del “blank”) y dimensiones de la rejilla.

En las figura 2, 3, 4 y 5 se muestran detalles de diseño de la celda con espejo, sin espejo y celda completa respectivamente. En cada figura se señalan las componentes de la celda y algunas características importantes tanto para la alineación de la rejilla como para el acoplamiento dentro del espectrógrafo.



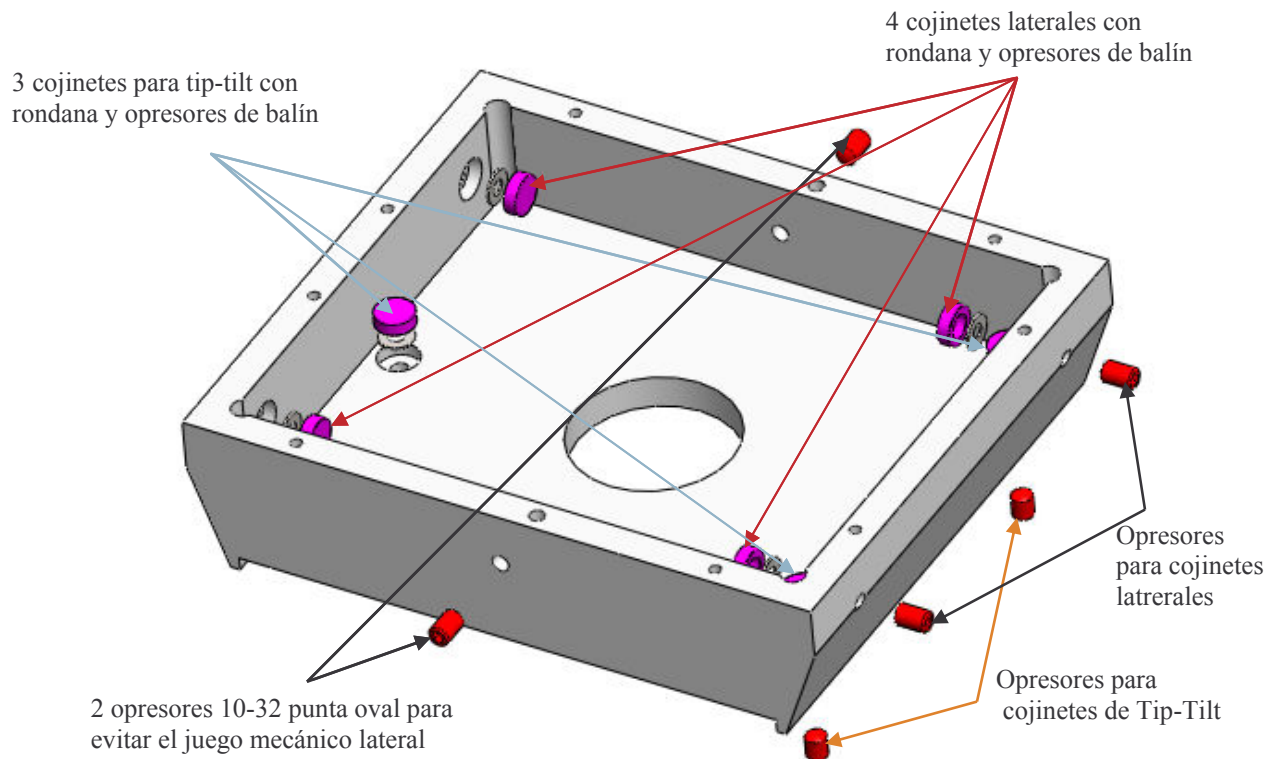
(a)



