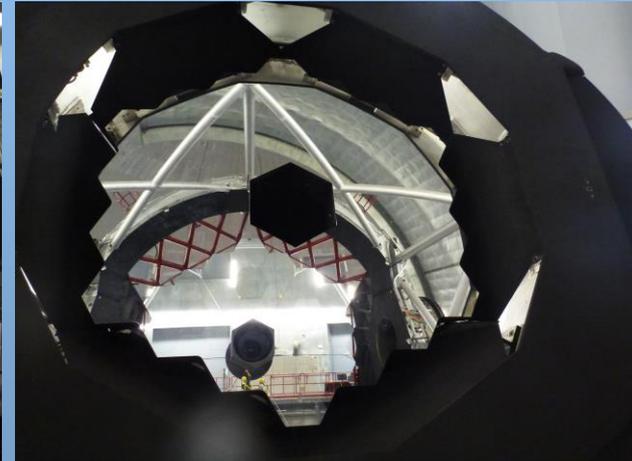
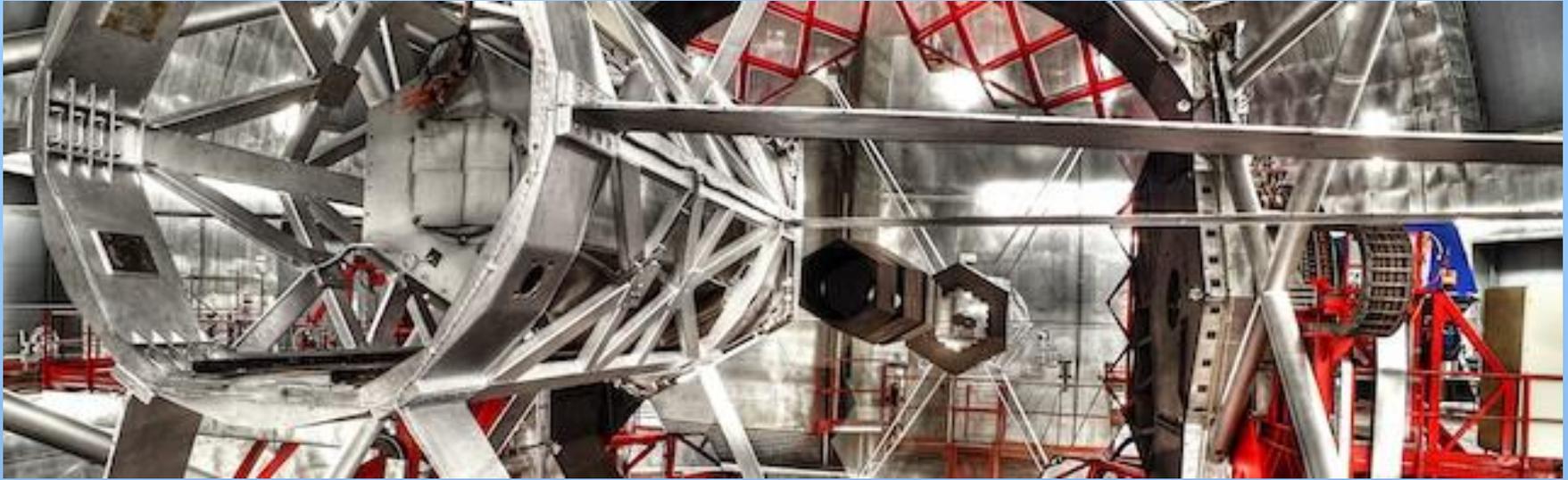


# Mantenimiento de la Reflectividad en GTC

Congreso RIA. Promoviendo Sinergias entre  
Observatorios Españoles. 23-26 Octubre 2023 La  
Palma



**Dra. Manuela Abril**

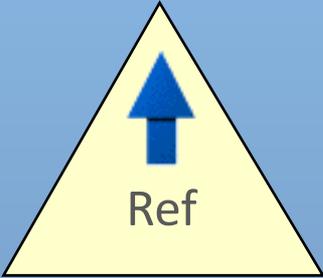


$$R_{\text{total}} = R(\text{M1}) \times R(\text{M2}) \times R(\text{M3})$$

# Métodos para aumentar la Reflectividad de los espejos

- **Aluminizado y Cambio de segmentos periódico**
- **Limpieza periódica de CO<sub>2</sub>**
- Limpieza *in-situ*
- Aplicación de polímero

