

## Procedimiento para desmontar de su celda el espejo secundario f/7.5 del telescopio de 2.1 m del OAN.

E. López.

Instituto de Astronomía. Universidad Nacional Autónoma de México.  
Km. 103 Carretera Tijuana-Ensenada, Ensenada, B.C., México.

### RESUMEN:

En este trabajo se presenta el procedimiento para extraer el espejo secundario f/7.5 de su celda y la manera de reinstalarlo.

Esta maniobra se lleva a cabo cuando el espejo es transportado al piso donde se encuentra la cámara para someterlo al proceso de aluminizado.

### Contenido

---

1. INTRODUCCIÓN-----	2
2. MATERIAL NECESARIO -----	2
2.1. HERRAMIENTAS AUXILIARES -----	2
2.2. HERRAMIENTAS MANUALES -----	2
2.3. HERRAMIENTAS DE SEGURIDAD Y LIMPIEZA -----	2
3. PROCEDIMIENTO PARA DESMONTAR EL ESPEJO DE SU CELDA-----	3
4. PROCEDIMIENTO PARA INSTALAR EL ESPEJO EN SU CELDA DESPUÉS DE ALUMINIZARLO.-----	15

## 1. INTRODUCCIÓN

El telescopio de 2.12 m del Observatorio Astronómico Nacional (OAN) cuenta con tres configuraciones ópticas que son:  $f/7.5$ ,  $f/13.5$  y  $f/30$  para las cuales se utilizan tres diferentes espejos secundarios.

De estos tres espejos, el  $f/7.5$  es el de mayor diámetro (67.3 cm) y peso. El sistema mecánico que lo sujeta es complejo y difícil de desarmar y armar, por lo que el objetivo de este trabajo es presentar, paso a paso, el procedimiento para realizar la extracción y reinstalación de este espejo en su celda de la forma correcta y segura.

## 2. MATERIAL NECESARIO

### 2.1. HERRAMIENTAS AUXILIARES

- Mesa (con pistón hidráulico y la altura necesaria).
- Triángulo tubular (se almacena en el cuarto de la bomba de vacío al SUR-ESTE).
- Postes de aluminio (se localizan junto al triángulo).
- Viga de elevación (arnés con el que se desmontan los instrumentos de la platina del telescopio. Se encuentra en el cuarto de herramientas, en el Piso del Telescopio, al NOR-ESTE).
- Ganchos de solera de fierro (se encuentran junto al triángulo azul).
- Cincho de acero inoxidable para el diámetro del espejo (se encuentra colocado en el cuarto de la bomba de vacío, al SUR-ESTE).
- Embudo de aluminio pequeño.
- Manguera de plástico transparente.
- Cople de acero inoxidable para tornillo # 10-32.
- Recipiente de plástico para recibir el mercurio. Esta botella y los tres accesorios anteriores se encuentran en el mueble de madera ubicado en la pared del Piso del Telescopio de 2.12 m en el lado ESTE.

### 2.2. HERRAMIENTAS MANUALES

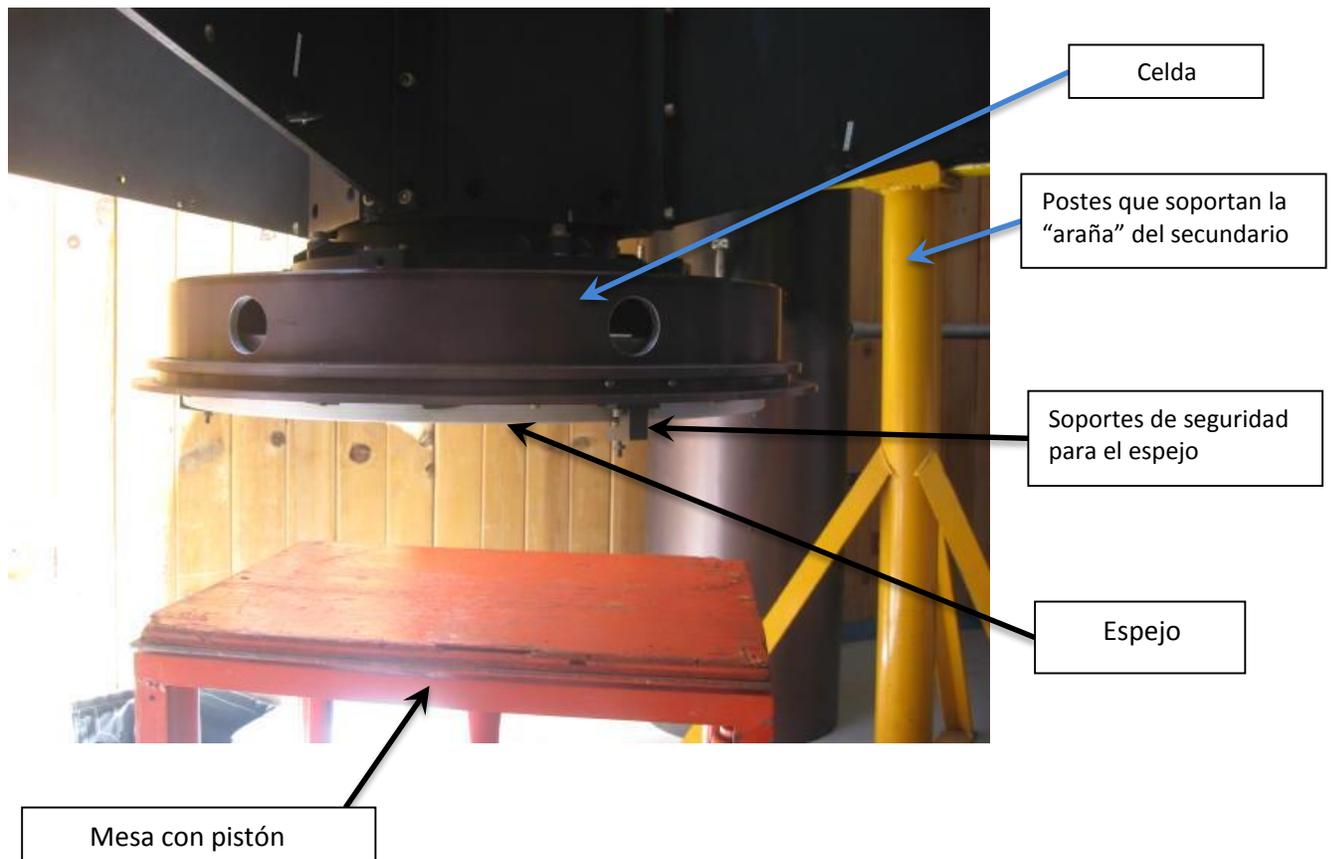
- Llaves Allen estándar.
- Desarmador Phillips.
- Llave creciente pequeña.
- Juego de llaves inglesas pequeñas.

### 2.3. HERRAMIENTAS DE SEGURIDAD Y LIMPIEZA

- Bata blanca.
- Malla para el cabello.
- Cubre bocas.
- Guantes de cirujano.
- Cascos.
- Mascarilla con filtro naranja (para gases de mercurio).

