



**Proyecto Energía, Desarrollo y Vida
ENDEV/GIZ**

Informe Técnico

Evaluación de la lámpara D.light S300

Elaborado por:

**Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ciencias
Laboratorio de Fotometría**

1. OBJETIVO /ANTECEDENTES

El Laboratorio de Fotometría de la UNI recibió de GIZ un Pico Sistema Fotovoltaico “d.light S300, sin uso” (modelo S300 del fabricante d.light) para su evaluación con un protocolo ya usado en evaluaciones anteriores. Los resultados de esta evaluación en el laboratorio se presentan a continuación.

Como antecedente cabe indicar que el modelo “S300”, es una versión nueva del modelo “Nova” del mismo fabricante d.light y que había sido evaluado en 2011 en el mismo laboratorio por encargo de la GIZ y cuyos resultados principales están indicados en el anexo A.5 del presente informe.

Sistema Pico PV	Código LF - UNI
Lámpara d.light S300	LF_UNI_130705_04



Figura 1: Sistema d.light S300; lámpara, panel solar y cable para celulares

2. ESPECIFICACIONES DE FÁBRICA

Las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante se describen en las Tablas 1, 2 y 3.

Tabla 1: Especificaciones de la Batería y del Panel Solar del Sistema “d.light S300”

BATERIA				
Química Tipo	Voltaje (V)	Capacidad (mAh)	Energía (Wh)	# de Baterías
LiFePO4	3.2	1800		1
PANEL SOLAR				
Pm (W)	Vmpp (V)	Impp (A)	Voc (V)	Isc (A)
1.3	5.5	0.236		

Los datos de panel solar son extraídos del reverso del panel del sistema d.light S300 y los datos de la batería son extraídos de la impresión en la misma batería (ver A.4).

Tabla 2: Especificaciones de la lámpara usada por el Sistema “d.light S300”

LED			
# de niveles de intensidad luminosa	P (W)	Flujo Luminoso (lm)	# de LEDs
4	-	-	1

Tabla 3: Datos del tiempo de encendido proporcionado por el fabricante

Tiempo de encendido (h)			
Posición 1 (mínima intensidad)	Posición 2	Posición 3	Posición 4 (máxima intensidad)
100	16	8	4

La página del fabricante, <http://www.dlightdesign.com>, así como el empaque del sistema solo muestran los datos mostrados en la tabla 3. No se encontró un manual en el empaque del sistema, ni en Internet.

3. EVALUACIONES REALIZADAS

Una inspección ocular de la lámpara d.light S300 indica que es una lámpara portátil, robusta, apropiada por su uso interior y exterior de casas, hermética (incluyendo el interruptor), con buena protección contra la penetración de polvos (e insectos) y líquidos

(alto grado IP). Tiene la misma forma que el modelo anterior NOVA (ve foto en anexo A.5), pero es mucho más liviano (causado por el reemplazo de la batería de plomo ácido por una de litio-ion). Permite conectar un cable con conectores múltiples para poder cargar teléfonos celulares de diferentes modelos.

Las medidas fotométricas y eléctricas de la lámpara y de las características de la batería se realizaron en el Laboratorio de Fotometría, utilizando los siguientes equipos:

- Esfera Integradora: Labsphere LMS 400 (1 m diámetro)
- Espectrómetro: Labsphere CDS 1100 (350 nm – 850 nm)
- Fuente de poder para lámpara patrón: Labsphere LPS-150-0268
- Lámpara patrón Labsphere SCL-1400-B65 1538 lm \pm 0.7 %
- Multímetro: Fluke 45 dual display multimeter \pm 0.003%
- Shunt: Bader 10 m Ω \pm 0.1% (medición de corriente)
- Fuente de alimentación para las baterías: ATEN instrument TPR3010S (carga de baterías)
- Luxómetro: Light Meter LX – 1108 – Lutron \pm 0.1 %

3.1 MEDICIONES FOTOMETRICAS

La tabla 4 muestra la medida de intensidad de corriente y voltaje con la batería completamente cargada, en todas las posiciones de descarga permitida por el sistema.

Tabla 4: Medidas de intensidad de corriente, voltaje y potencia extraída de la batería con la lámpara encendida, para los 4 niveles de intensidad luminosa

Posición	Voltaje (V) \pm 0.01 V	Intensidad (mA) \pm 1 mA	Potencia (W) \pm 0.005 W
Posición 1 (mínima intensidad)	3.35	12	0.04
Posición 2	3.33	73	0.24
Posición 3	3.32	145	0.48
Posición 4 (máxima intensidad)	3.28	286	0.94

Se midió el flujo luminoso con la esfera integradora, con la lámpara en posición vertical a una humedad relativa de 65% y temperatura de 19.5 ± 0.5 ° C en el laboratorio, con los resultados de las tablas 5 y 6.