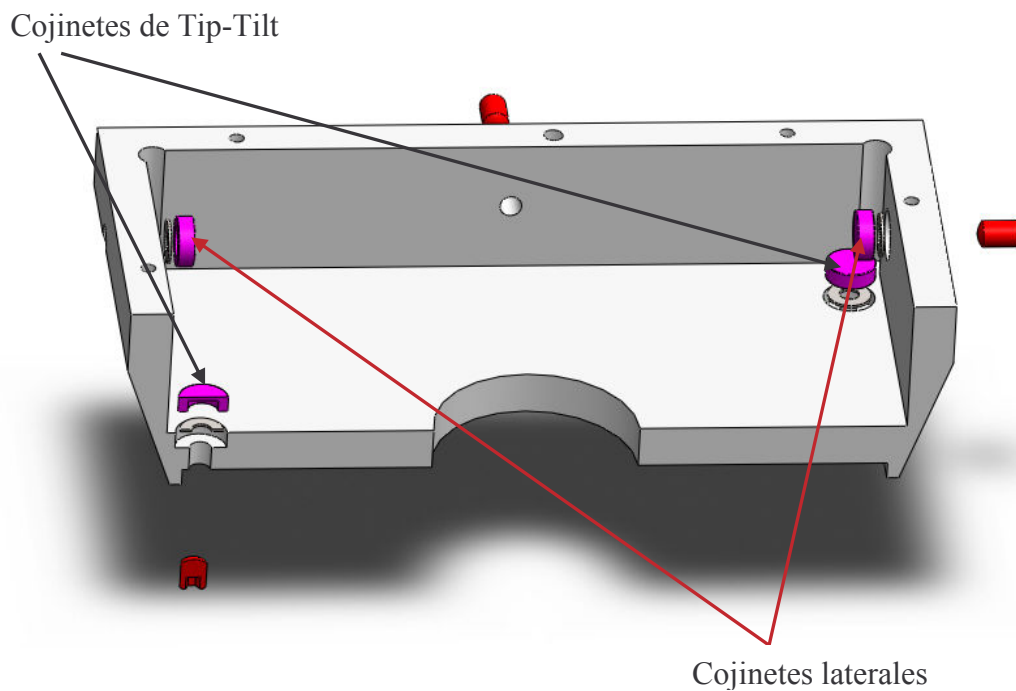
Cavidades rectificadas para las espigas de referencia en el espectrógrafo

(b)

Figura 2.- a) Celda completa con su cubierta para almacenar o transportar, b) Celda lista para ser colocada en el espectrógrafo. En esta imagen se puede apreciar las cavidades para que la rejilla sea colocada sobre las espigas de referencia dentro del espectrógrafo.



(a)



(b)

Figura 3.- a) Elementos empleados para alinear la rejilla dentro de la celda
 b) Corte que muestra la inserción de los cojinetes de “tip-tilt”.

4 barrenos con injertos de acero 10-24
para fijar la celda al espectrógrafo

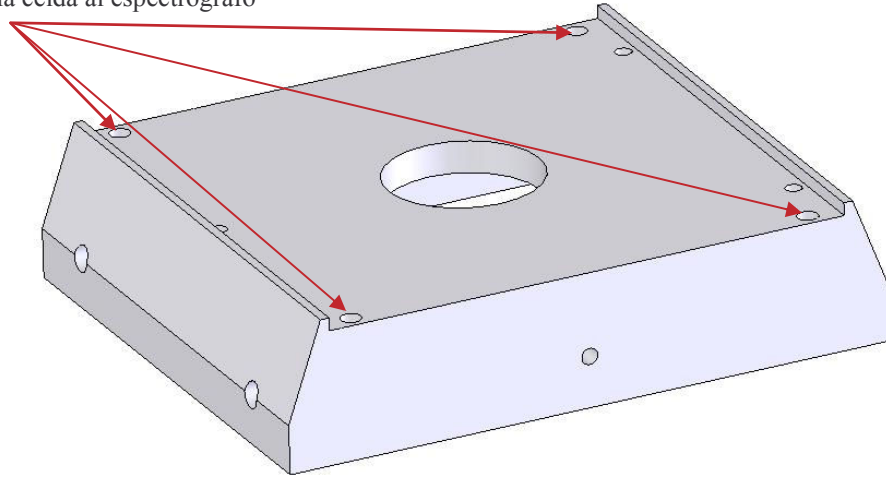


Figura 4.- Localización de los barrenos en la celda para fijar la rejilla al espectrógrafo.

