

**Anexo A. Muestra de equipos adquiridos para prueba de laboratorio**

Serie	Código	Tipo	Dimerizable	Direccional	Descripción
2	E-IL4212 E-IL4389 E-IL4390	Bombilla	Dimerizable TCC variable	Omnidireccional	Bombilla LED bulbo smart 9W 100V - 240V E27 temperatura de color variable de 3000 K a 6500 K 900 lm control de color dimerizable
3	E-IL4213 E-IL4406 E-IL4407 E-IL4408	Luminaria	No dimerizable	Direccional	Panel LED sobreponer 18W 100V-240V luz fresca 1800 lm
4	E-IL4214 E-IL4335 E-IL4336 E-IL4337	Luminaria	No dimerizable	Direccional	Panel LED 18W 1260lm 100V-240V 4000K
5	E-IL4215 E-IL4216 E-IL4333 E-IL4334	Luminaria	No dimerizable	Direccional	Luminaria LED lineal 16W 1600lm 100V-240V 6500K 25000 horas
6	E-IL4217 E-IL4338 E-IL4339 E-IL4340	Bombilla	No dimerizable	Omnidireccional	Bombilla LED 30W 2380 lm 6500K - 80CRI e27
7	E-IL4218 E-IL4341 E-IL4342 E-IL4343	Bombilla	Dimerizable	Omnidireccional	Bombilla LED 10W 850 lm 6500K CRI 80 e27
8	E-IL4219 E-IL4344 E-IL4345 E-IL4346	Bombilla	No dimerizable	Direccional	Bombilla LED smart 5W 350lm 6500K
9	E-IL4220 E-IL4221 E-IL4222	Bombilla	Dimerizable TCC variable	Omnidireccional	Bombilla LED WIFI 9W 800lm RGB
10	E-IL4223 E-IL4347 E-IL4348 E-IL4349	Bombilla	No dimerizable	Direccional	Bombilla LED 4W 350lm 2700K
11	E-IL4224 E-IL4397 E-IL4398 E-IL4399	Bombilla	Dimerizable TCC variable	Omnidireccional	Bombilla LED 8.8W 800lm 2200K /6500K 90 lm/W e27
12	E-IL4225 E-IL4226 E-IL4227	Bombilla	No dimerizable	Direccional	Bombillo LED 5.5W 550lm 3000K
13	E-IL4228 E-IL4409 E-IL4410 E-IL4411	Luminaria	No dimerizable	Direccional	Bala LED 9W 1080lm 6500K
14	E-IL4253 E-IL4378 E-IL4379 E-IL4380	Luminaria	No dimerizable	Direccional	Lampara LED T5 18W 6500K 70-80 lm/W
17	E-IL4256 E-IL4375 E-IL4376	Luminaria	No dimerizable	Direccional	Panel LED 18W 3000K

	E-IL4377				
18	E-IL4257 E-IL4372 E-IL4373 E-IL4374	Luminaria	No dimerizable	Direccional	Panel LED 12W 6500K
19	E-IL4258 E-IL4369 E-IL4370 E-IL4371	Bombilla	No dimerizable	Omnidireccional	Bombilla LED 30W 6500K 80 CRI e27
20	E-IL4259 E-IL4360 E-IL4361 E-IL4362	Bombilla	Dimerizable TCC variable	Omnidireccional	Bombilla LED Smart 9W RGB 80-90 lm/W 80 CRI e27
21	E-IL4260 E-IL4357 E-IL4358 E-IL4359	Bombilla	No dimerizable	Omnidireccional	Bombilla LED 12W 6500K 900lm
22	E-IL4261 E-IL4354 E-IL4355 E-IL4356	Bombilla	Dimerizable	Omnidireccional	Bombilla LED dimerizable 10W 3000K 810lm CRI 80 e27
25	E-IL4264 E-IL4351 E-IL4352 E-IL4353	Bombilla	Dimerizable	Direccional	Dicroico LED Spot 6W dimerizable 6500K 500lm
27	E-IL4289 E-IL4366 E-IL4367 E-IL4368	Bombilla	No dimerizable	Omnidireccional	Bombilla LED H-Power 30W 6500K 2850 lm
28	E-IL4290 E-IL4363 E-IL4364 E-IL4365	Bombilla	No dimerizable	Omnidireccional	Bombilla LED 12W 6500K 85-90 lm/W CRI 80 e27
32	E-IL4391 E-IL4392 E-IL4393 E-IL4394	Bombilla	Dimerizable TCC variable	Omnidireccional	SMART MULTICOLOR 9W, 110-130 V, 765 LM, 2700-6000 K RGB e27
35	E-IL4395 E-IL4400 E-IL4401	Bombilla	Dimerizable TCC variable	Omnidireccional	BOMBILLOS LED WIFI INTELIGENTES 120 V, 800 LM, 2700-6500 K - RGB
36	E-IL4402 E-IL4403 E-IL4404 E-IL4405	Bombilla	TCC variable discreta	Omnidireccional	LED INTEGRADO 3 EN 1 806 LM, 8 W, 2700-6500 K E27 TCC cálido, neutro y frio