Tabla 5: Evaluación del flujo luminoso y de la eficacia de la lámpara d.light S300

Posición	Flujo Luminoso (lm) $\pm 4.5\%$	Potencia (W) ± 0.005 W	Eficacia (lm/W) $\pm 4.8\%$
Posición 1 (mínima intensidad)	~ 3.2	0.04	~ 80
Posición 2	25	0.24	104
Posición 3	49	0.48	102
Posición 4 (máxima intensidad)	81	0.94	86

Tabla 6: Dato de temperatura de color e índice de rendimiento de color (IRC)

Posición	Temperatura de Color (° K)	IRC (%)
Posición 1 (mínima intensidad)	5596	71
Posición 2	5755	70
Posición 3	5900	70
Posición 4 (máxima intensidad)	6100	70

Iluminación sobre una mesa.

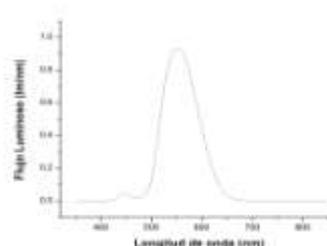
Se realizó la medida de iluminación sobre una mesa de trabajo de 1m^2 en la que la lámpara d.light S300 se encontraba en su nivel de intensidad más alto (posición 4), dando como resultado la tabla 7 y las figuras 6 y 7 (ver anexo A.3), en donde la iluminación en la parte central (I_c), iluminación en el borde (I_b) y altura (h) de la lámpara sobre la mesa, son los parámetros indicados en dicha tabla.

Tabla 7: Parámetros obtenidos de la prueba de iluminación sobre una mesa de trabajo de 1m^2

Posición	I_c (lx) ± 1	I_b (lx) ± 1	h (cm) ± 2
Posición 4	51.8	21.6	72

Espectro

En la figura a la derecha se demuestra, como referencia, el espectro fotométrico de la lámpara. En el anexo A.6 se reproduce el espectro radiométrico de la lámpara dlight S300, junto con los datos espectrométricos y fotométricos, tal como se obtiene del espectrómetro Labsphere CDS 1100.



3.2 MEDICIONES DE LA BATERÍA

Antes de realizar las medidas de la batería se encendió la lámpara y se esperó hasta que se apague por sí sola.

Después se realizó el proceso de carga y descarga de la batería con el circuito electrónico propio de la lámpara. Las medidas fueron realizadas en el laboratorio de fotometría a temperatura ambiente (21.5 ± 0.5 °C). Las medidas de corriente y voltaje fueron tomadas automáticamente cada 2 minutos y cada segundo para el caso de la medida del DOD por un programa de adquisición de datos desarrollado en Labview V 8.0.

Para el proceso de carga se utilizó una fuente ATEN con valores tope de $V = 5.5$ V, $I = 0.23$ A, simulando un panel FV.

Tabla 8: Carga y energía almacenada en la batería en el proceso de carga

PROCESO DE CARGA			
Posición	Carga - Q (Ah)	Energía (Wh)	Tiempo (h)
4	1.97	6.58	8.67

El comportamiento de la corriente y del voltaje en el proceso de carga y de descarga se puede apreciar en las figuras 2 y 3 respectivamente del anexo A.1.

Tabla 9: Carga y energía extraída de la batería en el proceso de descarga

PROCESO DE DESCARGA			
Posición	Carga - Q (Ah)	Energía (Wh)	Tiempo Encendido (h)
4	1.97	6.37	6.67

Tabla 10: Resultado de eficiencia de la batería con los datos tomados del proceso de carga y descarga

EFICIENCIA						
Posición	Carga - Q (Ah)		Eficiencia Coulomb	Energía (Wh)		Eficiencia Energía
	Descarga	Carga		Descarga	Carga	
4	1.97	1.97	1.00	6.37	6.58	0.97

Para hallar el DOD (Depth of Discharge), se descargó la batería hasta que la lámpara se apagó automáticamente. Después se reemplazó el circuito electrónico del sistema por una resistencia equivalente. La figura del comportamiento del DOD se puede apreciar en la figura 4 del anexo A.1