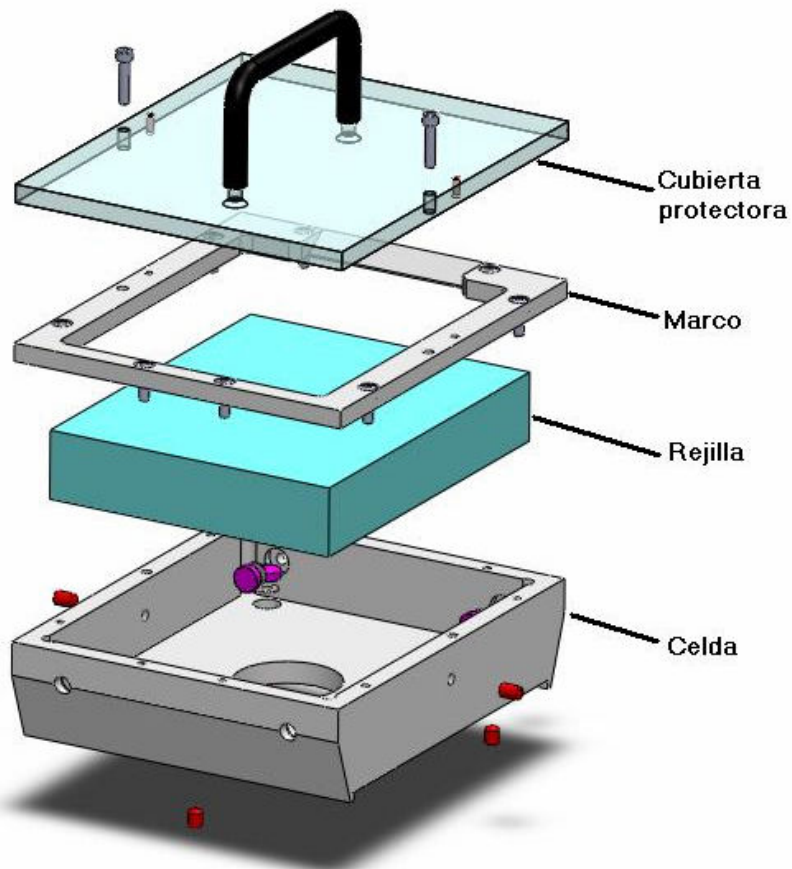


Figura 5.- Vista en explosión de la rejilla con los componentes de la celda

En la tabla 2 se muestra los materiales y partes comerciales utilizados para la construcción de la celda incluyendo los costos aproximados en dólares.

Tabla 2.- Materiales utilizados en la construcción de la celda

Nombre Pza	Material	Largo	Compañía	No	Cant	Costo (dls)	Tot (dls)
Celda	Al6061	2 x 6 x 11	Ind. Met. Sup		1	74.00	\$74.00
TapaCelda	Al6061	15 x 12 x 4	Ind. Met. Sup		1		\$0.00
TapaProtectora	Acrílico	1/4	S.D. Plastics		1		
BarraAcero	SS304	3/8 ø, 2	Ind. Met. Sup		1		\$0.00
Opresores pto. oval	UNC 10-32	3/8	Mc Mstr Carr	92765A212	7	4.5	\$31.50
opresores (resorte)	UNC 10-32	1/4	Mc Mstr Carr	3408A71	4	3.16	\$12.64
tornillos	UNC 6-32	1/2	Mc Mstr Carr	92185A148	1	6.12	\$6.12
Espigas pkg	3/32	3/8	Mc Mstr Carr	97395A425	1	12.36	\$12.36
Screw Head	M5		Mc Mstr Carr	91175A063	1	9.47	\$9.47
Wave Washers pkg	UNC 8-32		Mc Mstr Carr	90134A011	1	5.78	\$5.78
Pull Handle	Al6061	3 x 1 5/16	Mc Mstr Carr	1568A43	2	3.77	\$7.54
insertos rosca pkg	acero 10-24		Mc Mstr Carr	91732A719	1	5.29	\$5.29
machuelo inserto	acero 10-24		Mc Mstr Carr	91709A104	1	14.38	\$14.38
Tornillos Cautivos	UNC 6-32	1/2	Mc Mstr Carr	95966A221	4	4.47	\$17.88

3.- ALINEACIÓN DE LA REJILLA DENTRO DE LA CELDA

Es importante mencionar que la celda cuenta con tornillos (opresores, ver figura 3a) que tienen una doble función en la celda: por una parte permiten sujetar a la rejilla de difracción y por otra parte permiten alinear la rejilla dentro de la celda para garantizar su óptimo funcionamiento dentro del espectrógrafo.

Tres opresores se encuentran ubicados en la parte de la base de la celda y son usados para definir la posición del plano de la superficie de la rejilla de difracción, con estos opresores debemos de garantizar que el plano de la rejilla coincida con el plano de rotación del sistema

mecánico de rotación (tambor) dentro del espectrógrafo, ya que es el que define la posición espectral en función del ángulo de giro de la rejilla.

Cuatro opresores se encuentran ubicados en dos de los costados de la celda y estos tienen la función de poder dar pequeñas correcciones en la orientación de las líneas de la rejillas de difracción y consecuentemente la orientación de las líneas espectrales.

Para realizar la alineación de la rejilla dentro de la celda y poder definir la posición del plano de la superficie de la rejilla de difracción se utilizó un microscopio conectado a una cámara CCD (acrónimo del inglés, Charged Couple Device). Este sistema fue montado sobre una regleta digital con resolución micrométrica que le permite desplazarse en dirección vertical, ver figura 6. El objetivo de microscopio usado tenía una amplificación de 5X.