Cambio de Segmentos mensual



Limpieza mensual de CO<sub>2</sub>

Ausencia de polvo sahariano\*  
 Baja humedad  
 Restricciones del telescopio favorables  
 Ausencia de eventos no controlados

**\*LÍMITES DE POLVO OPERACIÓN DE GTC**

CÚPULA CERRADA	<p>≥ 50 µg/m<sup>3</sup> siempre</p> <p>≥ 25 µg/m<sup>3</sup> si la Hr ≥ 60%</p>
----------------	--

Valores de polvo de 100 µg/m<sup>3</sup> pueden disminuir la R de un segmento entre 2 y 5 %



CO<sub>2</sub> líquido a alta presión fluye por una manguera y sufre un cambio de presión a  $P_{\text{atmosférica}}$  y se expande sin intercambio de calor → Mezcla de CO<sub>2</sub> gaseoso y nieve carbónica. Estos copos de nieve inciden sobre la superficie óptica. **SNO GUN-II (Va-Tran Systems)**

**M1:** 1-2 botellas de CO<sub>2</sub>  
(H<sub>2</sub>O < 3 ppm, de 35 kg, pureza  
99,998 %)

# Ventajas / Inconvenientes CO<sub>2</sub>

## Ventajas

- Mejora en Reflectividad (M1/M3)
- Insistir en espejos con  $R > 85\%$
- Mejora difusión y emisividad

Mejora en Reflectividad Individual, mediante Reflectómetro

(%)

$R > 88$

0,2 - 1

$80 < R < 88$

1,5 - 4

$70 < R < 80$

2 - 4 -> No realista

Mejora en R Global (M1)

0,7

## Inconvenientes

- Humedad  $> 40\%$  → No se limpia
- Cuanto menor Hr (%), más efectiva es la limpieza (estática)
- Polvo sahariano → Una vez por semana
- Equipo, restricciones del tubo
- T necesario (1 jornada/6 segm)
- Personal necesario: 2 personas
- Coste de las botellas de CO<sub>2</sub>

Disminución R/mes se recupera mediante limpieza mensual CO<sub>2</sub>

Goal: 36 segmentos/año. 6 segmentos/cambio → Hasta 1,5 %  $R_{total}$

Normalmente 4 segmentos/cambio → 1,2 %  $R_{total}$



Mejora en R total (M1) por CS	1 - 1,5 %
-------------------------------	-----------

Segmentos de M1 **permanecen** idealmente 1 año → 2 años, M2 y M3 permanecen en GTC sin aluminizar hasta **4 años** aprox.  
 Reto inicial M3 era de **2 años**, pero con limpiezas in-situ → 4 años.  
 Orientación de los espejos (M1/M2/M3) **Crucial!**



1. Lavado desde plataforma elevadora vertical
  2. Desde pasarelas Nasmyth con rodillo/esponja
  3. Durante cambio segmentos: interiores
- Jabón neutro o AD + Aclarado con agua AD  
+ Secado con IA.**

Mejora en R individual (M1/M3)	(%)
R>88 %	2
80%<R<88%	<10
70%<R<80%	<b>19</b>
Mejora en R Global	7

- ### Ventajas
- Más rápido y económico que aluminizar
  - Aumenta la Reflectividad
  - Evita alineado en tiempo nocturno

- ### Inconvenientes
- Seguridad para espejo (alargador+rodillo y electrónica)
  - Tedioso
  - Arriesgado para operador
  - No recupera el scattering a nivel de espejo Al