Tabla 11: Cálculo del DOD de la batería del sistema d.light S300

Posición	Q ₁ (Ah)	Q ₂ (Ah)	R (Ω)	DOD
Posición	1.97	0.01	47.6	1
Q ₁ : Carga extraída hasta apagado automático en P1 (más alta) Q ₂ : Carga extraída con resistencia R R: Resistencia que simula el circuito integrado DOD (Descarga Profunda) = $Q_1 / (Q_1 + Q_2)$				

Dentro de la precisión de esta medida, el DOD es igual a uno, es decir la batería está descargada por completa, sin existir una limitación impuesta por el circuito electrónico (usual en las baterías de LiFePO₄).

3.3 TIEMPO DE ENCENDIDO

Para evaluar el tiempo de encendido y la variación de la intensidad luminosa a través del tiempo, se acondicionó una caja negra y se hizo uso del luxómetro Light Meter LX – 1108. La toma de datos se hizo automáticamente y en tiempos considerables teniendo en cuenta los estándares utilizados para estas medidas.

Tabla 12: Tiempo de encendido en horas de la lámpara con batería completamente cargada

INTENSIDAD LUMINOSA VS TIEMPO			
Posición	Tiempo Encendido (h)	Al inicio (%)	Al final (%)
4 (máxima potencia)	6.67	100	92

Con este resultado, y las potencias extraídas de la batería en las otras tres posiciones de intensidad luminosa (ver Tabla 4), se puede calcular el tiempo de encendido en esas posiciones:

13.0 horas, 27.3 horas y ~ 156 horas, respectivamente.

4. CONCLUSIONES

- La lámpara d.light S300 es una lámpara portátil, robusta, apropiada por su uso interior y exterior de casas, hermética (incluyendo el interruptor), con buena protección contra la penetración de polvos (e insectos) y líquidos (alto grado IP).
- En las 4 posiciones de intensidad luminosa, la lámpara queda encendida 6.7 horas, 13.0 horas, 27.3 horas y ~ 156 horas, respectivamente y con un flujo luminosa casi constante durante todos estos tiempos (sola al final se reduce algo) de 81 lm, 49 lm, 25 lm y ~3 lm, respectivamente. Estos tiempos son mayores que los indicadas por el fabricante (4, 8, 16 y 100 horas). La eficacia en la posición de máximo flujo es de 86 lm/W y en las posiciones intermedias es de 102 – 104 lm/W, un valor muy bueno.
- La iluminación sobre una mesa de 1 m² es de 21.6 – 51.6 lx en la posición de máxima intensidad.
- Comparando con el modelo “NOVA” anterior, la principal diferencia es el cambio de una batería de plomo ácido por una batería de Li-Ion (tipo LiFePO₄), lo que deja prever una vida útil mucho mayor. También los niveles de flujo luminoso, eficacia luminosa e iluminación sobre una mesa de trabajo han mejorado sustantivamente. (El flujo luminoso máximo de la Nova fue 49 lm, con una eficacia de 47.1 lm/W).

Lima, 13 de agosto de 2013

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Horn'.

Manfred Horn
Profesor, Responsable del Laboratorio de Fotometría

Anexos

A.1 Curvas de Carga y Descarga

A continuación se muestran las curvas obtenidas en el proceso de descarga y carga.

