

IV ISES – CLA - XVII SPES



Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ciencias

ADAPTACION DE UN ESPECTROFOTOMETRO DE ESFERA INTEGRADORA A FLUJOS LUMINOSOS INTENSOS

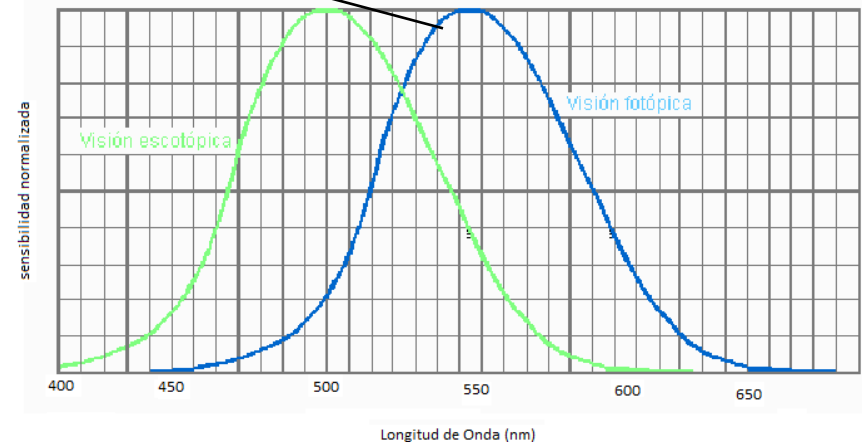
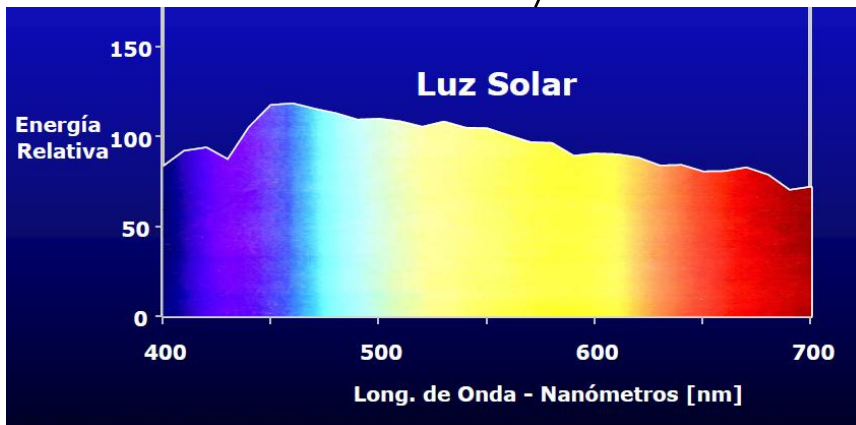
Julio Arturo Rabanal Reina

Manfred Horn

Fundamentos de Fotometría (Flujo Luminoso (lm))

Flujo luminoso (lm): Radiación total visible según la sensibilidad del ojo humano, generado por una fuente lumínica

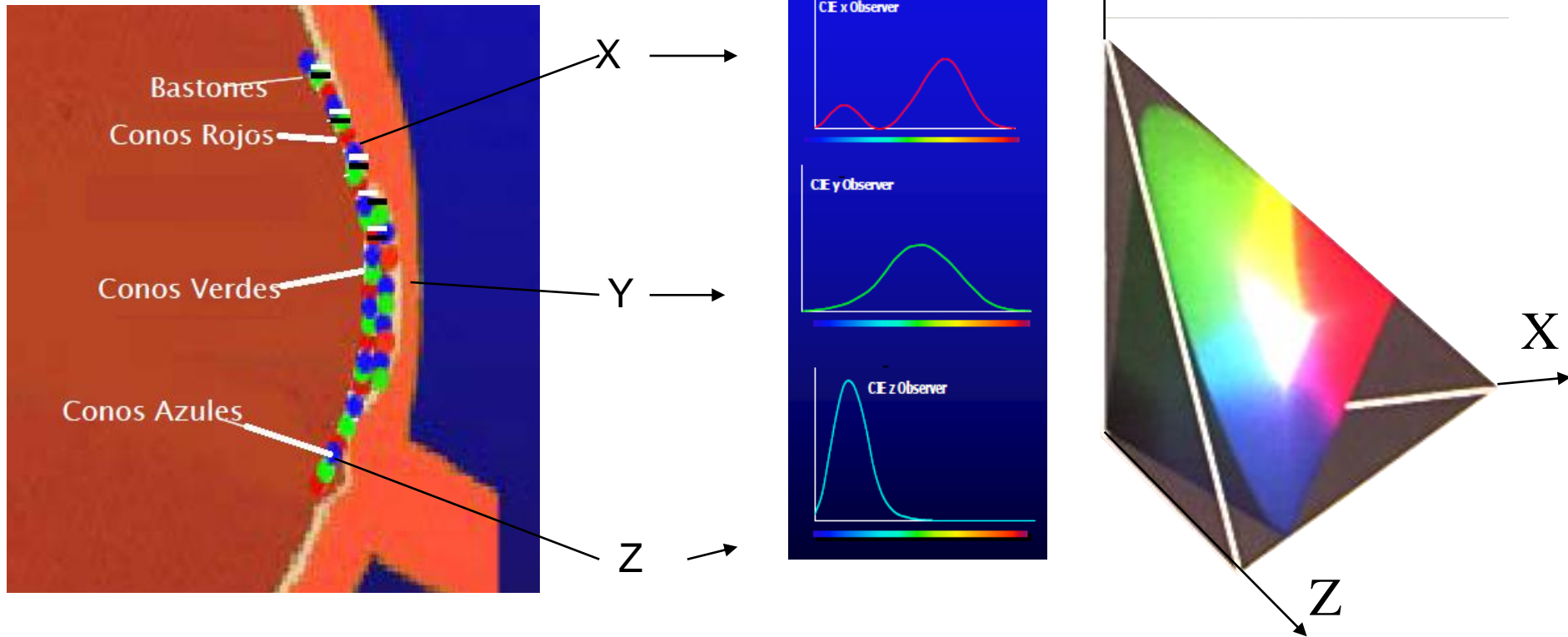
$$\Phi_v = K_M \int \left(\frac{d\Phi_e(\lambda)}{d\lambda} \right) \cdot V(\lambda) d\lambda = K_M \int M_P(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda$$



