

Pruebas de Ronchi y de uniformidad visual de varias series de filtros del OAN.

C. Tejada, J. Herrera

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

RESUMEN:

Durante una noche de observación en el OAN, se notó una degradación de las imágenes al usar ciertos filtros; al revisarlos se encontraron dos cuyas monturas simplemente dejaban pasar luz por las orillas, otro más no presentaba defectos aparentes, por lo que se probaron sus superficies por contacto con un plano de referencia en luz monocromática encontrando astigmatismo en ambas caras.

Ante la posibilidad de que otros filtros del OAN tuviesen defectos de similar importancia, se pensó en buscar

alguna manera de revisarlos para lograr su evaluación.

Se emprendió, pues, este trabajo tras decidir usar una prueba de Ronchi que puede aplicarse a la mayoría de los filtros, en el mismo observatorio, rápidamente y sin riesgos.

Se presentan los resultados de las pruebas de Ronchi y de uniformidad visual de las siguientes series de filtros del OAN: UVBRI, EXTRAGALÁCTICA, NEBULARES I, NEBULARES II, STROMGREN Y GUNN; también se probaron otros seis filtros independientes.

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	2
2. OBJETIVOS Y CRITERIOS DE COMPARACIÓN	2
3. ARREGLO EXPERIMENTAL	3
4. MÉTODO DE NORMALIZACIÓN DE LA PRUEBA DE RONCHI	5
4.1. NOTAS	6
5. DEFECTOS ENCONTRADOS	6
6. COMENTARIO SOBRE LA POSICIÓN DE USO DE LOS FILTROS	10
7. CONCLUSIONES Y RESULTADOS	11
APÉNDICE A. RESUMEN DE LAS NOTAS TOMADAS DURANTE LAS PRUEBAS	13
APÉNDICE B. FOTOGRAFÍAS TOMADAS DURANTE LAS PRUEBAS	18

1. INTRODUCCIÓN

M. Moreno ha reportado anomalías en las imágenes obtenidas con los filtros H α (656.3nm) y OIII (500.7 nm) de las series Nebulares I y II respectivamente, mismas que se han podido corroborar durante las pruebas de aceptación del instrumento SOPHIA.

Al utilizar en ese entonces el filtro OIII, se observó un deterioro de las imágenes, variable en el campo; al usar el filtro H α , aparecieron en la imagen zonas ruidosas limitadas por rectas ortogonales. Al revisar este filtro, que es de forma cuadrada, se encontró que el depósito filtrante es menor que el marco metálico, lo que permite el paso de luz directa por las rendijas que quedan en las orillas.

El defecto del filtro OIII no se detecta con una inspección ocular, por lo que se le revisó con un interferómetro de Fizeau, encontrándose que sus superficies son irregulares, lo que explica la deformación que introduce en el frente de onda. Es importante hacer notar aquí, que en SOPHIA los filtros se colocan en la zona de haces paralelos, aproximadamente a 100 mm de la pupila, de manera que los puntos imagen utilizan áreas circulares del filtro, de aproximadamente 28 mm de diámetro, que se intersectan en mayor o menor medida, dependiendo de la posición del punto imagen en el campo, lo que explica el deterioro variable de las imágenes.

En vista de estas experiencias se decidió efectuar pruebas a la mayor cantidad posible de filtros del OAN.

2. OBJETIVOS Y CRITERIOS DE COMPARACIÓN

El objetivo de este trabajo es evitar errores en los datos astronómicos causados por filtros defectuosos similares a los descritos arriba; errores que en algunos casos pueden pasar desapercibidos para el astrónomo y, por lo tanto, llevar a conclusiones incorrectas.

Por otro lado, algunos de los filtros del OAN tienen más de 30 años de antigüedad, por lo que también se temían deterioros en sus propiedades ópticas principalmente debidos a hongos o a agentes ambientales que afectarían sus orillas.

Se propuso entonces, realizar pruebas a tantos filtros como fuera posible para identificar y retirar rápidamente de servicio a aquellos que pudieran ocasionar algún deterioro importante en las imágenes de nuestros telescopios, o cuya transmisividad estuviese claramente deteriorada ya sea por defectos en su montura o bien en sus propiedades ópticas.

Concretamente, los **objetivos** de las pruebas fueron los siguientes:

- Solucionar los defectos de montaje que permitan el paso de luz directa
- Retirar aquellos filtros cuyo filtraje presentase una falta de uniformidad evidente
- Identificar los que pudieran presentar falta de uniformidad no tan evidente
- Identificar aquellos filtros dudosos de introducir defectos notables en el frente de onda

Se sabe que, excepto el OIII, los demás filtros UVBRI usados en la noche de observación mencionada en la introducción no producen imágenes defectuosas, con lo que se cuenta con los siguientes **criterios de comparación**:

- Si algún filtro bajo prueba presenta aberraciones similares a las del OIII, se le considerará **defectuoso**.
- Si sus resultados son similares a los de los demás filtros UVBRI, se le considerará como **no defectuoso**.
- Si los resultados son intermedios, se requerirá una evaluación cuantitativa posterior, por lo que se tomarán fotografías de cada prueba para, en su caso, digitalizarlas y procesarlas.

3. ARREGLO EXPERIMENTAL

La prueba de Fizeau realizada anteriormente con el filtro OIII, tiene el inconveniente de que requiere el contacto de las superficies de los filtros con el plano de referencia; para ello es necesario desmontar el filtro de su celda y eliminar el polvo de las superficies bajo prueba para evitar dañarlas.

Se eligió la prueba nula de Ronchi en doble paso según el siguiente arreglo (ver *Figura 1*): una fuente de luz blanca ilumina la rejilla de Ronchi situada muy cerca del foco del objetivo (doblete acromático $f=490\text{mm}$). Éste produce un haz paralelo que incide en el filtro bajo prueba, colocado con su celda sobre una plataforma. El haz es reflejado por el espejo, regresándolo por su mismo camino para producir el Ronchigrama que se registra con una cámara fotográfica.

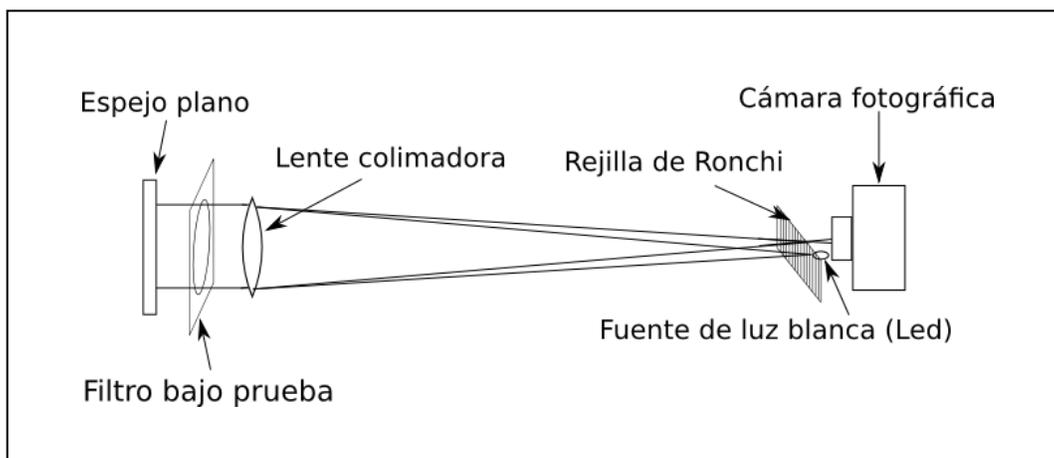


Figura 1: Arreglo para la realización de la prueba nula de Ronchi en doble paso.

Se eligió la prueba de Ronchi en doble paso por presentar las siguientes ventajas:

1. Utilizando luz blanca es posible probar filtros en un amplio intervalo espectral.
2. Permite examinar la calidad del frente de onda transmitido, multiplicando los defectos por dos en doble paso, lo que incrementa la sensibilidad en la misma medida.
3. Es posible detectar falta de uniformidad del filtraje.
4. Es sencillo introducir y retirar muchos filtros rápidamente en el área de prueba sin extraerlos de sus celdas, minimizando su manipulación.
5. Es suficiente para cumplir con los objetivos mencionados en la sección anterior.

Se efectuó también una prueba visual de transmisión, que consistió simplemente en observar una fuente luminosa a través de diferentes partes de los filtros. Las pruebas se realizaron en la antigua sala de observación del telescopio SPM212, que se ilumina mediante lámparas fluorescentes, lo que resultó de utilidad, como se verá más adelante.

Para fines de comparación se presenta en la *Figura 2*, la imagen producida por el objetivo sin filtro y con la rejilla de Ronchi justo en su foco.

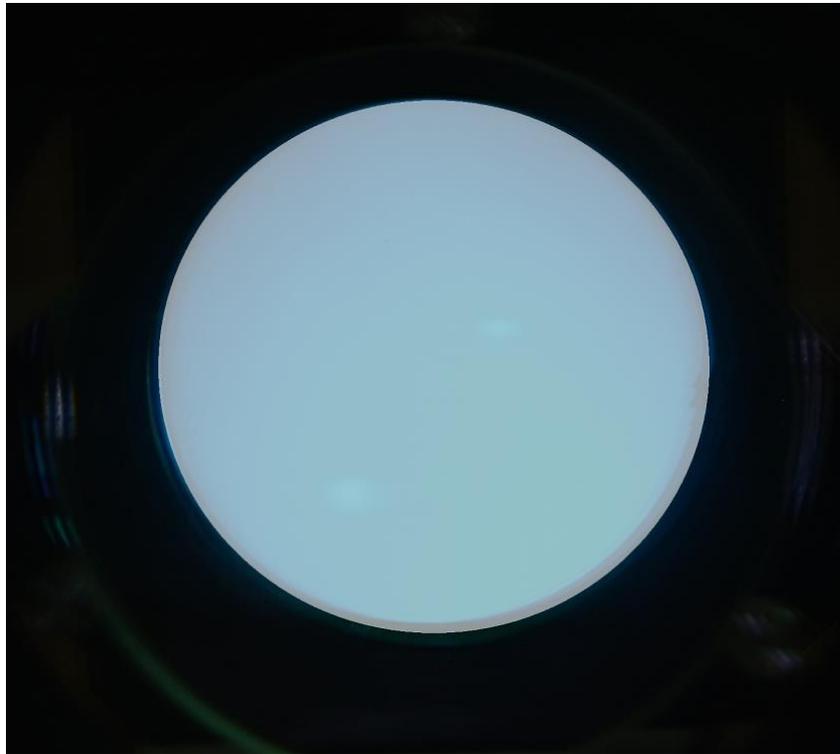


Figura 2: Fotografía del Ronchigrama del objetivo sin filtro en su plano focal

En la *Figura 3* se puede ver una prueba de Ronchi intrafocal del mismo objetivo.

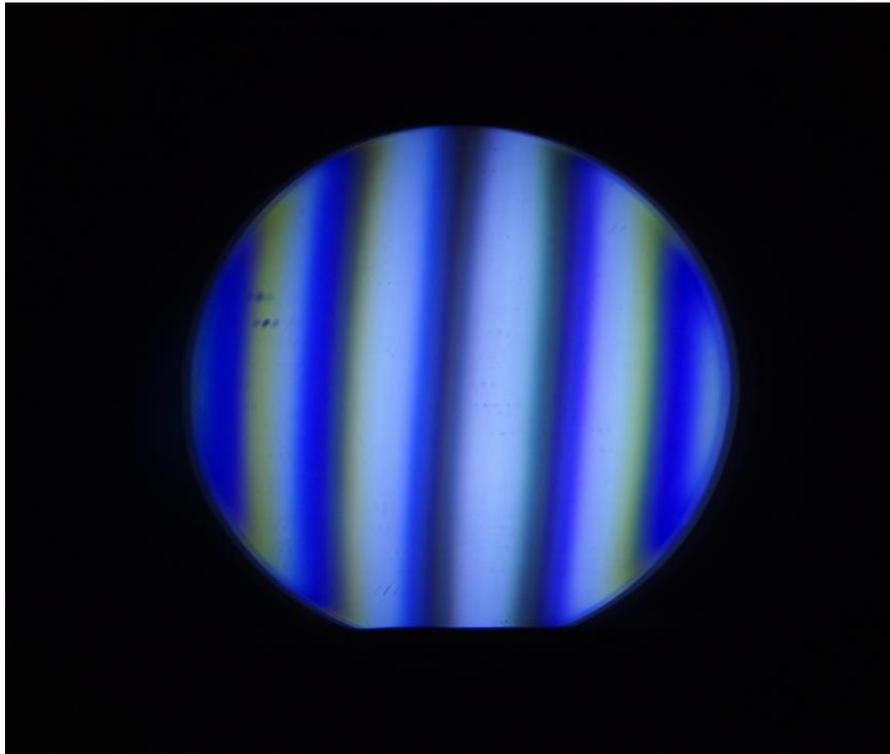


Figura 3: Fotografía del Ronchigrama intrafocal del objetivo sin filtro.

4. MÉTODO DE NORMALIZACIÓN DE LA PRUEBA DE RONCHI

Se tomaron fotografías digitales de los Ronchigramas de todos los filtros para los que el sistema (formado por la fuente, el filtro y la cámara) fue sensible, reservando la posibilidad de procesarlas para obtener información cuantitativa sobre las deformaciones que introducen los filtros en un frente de onda que los atraviese.

1. Antes de introducir el filtro en la zona de prueba, la rejilla de Ronchi se posicionó en el foco del doblete acromático, obteniendo un campo completamente iluminado.
2. Introducción del filtro bajo prueba y toma de fotografía sin mover el aparato de Ronchi. Si el filtro presenta potencia residual, ésta queda evidenciada por la aparición de líneas en el patrón.
3. Se encuentra la dirección en la que se ha movido el foco del sistema (doblete más filtro) a causa de la potencia residual del filtro, con lo que se determina si ésta es positiva o negativa

4.1. NOTAS

Durante las pruebas se tomaron las siguientes notas:

- Nombre del filtro como aparece grabado en su celda.
- Identificación de la fotografía correspondiente.
- Tipo de defecto si lo tiene.
- El número de líneas que aparecieron en la prueba.
- Signo de la potencia residual (cuando es identificable)
- Forma geométrica del filtro (cuadrado o redondo)
- Comentarios particulares.

Las notas completas se pueden consultar en el Apéndice A.
En el Apéndice B se encuentran todas las fotografías.