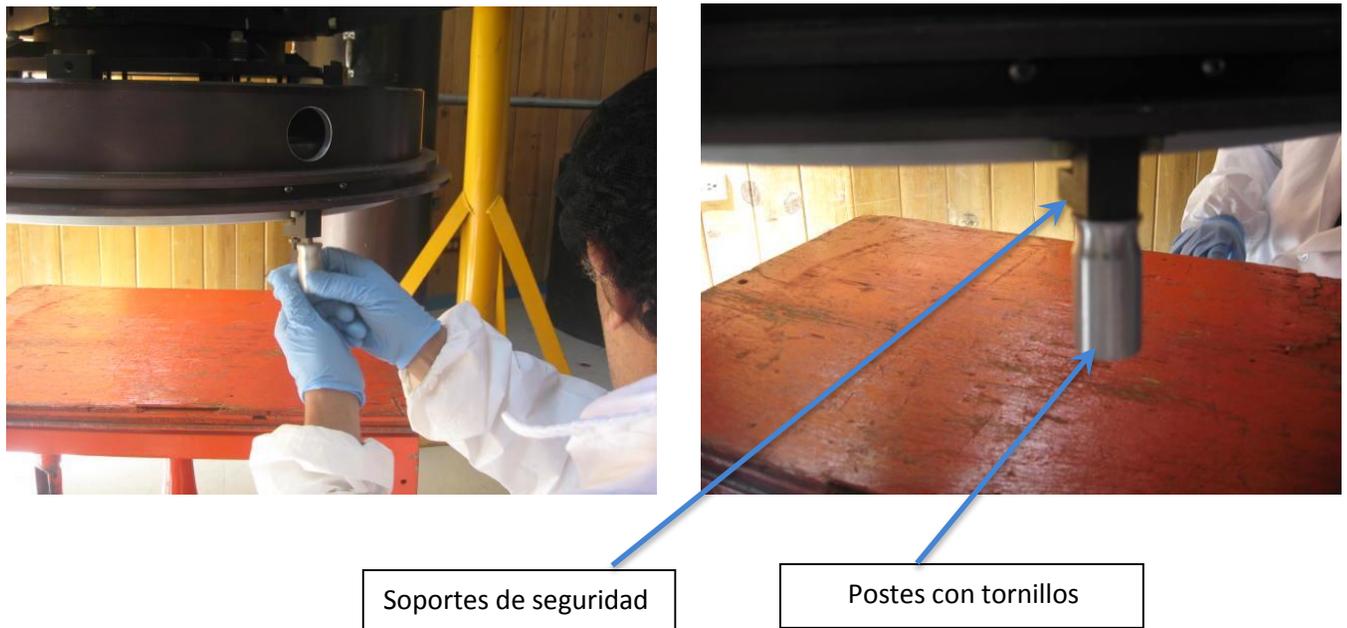
### 3. PROCEDIMIENTO PARA DESMONTAR EL ESPEJO DE SU CELDA

3.1. Teniendo desmontado el secundario  $f/7.5$  del telescopio y puesto sobre sus postes en el Piso del Telescopio de 2.12 m (ver *Figura 1*), se procede a colocar la mesa -cuya plataforma puede subir o bajar por la acción de un pistón hidráulico- con su plataforma completamente abajo.



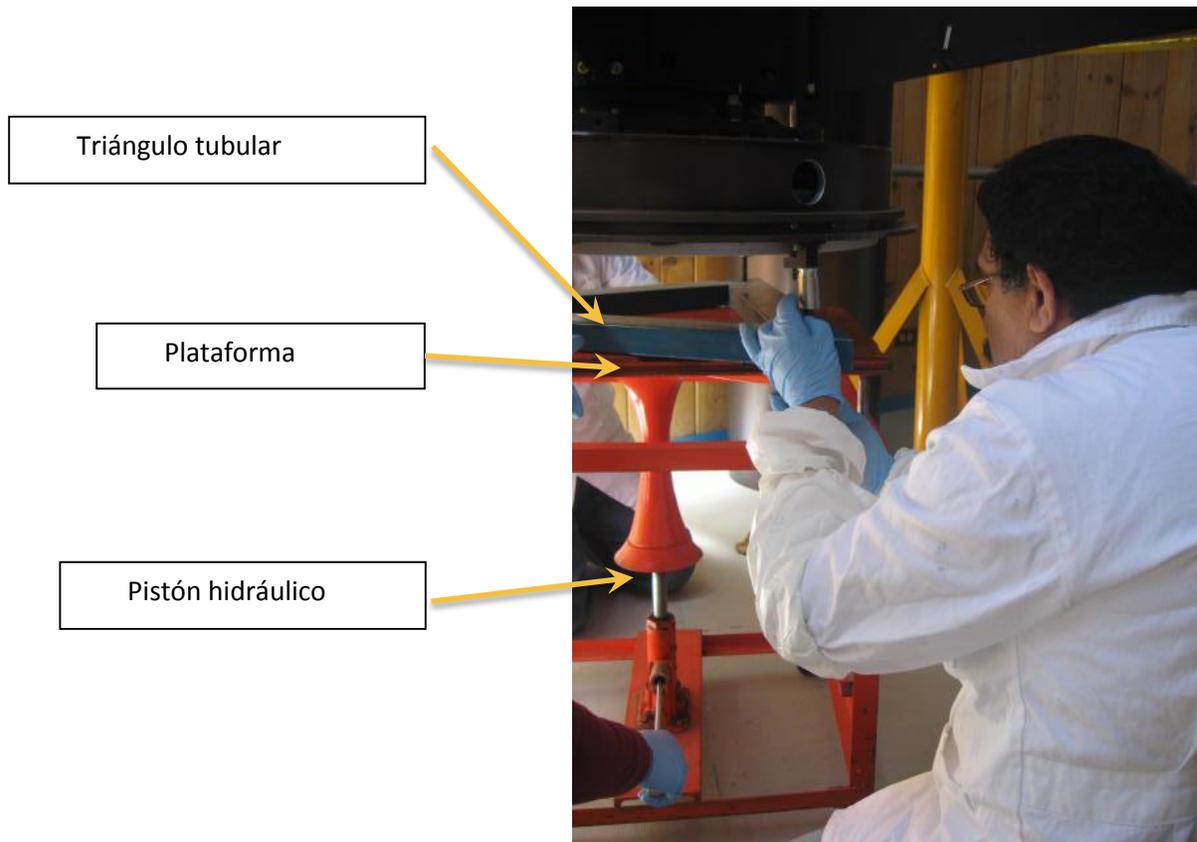
**Figura 1:** Secundario  $f/7.5$  soportado en los postes.

3.2. Se colocan los postes de aluminio (ver *Figura 2*) introduciendo los tornillos de estos postes en los soportes negros que sirven de seguridad al espejo. Estos postes tienen un corte en ángulo en su base, lo que permite alinearlos horizontalmente con respecto al triángulo tubular. Por tanto, al enroscar los postes, se debe buscar que sus bases queden alineadas horizontalmente.



**Figura 2:** Colocación de los postes de seguridad.

- 3.3. Se coloca el triángulo tubular sobre la plataforma de la mesa. El triángulo tiene tornillos con manivelas en cada uno de sus vértices (ver *Figura 3*).  
Se sube la plataforma de la mesa con el pistón hidráulico de tal manera que los tornillos del triángulo se inserten en los respectivos orificios de los postes de aluminio.