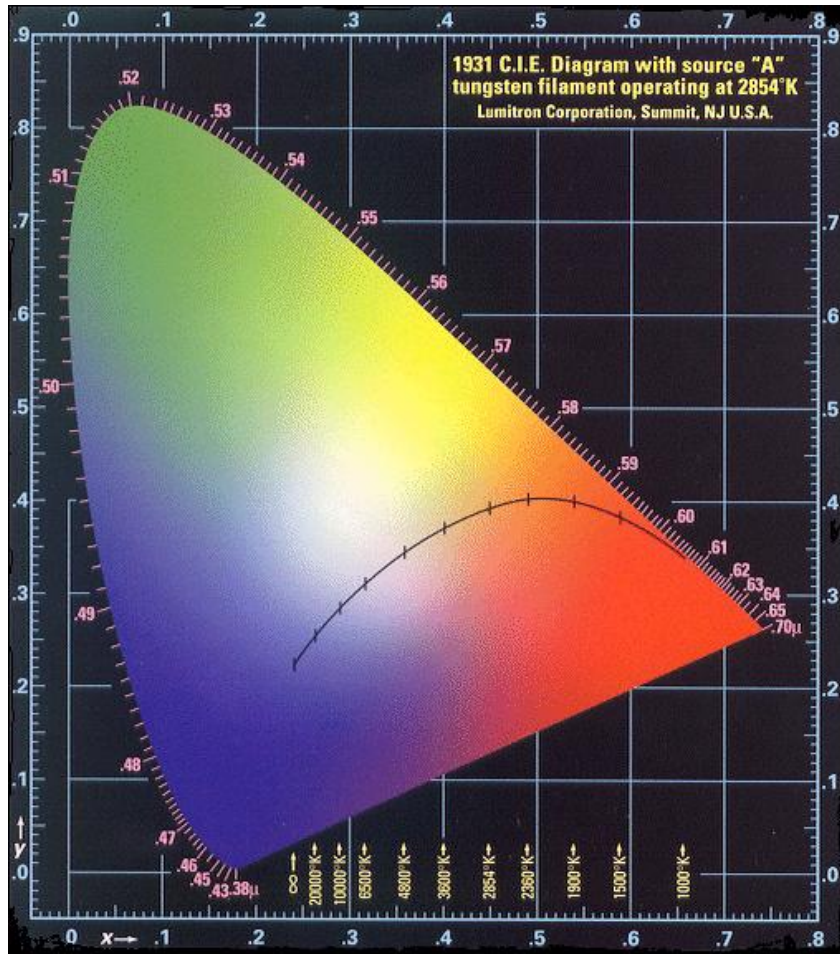
Eficiencia Lumínica (lm/W)

La visión del color y el espacio de color

Las coordenadas triestímulos (X;Y; Z) como coordenadas del espacio de color



Medida del color



Temperatura de Color (°K): color de luz de una fuente comparada con el color que irradia un cuerpo negro a una temperatura definida

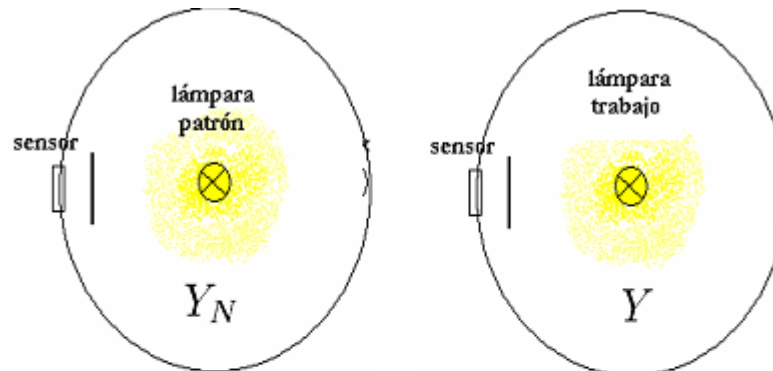
índice de reproducción cromática (IRC o Ra): capacidad de una radiación de reproducir los colores en relación al sol (%)

Método Esfera Integradora

Se basa en la comparación entre la relación flujos señal de una lámpara patrón (cuyo flujo es conocido) contra la relación flujos señal de una lámpara de trabajo (cuyo flujo se desea medir).
Para ello definimos la constante **k** o contante de la esfera.