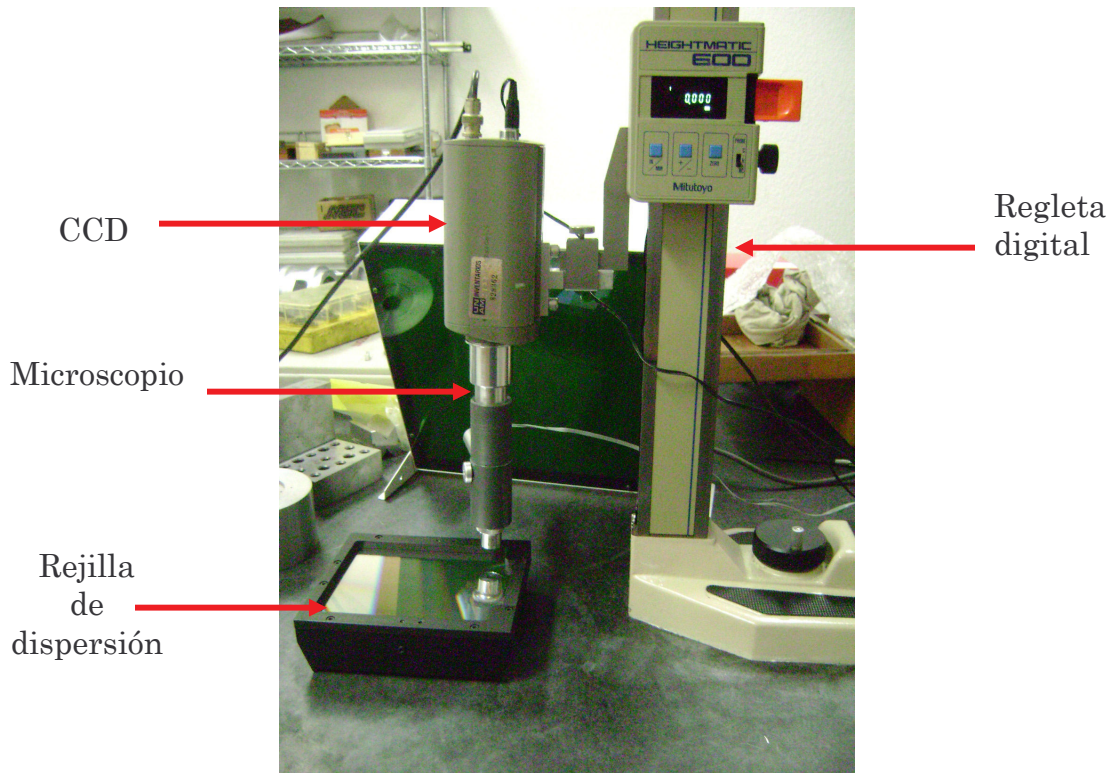
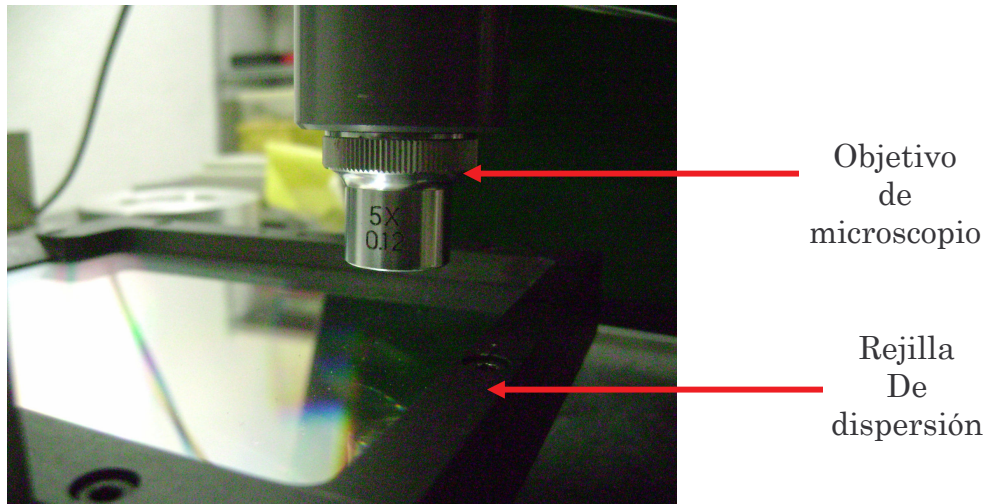
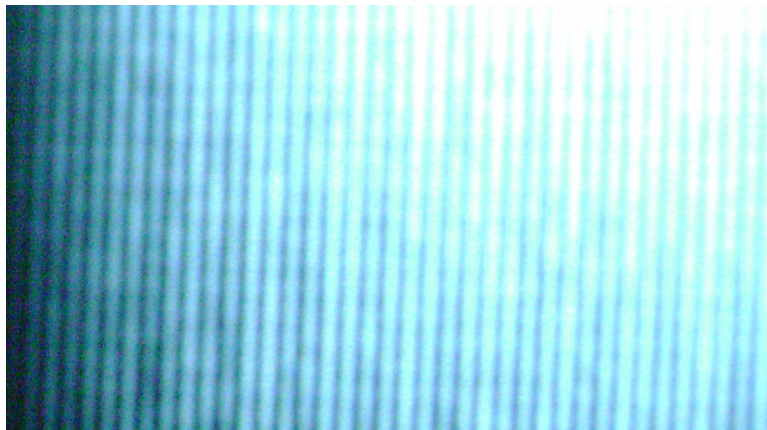