Versión no diluida: CS (M1)/2/3: mejora de R individual aprox. 18 %

Diluida: Protección para almacenamiento óptico a largo plazo

Temperatura: hasta 10-15 °C, Hr = 40 - 60%

ANTES	V1	V2	V3	Media
R %B(470 nm)	71,53	72,62	70,82	<b>71,66</b>
R %G(530 nm)	70,38	72,18	70,39	<b>70,98</b>
R %R(650 nm)	68,06	69,88	70,42	<b>69,45</b>
R %I(880 nm)	67,63	67,58	65,62	<b>66,94</b>



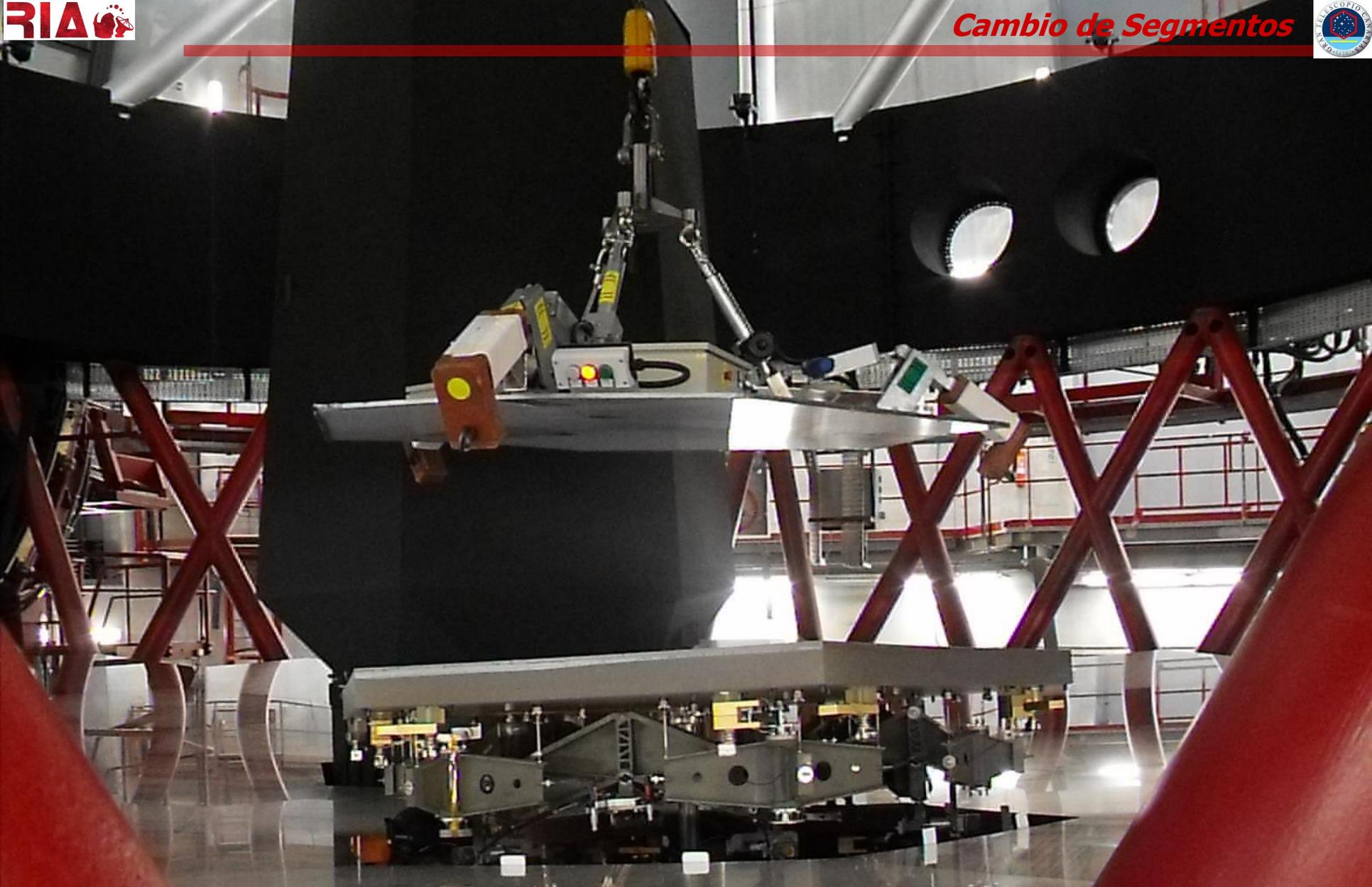
**VENTAJAS**

No tóxico, inerte, elimina polvo, huellas y residuos,  
Aumenta la Reflectividad  
Etanol/Acetona atomizada/pintada