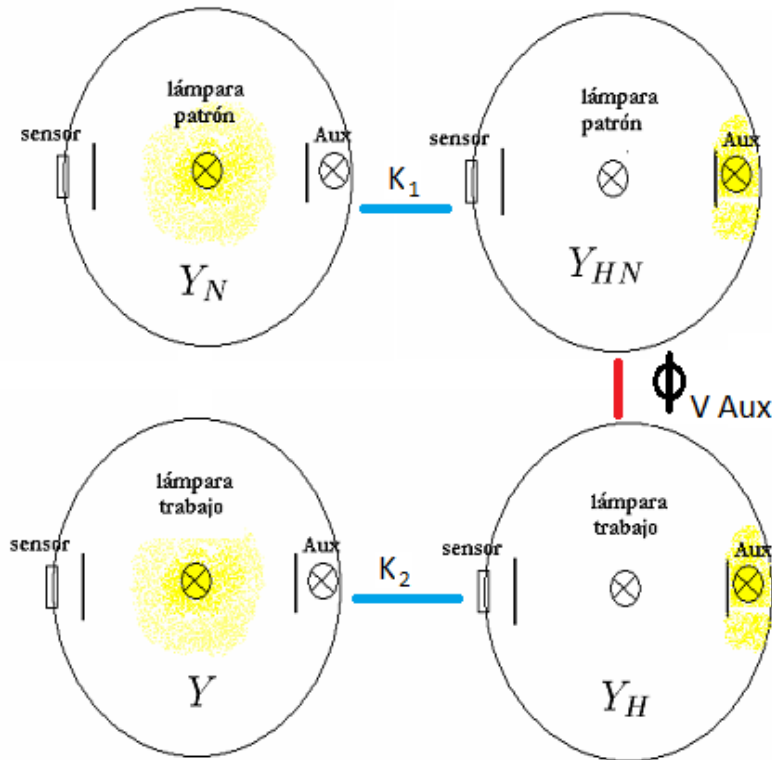
$$k = \frac{\Phi_v}{Y}$$

Flujo luminoso
Señal medida



$$\frac{\Phi_v, N}{Y_N} = \frac{\Phi_v}{Y}$$

Corrección por absorción (alteración de la constante de la esfera)



$$k_1 = \Phi_{vN}/Y_N \quad (a)$$

$$k_1 = \Phi_{v \text{ Aux}}/Y_{HN} \quad (b)$$

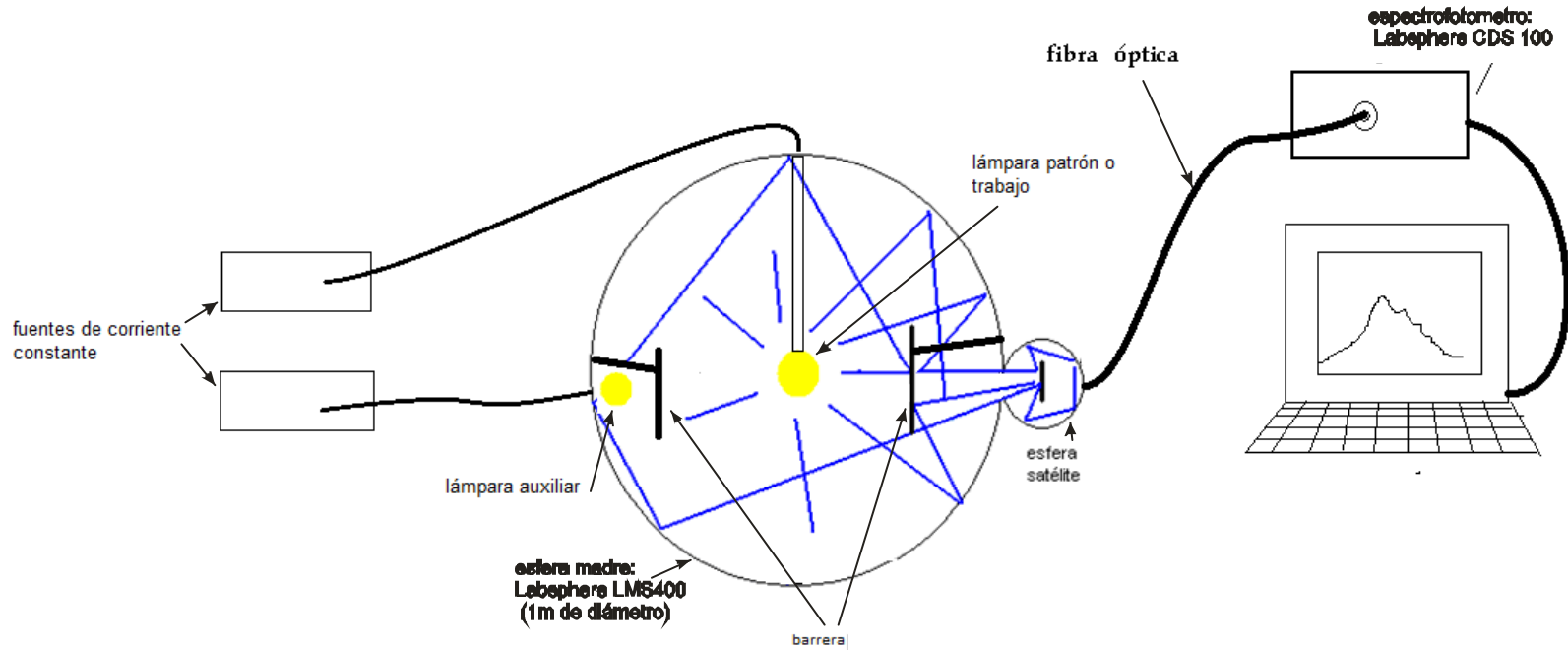
$$k_2 = \Phi_v/Y \quad (c)$$

$$k_2 = \Phi_{v \text{ Aux}}/Y_H \quad (d)$$

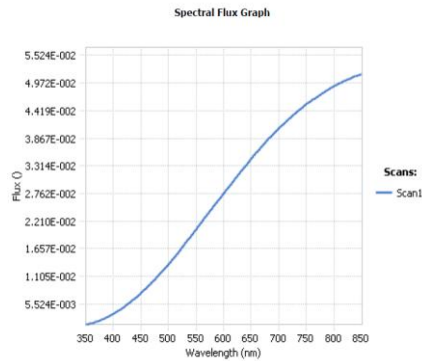
Por tanto:

$$\Phi_v = \Phi_{vN} \cdot (Y/Y_N) \cdot (Y_{HN}/Y_H)$$

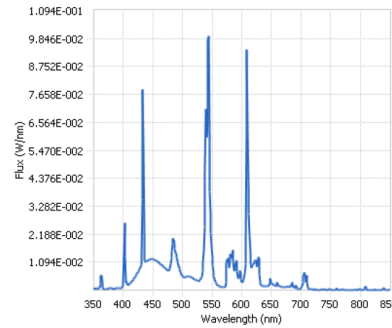
Esfera Integradora Ulbricht del laboratorio de fotometría de FC-UNI