Figura 6.- Arreglo experimental usado para la alineación de la rejilla de difracción dentro de la celda.

Para tener una referencia se uso el método sobre una rejilla de difracción la cual esta alineada dentro de su celda. El método consiste en enfocar la superficie de la rejilla de dispersión en las esquinas, ver figura 7a. Aquí se uso la rejilla de dispersión de 150 líneas/m; para este caso es posible no solo enfocar la superficie de la rejilla si no también es posible resolver las líneas de la rejilla, ver figura 7b.



(a)



(b)

Figura 7.- (a) Fotografía que muestra el objetivo de microscopio durante el proceso de enfoque del microscopio y (b) Fotografía que muestra las líneas de la rejilla enfocadas.

Para la alineación de la rejilla de dispersión nueva de 1200 líneas/mm, una vez que se encuentra dentro de la celda es importante subirla sobre alguna base que sea estable y que permita dejar libres los tornillos opresores de alineación (ver figura 8). Los tornillos definen la inclinación correcta de la rejilla respecto a la celda y garantizan que el plano de la rejilla coincidirá con el plano de giro de la rejilla de difracción cuando este montado dentro del tambor que le permite rotar en un rango de ángulos desde la normal del haz del colimador dentro del espectrógrafo.

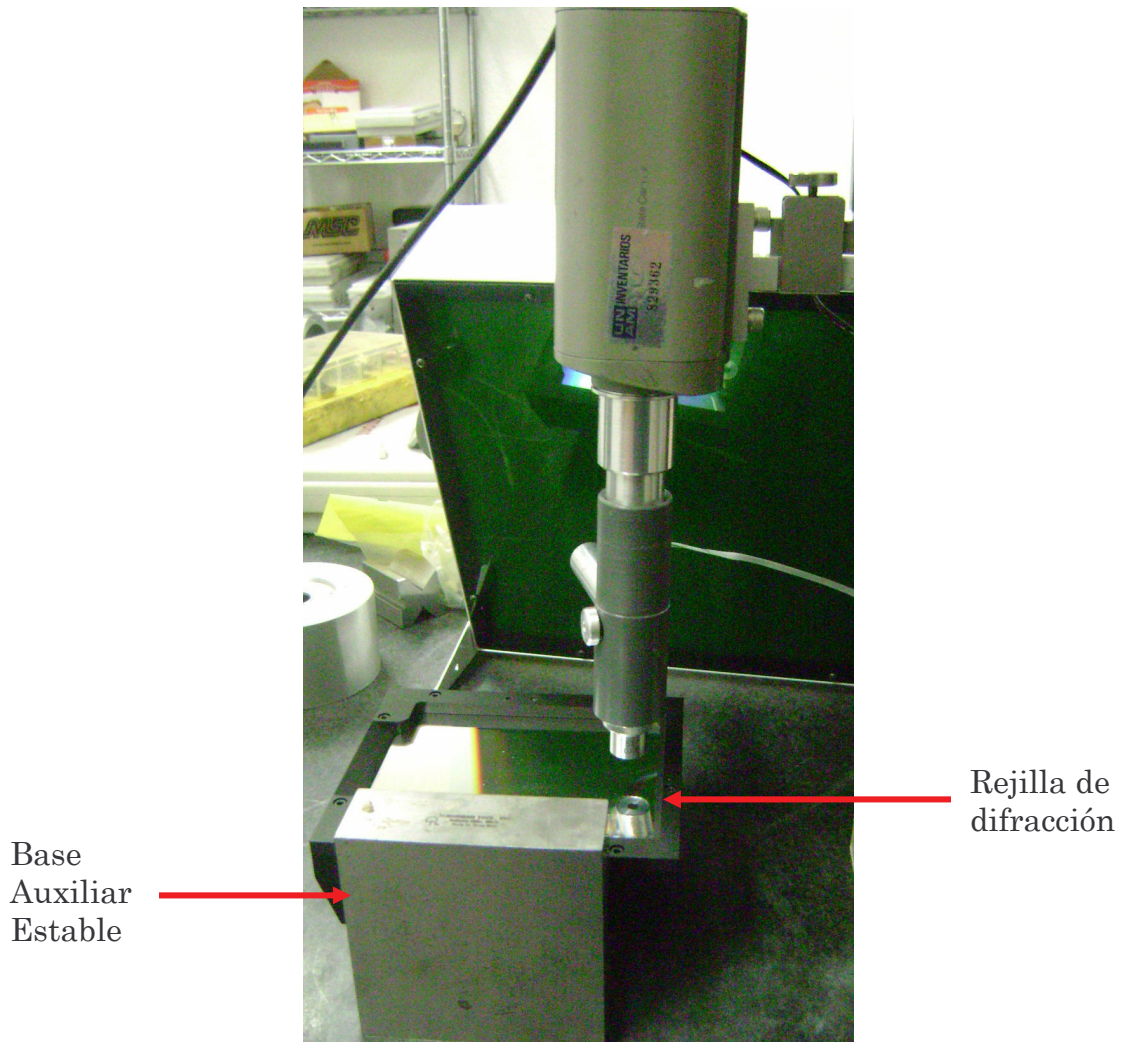


Figura 8.- Alineación de la rejilla de dispersión de 1200 líneas/mm dentro de su nueva celda.