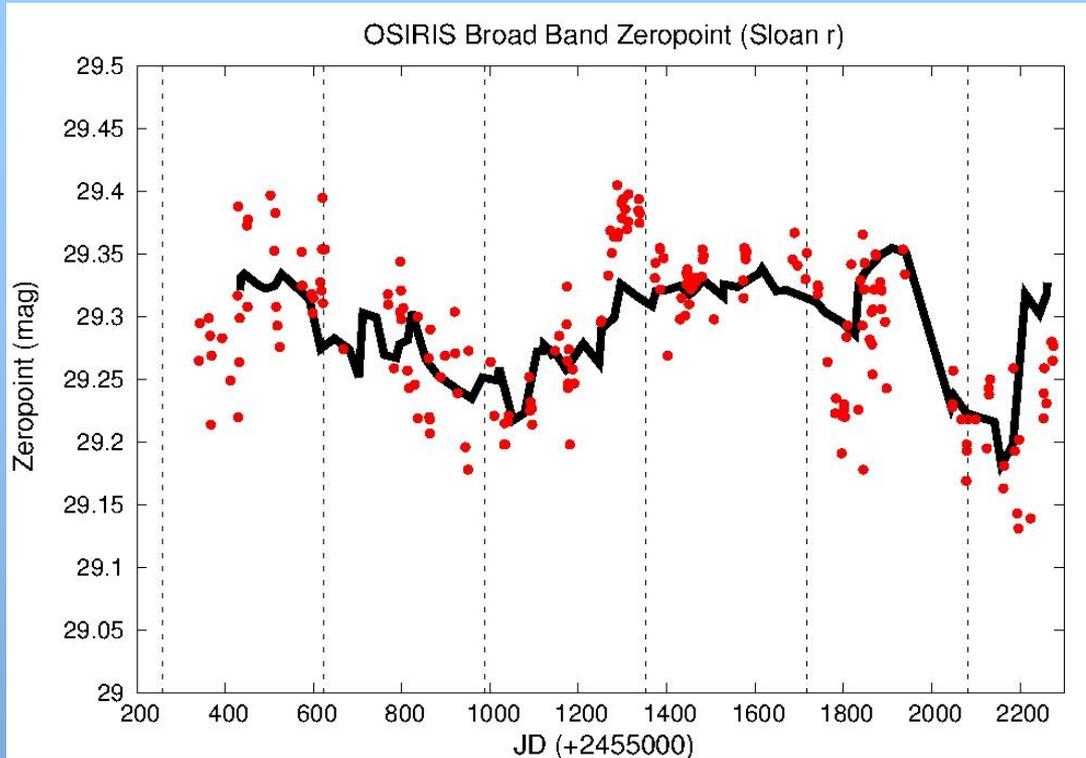
**DESVENTAJAS**

Tiempo de aplicación (1 h- 1 día)  
No recupera scattering Aluminizado  
Coste  
Plata  
No elimina manchas de aceite

DESPUÉS	V1	V2	V3	Media
R %B(470 nm)	88,40	88,23	87,51	<b>88,05</b>
R %G(530 nm)	88,03	88,24	87,36	<b>87,88</b>
R %R(650 nm)	87,64	87,60	87,05	<b>87,43</b>
R %I(880 nm)	86,31	86,06	85,28	<b>85,88</b>