5. DEFECTOS ENCONTRADOS

Se encontraron filtros que introducen los siguientes defectos:

1. Irregularidad de baja frecuencia.
2. Irregularidad de alta frecuencia.
3. Astigmatismo.
4. Potencia residual.
5. No homogeneidad visual (ver Apéndice A para la extensión del defecto)
6. No homogeneidad fotográfica (se sospecha por el aspecto de la fotografía)
7. Falta de bloqueo de la celda

Se encontró además, aunque no necesariamente es un defecto, que los dos filtros 4363 de las Series Nebulares, presentan una franja de Haidinger -como las de los etalones Fabry-Pérot- al observar una fuente fluorescente (las lámparas del techo) a través de ellos.

A continuación se presentan siete fotografías que ejemplifican los tipos de defectos encontrados

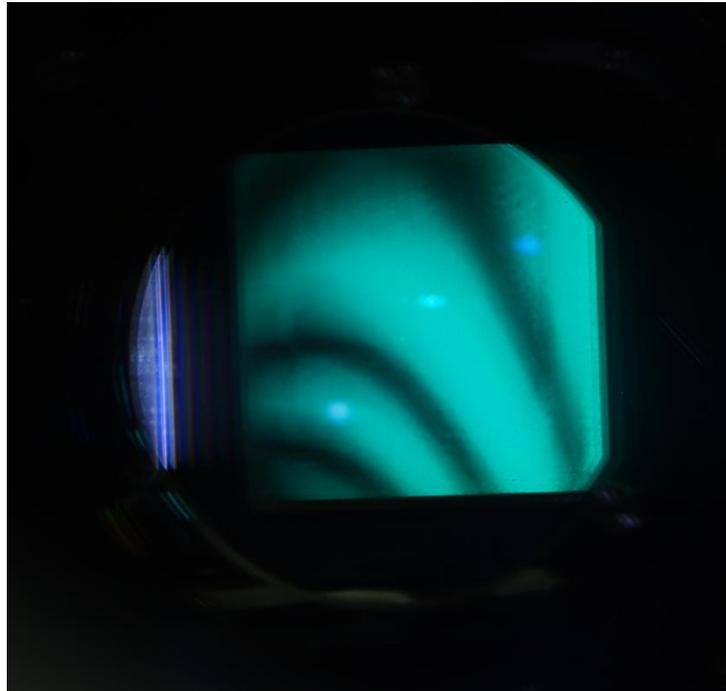


Figura 4: Fotografía 1- Irregularidad de baja frecuencia.
Filtro marcado como II 5007 de la Serie Nebulares II. Identificación DSC00035.



Figura 5: Fotografía 2- Irregularidad de alta frecuencia.
Filtro marcado como V2 de la Serie UBVR1. Identificación DSC00003.

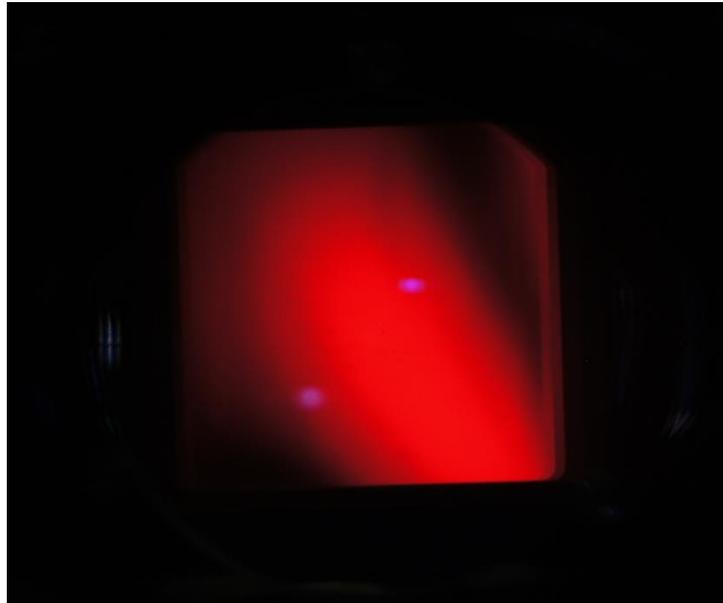


Figura 6: Fotografía 3- Astigmatismo.
Filtro marcado como II 6450 de la Serie Nebulares II. Identificación DSC00042.



Figura 7: Fotografía 4- Potencia residual.
Filtro marcado como II 6563 de la Serie Nebulares II. Identificación DSC00043.

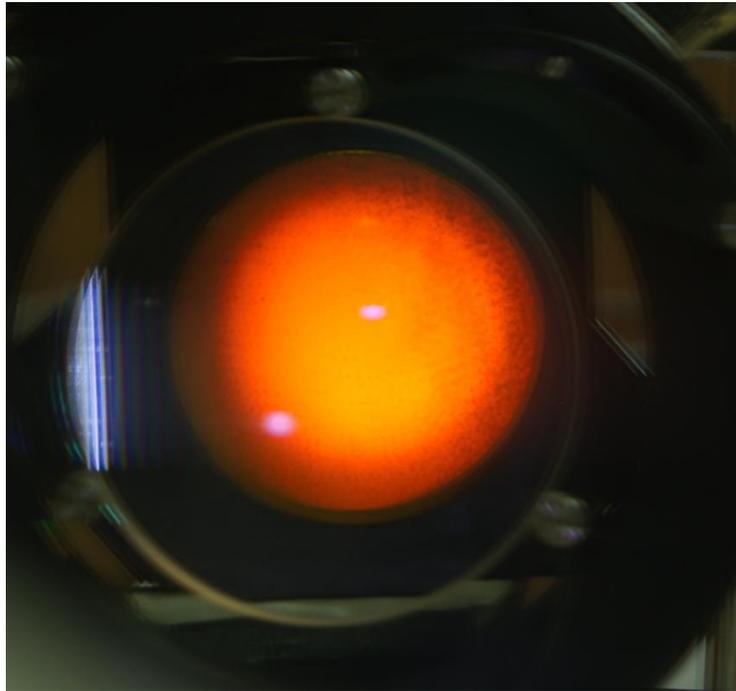


Figura 8: Fotografía 5- Inhomogeneidad visual.
Filtro marcado como 5950 I de la Serie Nebulares I. Identificación DSC00026.



Figura 9: Fotografía 6- Inhomogeneidad fotográfica.
Filtro marcado como II 6583 de la Serie Nebulares II. Identificación DSC00045.



Figura 10: Fotografía 7- Falta de bloqueo de la celda.
Filtro marcado como II 6724 I de la Serie Nebulares I. Identificación DSC00033.

6. COMENTARIO SOBRE LA POSICIÓN DE USO DE LOS FILTROS

El deterioro de la imagen que produzca un filtro irregular, cambiará según el instrumento en que se utilice, pues puede localizarse en una región de haces paralelos o bien en una zona de haces convergentes.

En el primer caso, se desea que los filtros se coloquen justamente en la pupila del instrumento y, por lo tanto, cada punto imagen utiliza prácticamente toda el área del filtro, y la imagen que produzca se deteriorará igualmente para cualquier punto del campo.

En el segundo caso, el área del filtro utilizada por cada punto imagen depende de su distancia al plano focal D y el número F del haz incidente, que es igual a D/F ; entonces, el deterioro dependerá de su localización en el campo y de la distancia al plano imagen.

Este comentario es pertinente, sobre todo, en el caso del filtro OIII (500.7nm) de la Serie Nebulares II, que es inutilizable con el instrumento SOPHIA pero que tal vez sea tolerable si se usa cerca de un plano focal del telescopio o instrumento.

7. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

a) Los siguientes filtros de la Serie Nebulares I deben ser retirados de servicio:

4861/7 I
5050 I
5876 I
5950 I
6300 I

b) Los siguientes filtros de las Series Nebulares I y II, están bajo incertidumbre de homogeneidad en la transmisión:

4770 I
4861 I
5007/10 I
5007 I
5755 I
6563 I
6724 I
8950 I
II 6300
II 6563
II 6570
II 6583
II 6717

c) Un filtro cuadrado sin identificación en su celda, de color azul claro, que se encuentra en la caja de los Filtros UBVRI, provoca irregularidad dudosa en el frente de onda que lo atraviese.

d) El filtro V2 de la misma caja está roto.

e) Los siguientes filtros, de la Serie Nebulares II, provocan cierto astigmatismo en el frente de onda, cuyo efecto en las imágenes debe ser evaluado:

II 4750
II 4861
II 6300
II 6450
II 6570

f) Los siguientes dos filtros cuadrados, de la Serie Nebulares I, dejan pasar luz por las orillas:

6563 I
6724 I

g) Se encontraron dos “*holders*” vacíos correspondientes a los filtros:

E 5028 de la Serie Extragaláctica y
6650 I de la Serie Nebulares I

h) Los siguientes filtros presentan una franja de Haidinger y su uso en haz paralelo puede ser problemático:

4363 I de la Serie Nebular I
II 4363 de la Serie Nebular II

i) El filtro Gr de la serie GUNN, fotografía DSC00058, presenta en la orilla una escama concoide de 6 x 12 mm.

APÉNDICE A. RESUMEN DE LAS NOTAS TOMADAS DURANTE LAS PRUEBAS

Abreviaturas:

En la columna **Defecto**:

AF = Alta Frecuencia

IR = Irregular

AST = Astigmático

IHO-X = No homogeneidad visible a ojo, donde **X** indica la extensión máxima del daño en milímetros

En la columna **Forma**:

C = Cuadrado

R = Redondo

En la columna **Número de Líneas (De X a Y)**:

El signo **?** indica que la potencia está enmascarada por la irregularidad/astigmatismo o bien que no se pudo determinar por bajo contraste.

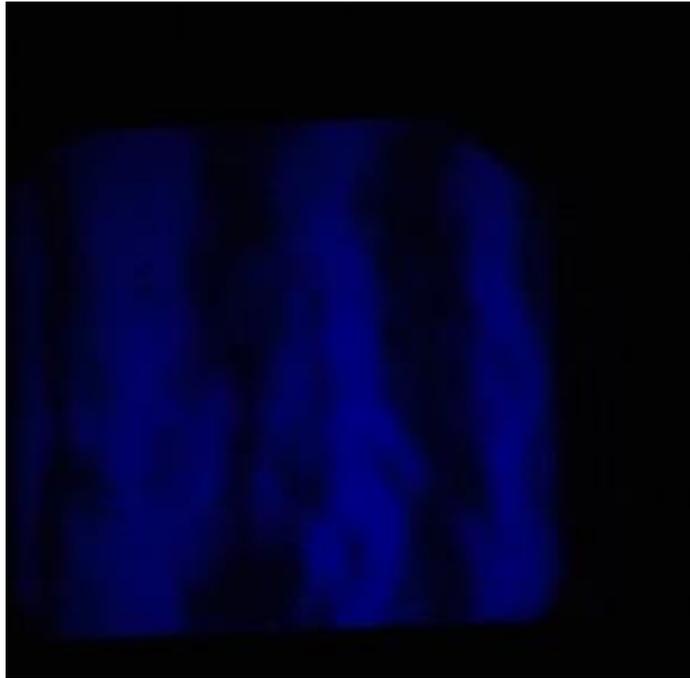
FILTROS UBVRI						
Grabado en la Celda	Identificación (# de Foto)	Defecto	N de Lineas (De X a Y)	Potencia Residual	Forma	Comentarios
U2	Sin Sensibilidad					
B2	DSC000002	AF	3	Negativa	C	
V2	DSC000003	AF	0 a 1	Nula	C	
R2	DSC000004	AF	0 a 1	Negativa	C	Roto
I2	Sin Sensibilidad					
SIN ID	DSC000005	IR	3 a 4	Positiva	C	AZUL CLARO
FILTROS SERIE EXTRAGALACTICA						
Filtro	N de Foto	Defecto	N de Lineas (De x a Y)	Potencia Residual	Forma	Comentarios
E 5028						HOLDER VACÍO
E 5121	DSC000007		0	Nula	R	
E 5199	DSC000008		0	Nula	R	
E 5291	DSC000009		0	Nula	R	
E 5366	DSC000010		0	Nula	R	
E 6459	DSC000011		1 a 2	Negativa	R	
E 6607	DSC000006		1 a 2	Negativa	R	
E 6690	DSC000012		0 a 1	Negativa	R	
E 6819	DSC000013		0	Nula	R	
E 6920	Sin Sensibilidad					
E 7010	Sin Sensibilidad					

FILTROS NEBULARES SERIE I						
Filtro	N de Foto	Defecto	N de Lineas (De x a Y)	Potencia Residual	Forma	Comentarios
3426 I	Sin Sensibilidad					
3727 I	Sin Sensibilidad					
3790 I	Sin Sensibilidad					
4340 I	DSC00014		1 a 2	Negativa	R	
4270 I	DSC00015		0	Nula	R	
4363 I	DSC00016	AST		Nula	R	Franjas de Haidinger
4686 I	DSC00017		0	Nula	R	
4770 I	DSC00018	AST, IHO-5	1 a 2	Negativa	R	
4861/7 I	DSC00019	IHO-10		Nula	R	
4861 I	DSC00020	AST, IHO-3	1 a 2	Negativa	R	
5007/10 I	DSC00021	?, IHO-5		Nula	R	
5007 I	DSC00022	AF, IHO-5		Nula	R	
5050 I	DSC00023	IHO-15		Nula	R	
5755 I	DSC00024	IHO-7		Nula	R	
5876 I	DSC00025	AF, IHO-10		Nula	R	
5950 I	DSC00026	IHO-20		Nula	R	
6250 I	DSC00027			Nula		
6300 I	DSC00028	IHO-10		Nula	R	
6563 I	DSC00029	AIHF		Nula	C	Pasa luz por las orillas
6584 I	DSC00030			Nula	R	
6630 I	DSC00031			Nula	R	
6650 I						HOLDER VACIO
6717b I	DSC00032			Nula	R	
6724 I	DSC00033	AIHF		Nula	C	Pasa luz por las orillas
6731 I	DSC00034			Nula	R	
8950 I	Sin Sensibilidad					
9069 I	Sin Sensibilidad					