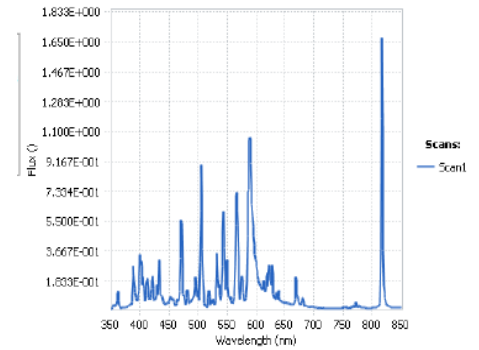
Diferencias entre fuentes Lumínicas



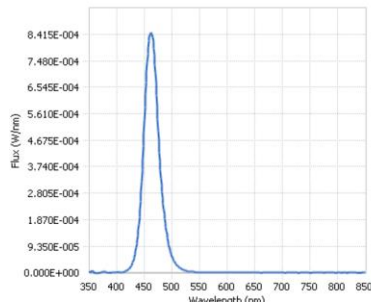
incandecente



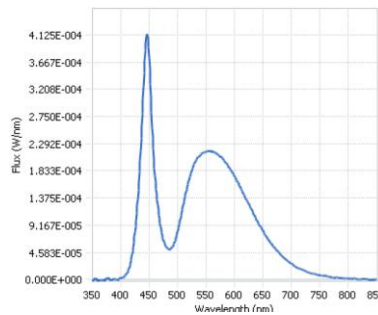
fluorescente



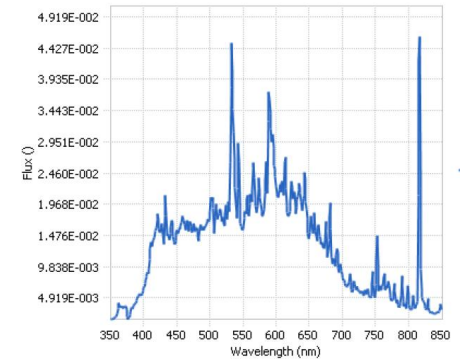
Halogenuro metálico quemador de cuarzo



LED monocromático azul