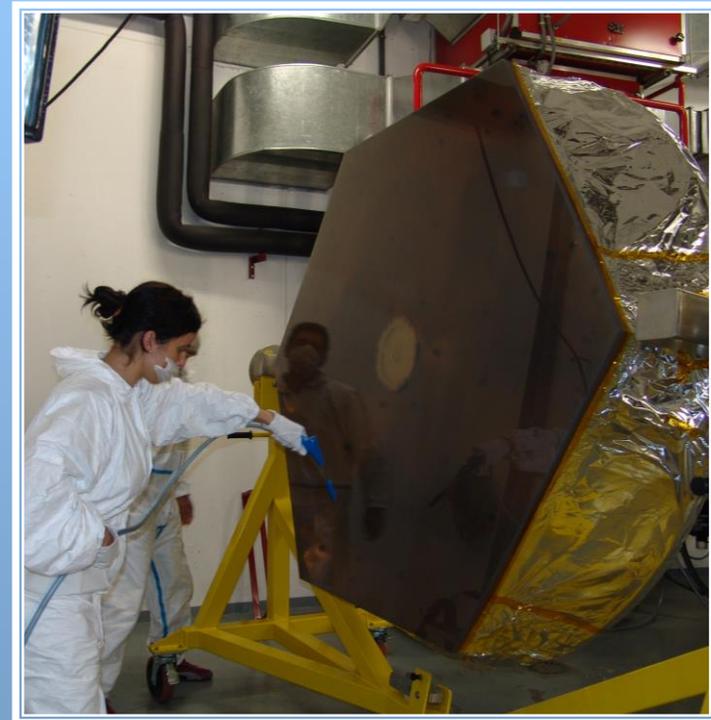
Umbral teórico para re-aluminizar M1, M2 y M3 **86 %** a 650 nm,  $R_{\text{total}} > \mathbf{64 \%}$  a 650 nm



La Reflectividad total del telescopio se calcula a partir de medidas de zeropoints mediante la siguiente expresión no-lineal:

$$R_{total} (\%) = 37.788 + 0.6 * 10^{(Z-25)}$$

1. *Stripping off* de Al. 2. Aplicación de agente de pulido y limpieza con pistola ionizante antes de introducir segmento en CR



Preparativos: Alto vacío + Enfriamiento de Criobombas. ESTADO CRYO=  $T_1 \sim 50K$ ,  $T_2 \sim 8K$

Annealing: calentamiento de las hélices de W para eliminar posibles impurezas

ASTA 2800

Se abre carro evaporadores: colocación de filamentos, verificando una buena fijación

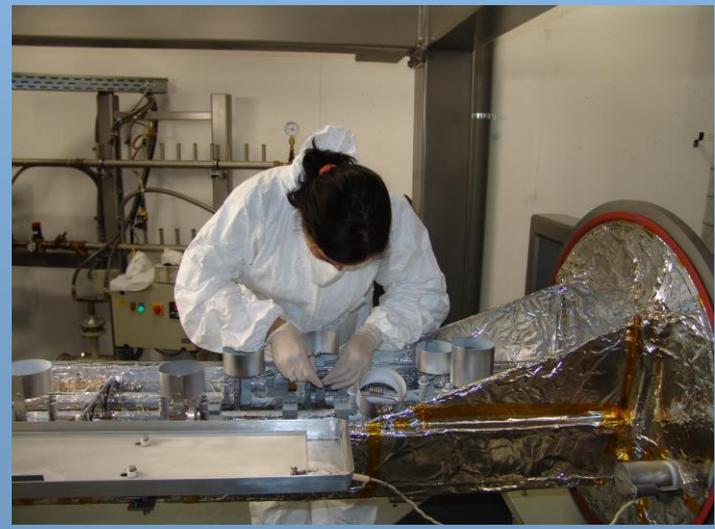
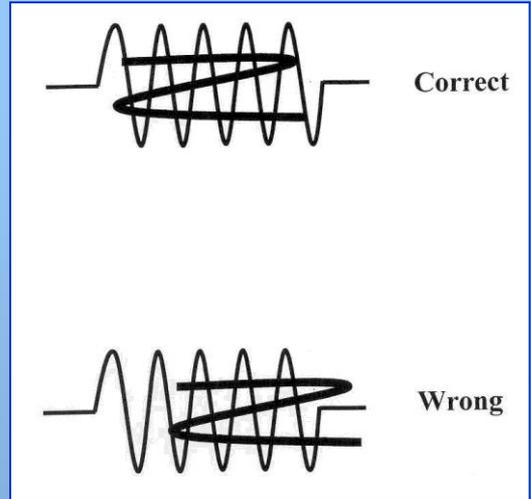
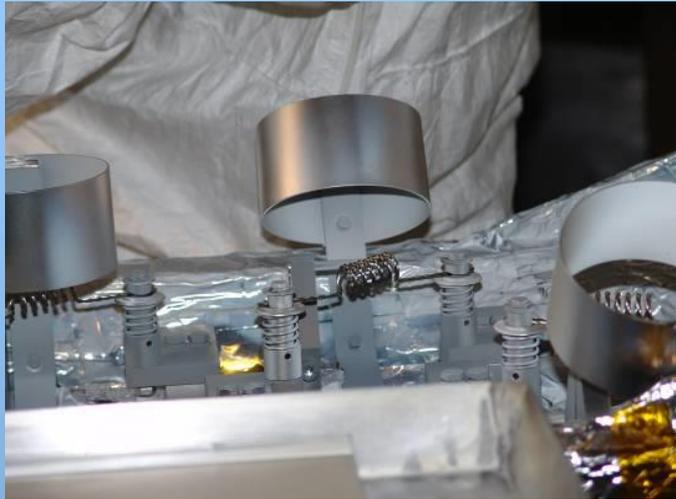
11 filamentos (M1/M3), 8 uds/M2