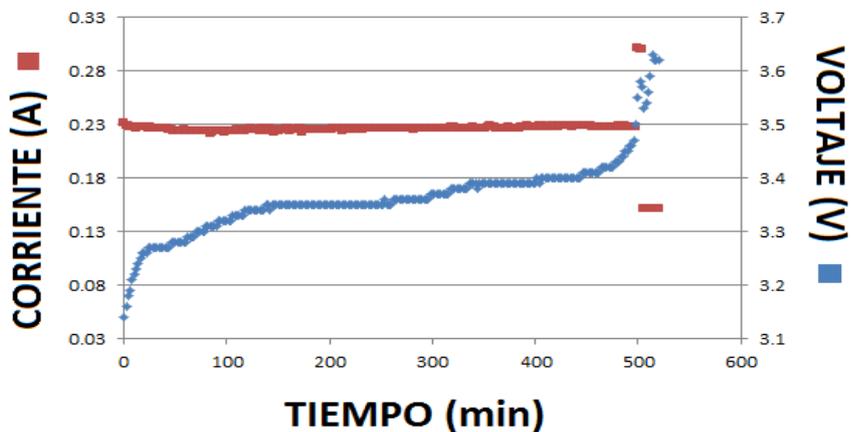


Figura 2: Carga de la lámpara d.light S300

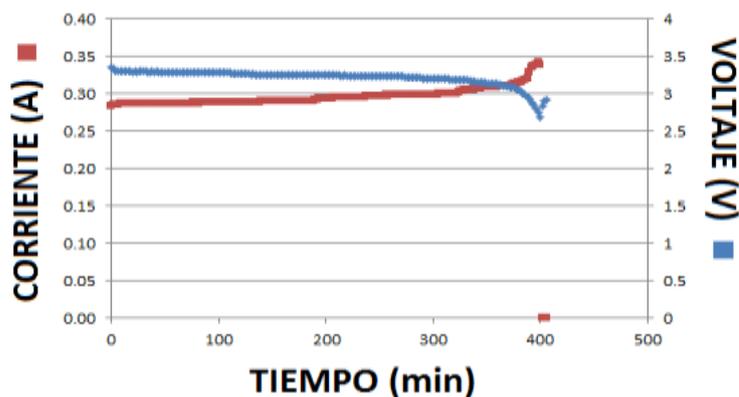


Figura 3: Descarga de la lámpara d.light S300

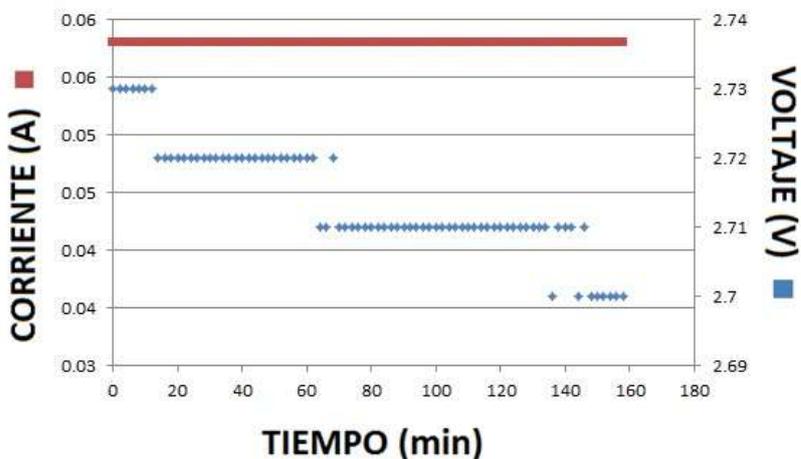


Figura 4: Descarga profunda (DOD) de la lámpara d.light S300

A.2 Intensidad de Flujo Luminoso a través del tiempo:

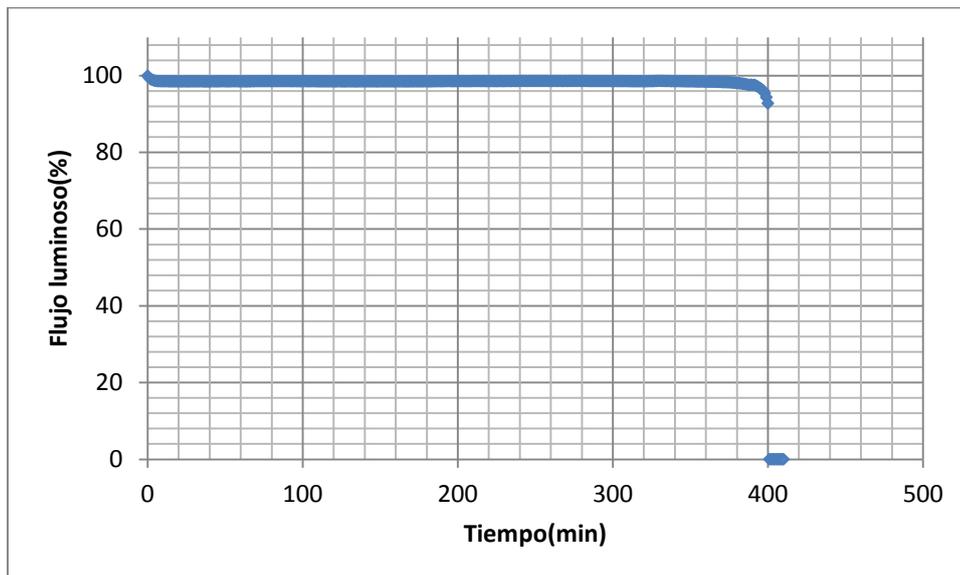


Figura 5: Flujo luminoso en el tiempo de la lámpara d.light S300 en la posición 4

