



## Proyecto Energía, Desarrollo y Vida. EnDev/GIZ

### Informe técnico

# Evaluación de la lámpara “Sun King Pro”

Elaborado por:

Universidad Nacional de Ingeniería, Lima  
Facultad de Ciencias  
Laboratorio de Fotometría

## Informe técnico

# Evaluación de la lámpara “Sun King Pro”

### Objetivo / Antecedentes

El Laboratorio de Fotometría de la UNI recibió de GIZ una lámpara “Sun King Pro”, usado en Pico Sistemas Fotovoltaicos, para su evaluación. Los resultados de esta evaluación en el laboratorio se presentan a continuación.

Sistema Pico PV	Código LF - UNI
Sun King Pro	LF_UNI_120302_01



**Figura 1: Sistema Sun King Pro.**

## Especificaciones de Fábrica

Las especificaciones encontradas en la batería y panel, así como en el manual proporcionado por el fabricante se describen en las tablas 1, 2 y 3:

**Tabla 1:** Especificaciones de la batería y el panel solar  
Del sistema Sun King Pro.

<b>BATERIA</b>				
<b>Química Tipo</b>	<b>Voltaje (V)</b>	<b>Capacidad (mAh)</b>	<b>Energía (Wh)</b>	<b># de Baterías</b>
LiFePO4	6.6	1450		
<b>PANEL SOLAR</b>				
<b>Pm (W)</b>	<b>Vmp (V)</b>	<b>Imp (A)</b>	<b>Voc (V)</b>	<b>Isc (A)</b>
2.5	7.8	0.321	9.9	0.350

**Tabla 2:** Especificaciones de la lámpara con LEDs  
usados por el Sistema Sun King Pro.

<b>LED</b>			
<b># Posiciones Intensidad</b>	<b>P (W)</b>	<b>Flujo Luminoso (Lm)</b>	<b># de LEDs</b>
Mínima		<b>100</b>	1
Mediana		<b>40</b>	1
Máxima		<b>20</b>	1

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

<b>Tiempo Encendido (h)</b>		
<b>Máxima</b>	<b>Mediana</b>	<b>Mínima</b>
6	12	30

## Medidas Realizadas

Se realizaron las medidas fotométricas y eléctricas de la lámpara y las características de la batería en el laboratorio de fotometría, utilizando los siguientes equipos:

### 1.1. Mediciones Fotométricas:

- 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 %

### Resultados de las mediciones:

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

**Tabla 4:** Medidas de potencia extraída de la batería con la lámpara Sun King Pro conectada como carga (se usó un shunt de 10 m $\Omega$ )

Posición	Voltaje (V) $\pm$ 0.01 V	Intensidad (mA) $\pm$ 0.1 mA	Potencia (W) $\pm$ 0.003 W
Mínima	6.93	35.0	0.243
Mediana	6.93	67.0	0.444
Máxima	6.72	156.0	1.048

Se tomó la medida del flujo luminoso con la esfera integradora, con la lámpara en posición vertical (iluminando hacia abajo) a una humedad relativa de 65% y temperatura de  $19.5 \pm 0.5$  °C en el laboratorio. (ver ejemplo de ficha de resultados en anexo A4 , Fig. 14).

**Tabla 5:** Evaluación de la eficacia de la lámpara Sun King Pro.

Posición	Flujo Luminoso (lm) $\pm 4.5\%$	Potencia (W) $\pm 0.003$ W	Eficacia (lm/W) $\pm 4.8\%$
Mínima	23.1	0.243	95.1
Mediana	45.7	0.444	102.9
Máxima	97.5	1.048	93.0

**Tabla 6:** Temperatura de color e índice de rendimiento de color (IRC) obtenido.

Posición	Temperatura de Color ( $^{\circ}$ K)	IRC (%)
Mínima	3950	60
Mediana	3992	60
Máxima	4134	62

Se realizó la medida de iluminación sobre una mesa de trabajo de  $1\text{m}^2$  en la que la lámpara Sun King Pro se encontraba en su nivel de intensidad más alto, dando como resultado la tabla 7 en donde la iluminación en la parte central (lc), iluminación en el borde (lb) y altura (h) son los parámetros indicados en dicha tabla.