FILTROS NEBULARES SERIE II						
Filtro	N de Foto	Defecto	N de Lineas (De x a Y)	Potencia Residual	Forma	Comentarios
II 3722	Sin Sensibilidad					
II 4363	DSC00035		2 a 3	Positiva	C	Franjas de Haidinger
II 4686	DSC00036		2 a 3	Positiva	C	
II 4750	DSC00037	AF, IR, AST	2	?	C	
II 4861	DSC00038	AST	2	?	C	
II 5007	DSC00039	IR, AST	4	?	C	
II 5876	DSC00040		1	Nula	C	
II 6300	DSC00041	AST, IR, AIHF	2	?	C	
II 6450	DSC00042	AST	1 a 2	?	C	
II 6563	DSC00043	AIHF	3	Positiva	C	
II 6570	DSC00044	AST, AIHF	2	?	C	
II 6583	DSC00045	IR, AIHF	1	Nula	C	
II 6630	DSC00046	IR, AST	1 a 2	Negativa	R	
II 6650	DSC00047		1	Nula	C	
II 6717	DSC00048	IR, AST, AIHF	1	Nula	C	
II 6730	DSC00049	AF	1	Nula	C	
II 6731	DSC00050		1	Positiva	C	
FILTROS STROMGREN						
Filtro	N de Foto	Defecto	N de Lineas (De x a Y)	Potencia Residual	Forma	Comentarios
SU	Sin Sensibilidad					
SV	DSC00051		2	Negativa	R	
SB	DSC00052		1	Nula	R	
SY	DSC00053	AST	1	Negativa	R	
Sβ-N	DSC00054		1	Nula	R	
Sβ-W	DSC00055		1	Nula	R	

FILTROS GUNN						
Filtro	N de Foto	Defecto	N de Lineas (De x a Y)	Potencia Residual	Forma	Comentarios
Gu	Sin Sensibilidad					
Gv	DSC00056		1	Nula	R	
Gg	DSC00057	IR	1	Nula	R	
Gr	DSC00058		1	Nula	R	Escama de 6 x 12 mm
Gi	Sin Sensibilidad					
Gz	Sin Sensibilidad					
DOS FILTROS EN CAJA DE ACRILICO, HOLDER DIFERENTE						
Filtro	N de Foto	Defecto	N de Lineas (De x a Y)	Potencia Residual	Forma	Comentarios
6717	DSC00059		1 ?	Nula	R	
6731	DSC00060		1 ?	Nula	R	
FILTROS CUSTOM EN CAJAS INDIVIDUALES (50mm)						
Filtro	N de Foto	Defecto	N de Lineas (De x a Y)	Potencia Residual	Forma	Comentarios
H α	DSC00061		1 a 2	Negativa	R	NUEVO (2013)
NII	DSC00062		1	Nula	R	NUEVO (2013)
R BAND	DSC00063		1	Nula	R	Despostillado
V BAND	DSC00065		1	Nula	R	