**Figura 3:** Colocación del triángulo tubular.

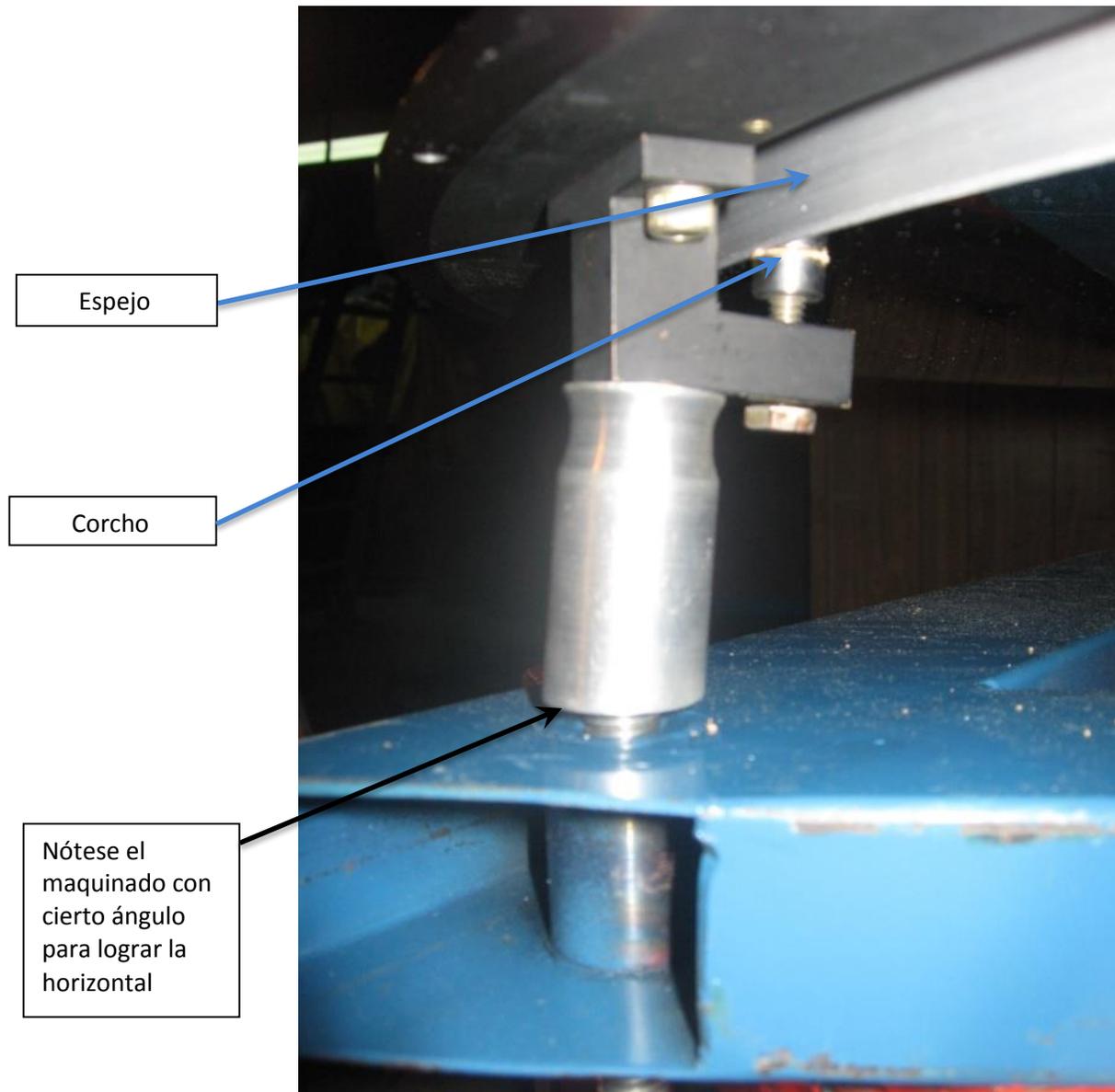
3.4. Los tornillos con manivela en los vértices del triángulo tubular, nos permiten aproximar el triángulo a los postes de aluminio corrigiendo el desnivel del piso (ver *Figura 4*).



*Figura 4: Manivela de nivelación.*

Manivela

- 3.5. Se revisa que los tornillos con corcho se encuentren haciendo contacto con el espejo (maniobra que siempre se realiza cuando se mueve de lugar el secundario) para evitar los movimientos bruscos dentro de la celda (ver *Figura 5*).



**Figura 5:** Ubicación de los corchos de contacto.

3.6. Una vez que se aproximó la mesa, y el triángulo está soportando al espejo, se procede a quitar el anillo que sujeta al espejo con el cinturón de mercurio.

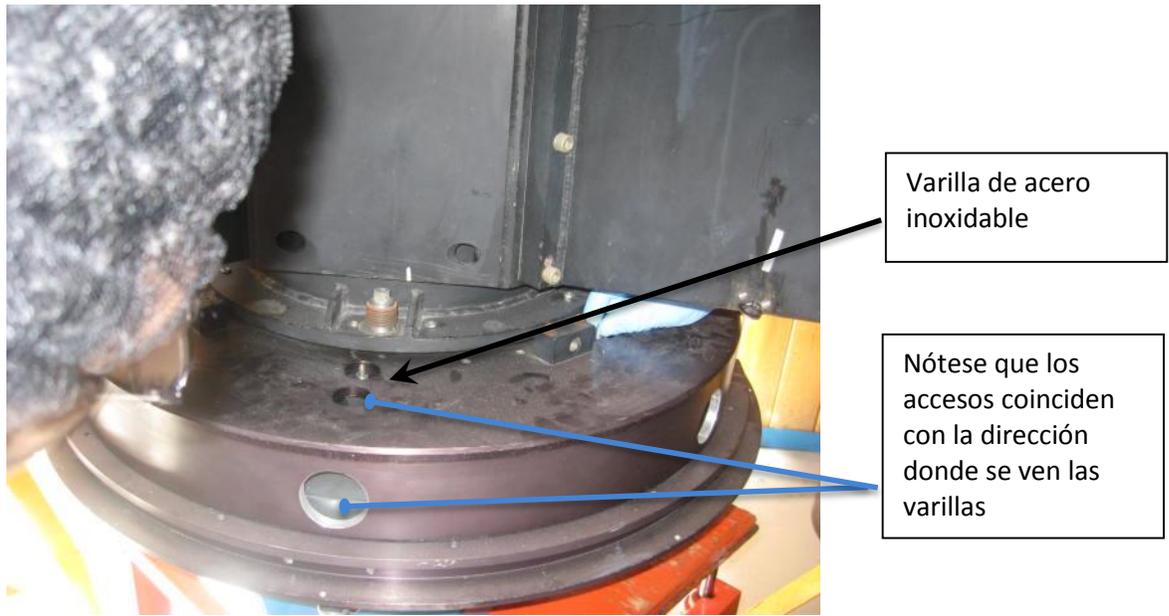
**Como seguridad se dejan cuatro tornillos en las esquinas, en forma de cuadrado, y el resto se retiran (ver Figura 6).**

Anillo que sostiene al cinturón de neopreno, que a su vez sujeta lateralmente al espejo



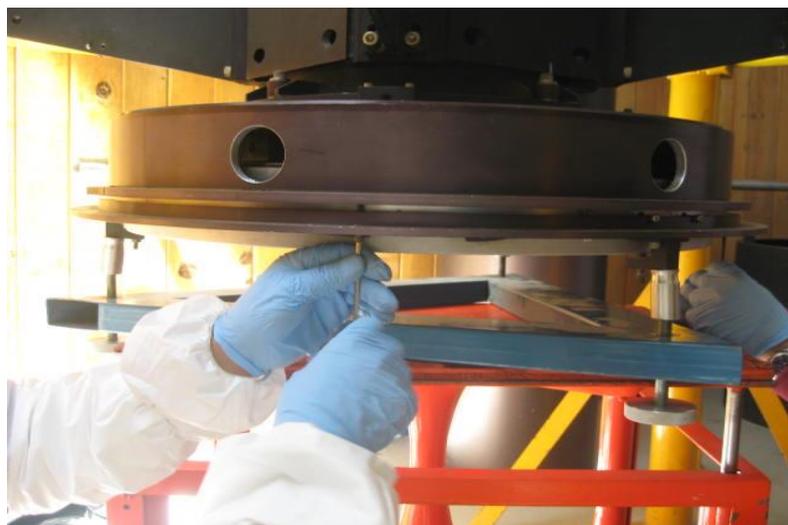
***Figura 6: Removiendo tornillos del anillo de soporte del espejo.***

- 3.7. En la parte posterior del espejo se encuentra un sistema triangular de balancines y barras de aluminio con el que se sujeta a la celda. Las barras tienen orificios por los cuales pasan unas varillas delgadas de acero inoxidable que se atornillan al espejo y, en el otro extremo, se sujetan con una tuerca al sistema triangular de balancines (ver *Figura 7*). Se coloca una llave Allen en la cabeza de la varilla para evitar que gire, y con una llave o creciente se procede a quitar las tuercas.