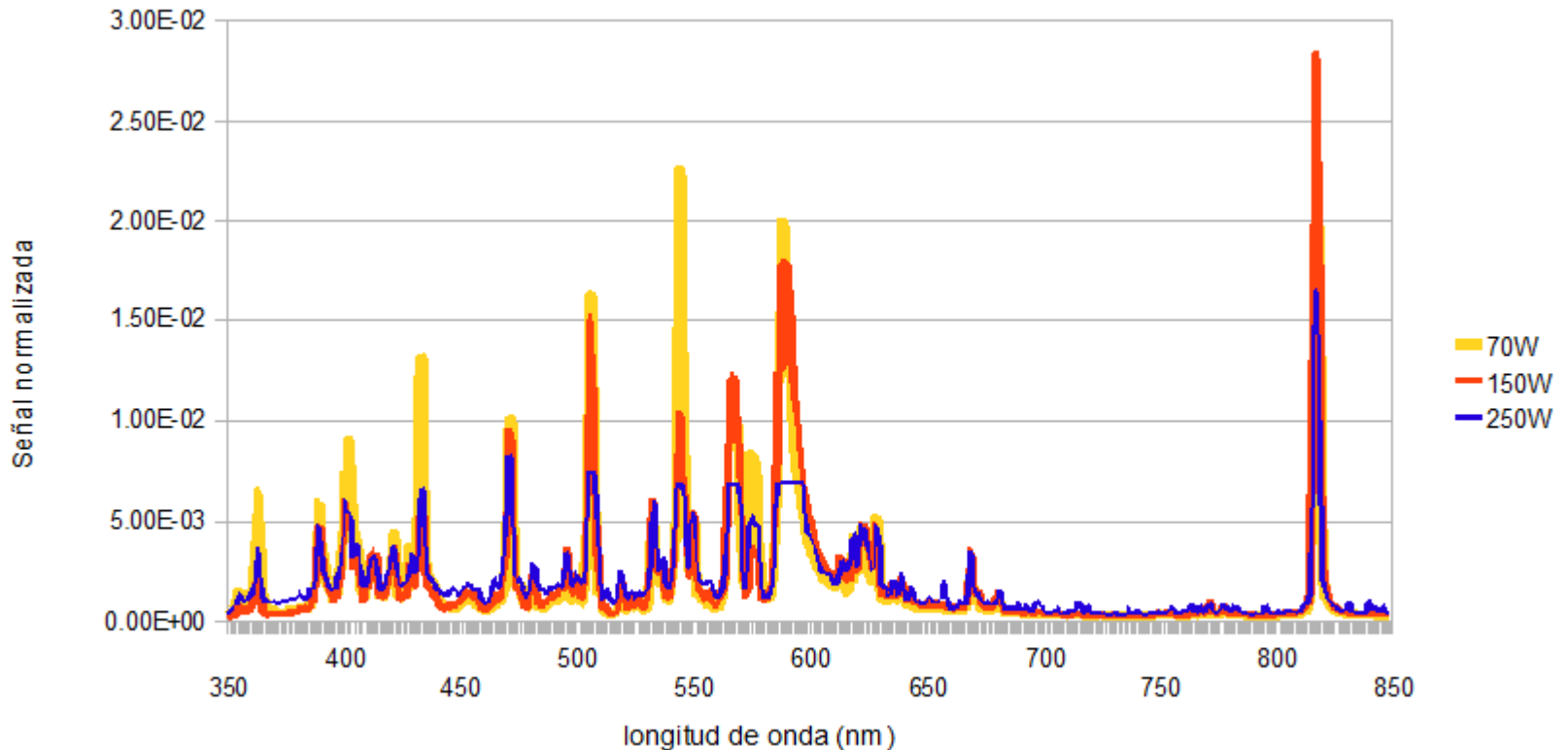
LED blanco de 6000 °K



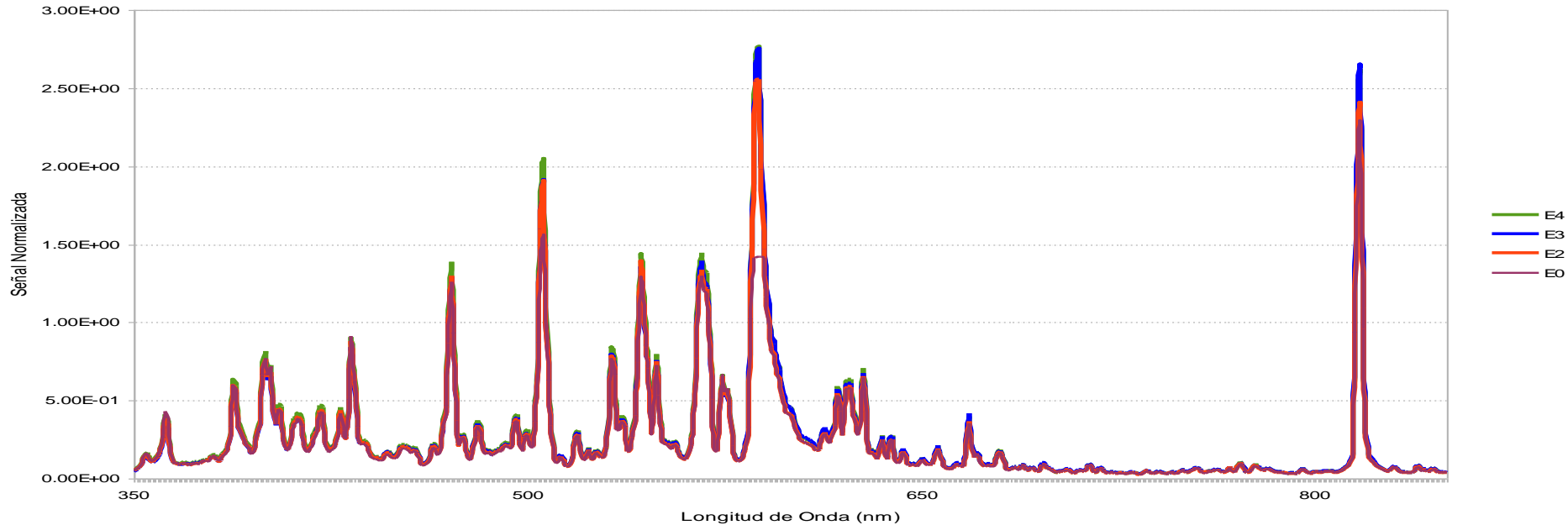
Halogenuro metálico quemador cerámico

Limitaciones de medidas en altos flujos con espectrófotómetros

Comparación del espectro normalizado entre lámparas Halogenuro Metálico de diferentes potencias (70W, 150W y 250W)