## 1. Outgassing de los filamentos



## 2. Ventilación a presión atmosférica

Apertura del carro de evaporadores y colocación de Aluminio en los filamentos: 1,1 gr Al/filamento → Espesor 100 nm



- 
- **FUSION DE Al: Calentamiento de los filamentos con Aluminio, SIN evaporación**
  - **Ventilación**
  - **Verificación de ausencia de goteo de Al**

## Colocación del segmento dentro de la CR

Descarga de plasma (300 mA, 2500 V): Limpieza del sustrato, mediante la entrada de un gas ( $N_2/Ar$ ). Presión de consigna: 1E-6 mbar.

- Limpieza microscópica de la superficie del sustrato.
- Creación de las condiciones para una capa de Aluminio de grano fino y homogénea altamente **reflectante**.
- Aumento de la adherencia de la película de Aluminio.

Evaporación: Alta corriente a los filamentos a 4,6 V

Presión de consigna:  $1E-6$  mbar

Rotación continuada del espejo a 20 rmp

Bajo  $Q_{leakage}$  (mbar\*l/seg)

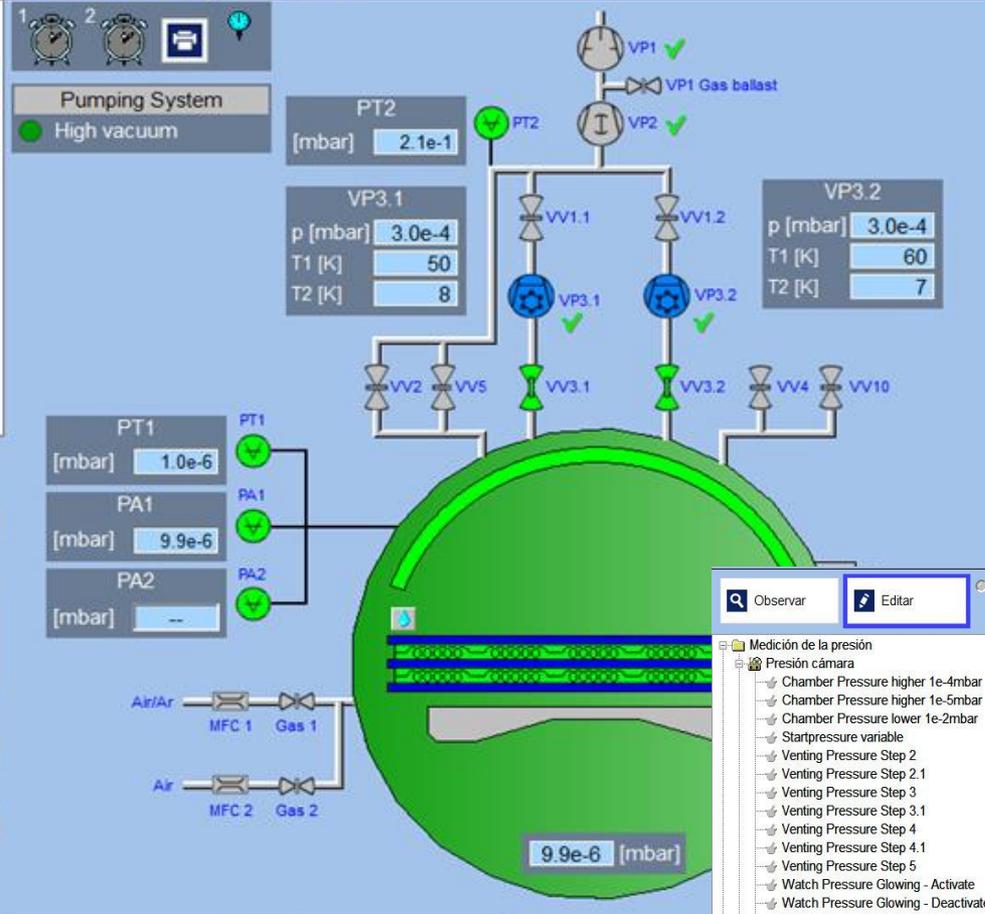


not installed 9/23/2023 10:42:35 AM

ais Automatic Mode Stop

9/23/2023 10:08:19 AM ASTA 2800 Visualization: Diagnosis started TC

ASTA 2800



Rotation			
	Setpoint	Actual	
Velocity [rpm]	5	4	
Glowing			
	Setpoint	Actual	
Current [mA]	0	0	
Resistor Evaporator 1			
	Regulation	Setpoint	Actual
Voltage [V]	<input checked="" type="checkbox"/>	1.83	1.74
Current [A]	<input type="checkbox"/>	0.00	340
Ramptime [min:s]		01:00	00:25
Resistor Evaporator 2			
	Regulation	Setpoint	Actual
Voltage [V]	<input checked="" type="checkbox"/>	1.83	1.74