*Figura 7: Ubicación de las varillas de acero inoxidable.*

- 3.8. Una vez que se sueltan las varillas, se procede a quitar los cuatro tornillos restantes del anillo (ver *Figura 8*).

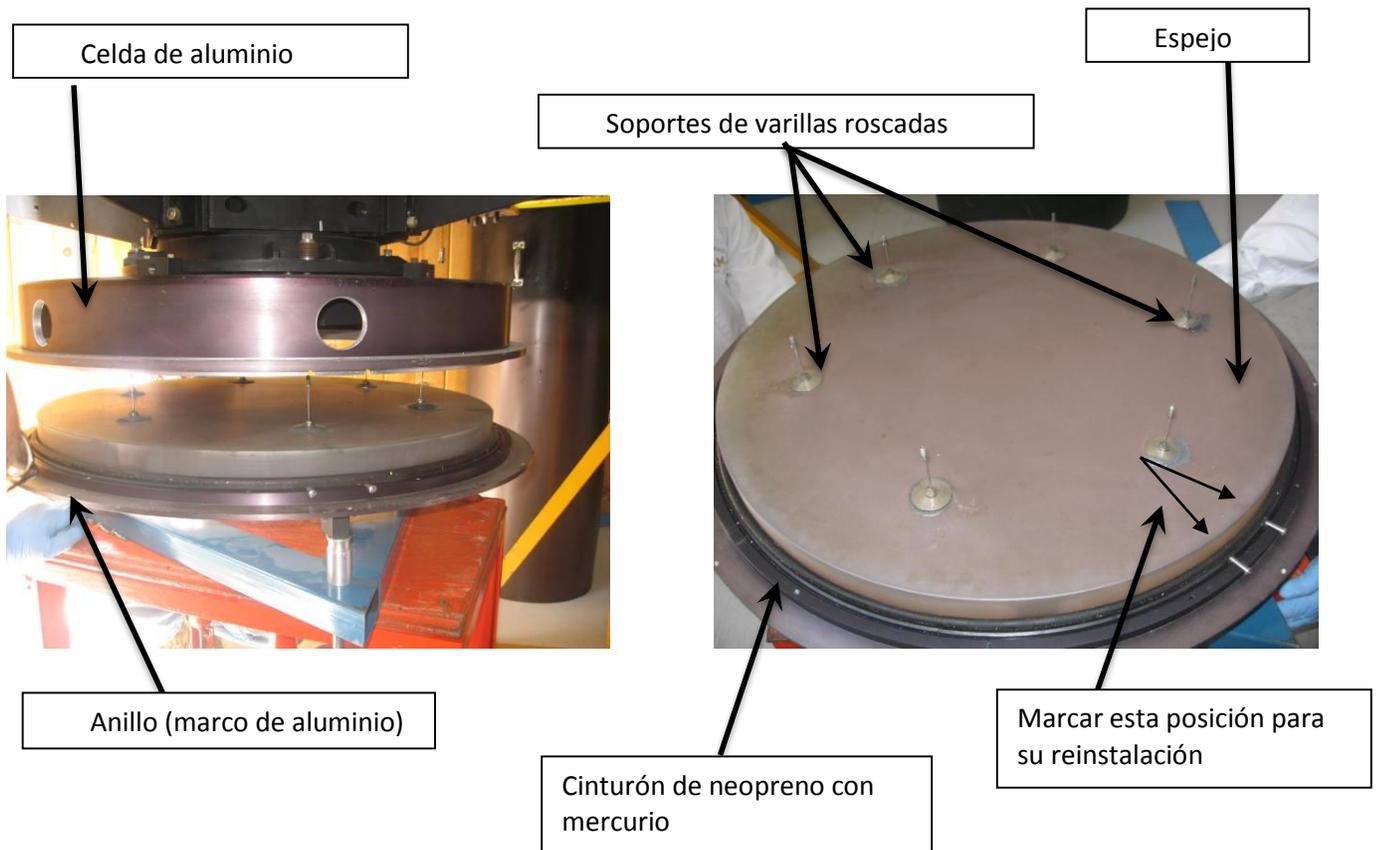


*Figura 8: Removiendo el resto de los tornillos del anillo de soporte del espejo.*

3.9. Se procede a bajar lentamente el espejo abriendo un poco la llave del pistón hidráulico.

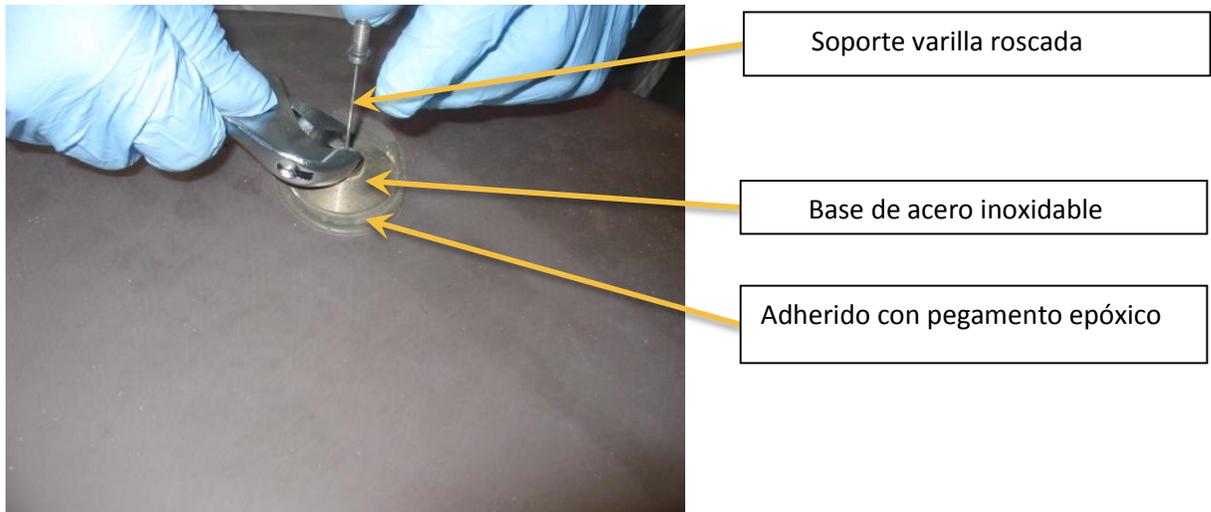
**Es necesario dejar alguna marca de la posición de los tubos de acceso al mercurio con respecto a las varillas roscadas de acero inoxidable pegadas al espejo.**

De esa manera, al regresar el espejo, coincidirán tanto los orificios de las varillas roscadas como los accesos maquinados que tiene la celda (ver Figura 9).