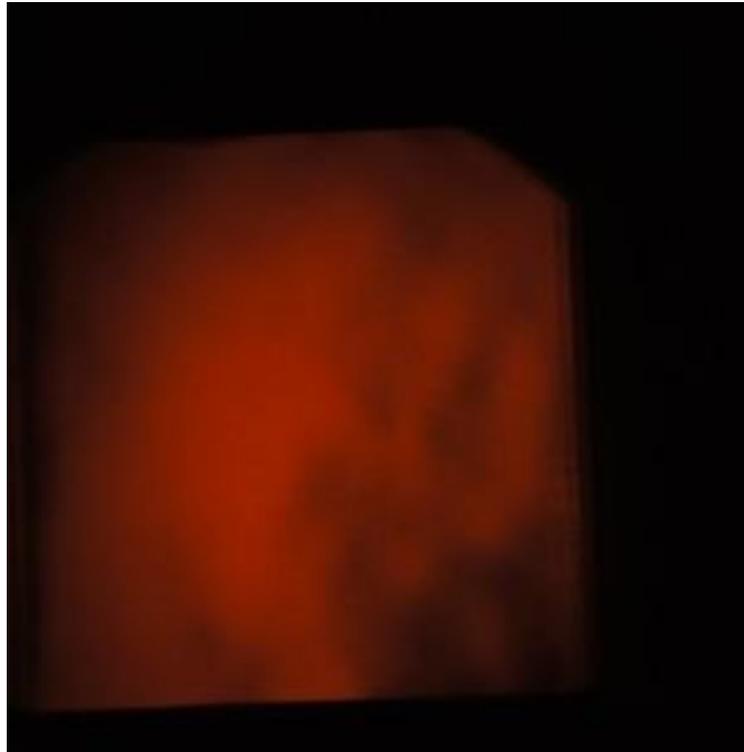
APÉNDICE B. FOTOGRAFÍAS TOMADAS DURANTE LAS PRUEBAS



Fotografía DSC00002



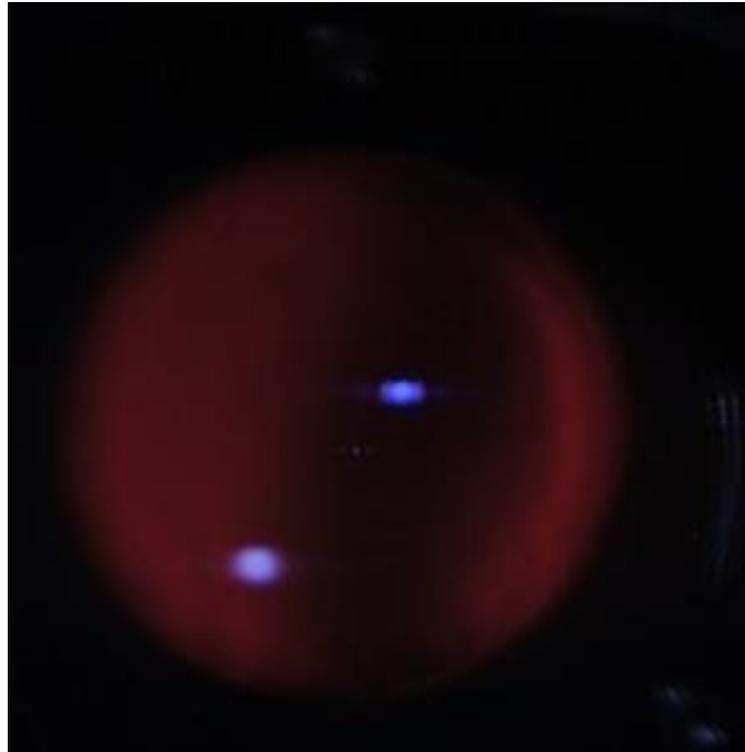
Fotografía DSC00003



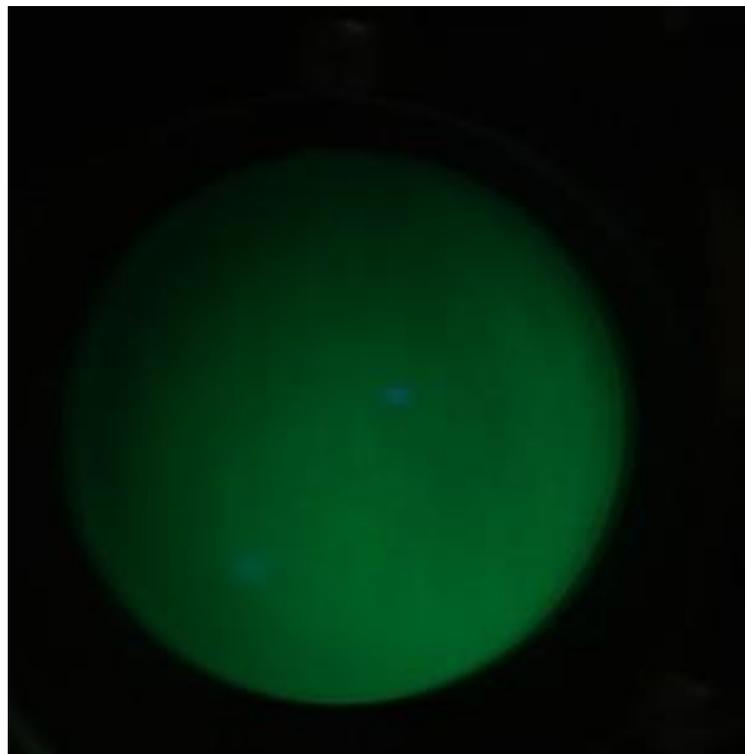
Fotografía DSC00004



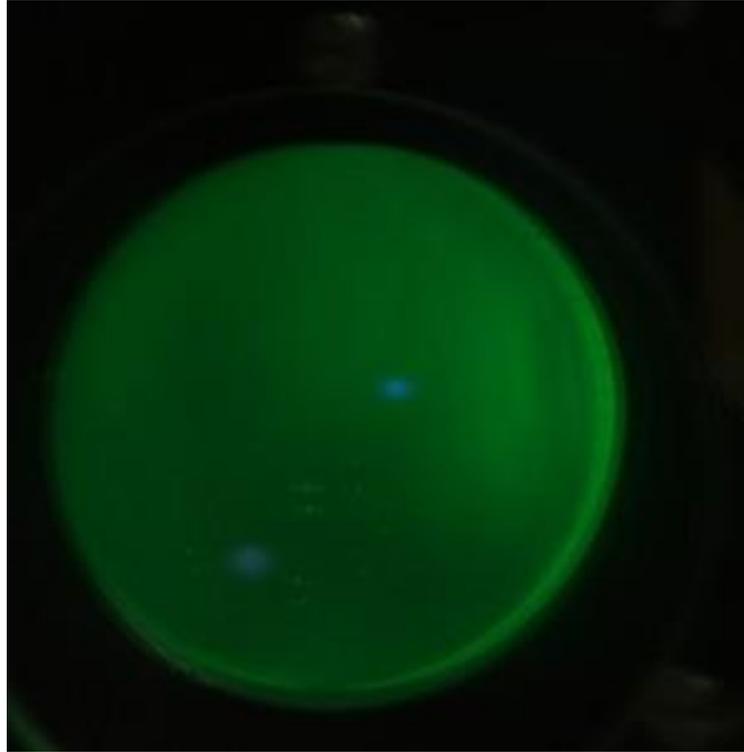
Fotografía DSC00005



Fotografía DSC00006



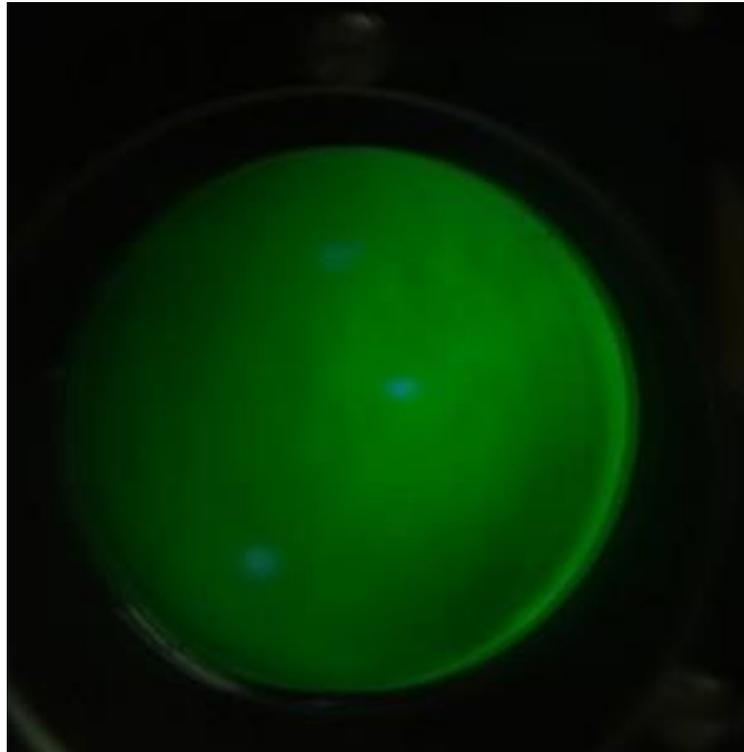
Fotografía DSC00007



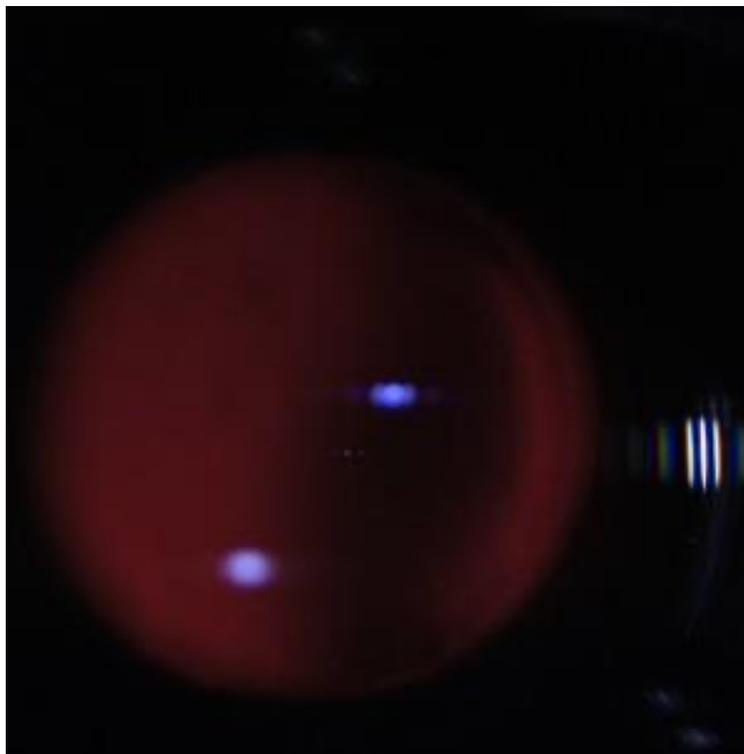
Fotografía DSC00008



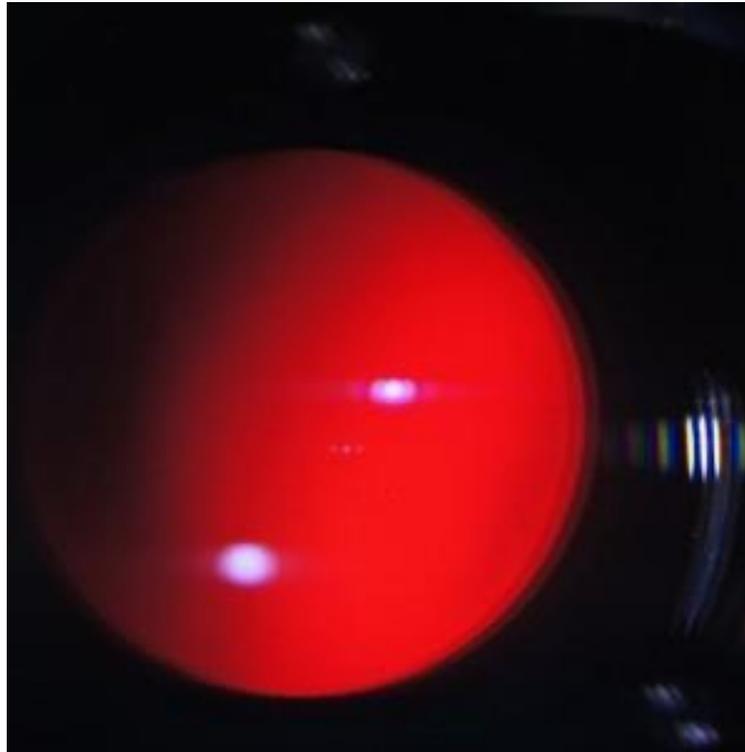
Fotografía DSC00009



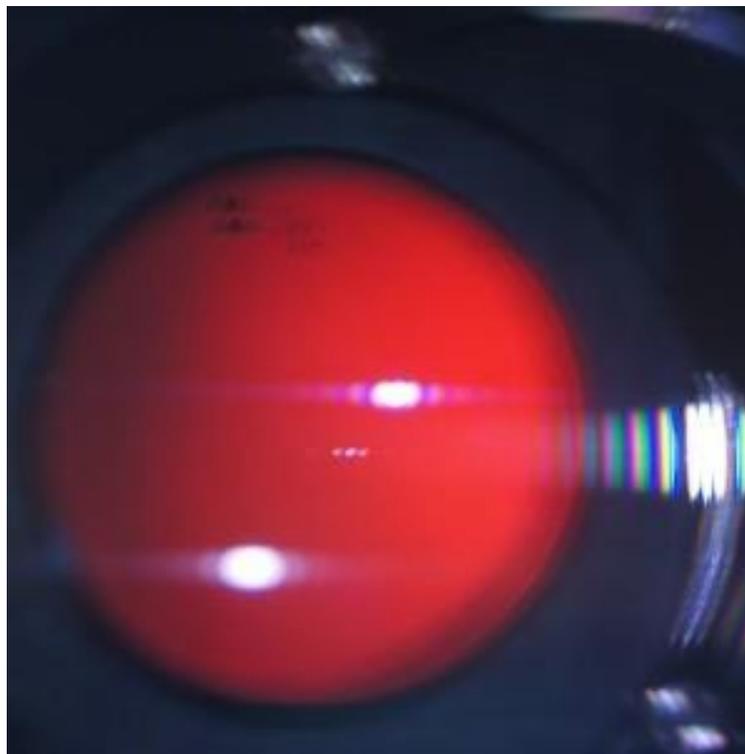
Fotografía DSC00010



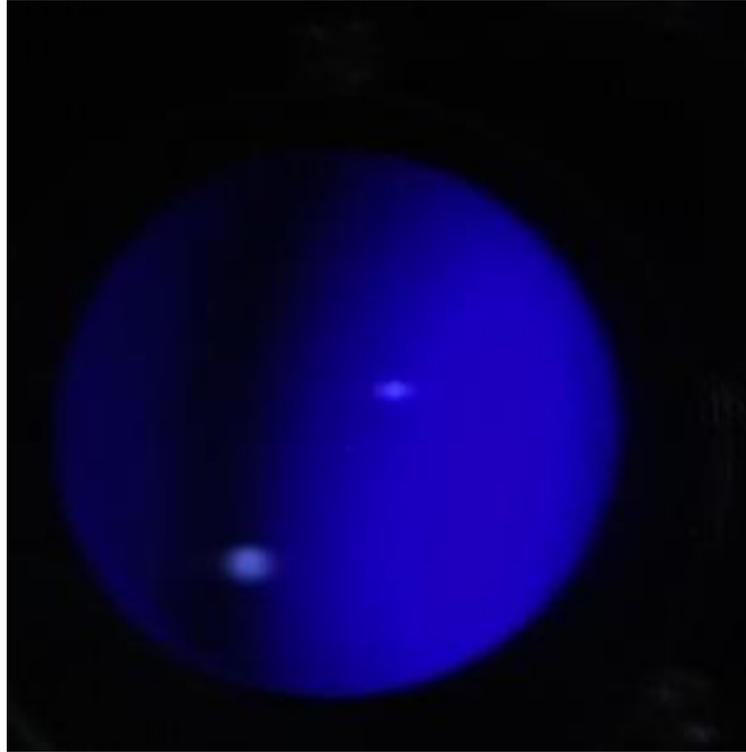
Fotografía DSC00011



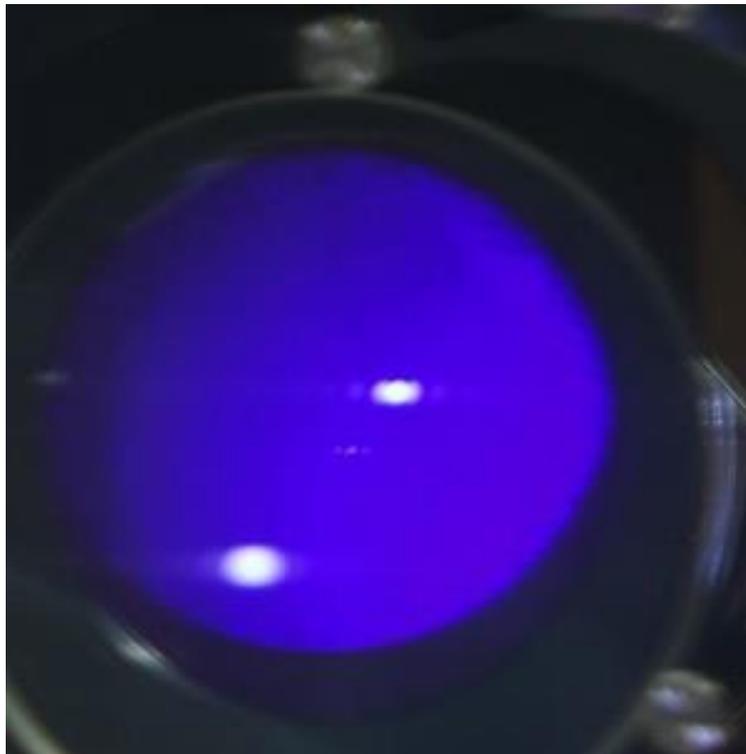