Es importante mencionar que dado que la densidad de líneas de esta rejilla de 1200 líneas/mm es mucho mayor que la rejilla de 150 líneas/mm, es de esperarse que las líneas de la rejilla no puedan ser resueltas con el objetivo de microscopio usado una alternativa es usar otro objetivo con mayor amplificación aunque trae como desventaja que la distancia de trabajo es por mucho mas corta y requiere acercar mucho mas el objetivo de microscopio a la superficie de la rejilla de dispersión. Pero hemos visto que basta con enfocar partículas de polvo que se encuentra en la superficie de difracción para garantizar que la rejilla queda en su posición correcta dentro de la celda.

Para alinear y dar pequeñas correcciones de orientación de las líneas de la rejilla de dispersión es necesario realizarlo con la rejilla montado en el espectrógrafo después de haber garantizado la alineación del CCD con alguna de las rejillas que ya se encuentre alineado en su celda y posteriormente sustituir por la nueva celda con la rejilla que se desea alinear.

4.- REJILLA DENTRO DEL ESPECTRÓGRAFO

Se realizaron observaciones de prueba en la noche de ingeniería 2010-03-19. Observamos una estándar G191-B2B acoplado con el CCD SITE3 (1024X1024, con píxeles cuadrados de 24 micrómetros) dado que el nuevo CCD Marconi todavía no estaba disponible. Tomamos espectros de la estándar con dos ángulos de rejilla, 17.5 grados, que coincide con el “blaze” y 18.5.

Tomamos la lámpara de arco para calibración de longitudes de onda con la rendija cerrada al tamaño de difracción. Observamos la estrella tanto con la rendija angosta como con la ancha para calibración de flujo. En la figura 9 se presenta la eficiencia de la nueva rejilla comparado con lo demás rejillas en ya existentes en el OAN.