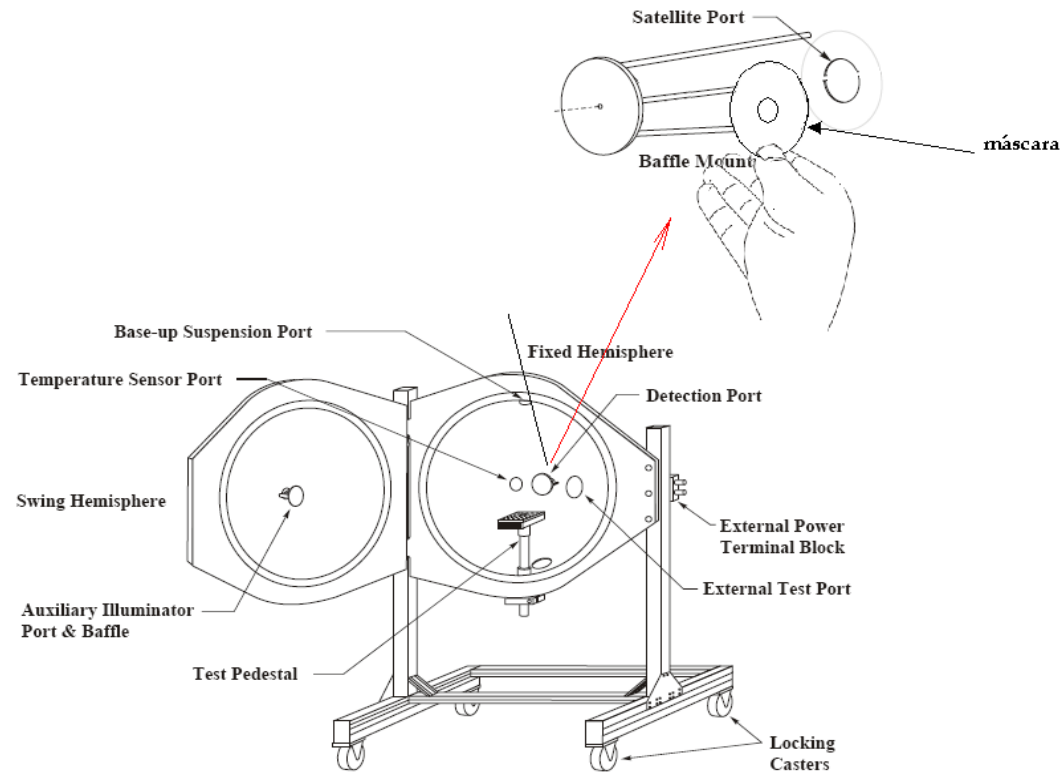
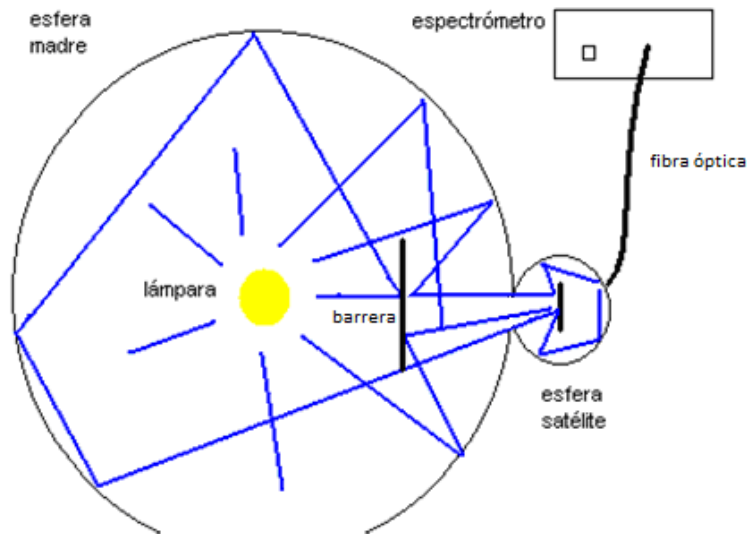


Comparación de los espectros de una misma lámpara con reducción del área de exposición al espectrofotómetro



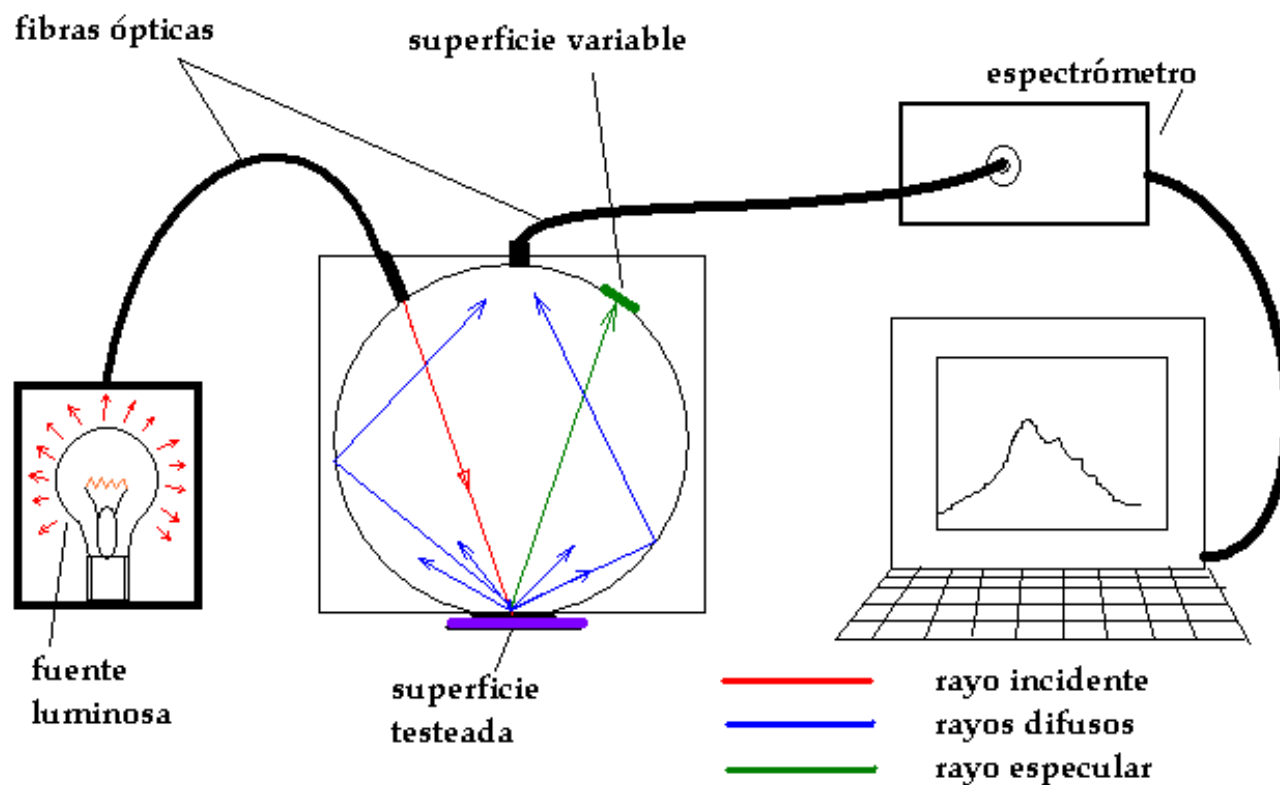
máscara	diámetro (cm)	área (cm ²)	en relación a E0
E0	2	3,14	1
E2	1,72	2,32	0,74
E3	1	0,79	0,25
E4	0,69	0,37	0,12