Fotografía DSC00012



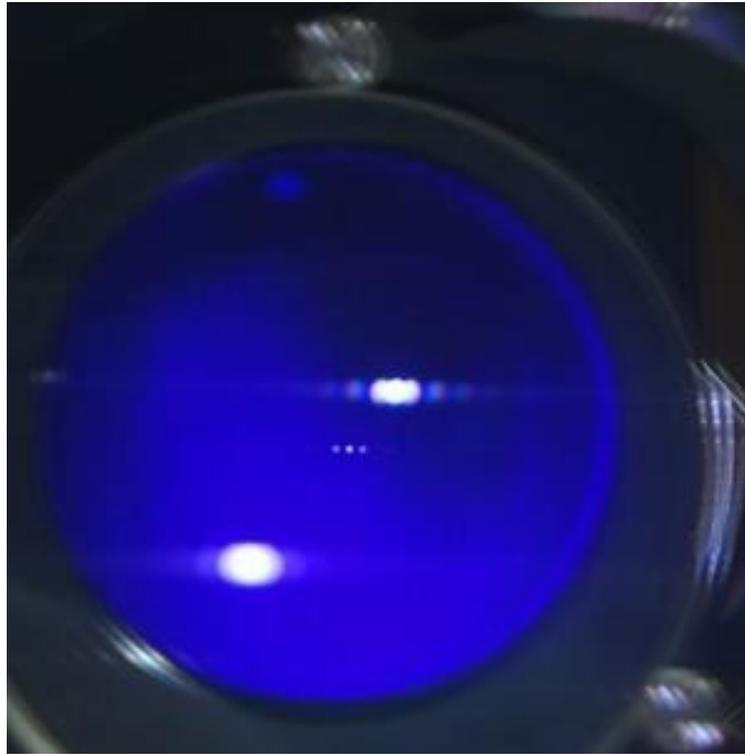
Fotografía DSC00013



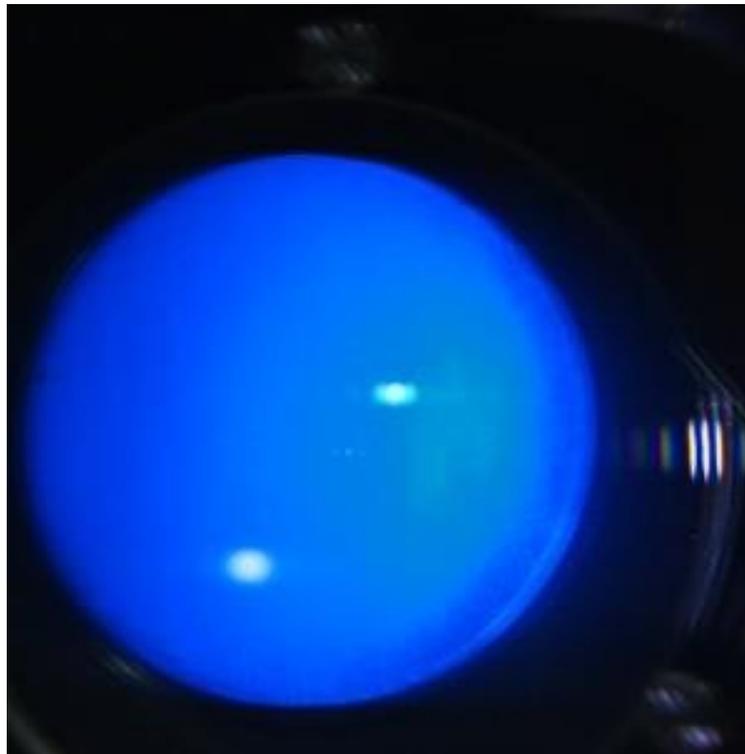
Fotografía DSC00014



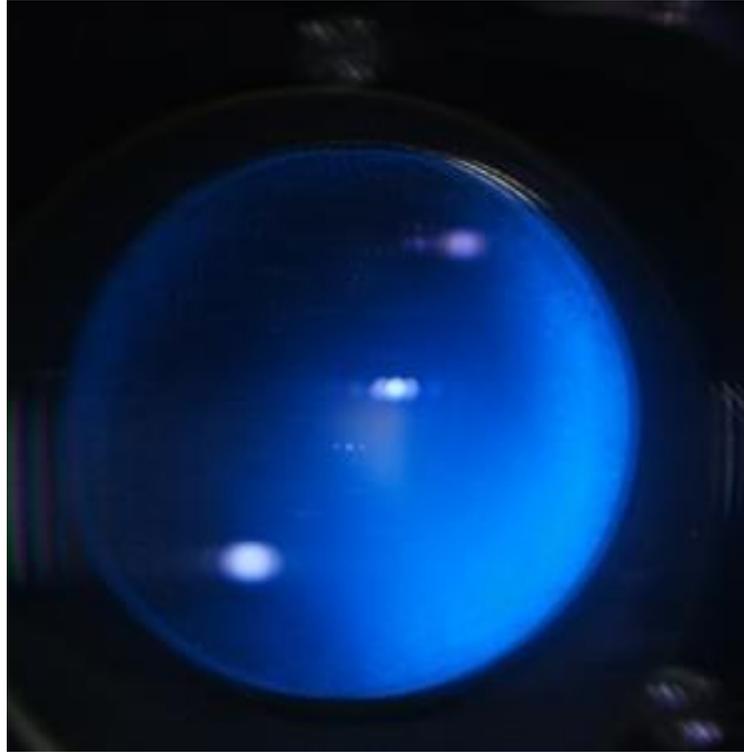
Fotografía DSC00015



Fotografía DSC00016



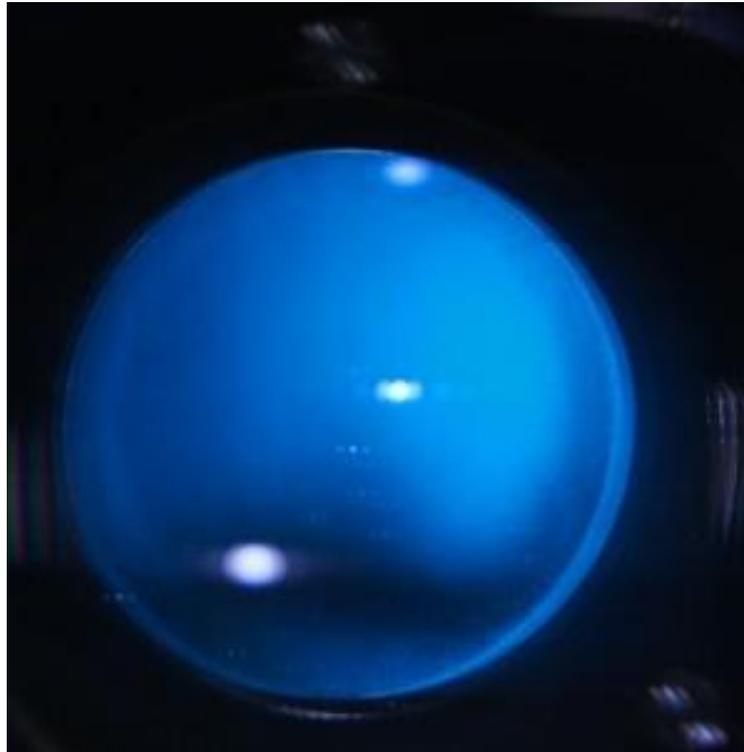
Fotografía DSC00017



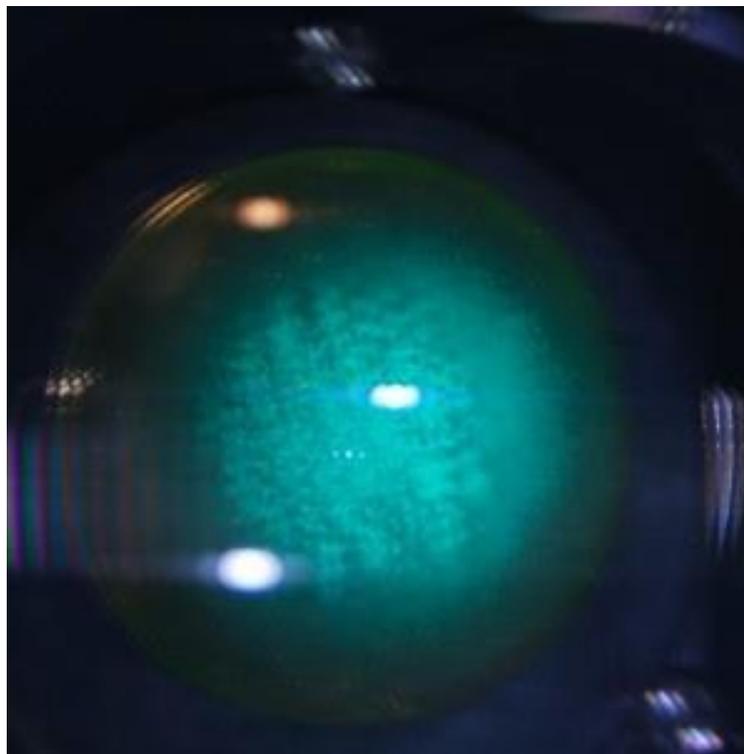
Fotografía DSC00018



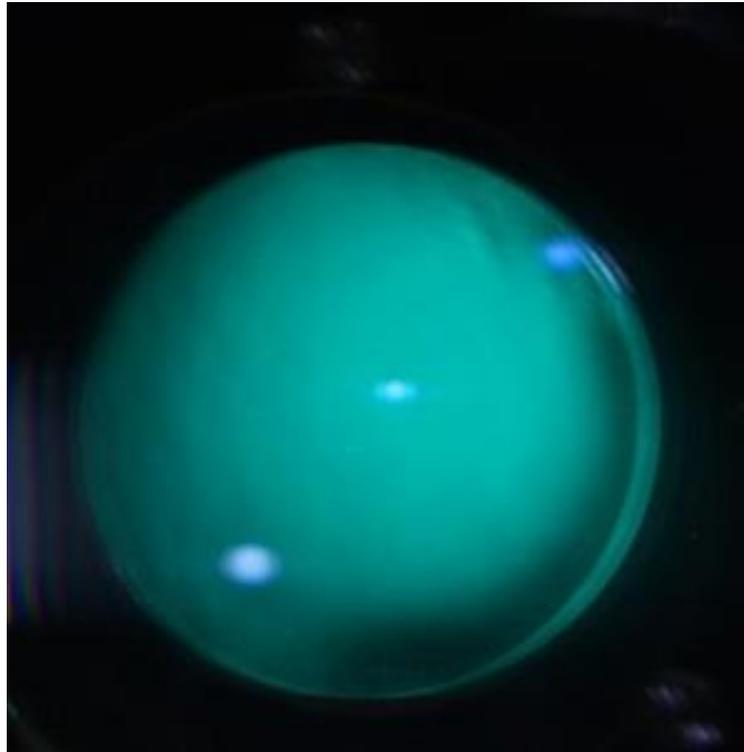
Fotografía DSC00019



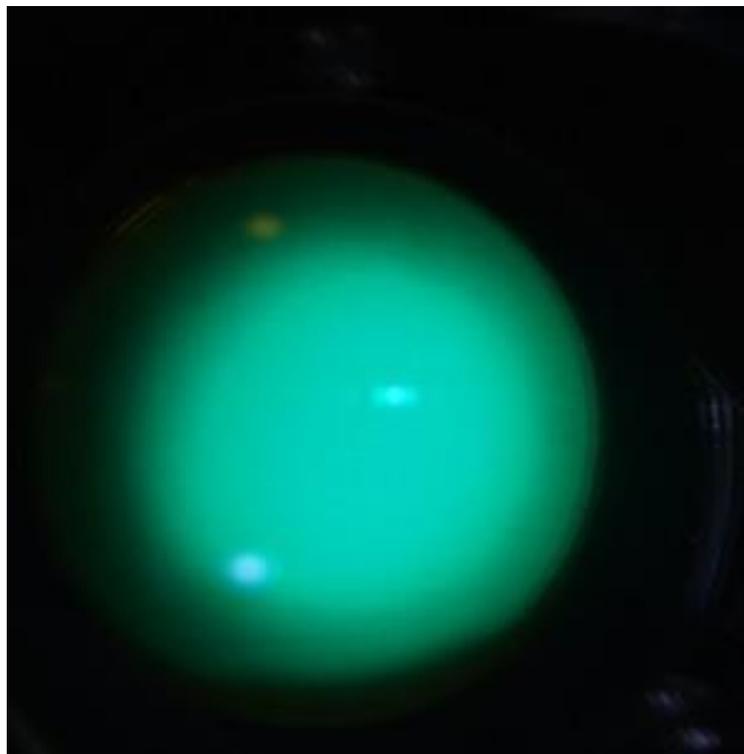
Fotografía DSC00020



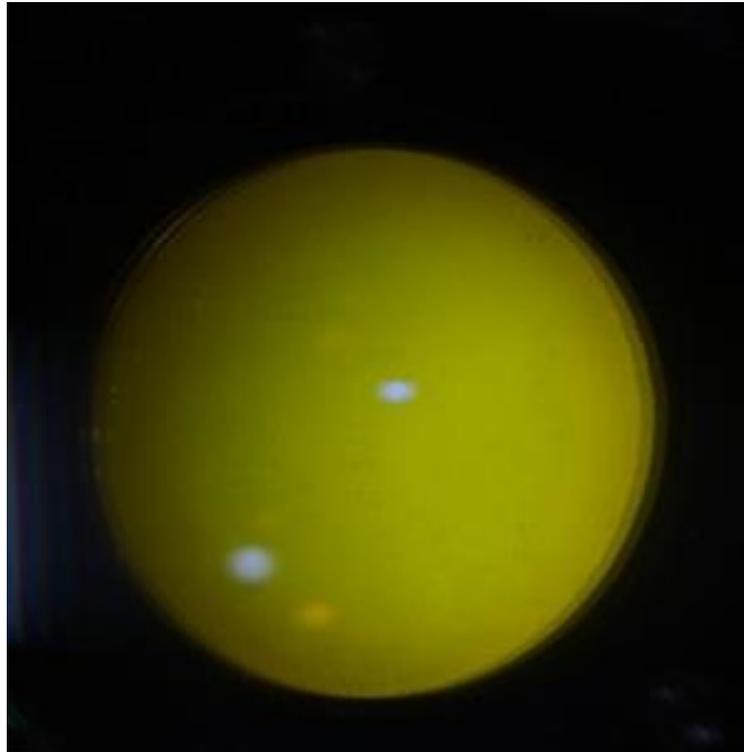
Fotografía DSC00021



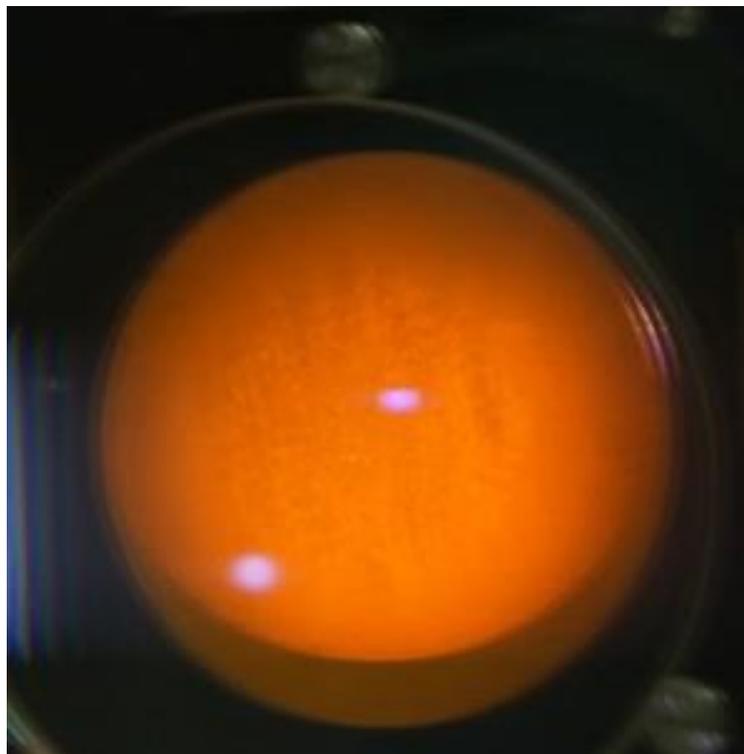
Fotografía DSC00022



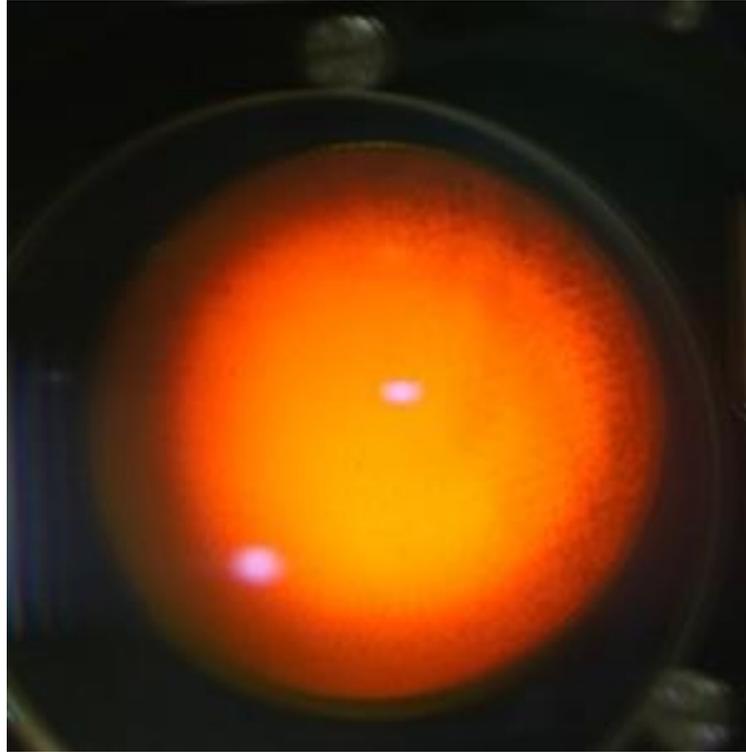