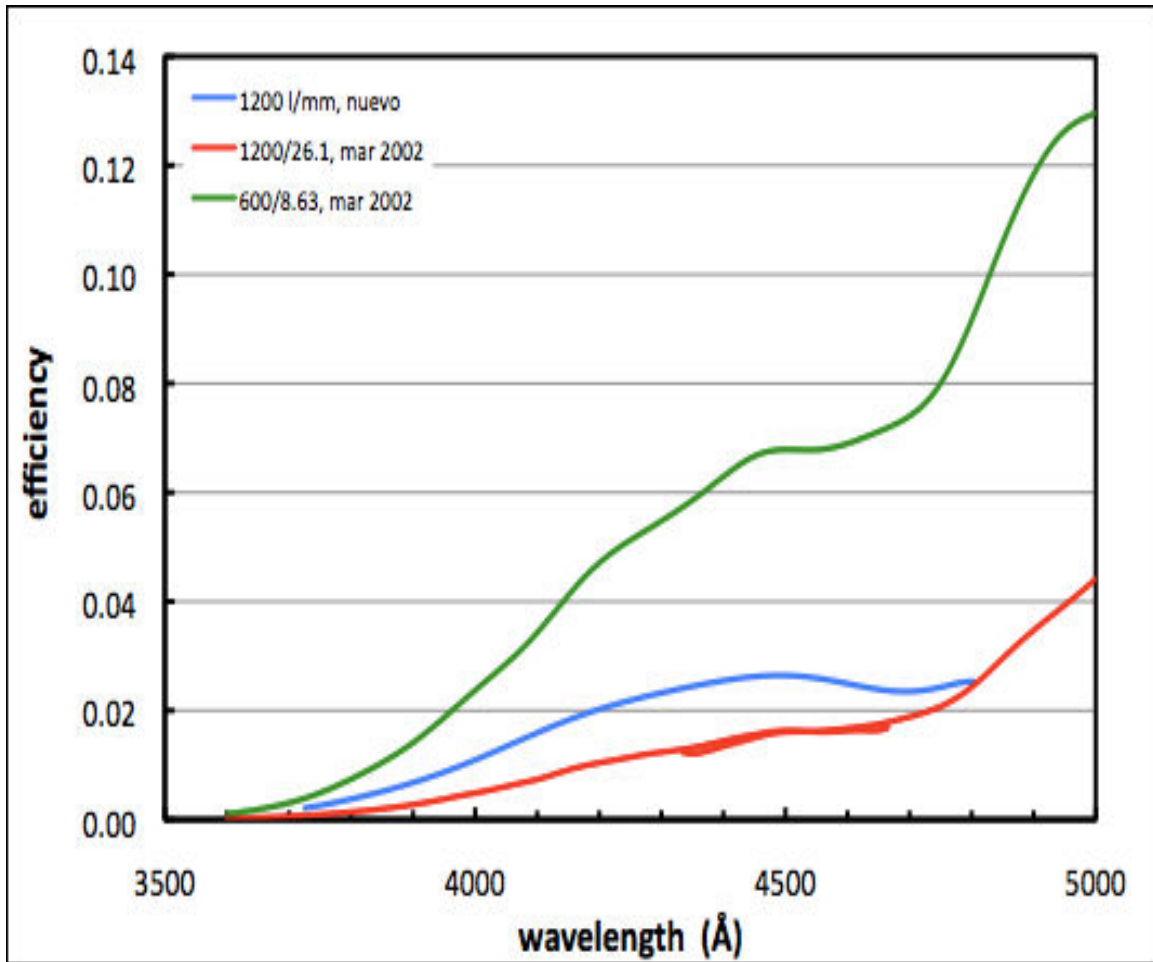
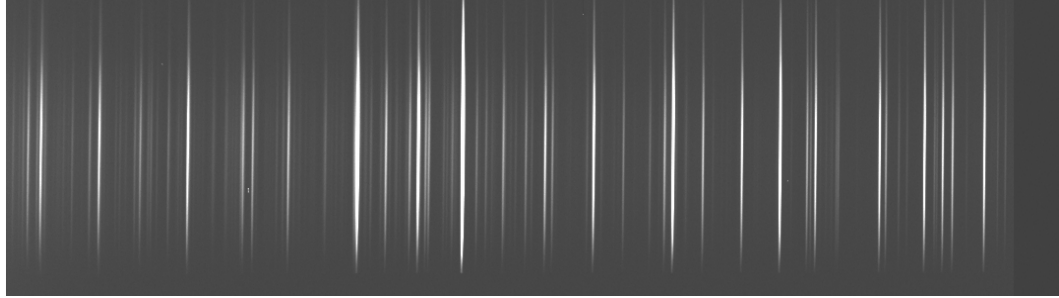