**Tabla 7:** Parámetros obtenidos de la prueba de iluminación sobre una mesa de trabajo de  $1\text{m}^2$

Posición	lc (lx) $\pm 1\%$	lb (lx) $\pm 1\%$	h (cm) $\pm 2\%$
Máxima	81.6	17.4	46

Se hicieron las medidas en un área de  $1\text{m}^2$  en una círculo de radio  $r = 56 \pm 0.5$  cm.

## 1.2. Batería:

Equipos usados:

- Multímetro: Fluke 45 dual display multimeter  $\pm 0.003\%$
- Shunt: Bader  $10\text{ m}\Omega$   $\pm 0.1\%$  (medición de corriente)
- Fuente de alimentación para las baterías: Gw Instek GPR1810 OHD (carga de baterías)
- Fluxímetro: Light Meter LX – 1108 – Lutron  $\pm 0.1\%$

### Resultado de Mediciones:

Después de haber descargada completamente la batería, se realizó el proceso de carga y descarga de la batería con el circuito propio de la lámpara. Las medidas fueron realizadas en el Laboratorio de Fotometría a temperatura ambiente ( $21.5 \pm 0.5$  °C). Las medidas de corriente y voltaje fueron tomadas automáticamente cada 5 minutos por un programa de adquisición de datos desarrollado en Labview V 8.0.

Para el proceso de carga se utilizó una fuente Instek con valores tope de  $V = 7.8\text{ V}$ ,  $I = 0.350\text{ A}$ .

**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)
Mínima	1.45	9.74	5.0
Mediana	1.45	9.77	5.0
Máxima	1.45	9.71	5.1

La potencia en el proceso de descarga disminuye paulatinamente con el tiempo entre los valores dados en la tabla 9.

**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)
Mínima	1.45	9.54	40.08
Mediana	1.45	9.56	21.92
Máxima	1.25	8.18	8.7

**Tabla 10:** 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	
Mínima	1.45	1.45	1.00	9.54	9.74	0.98
Mediana	1.45	1.45	1.00	9.56	9.77	0.98
Máxima	1.25	1.45	0.86	8.18	9.71	0.89

Para hallar el DOD (Depth of Discharge), se descargó la batería hasta que la lámpara se apagó automáticamente en la posición mínima. Se reemplazó el circuito electrónico del sistema Sun King Pro por una resistencia equivalente de 200 Ω.

**Tabla 11:** Cálculo del DOD de la batería de Li – Ion

Q <sub>1</sub> (Ah)	Q <sub>2</sub> (Ah)	R (Ω)	DOD
1.45	0.07	200	0.95
Q <sub>1</sub> : Carga extraída hasta apagado automático en P1 (más alta) Q <sub>2</sub> : Carga extraída con resistencia R R: Resistencia que simula el circuito integrado DOD (Descarga Profunda) = $Q_1 / (Q_1+Q_2)$			

### 1.3. 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 usó del Fluxímetro Light Meter LX – 1108. La toma de datos se realizó 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)	Máximo (%)	Mínimo (%)
Mínima	40.1	100	99
Mediana	21.9	100	50
Máxima	8.8	100	33

### Conclusiones

- Una inspección ocular de la lámpara indica que es de buen acabado y robusto.
- Las mediciones de la batería indican que tiene muy buenos valores de capacidad y de DOD.
- Los flujos luminosos medidos en los tres niveles de intensidad, 23 lm, 46 lm y 98 lm, son similares a los indicados por el fabricante (20, 40 y 100 lm), con muy buenas eficacias de 93 – 103 lm / W.
- La iluminación sobre una mesa de 1 m<sup>2</sup>, con un máximo de 81.6 lx y un mínimo de 17.4 lx (con la lámpara en la posición de mayor intensidad luminosa), es apropiada para la lectura.
- Los tiempos de encendido en los tres niveles de intensidad, 8.7 horas, 21 horas y 40 horas, respectivamente, son muy buenos y superan ampliamente los valores indicados en las especificaciones del fabricante.
- En resumen se puede concluir que se trata de una lámpara de un muy buen performance en el laboratorio.

Lima, 04 de julio de 2012



Manfred Horn

Profesor, Responsable del Laboratorio de Fotometría