Fotografía DSC00023



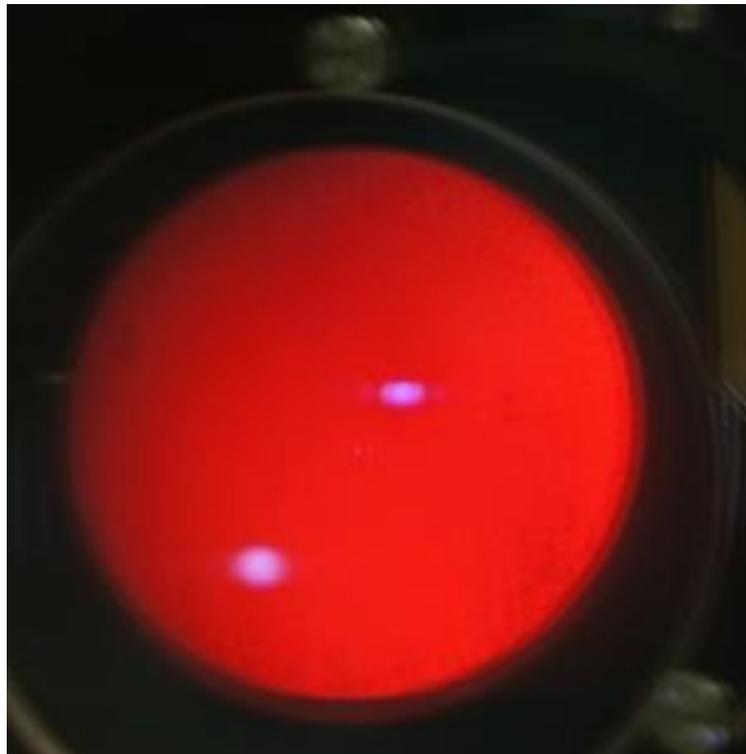
Fotografía DSC00024



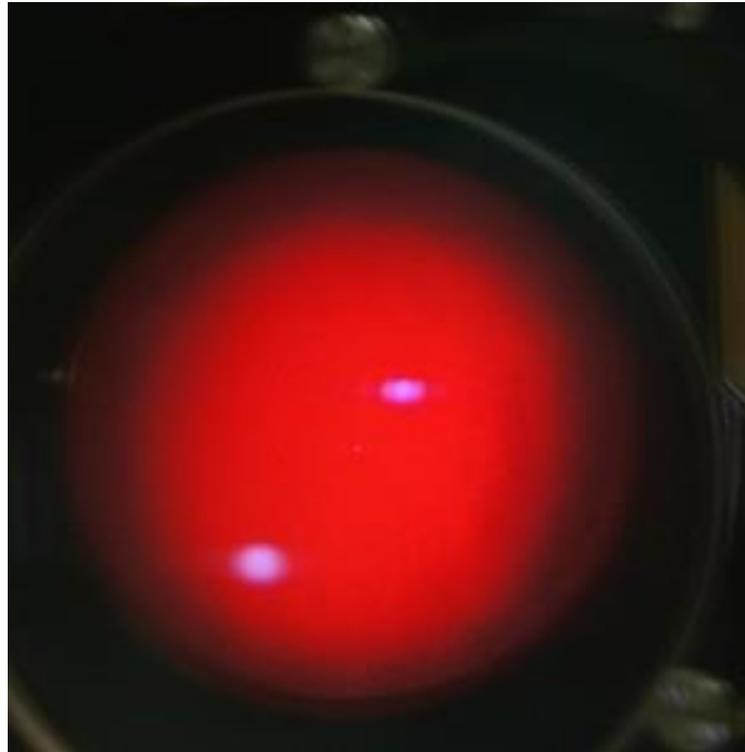
Fotografía DSC00025



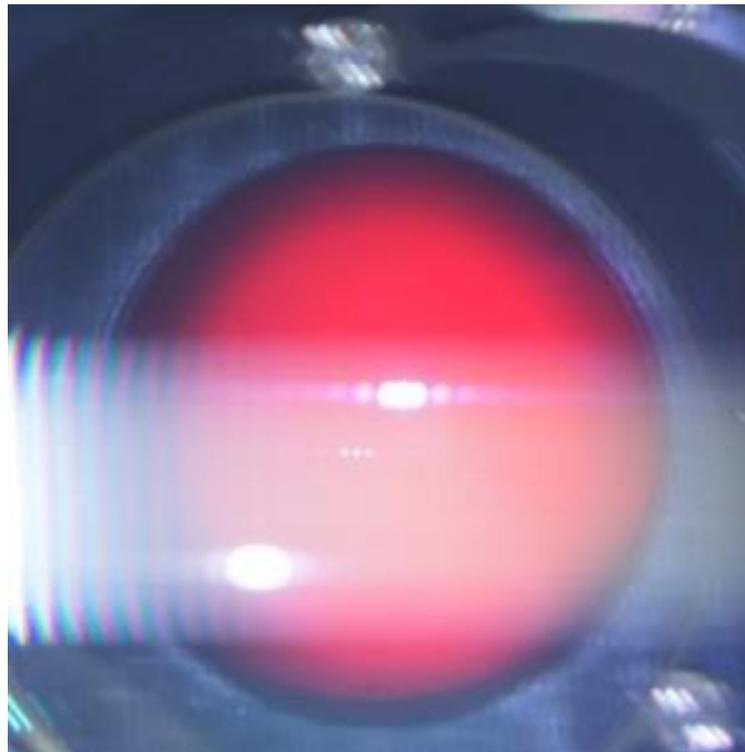
Fotografía DSC00026



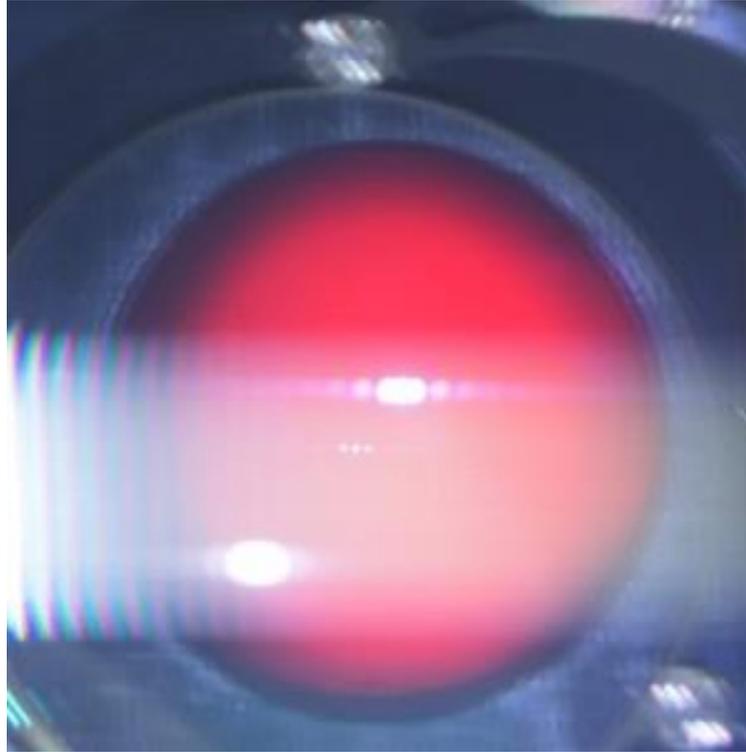
Fotografía DSC00027



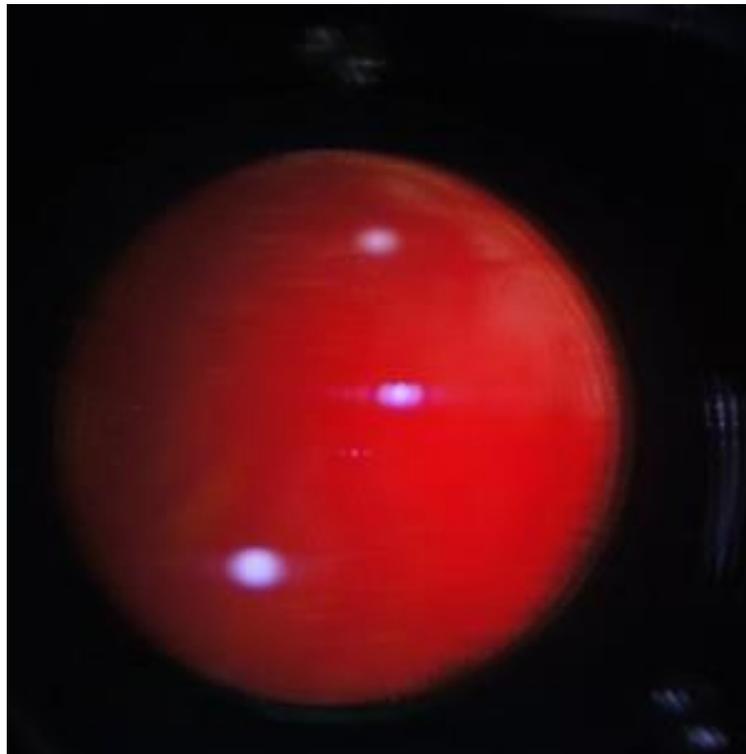
Fotografía DSC00028



Fotografía DSC00029



Fotografía DSC00030



Fotografía DSC00031



Fotografía DSC00032



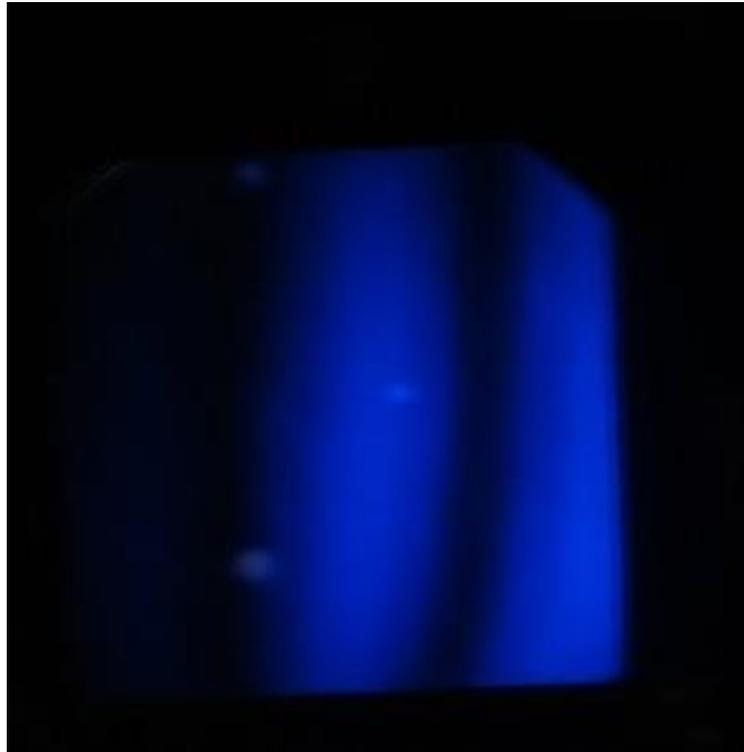
Fotografía DSC00033



Fotografía DSC00034



Fotografía DSC00035



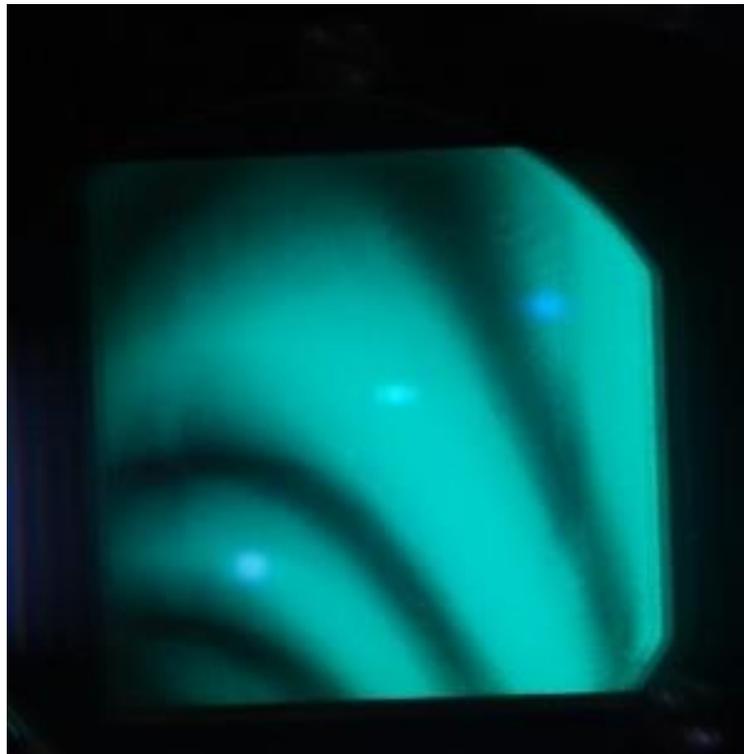
Fotografía DSC00036



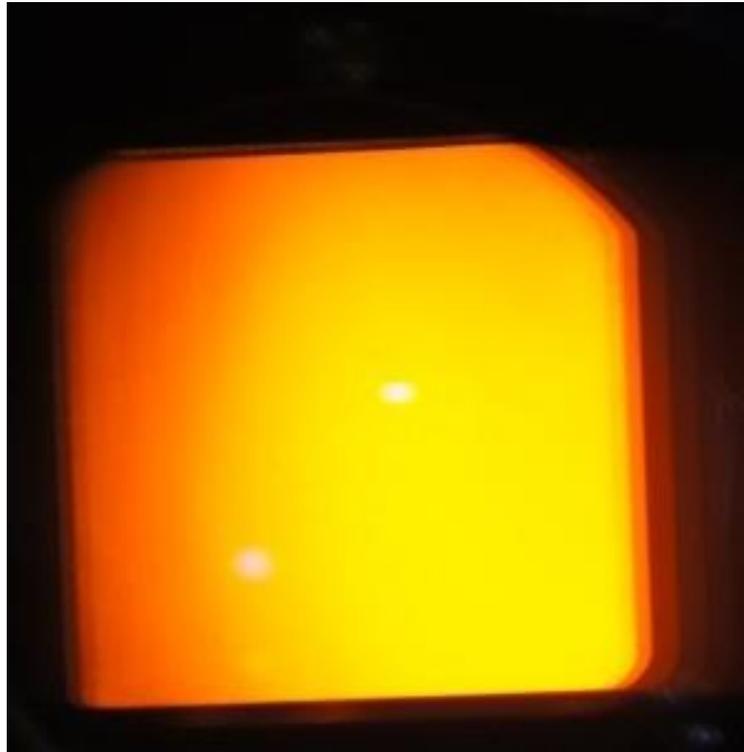
Fotografía DSC00037