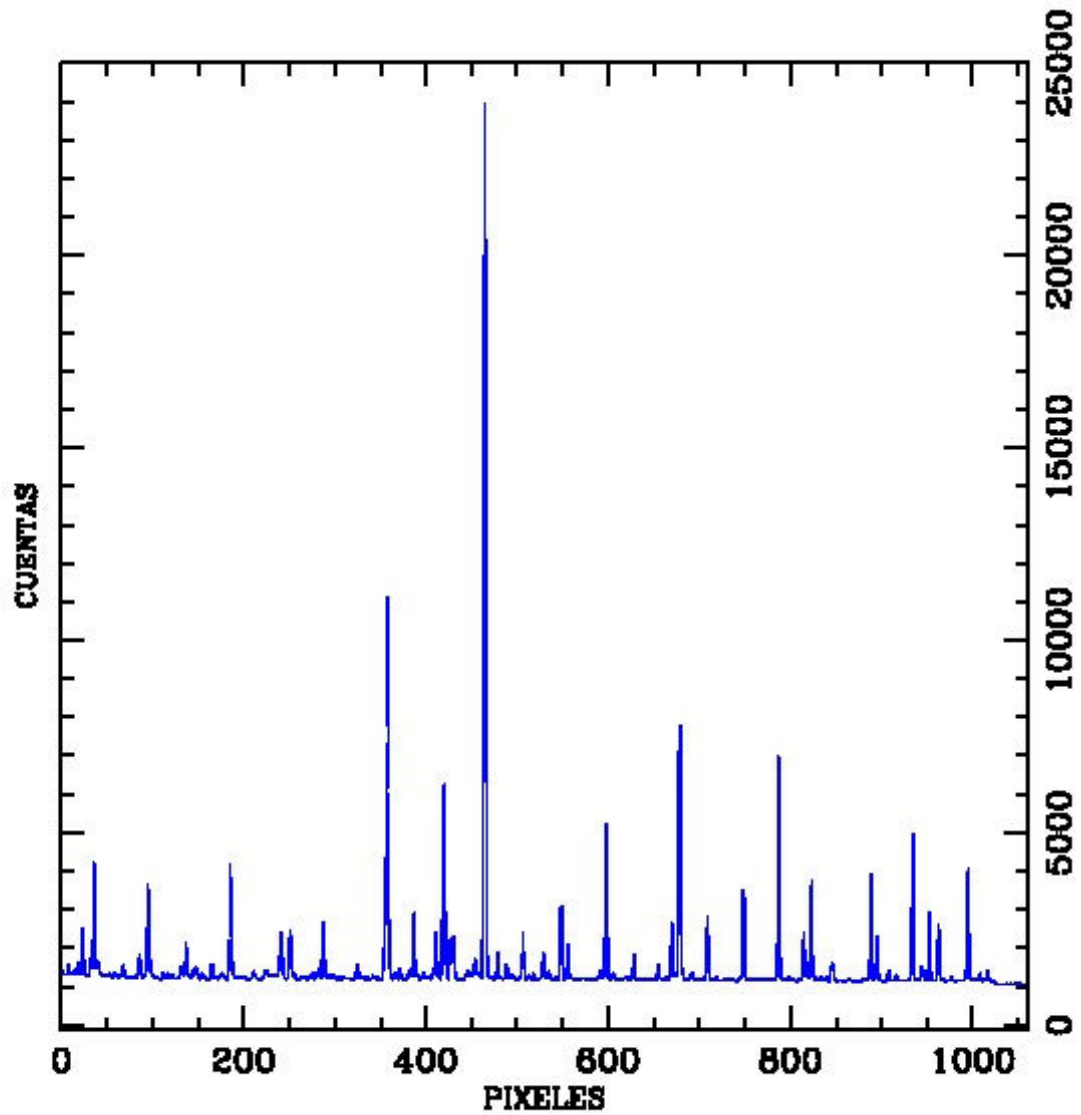
Figura 9.- Eficiencia de la nueva rejilla comparado con dos rejillas de dispersión de 600 y 1200 lin/mm.

En la figura 10 se muestran un espectro obtenido con la lámpara de comparación y se incluye una grafica de cuentas contra píxeles en dirección de la dispersión. En la figura 11 se muestra un espectro estelar; tanto el espectro de la lámpara como el estelar fueron obtenidos usando la nueva rejilla de difracción de 1200 líneas/mm.

La orientación de las líneas espectrales fueron comparadas con las obtenidas con la rejilla de 1200 lin/mm existente y se encontró una diferencia entre ellas de 0.039° . Y un desplazamiento en dirección espacial de 9 pix (para el caso del CCD usado fue el Thomson o CCD2000 de $14\mu\text{m}$ por pixel) tomando en cuenta el tamaño del píxel equivale a $126\mu\text{m}$ (o bien 5.04 segundos de arco tomando en cuenta la escala de placa del espectrógrafo).



(a)



(b)

Figura 10.- Usando la nueva rejilla con la lámpara de comparación: a) Espectro y b) Cuentas vs píxeles en dirección de la dispersión.



Figura 11.- Espectros Estelar obtenidos usando la nueva rejilla de 1200 lin/mm.

REFERENCIAS

1.- Sección de Instrumentos/Boller & Chivens en <http://haro.astrossp.unam.mx/indexspm.html>

AGRADECIMIENTOS

A Leonel Gutiérrez por proporcionar el espectro obtenido con la lámpara de comparación y a Eduardo López por la información técnica proporcionada sobre el acoplamiento de la celda de la rejilla y el sistema mecánico del espectrógrafo.



**Comité Editorial de Publicaciones Técnicas
Instituto de Astronomía
UNAM**

**M.C. Urania Ceseña
Dr. Carlos Chavarria
M.C. Francisco Murillo**

**Observatorio Astronómico Nacional
Km. 103 Carretera Tijuana-Ensenada
22860 Ensenada B.C.
editorial@astrosen.unam.mx**