A.3 Iluminación sobre una mesa de trabajo

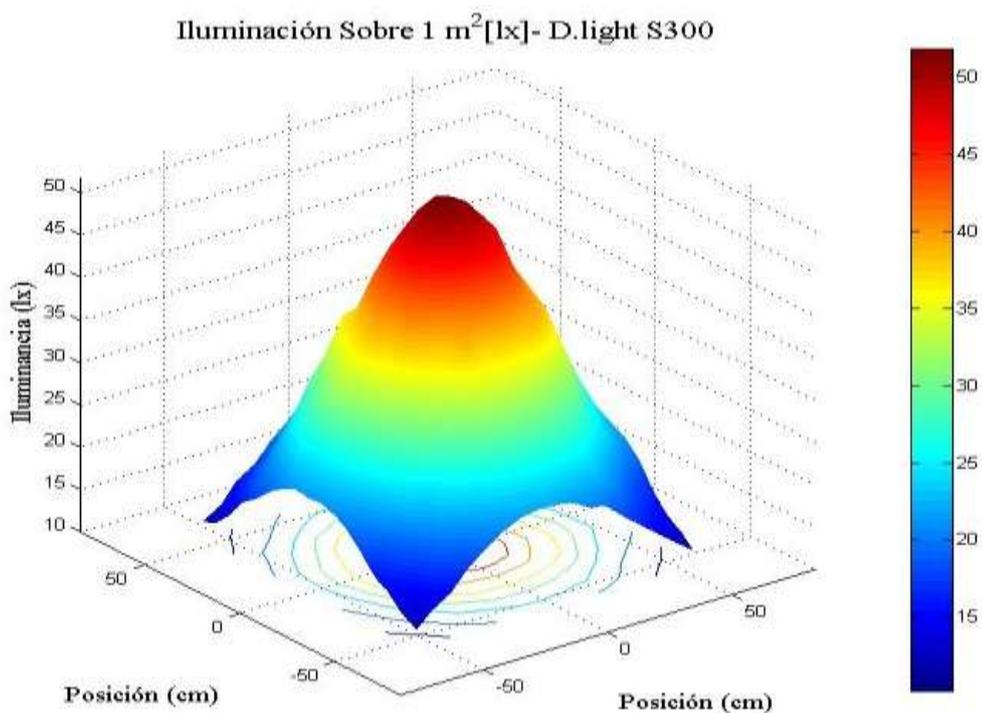


Figura 6. Mapeo, en 3D, de la iluminancia en 1 m² de la lámpara d.light S300

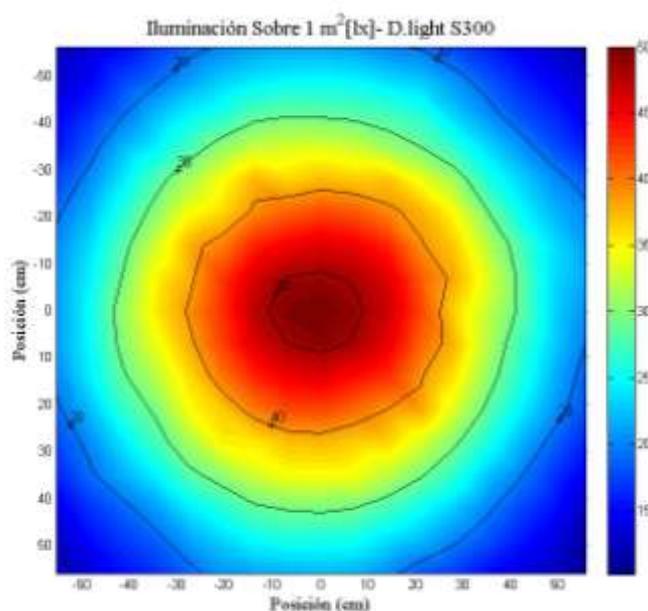


Figura 7. Mapeo, en 2D, de la iluminancia en 1 m^2 de la lámpara d.light S300

A.4 Batería en lámpara d.light S300



Figura 8. Batería en lámpara d.light S300

A.5 Algunos de los resultados de la evaluación de la lámpara “d.light Nova”

(realizado en 2011)



El tiempo de encendido, en la posición de máxima potencia luminosa, es de 4.8 h, con un flujo de 49 lm y una eficacia de 47.1 lm/W. Sobre una mesa de 1 m^2 se obtiene una iluminación de 53.2 lx (en el centro) y 12.1 lx en el borde.