Fotografía DSC00038



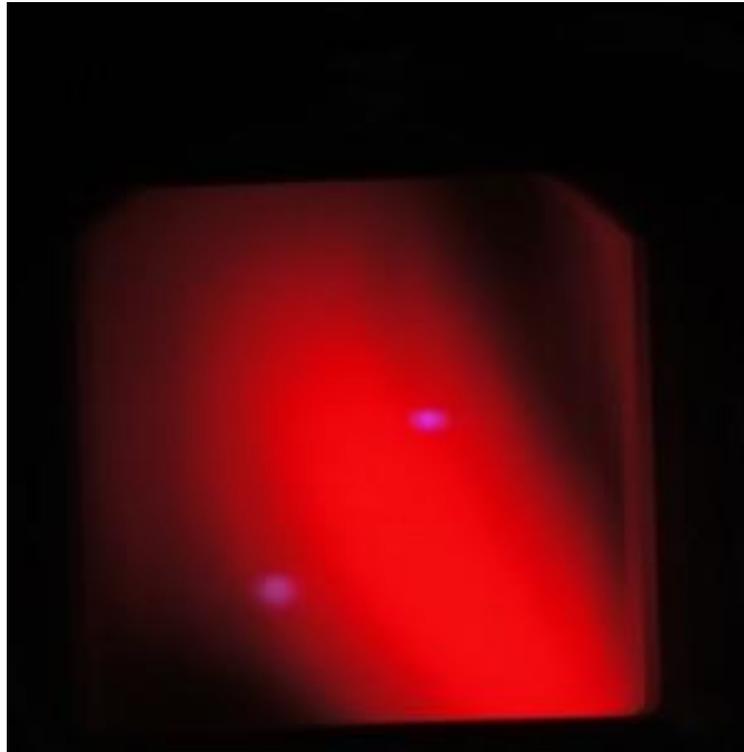
Fotografía DSC00039



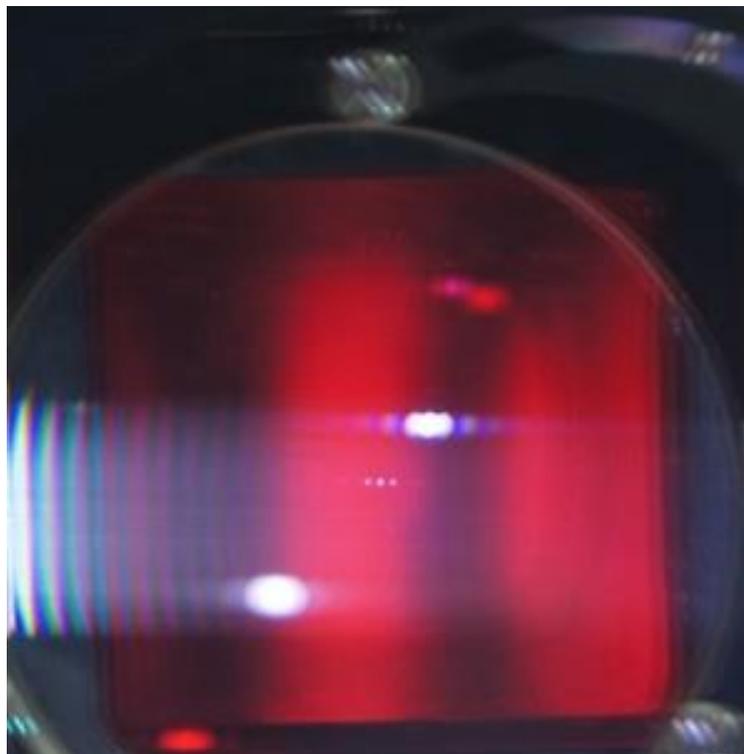
Fotografía DSC00040



Fotografía DSC00041



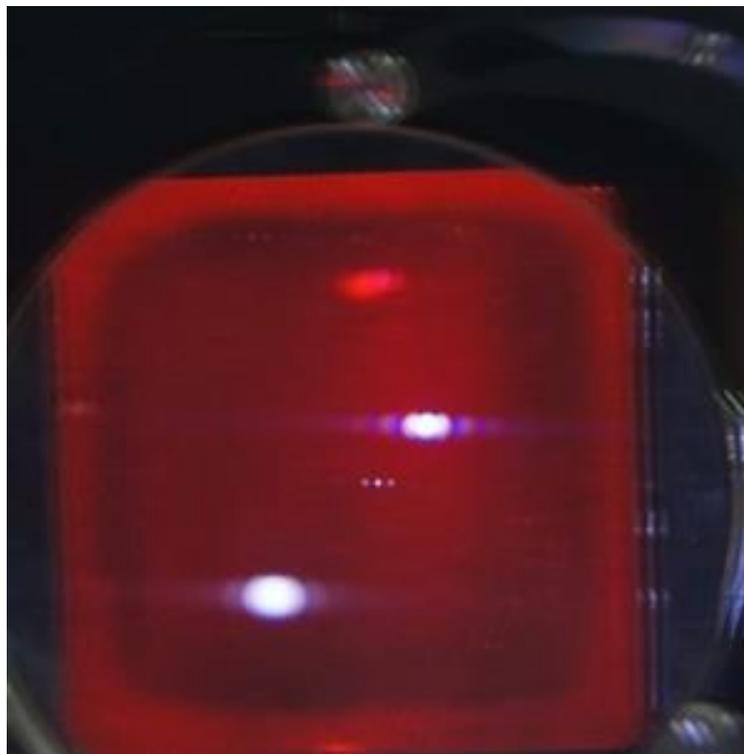
Fotografía DSC00042



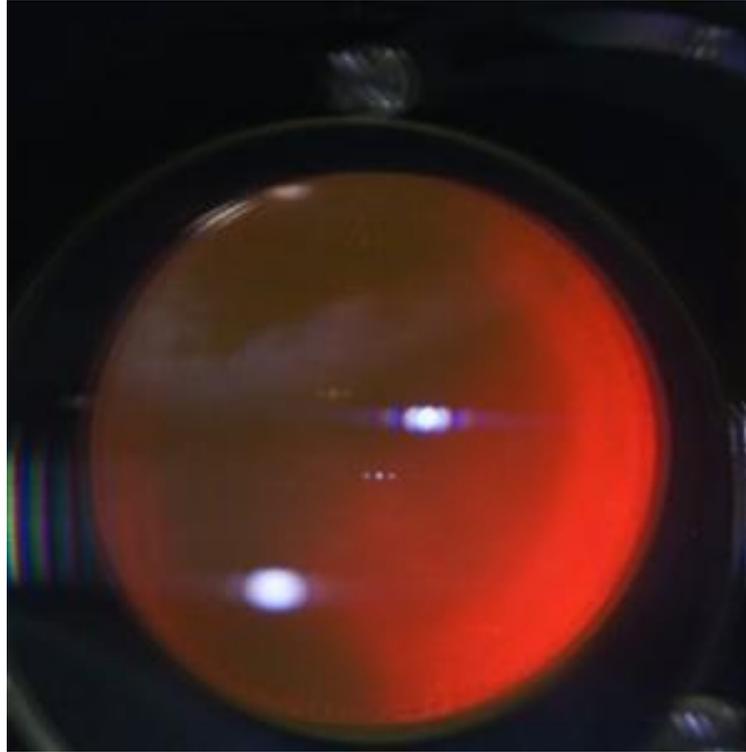
Fotografía DSC00043



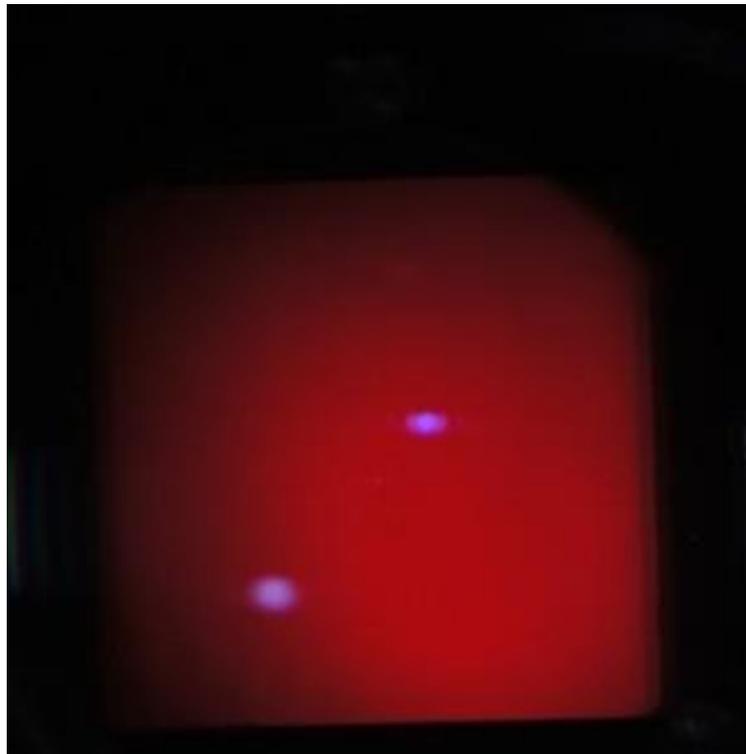
Fotografía DSC00044



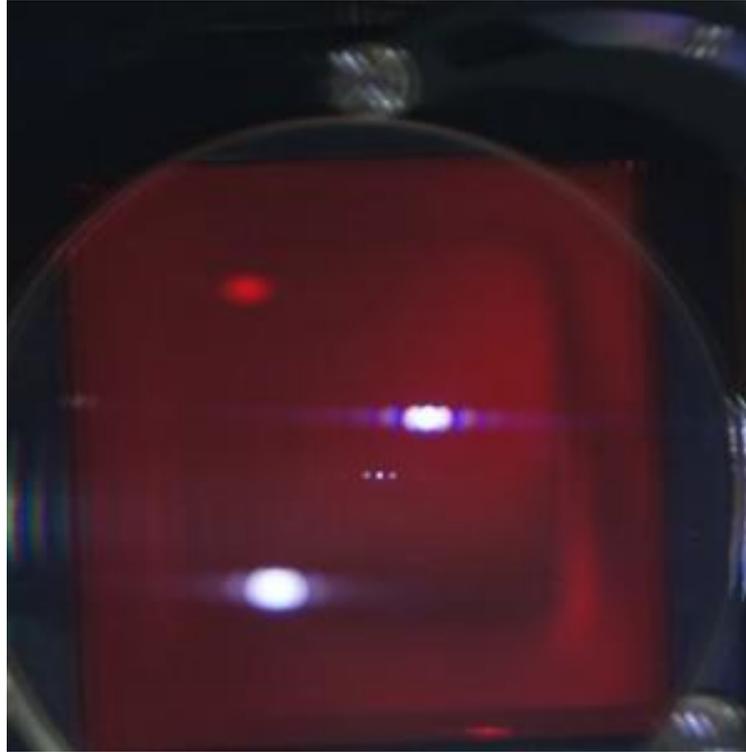
Fotografía DSC00045



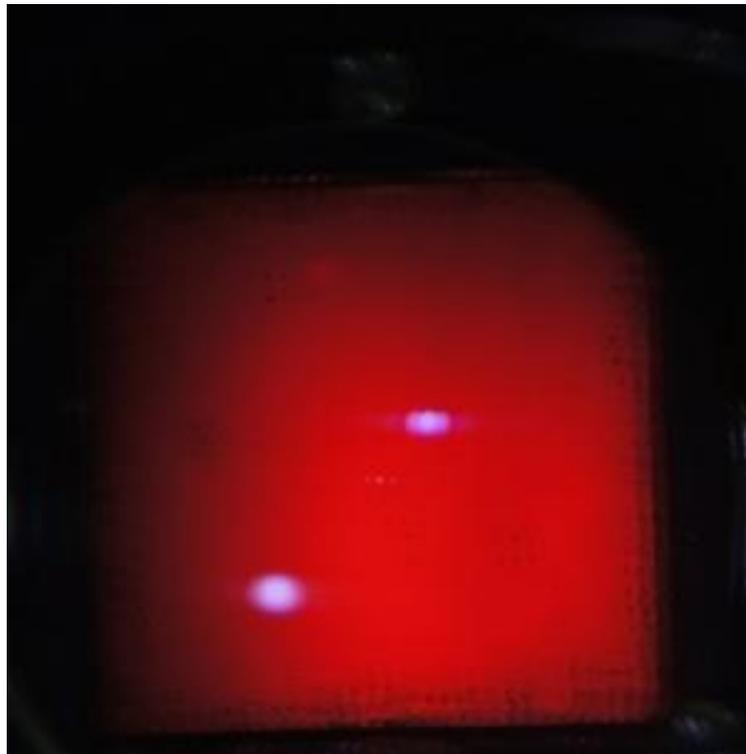
Fotografía DSC00046



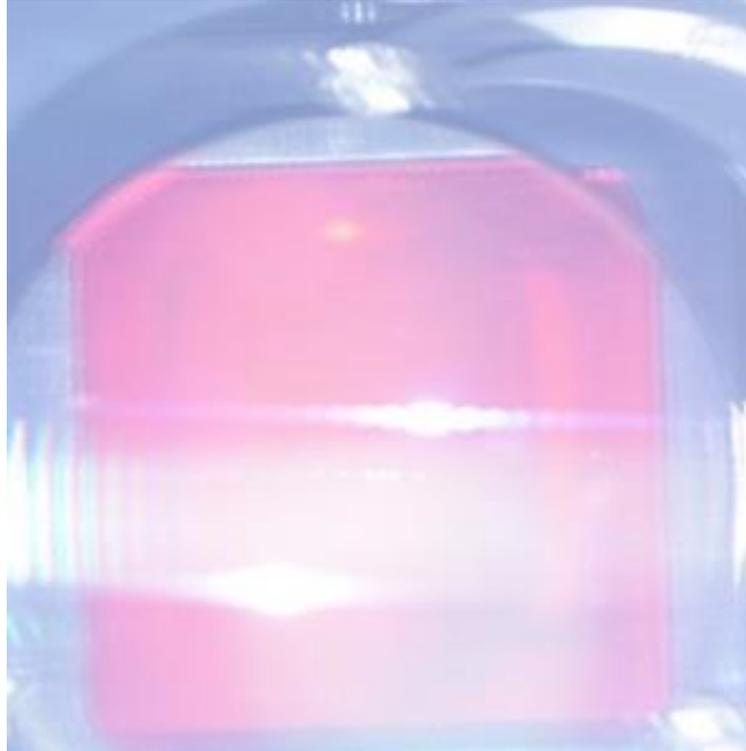
Fotografía DSC00047



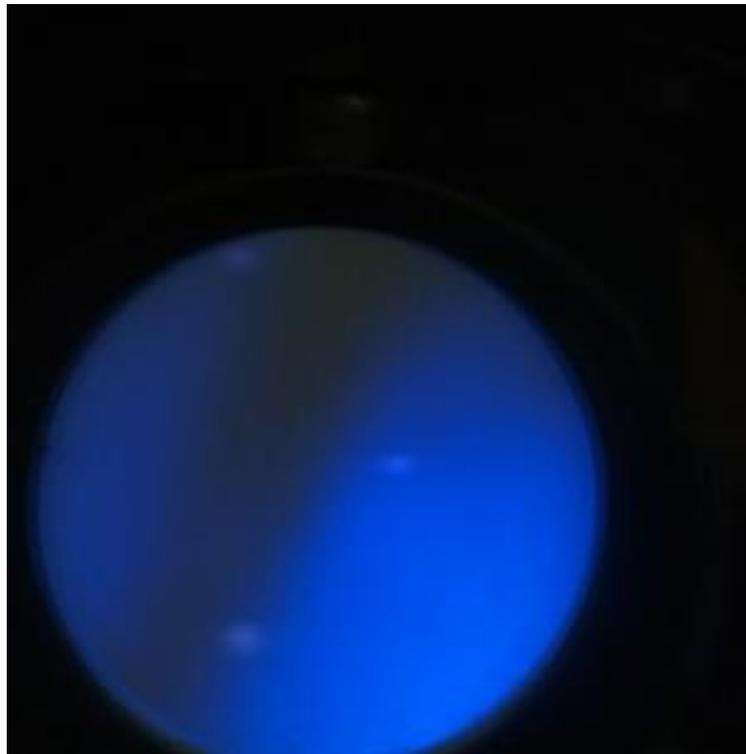
Fotografía DSC00048



Fotografía DSC00049



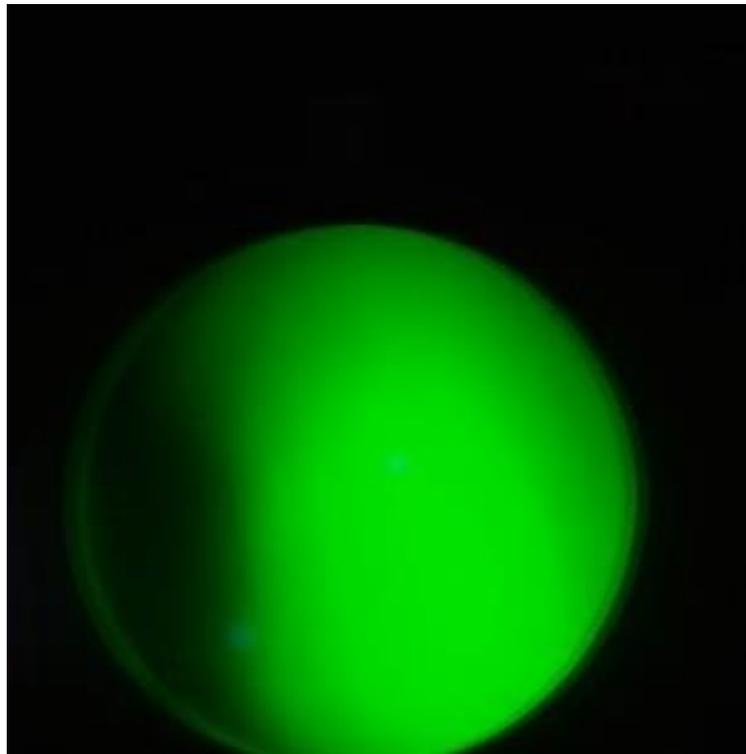