**Figura 9:** Bajando el espejo y agregando marcas de posición.

3.10. Con una llave o creciente, también **con mucho cuidado**, se desatornilla la varilla de su base metálica (ver *Figura 10*).



*Figura 10: Removiendo las varillas.*

3.11. Se levanta levemente el extremo donde se encuentran los tubos de acceso al mercurio para que éste se desplace hacia abajo y no se derrame al quitar un tornillo de alguno de los tubos.

**En esta etapa es necesario utilizar la mascarilla con filtro naranja que evita la inhalación de vapores de mercurio.**

A continuación, con un desarmador Phillips, se quita uno de los tornillos y se coloca el recipiente con la manguera y su cople (ver *Figura 11*).



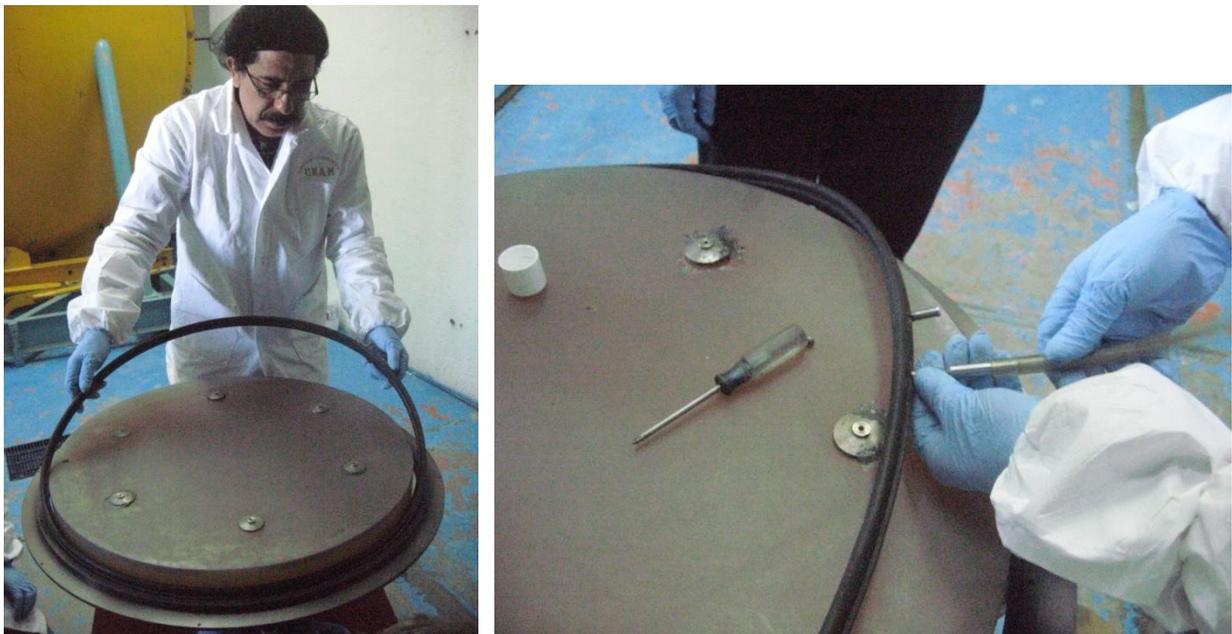
*Figura 11: Colocación de la manguera para extracción de mercurio.*

- 3.12. Teniendo listo el recipiente donde se deposita el mercurio, entonces se pone horizontal el espejo y se extrae el tornillo del otro tubo de manera que permita el paso del aire para que el mercurio fluya. Si no está saliendo el mercurio, se levanta del otro extremo para tratar de extraer lo más posible (ver *Figura 12*).



*Figura 12: Extrayendo el mercurio del cinturón.*

- 3.13. Se transporta el espejo sobre la mesa hasta el Piso de Aluminizado. Ahí se quita el cinturón de neopreno que contiene al mercurio y se vuelven a colocar los utensilios para terminar de extraer el mercurio. Esto es necesario para que al regresar el espejo a su lugar, el cinturón esté adelgazado y permita que el espejo entre libremente en la celda (ver *Figura 13*).



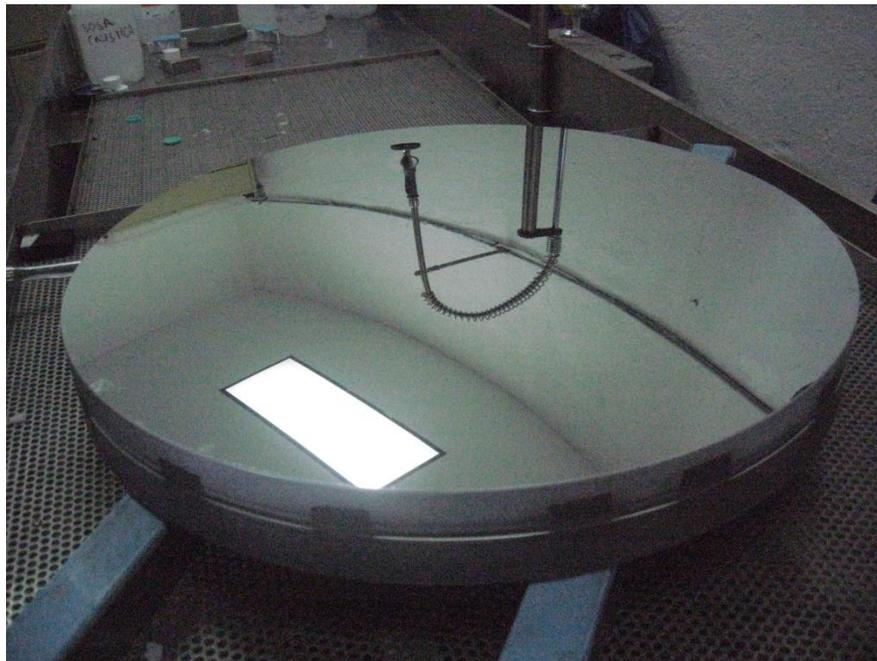
*Figura 13: Retirando el cinturón de mercurio.*

3.14. Teniendo el espejo hacia abajo se le coloca el cincho de acero inoxidable para poder manejarlo (ver *figura 14*). El cincho tiene un ancho que permite abarcar gran parte del espesor del espejo, como lo muestra la figura, de esta forma se puede manipular con la grúa que hay en el Piso de Aluminizado: estando suspendido, se hace girar el espejo para colocarlo hacia arriba. Esta tarea es un poco complicada porque el espejo está desbalanceado ya que tiene más peso en la parte inferior del cincho.