**Cliente:** AREA DE ILUMINACIÓN - LABE

Dirección: Carrera 30 No. 45 - 03 Edf 411 Ofic. 102C; Bogotá D.C.

Teléfono: 3165000 Ext. 11138

NIT: 899.999.063-3



**Instrumento calibrado:** Luxómetro LMT GO-DS-2000

**Número de serie:** 303041 / ILM-026

**Fecha de calibración:** 2022-12-21

Este Certificado solo se puede reproducir totalmente con la debida autorización del Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales "Fabio Chaparro" - LABE.

Las mediciones realizadas en esta calibración son trazables metrológicamente al sistema internacional de unidades como se evidencia en los certificados de calibración referidos en la tabla 1.

### 1. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó según el procedimiento descrito en el documento LABE05M05 "Manual de procedimiento para la calibración de luxómetros digitales" V2.6; (2017-02-20).

### 2. EQUIPOS USADOS EN LA CALIBRACIÓN

ÍTEM	EQUIPO	N/S	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA
1	Luxómetro LMT B520	08A8381	CC 210503-21740	2021-05-03
2	Termohigrómetro Extech 42270	10316556	H22-787	2022-06-02
			T22-1740	2022-06-01

Tabla 1. Equipos usados en la Calibración

### 3. INFORMACIÓN ADICIONAL

Encargado	Randolf Arciniegas Benavides			
Supervisor	Giovanni Aldemar Baquero Rozo			
Presentes	Fredy Narvaez, Francisco Amortegui			
Lugar	Laboratorio de Iluminación - LABE			
			Referencia LABE: CAL3253	
Hora de la prueba	Inicial	14:32	Final	18:15
Condiciones ambientales	Temperatura	(22,2 – 23,7) °C	Humedad Relativa	(42,1 – 50,0) %
Fecha de recepción	2022-12-21			

Tabla 2. Información adicional de la Calibración

**ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO**

#### 4. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Los resultados de la calibración aparecen consignados en la tabla 3.

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura “k” y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

Iluminancia					
Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
lx	lx	lx	lx	lx	-----
7	**0,825	0,953	0,128	0,019	1,96
7	**1,201	1,388	0,187	0,029	1,96
70	**3,899	4,54	0,639	0,098	1,96
70	**7,86	9,12	1,26	0,17	1,96
70	**15,82	18,27	2,45	0,34	1,96
70	**31,81	36,63	4,82	0,67	1,96
70	**60,53	69,73	9,2	1,2	1,96
700	**92,5	106,0	13,5	1,8	1,97
700	199,4	228,1	28,7	4,2	1,97
700	299,2	342,3	43,1	6,3	1,97
700	398,9	456,2	57,3	8,4	1,97
700	498,4	569,8	71	11	1,97
700	598,3	683,6	85	13	1,97
7000	698,5	798	100	15	1,97
7000	797,6	910	112	17	1,97
7000	898,8	1 026	127	19	1,97
7000	998,2	1 139	141	21	1,97

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 3. Calibración de la función de medición de iluminancia

**ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO**

**5. OBSERVACIONES**

- Los puntos marcados con "\*\*\*" se encuentran fuera del alcance 09-LAC-022.