Fotografía DSC00050



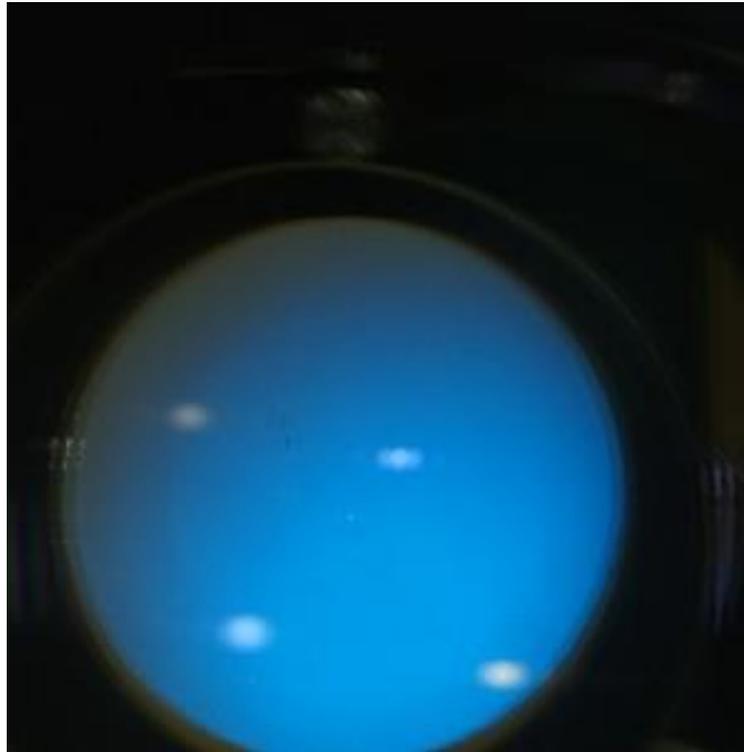
Fotografía DSC00051



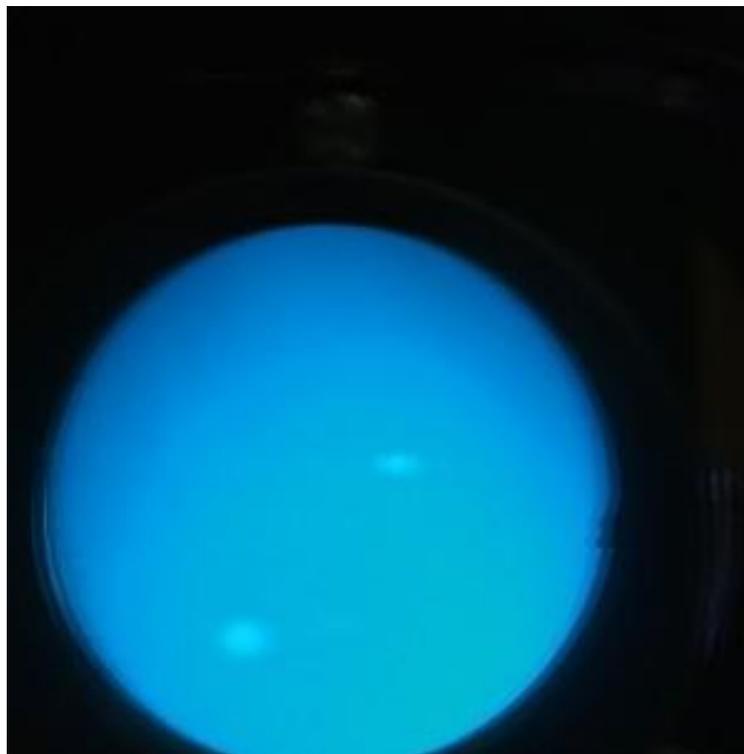
Fotografía DSC00052



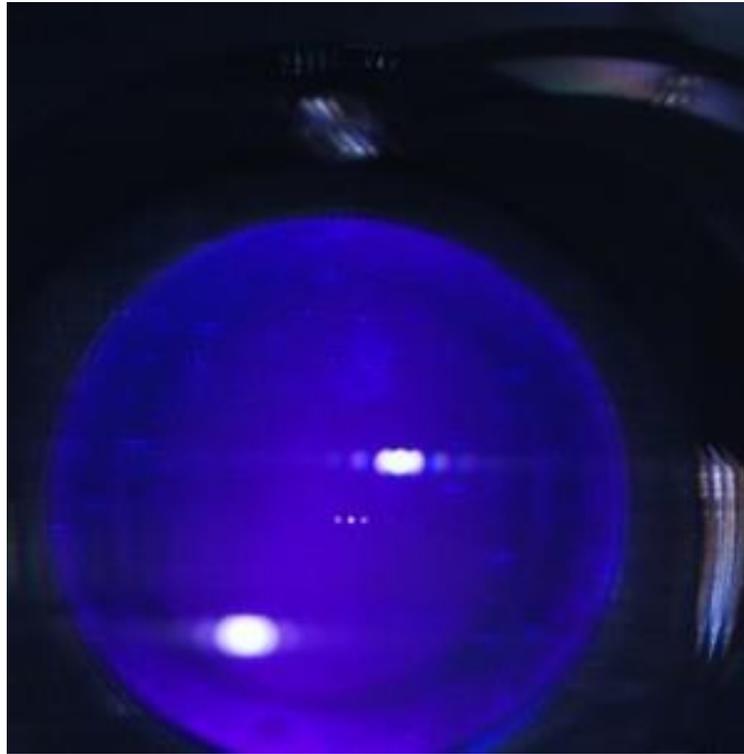
Fotografía DSC00053



Fotografía DSC00054



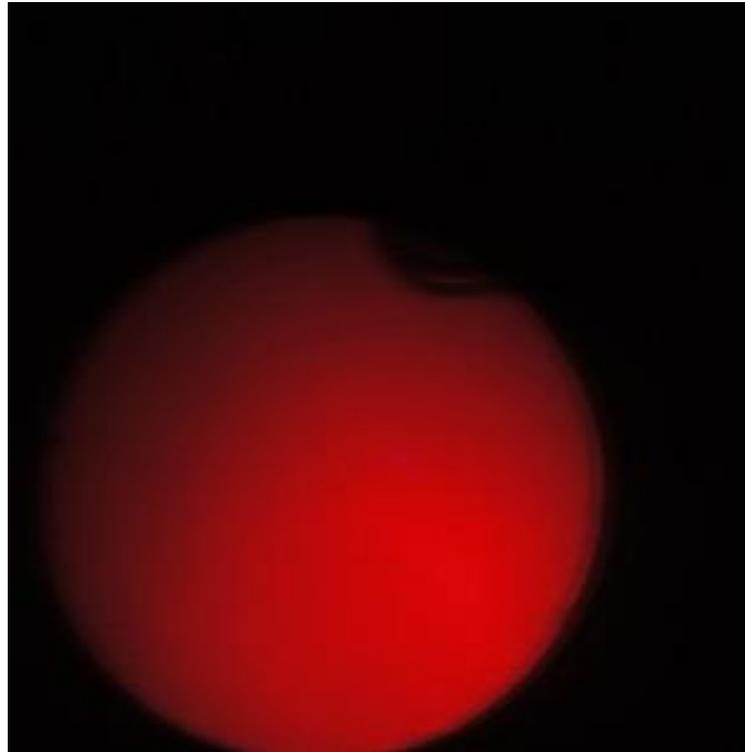
Fotografía DSC00055



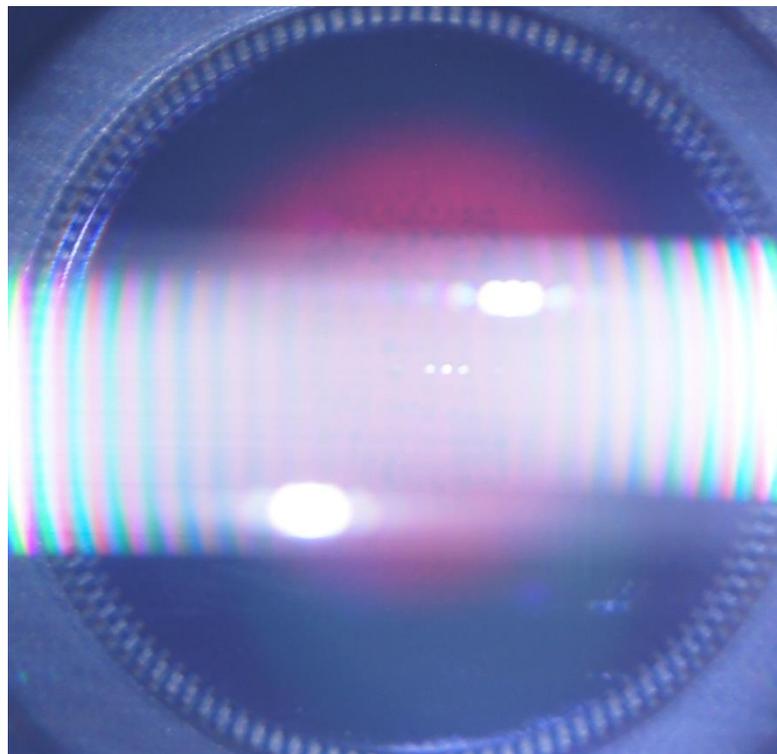
Fotografía DSC00056



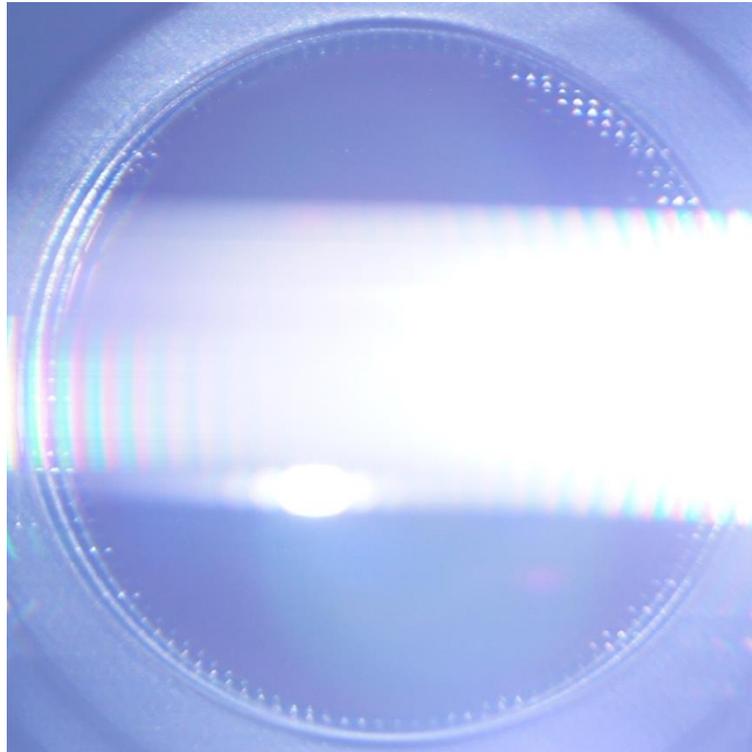
Fotografía DSC00057



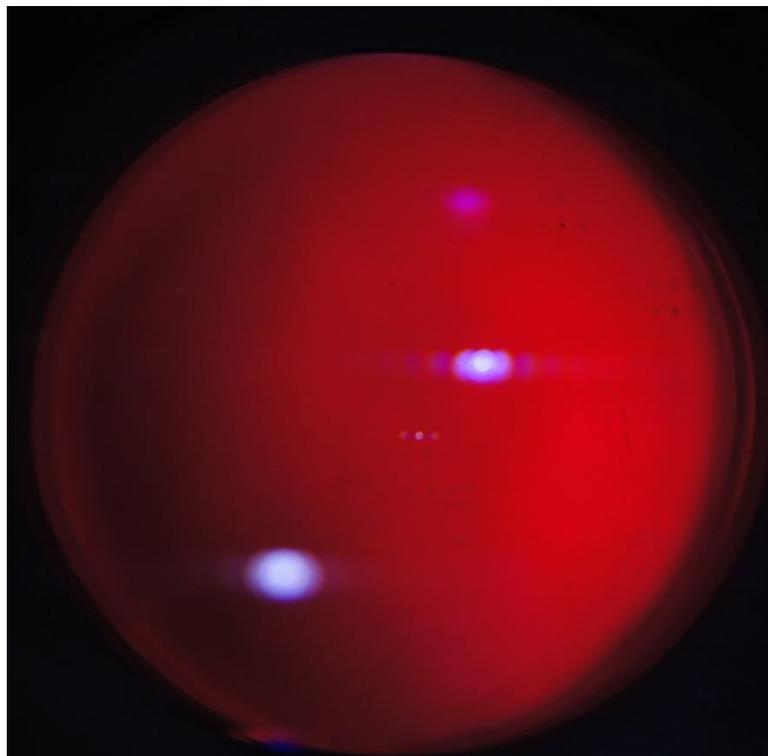
Fotografía DSC00058



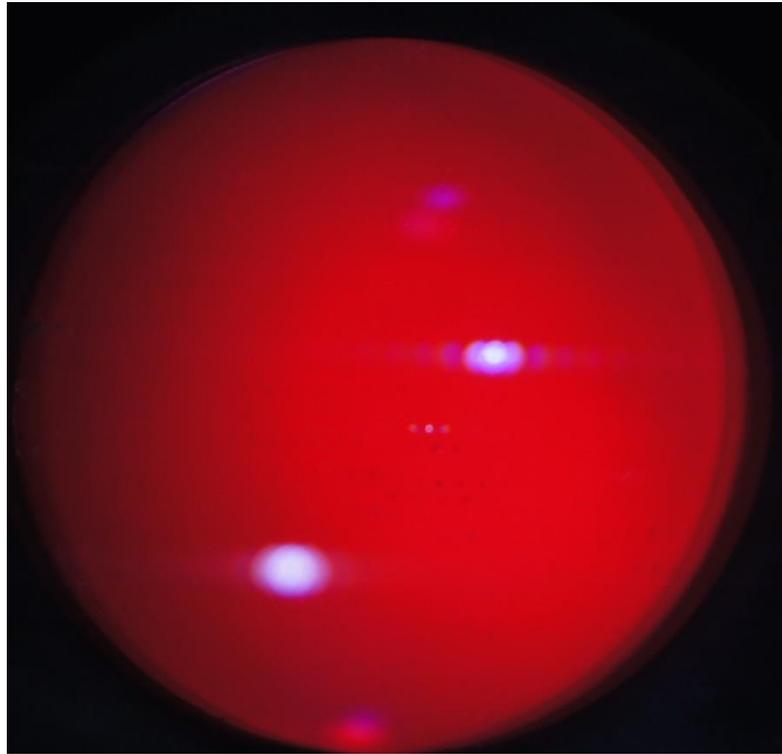
Fotografía DSC00059



Fotografía DSC00060



Fotografía DSC00061



Fotografía DSC00062



Fotografía DSC00063



Fotografía DSC00065