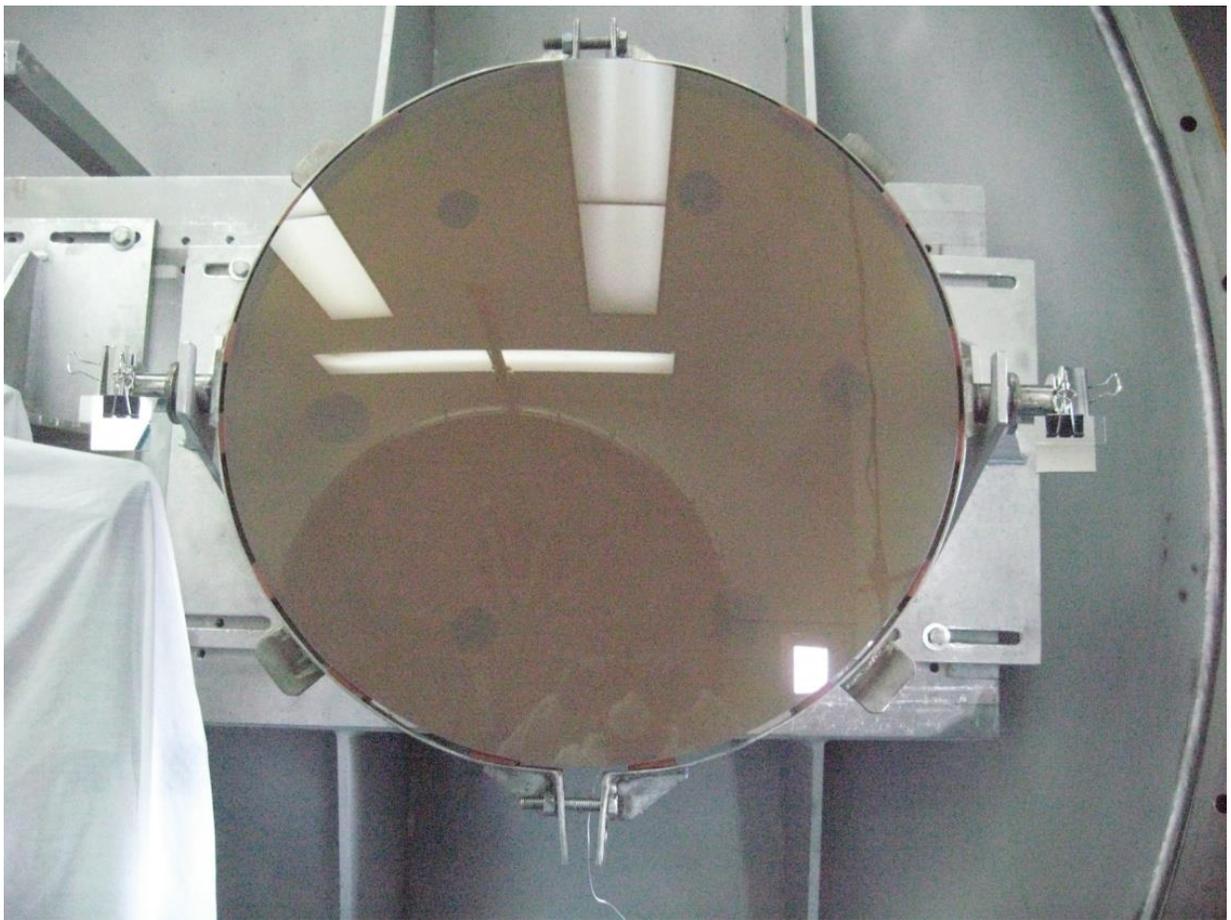
**Figura 14:** Instalación del cincho para manipular el espejo con la grúa.

3.15. Usando la grúa, el espejo se coloca en la tina de acero inoxidable (ver *Figura 15*). Después se coloca la tina en el lugar donde se conecta al suministro de agua.



**Figura 15:** Espejo sobre la tina de acero inoxidable.

- 3.16. Cuando el espejo está debidamente limpio y listo para aluminizar, se le coloca el cincho de acero a una altura media de su espesor, desplazándolo ligeramente hacia la superficie que se va a aluminizar. Esto es para compensar el corrimiento del centro de masa del espejo debido a la curvatura de su área superior, donde se concentra más material. Utilizando la grúa, se coloca el espejo en el interior de la tapa de la cámara de aluminizado (ver *Figura 16*).



**Figura 16:** Colocación del espejo en la cámara de aluminizado.

#### 4. PROCEDIMIENTO PARA INSTALAR EL ESPEJO EN SU CELDA DESPUÉS DE ALUMINIZARLO.

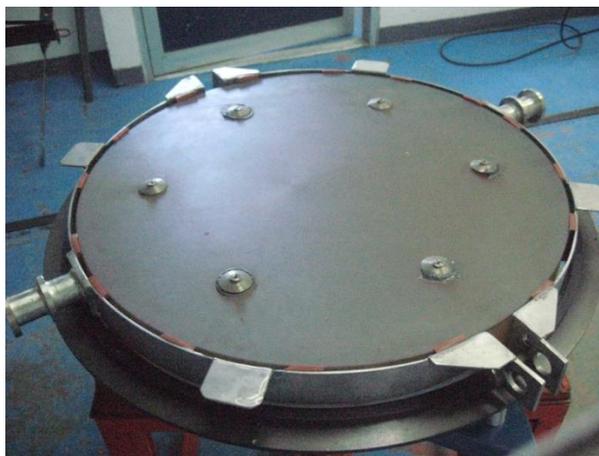
- 4.1. Cuando se quita el espejo de la tapa de la cámara de aluminizado, el cincho de acero inoxidable se encuentra adecuadamente colocado para que el espejo esté balanceado, por lo tanto, el espejo se debe colocar en otra mesa para poder soltar y desplazar el cincho al extremo de la orilla contraria a la superficie reflectora, en la posición en la cual se puede girar, y colocarlo hacia abajo (ver *Figura 17*).



Nótese la posición en la que debe quedar el cincho: desplazado hacia abajo, con la superficie reflectora del espejo hacia arriba.

*Figura 17: Reposicionando el cincho.*

- 4.2. Con la grúa se levanta el espejo y con cuidado se gira para colocarlo hacia abajo. En esta posición se lleva a la mesa donde se tienen el anillo y el triángulo que van a recibir al espejo (ver *Figura 18*).



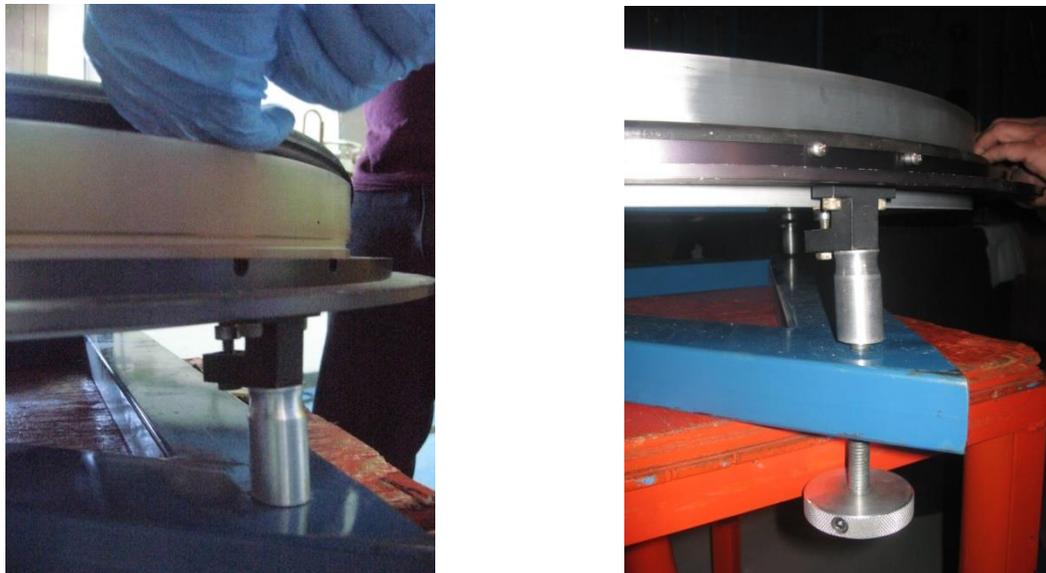
*Figura 18: Posicionando el espejo en el triángulo tubular.*

- 4.3. Se debe tener cuidado en hacer coincidir la marca que anteriormente se le colocó al espejo, con las ranuras del anillo de aluminio en donde encajan los tubos de acceso al mercurio, así como la posición de los soportes de las varillas roscadas de acero inoxidable para que entren en los orificios del sistema triangular de balancines de la celda (ver *Figura 19*).