La batería es de tipo plomo ácido sellado de 6 V con una capacidad de 7.99 Wh y un DOD de 60% (es decir, con 4.8 Wh disponible).

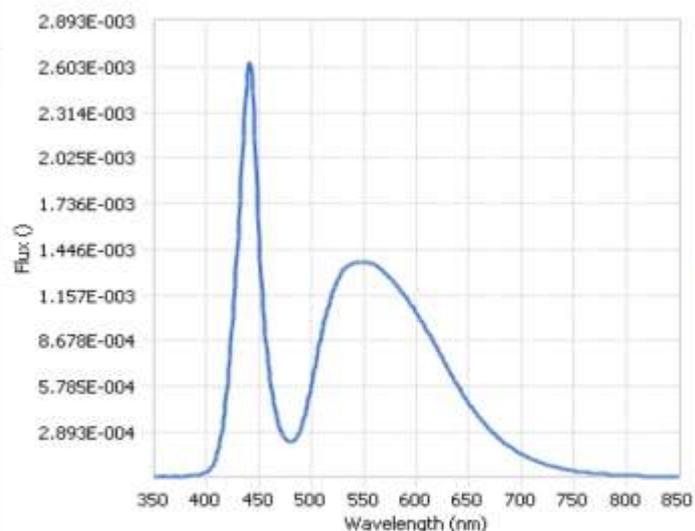
A.6 Espectro radiométrico de la lámpara dlight S300 y datos radiométricas y fotométricas

Interruptor en posición 4 (flujo más intenso)

Spectral Results

Name	Value	Unit
Φ	2.606E-01	Watts
$\Phi(v)$	8.128E01	lumens
$\Phi(v')$	1.557E02	lm'
Chrom x	0.3196	
Chrom y	0.3366	
Chrom u	0.1998	
Chrom v	0.3156	
Duv	0.0033	
Chrom u'	0.1998	
Chrom v'	0.4734	
λ (peak)	440.8	nm
λ (center)	439.7	nm
λ (centroid)	538.6	nm
λ (dom)	494.8	nm
FWHM	23.6	nm
Purity	4.4	%
CCT	6100.0	$^{\circ}$ K
SDCM	6.3 F 6500	
Correlation	0.0054	
Corr. Coef.	0.000462140245727201	
RA	70.019096846322	

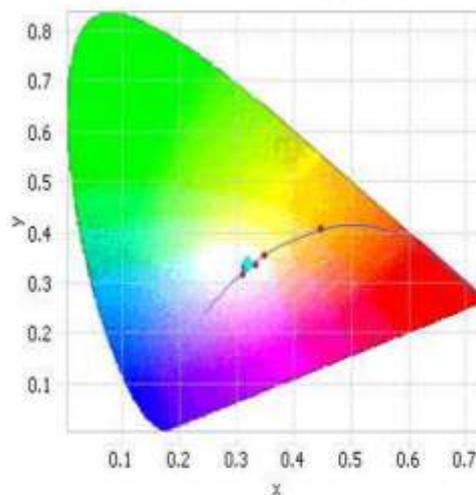
Spectral Flux Graph



Method

Name	Value
Exposure Time (ms):	8897
Scans to Average:	10
LED Luminous Flux Multiplier:	1
Illuminant:	E
Device Under Test (DUT):	Lamp
Comment:	s300_posicion4
Method:	NuMethod
Calibration Name:	cal_patron1_130610
Calibrated On:	10/06/2013 20:00:21
Head Type:	Flux
Absorption Correction:	Enabled
Ref Lamp Correction:	absr_patron1_130610
Test Lamp Correction:	abst_s300_130719
DUT Supply Type:	None
DUT Supply Maintains:	Constant Current
DUT Supply On/Off with Scan:	Enabled
DUT Soak Time (ms):	500
DUT Maintained Current (A); DUT Current Limit (A):	0
DUT Voltage Limit (V); DUT Maintained Voltage (V):	13
DUT Current Ramp Time (ms); DUT Voltage Ramp Time (ms):	0
Filter Position:	0

Chromaticity Diagram CIE 1931, 2 Degree



giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



NL Agency
Ministry of Foreign Affairs



ROYAL NORWEGIAN
MINISTRY OF FOREIGN AFFAIRS

**Australian
AID** 


UKaid
from the British people



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Agencia Suiza para el Desarrollo
y la Cooperación COSUDE