Propuesta de adaptación



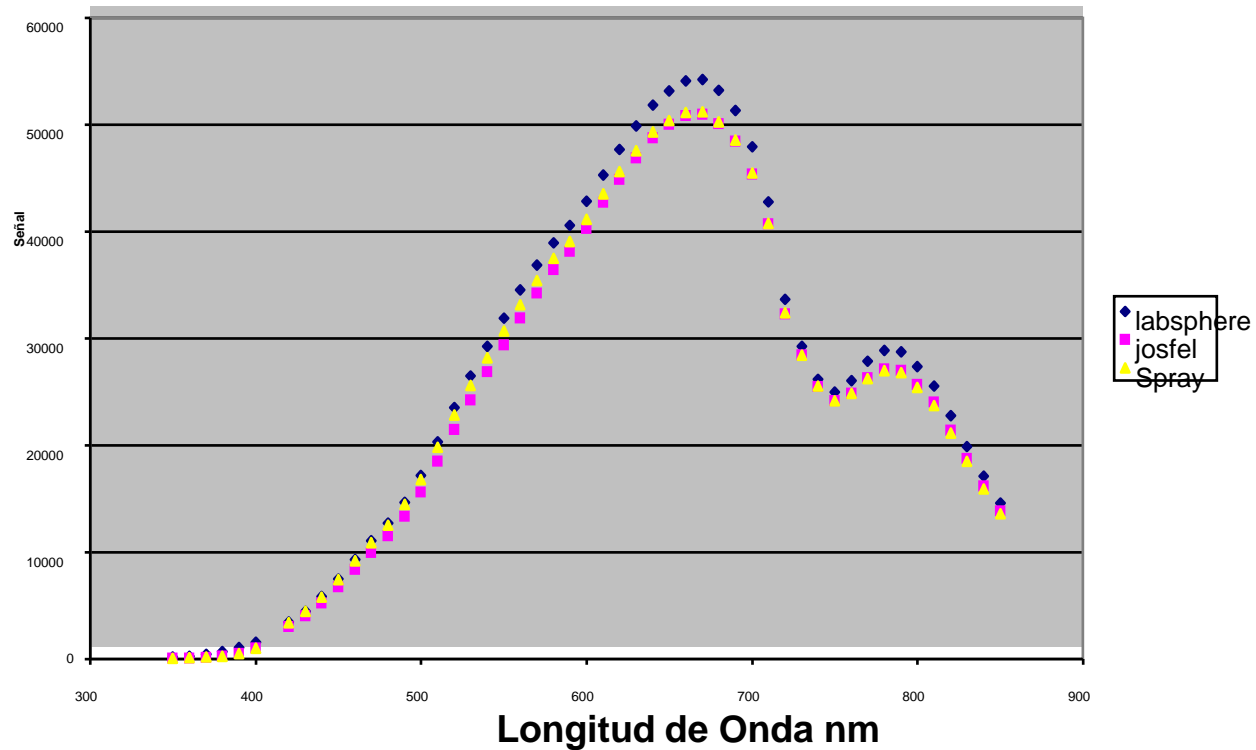
máscara	diámetro (cm)	área (cm ²)	en relación a A0
A0	2,00	3,14	1
A1	1,60	2,01	0,64
A2	1,35	1,43	0,46
A3	1,15	1,03	0,33
A4	0,96	0,72	0,23
A5	0,69	0,37	0,12
A6	0,55	0,24	0,08
A7	0,50	0,2	0,06
A8	0,38	0,11	0,04