*Figura 19: Alineando el espejo con las marcas.*

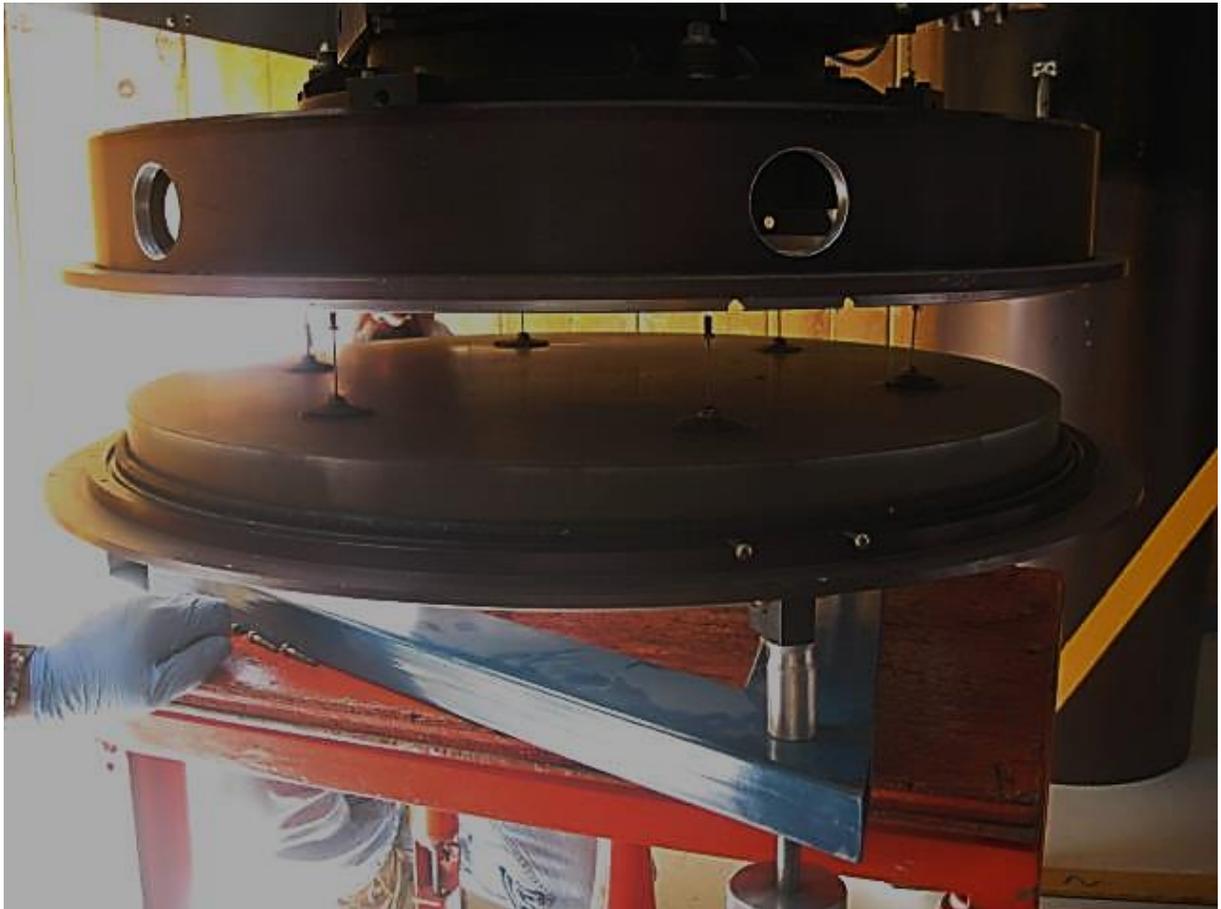
- 4.4. Se procede a colocar el cinturón de neopreno. Éste tiene una pequeña ceja por ambos lados que encaja alrededor del espejo y se apoya alrededor del anillo. Se coloca el cinturón haciendo coincidir los tubos de acero inoxidable con los rebajes que tiene el anillo de aluminio (ver *Figura 20*).



*Figura 20: Colocación del cinturón de neopreno.*

- 4.5. Se lleva el espejo al Piso del Telescopio y se le colocan las varillas roscadas de acero inoxidable en los soportes que están pegados con epóxico.

Se coloca debajo de la araña del secundario y, lentamente, con el pistón hidráulico, se eleva **aproximándolo con mucho cuidado** a la celda (ver *Figura 21*).



*Figura 21: Introduciendo el espejo en su celda.*

- 4.6. La celda del secundario tiene accesos laterales por donde es posible ver y guiar las varillas roscadas para que entren en los respectivos orificios de las barras del triángulo con balancines (ver *Figura 22*).

**Este procedimiento debe realizarse con mucho cuidado y, sobre todo, mucha paciencia, ya que se requiere que todas las varillas logren entrar en su lugar.**



*Figura 22: Accesos laterales para guiar las varillas de acero inoxidable.*

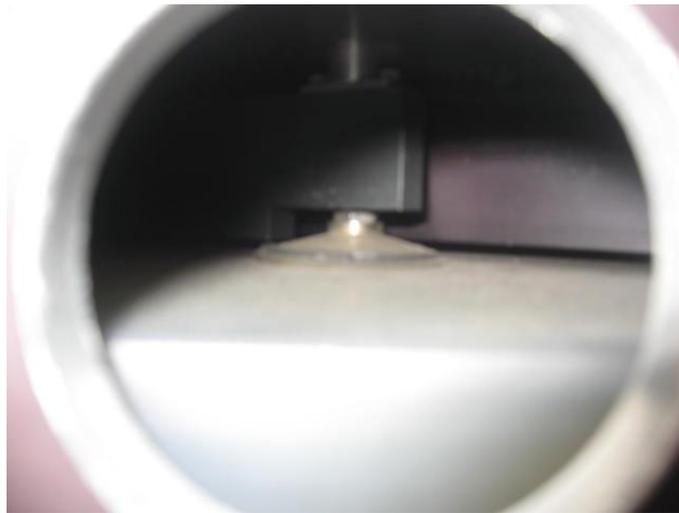
- 4.7. Con la experiencia que se ha obtenido en este procedimiento, se sugiere lo siguiente:
- La celda del secundario tiene un sistema de tres balancines que sostienen a tres barras de aluminio las cuales tienen, en sus extremos, los orificios por los que deben pasar las varillas de acero inoxidable que sujetan al espejo. Estas barras, por estar sujetas con balancines, nos permiten cierta movilidad, por lo que las podemos inclinar ligeramente cuando estamos aproximando el espejo a la celda.
  - Se escogen dos de estas barras y se inclinan hacia una misma dirección. Esto nos permite acercarlas a las varillas de acero inoxidable, que también se van aproximando al subir el

espejo con la manivela cercana a las barras y varillas; el resto de las varillas todavía no tienen que hacer contacto.