Current [A]	<input type="checkbox"/>	0.00	280
Ramptime [min:s]		01:00	00:25

Module Recipe Execution

Recipe: ANNEALING 1+VENTEO

Step: Evaporation Sub\_Evaporation - Setpoint C Ramp

State: running

Layer: 1/3

**Recipe**

Start Time: 9/23/2023 10:11:05 AM

Elapsed Time [h.min:s]: 0:31:30

**Process time**

Duration [h.min:s]: 0:00:00 0:00:00

Observar Editar Filtro activo Componentes utilizados Componentes

- Medición de la presión
  - Presión cámara
    - Chamber Pressure higher 1e-4mbar
    - Chamber Pressure higher 1e-5mbar
    - Chamber Pressure lower 1e-2mbar
    - Startpressure variable
    - Start Rotation
    - Rotation On variable
  - Evaporation
    - Sub\_Evaporation - Setpoint Curve
      - Ramp
        - Evaporator 1 - Voltage variable
        - Evaporator 2 - Voltage variable
      - Hold time
      - Process time variable
    - Evaporation Post-processing
      - Rotation Off

- ANNEALING 1+VENTEO
- ANNEALING 1+VENTEO MFC2
- EVAPORATION 1
- FUSION AL+VENTEO
- FUSION AL+VENTEO MFC2
- GLOWING 1

Valor nominal [V]	0	3.0	5.5	0.0	0	60	50	120	120	0.10	1.000	0.50	0.00
0	<input type="checkbox"/>												
3.0	<input checked="" type="checkbox"/>												
5.5	<input checked="" type="checkbox"/>												
0.0	<input checked="" type="checkbox"/>												

Proyecto financiado con fondos FEDER del por el Programa Operativo Plurirregional de España 2014-2020 dentro de la actuación para la Mejora y consolidación del Gran Telescopio Canarias



¡MUCHAS GRACIAS!