Elección de pinturas reflectantes para las máscaras



Comparación de índice de reflexión entre opciones de pintura para las mascararas

Indice de reflexión

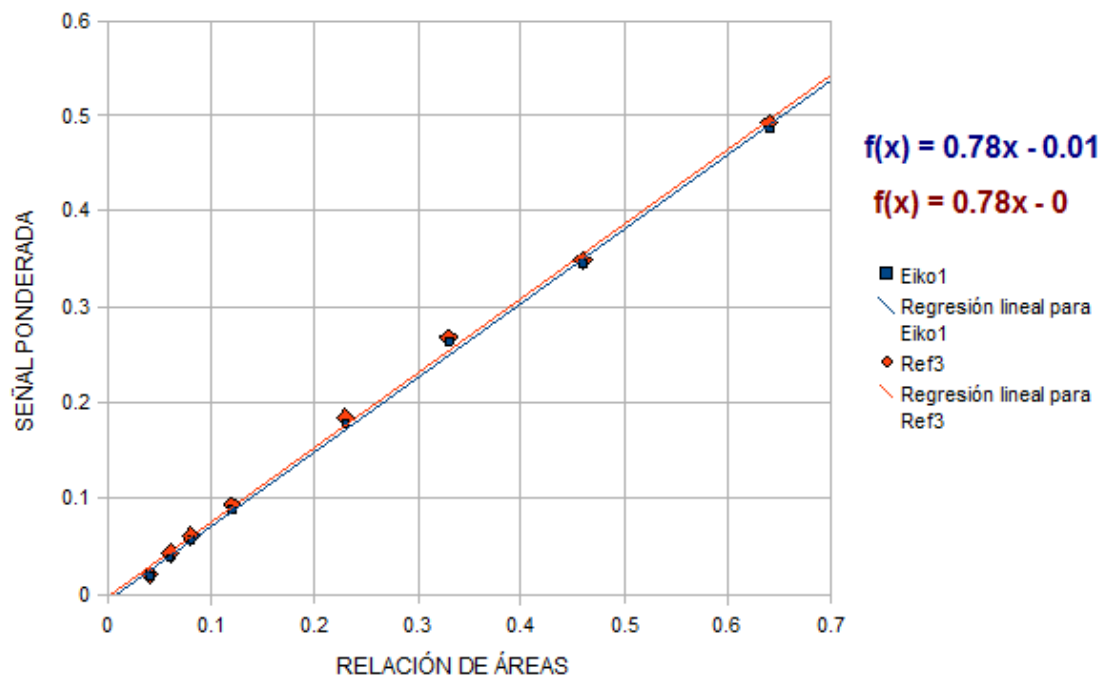


$$I_{Josfel} = 91,6\%$$

$$I_{Spray} = 93,8\%$$

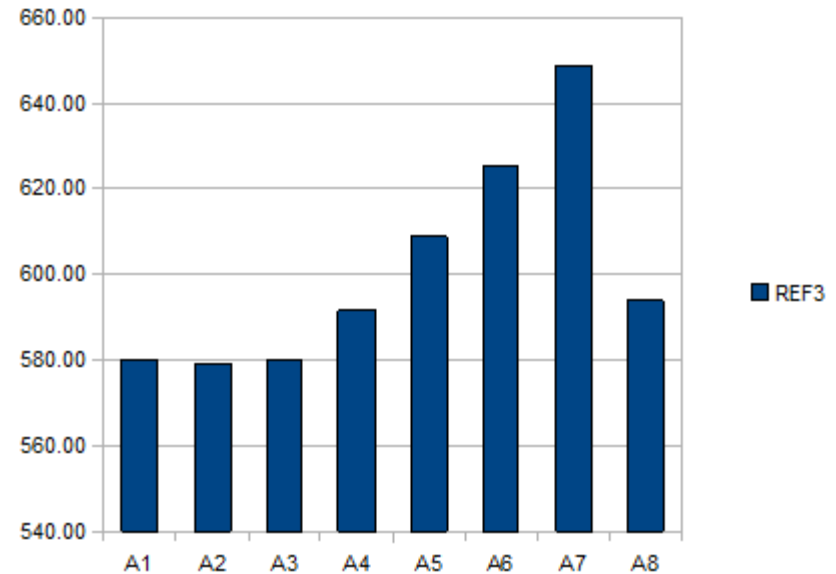
Tratamiento de Datos

máscara	Eiko1			Ref3	
	Relación de áreas de exposición	Flujo luminoso (lm±4,5%)	normalizados	Flujo luminoso (lm±4,5%)	normalizados
A0	1	1421	1	573.1	1
A1	0.64	690.7	0.49	282	0.49
A2	0.46	490.2	0.34	199.7	0.35
A3	0.33	376.7	0.27	153.7	0.27
A4	0.23	253.5	0.18	105.5	0.18
A5	0.12	124.5	0.09	53.35	0.09
A6	0.08	78.9	0.06	34.74	0.06
A7	0.06	53.66	0.04	24.51	0.04
A8	0.04	27.76	0.02	11.6	0.02



Determinación de cota inferior de flujos permitidos

máscara	Flujo medido ($1m \pm 4,5\%$)		flujo calculado
	Eiko1	REF3	$1421 \times \text{Ref3} / \text{Eiko1}$
A0	1421		
A1	690.7	282	580.17
A2	490.2	199.7	578.89
A3	376.7	153.7	579.79
A4	253.5	105.5	591.38
A5	124.5	53.35	608.92
A6	78.9	34.74	625.67
A7	53.66	24.51	649.06

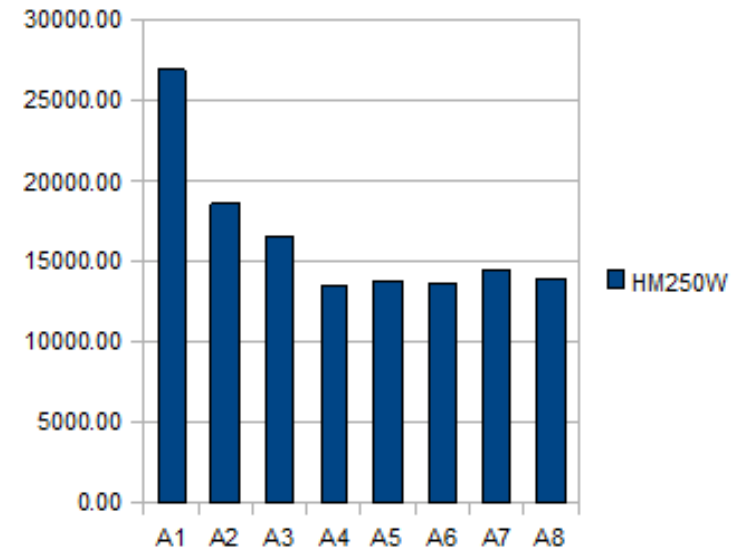


Flujos de Ref3 calculado por cada máscara.

Flujo mínimo a medir 105 Im

Determinación de cota superior de flujos permitidos

máscara	Flujo medido (Im±4,5%)		flujo calculado
	Eiko1	HM250W	1421xRef3/Eiko1
A0	1421		
A1	690.7	13100	26951.06
A2	490.2	6380	18494.45
A3	376.7	4395	16578.96
A4	253.5	2414	13531.73
A5	124.5	1206	13764.87
A6	78.9	760.7	13700.31
A7	53.66	543.9	14403.32
A8	27.76	272.6	13954.06



Flujos de HM250W calculado por cada máscara

Flujo máximo a medir 2500 Im

Conclusiones

- Si deseamos medir un lámpara de alto flujo usamos una máscara que reduzca el flujo a valores entre 100-2500 lm.
- Posteriormente para obtener el flujo real de la lámpara dividimos el flujo medido por el valor indicado en la tabla según la máscara usada.

maskara	relacion
A0	1
A1	0.49
A2	0.34
A3	0.27
A4	0.18
A5	0.09
A6	0.06
A7	0.04
A8	0.02