Esto nos permite apuntar y empezar a introducir las varillas en los orificios de las barras.

- Debe tenerse cuidado al introducir las varillas en las barras de aluminio porque tienen dos diferentes diámetros, el primero más grande que el segundo, lo que forma un escalón que las varillas tienen que librar.
- Cuando la varilla asome la cabeza del tornillo por encima de la barra, se puede colocar la tuerca para sostener momentáneamente al espejo (no apretando totalmente la tuerca).
- Ya que estas varillas están a diferente altura dentro del orificio de las barras, estas se inclinan ligeramente en dirección opuesta para permitir la introducción de las siguientes varillas, así, con la ayuda de las manivelas, se va subiendo lentamente el espejo y, con cuidado, se hace coincidir una a una.

En la *Figura 23* se muestra cómo quedan las varillas, ya pasadas, a través de la barra de aluminio.

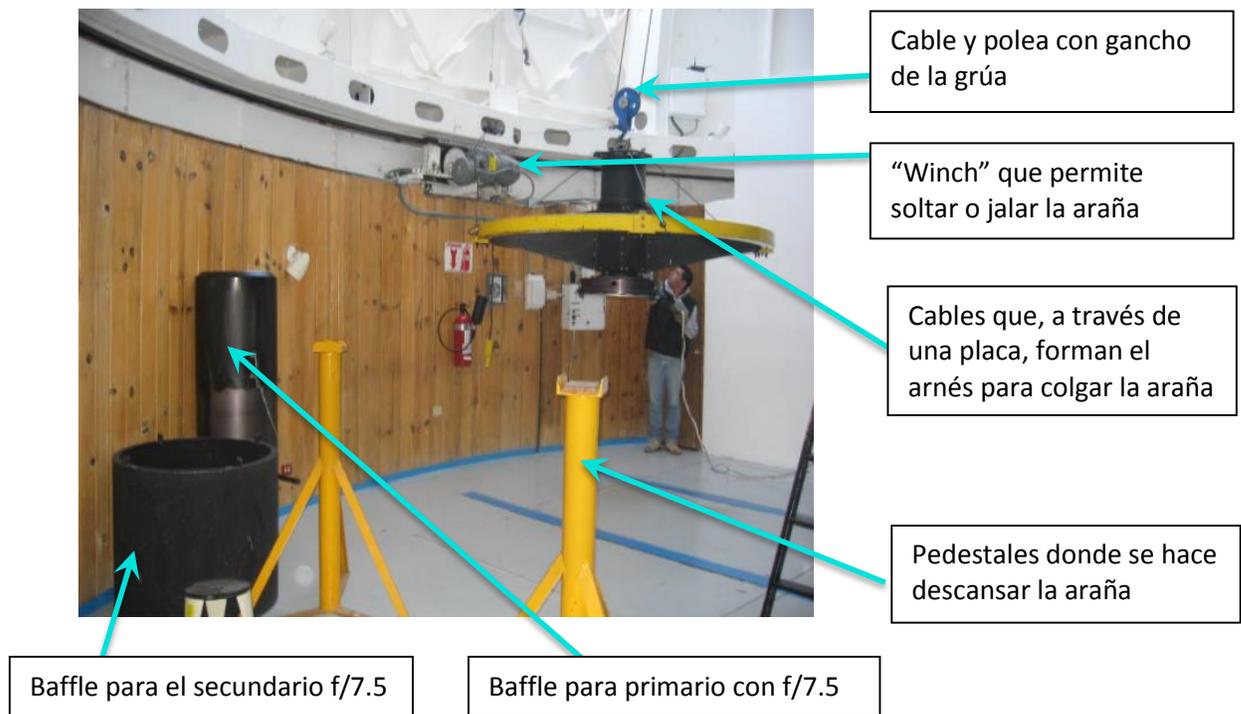


*Figura 23: Varilla insertada en su barra de aluminio.*

- 4.8. Cuando todas las varillas han pasado y empiezan a salir por el otro extremo de las barras, se procede a sujetar una a una con las tuercas correspondientes. El apriete se hará en una secuencia triangular, correspondiendo a cada una de las barras.

**Se debe tener cuidado al apretar las tuercas ya que las barras de aluminio tienen una distancia definida y única para formar un tope y no se debe apretar más allá de ese límite. Para apretar estas tuercas, es necesario utilizar la llave Allen correspondiente a la cabeza de la varilla roscada, y con ésta, sujetar y evitar que la varilla gire y se pueda desprender del pegamento con el que está adherida al espejo.**

- 4.9. Ya que está suspendido el espejo en el sistema mecánico de la celda, se procede a colocar el anillo que sostiene al cinturón de neopreno.
- 4.10. Una vez armado todo el sistema del espejo secundario, hacemos uso de la grúa de la cúpula y del “winch” que está instalado en el extremo, donde cierra la cortina. Enganchamos el cable de la grúa de la cúpula en el arnés con el que se transporta el secundario, y se sujeta el gancho de la grúa con el cable del “winch” para evitar que se desplace, ya que el secundario se encuentra a la orilla de la cúpula, fuera de la vertical del cable de la grúa.  
Se tensa ligeramente el “winch” y se va levantando lentamente el secundario con la grúa.  
En el momento que la orilla del secundario libra la altura de los postes que lo sostenían, se mueve la cúpula hacia el OESTE y se libera la tensión del cable del “winch” para que únicamente cuelgue del cable de la grúa (ver *Figura 24*).



**Figura 24:** Posicionando la araña del secundario para recargar el mercurio.

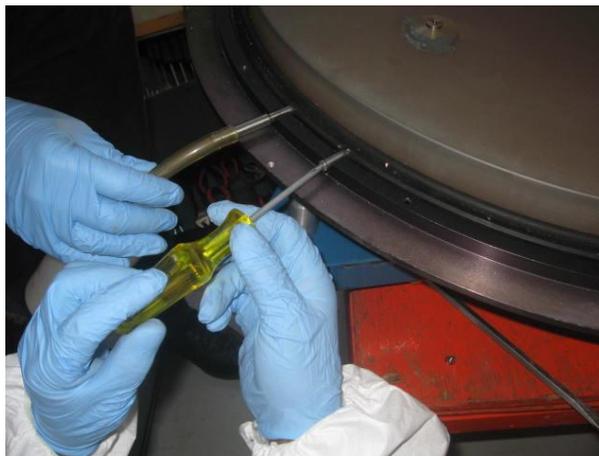
- 4.11. Teniendo el secundario en este lugar, se procede a quitar con un desarmador Phillips el tornillo por donde vamos a introducir el mercurio y aflojamos el otro tornillo para permitir la salida de aire y la entrada de mercurio en el cinturón de neopreno (ver *Figura 25*).

**Recuerde que es necesario utilizar la mascarilla con filtro naranja que evita la inhalación de vapores de mercurio.**



*Figura 25: Quitando el tornillo para rellenar de mercurio.*

- 4.12. Se coloca el embudo con la manguera correspondiente en el tubo del cinturón (ver *Figura 26*).



*Figura 26: Colocación del embudo para recargar el mercurio.*

- 4.13. Dos personas se apoyan en el extremo del secundario opuesto a donde se va a verter el mercurio.
- 4.14. Ya que se ha restituido todo el mercurio extraído al inicio, se procede a colocar y apretar los tornillos correspondientes del cinturón de neopreno.
- 4.15. Por último, se realiza a la inversa el procedimiento para quitar el secundario de sus pedestales con la ayuda de la grúa y el “winch”, y se coloca nuevamente en su lugar de descanso.