**6. RESPONSABLES**

---

**GIOVANNI ALDEMAR BAQUERO ROZO****SUPERVISA / AUTORIZA**

Jefe Técnico de Metrología - LBE

Universidad Nacional de Colombia

El Laboratorio de Metrología Eléctrica del Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales "FABIO CHAPARRO", preparó este Certificado para AREA DE ILUMINACIÓN - LBE. El Laboratorio de Metrología Eléctrica NO DA NINGUNA GARANTÍA, EXPRESA O IMPLÍCITA, EN CUANTO A LOS RESULTADOS QUE SE OBTENDRÁN POR ALGUNA PERSONA O ENTIDAD A PARTIR DEL USO DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO. LBE no da ninguna garantía expresa o implícita de la comerciabilidad o de la aptitud para un propósito determinado de ninguno de los productos mencionados en este informe. LBE solo garantiza los resultados sobre el ítem calibrado y en las condiciones ambientales y de montaje señaladas en éste informe. Este informe solo podrá reproducirse en su totalidad y con la correspondiente autorización de LBE.

---

**FIN DEL CERTIFICADO**

---

**ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO**

**Cliente:** ÁREA DE ILUMINACIÓN LABE  
Dirección: Carrera 30 No. 45-03 Edf 411 oficina 102 C; Bogotá  
Teléfono: 316 5000 ext 11138  
NIT: 899.999.063 - 3



**Instrumento calibrado:** Fotómetro LMT U1000 (Fotómetro con indicador de flujo de la esfera integradora)

**Número de serie:** 0686282/0686282

**Fecha de calibración:** 2021-06-21

Este Certificado solo se puede reproducir totalmente con la debida autorización del Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales "Fabio Chaparro" - LABE.

Las mediciones realizadas en esta calibración son trazables metrológicamente al sistema internacional de unidades como se evidencia en los certificados de calibración referidos en la tabla 1.

## 1. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó según el procedimiento descrito en el documento LABE05M05 "Manual de procedimiento para la calibración de luxómetros digitales" V2.6 y las siguientes consideraciones:

- El fotómetro del EBC mide iluminancia en lx y el indicador del EBC muestra el flujo equivalente en lm. El valor del flujo referencia se obtiene con la expresión:

$$\varphi = \frac{E \cdot A_s}{M}$$

Donde:

$E$ : Iluminancia en lx medida por el luxómetro patrón en lx

$A_s$ : Área superficial de la esfera, para la esfera con radio de 1 m,  $A_s = 4\pi \text{ m}^2$

$M$ : Multiplicador de la esfera, se obtiene con la expresión:

$$M = \frac{\rho}{1 - \rho(1 - f)}$$

Donde:

$\rho$ : Reflectancia de la esfera, según fabricante  $\rho=0,809$

$f$ : Fracción de áreas no reflectivas sobre el área superficial ( $f=A_{nr}/A_s$ ), de acuerdo con la guía técnica Integrating Sphere Radiometry and Photometry de Labsphere este valor oscila entre  $0,02 < f < 0,05$ . Se toma para la esfera  $f=0,03$

**ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO**

## 2. EQUIPOS USADOS EN LA CALIBRACIÓN

ÍTEM	EQUIPO	N/S	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA
1	Luxómetro LMT B520	08A8381	LBE04121901	2017-04-10
2	Termohigrómetro HIOKI LR8514 WIRELESS	181133462 181137567	H21-321 T21-967	2021-05-13 2021-05-14

Tabla 1. Equipos usados en la Calibración

## 3. INFORMACIÓN ADICIONAL

Encargado	Gerardo Guzmán Sierra			
Supervisor	Carlos Andrés Perilla Rozo			
Presentes	Hugo A. Martínez D.			
Lugar	Laboratorio de Iluminación - LBE			
			Referencia LBE: CAL2772	
Hora de la prueba	Inicial	17:25	Final	19:24
Condiciones ambientales	Temperatura	(21,8 – 25,7) °C	Humedad Relativa	(40,9 – 48,7) %
Fecha de recepción	2021-06-21			

Tabla 2. Información adicional de la Calibración

## 4. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Los resultados de la calibración aparecen consignados en la tabla 3.

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura “k” y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

Calibración indicador flujo luminoso							
Rango	Valor de referencia	Valor de flujo referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura		Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
x10 <sup>2</sup> lm	lx	lm	x10 <sup>2</sup> lm	x10 <sup>2</sup> lm	%	x10 <sup>2</sup> lm	----
1,9999	17,75	59,35	0,5997	0,006	1,0	0,012	1,96
x10 <sup>3</sup> lm	lx	lm	x10 <sup>3</sup> lm	x10 <sup>3</sup> lm	%	x10 <sup>3</sup> lm	----
1,9999	120,6	403,3	0,4023	-0,0010	-0,24	0,0083	1,96
1,9999	200,0	668,8	0,6687	0,000	-0,010	0,014	1,96
1,9999	399,2	1334,9	1,3346	0,000	-0,019	0,027	1,96
x10 <sup>4</sup> lm	lx	lm	x10 <sup>4</sup> lm	x10 <sup>4</sup> lm	%	x10 <sup>4</sup> lm	----
1,9999	800	2675	0,2657	-0,0018	-0,68	0,0055	1,96
1,9999	1182	3952	0,3938	-0,0014	-0,37	0,0082	1,96

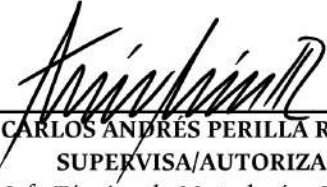
\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 3. Calibración de la función de medición de flujo luminoso

**ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO**

**5. OBSERVACIONES**

- Los resultados en este certificado corresponden a la calibración del conjunto fotómetro-indicador fuera de la esfera integradora.

**6. RESPONSABLES**

---

**CARLOS ANDRÉS PERILLA ROZO**  
SUPERVISA/AUTORIZA  
Jefe Técnico de Metrología - LBE  
Universidad Nacional de Colombia

El Laboratorio de Metrología Eléctrica del Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales "FABIO CHAPARRO", preparó este Certificado para ÁREA DE ILUMINACIÓN LBE. El Laboratorio de Metrología Eléctrica NO DA NINGUNA GARANTÍA, EXPRESA O IMPLÍCITA, EN CUANTO A LOS RESULTADOS QUE SE OBTENDRÁN POR ALGUNA PERSONA O ENTIDAD A PARTIR DEL USO DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO. LBE no da ninguna garantía expresa o implícita de la comerciabilidad o de la aptitud para un propósito determinado de ninguno de los productos mencionados en este informe. LBE solo garantiza los resultados sobre el ítem calibrado y en las condiciones ambientales y de montaje señaladas en éste informe. Este informe solo podrá reproducirse en su totalidad y con la correspondiente autorización de LBE.

---

**FIN DEL CERTIFICADO**

---

**ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO**



Cliente: ÁREA DE ILUMINACIÓN - LBE  
Dirección: Carrera 30 No.45 - 03 Edf 411 oficina 102 - C; Bogotá  
Teléfono: 3165000 Ext. 11138  
NIT: 899.999.063-3



Instrumento calibrado: Analizador de potencia YOKOGAWA WT1800

Número de serie: C3RE21003E

Fecha de Calibración: 2022-12-21  
2022-12-22

Este Certificado solo se puede reproducir totalmente con la debida autorización del Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales "Fabio Chaparro" - LBE.

Las mediciones realizadas en esta calibración son trazables metrológicamente al sistema internacional de unidades como se evidencia en los certificados de calibración referidos en la tabla 1.

### 1. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó según el procedimiento descrito en el documento "Centro Español de Metrología (CEM) Procedimiento EL-014 para la calibración de vatímetros digitales. Edición digital 1 Año publicación 2000", "EURAMET CG-15 Guidelines on the Calibration of Digital Multimeters. Versión 3 (02/2015)".

### 2. EQUIPOS USADOS EN LA CALIBRACIÓN

ÍTEM	EQUIPO	N/S	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA
1	Calibrador Multifunciones Fluke 5522A	4821901	EVL735156	2021-08-26
2	Termohigrómetro Extech 42280	10316556	H22-787 T22-1740	2022-06-02 2022-06-01

Tabla 1. Equipos usados en la Calibración

### 3. INFORMACIÓN ADICIONAL

Encargado	Hugo Andrés Martínez Díaz			
Supervisor	Giovanni Aldemar Baquero Rozo			
Presentes	Jose Daniel Lavado			
Lugar	Laboratorio de Metrología - LBE			
			Referencia LBE: CAL3245	
Primera sesión: 2022-12-21				
Hora de la prueba	Inicial	10:04	Final	16:05
Condiciones ambientales	Temperatura	(22,6 – 23,7) °C	Humedad Relativa	(40,6 – 61,7) %

Tabla 2. Información adicional de la Calibración (contiúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Segunda sesión: 2022-12-22				
Hora de la prueba	Inicial	10:04	Final	16:34
Condiciones ambientales	Temperatura	(21,9 – 23,5) °C	Humedad Relativa	(42,3 – 64,0) %
Fecha de recepción	2022-12-21			

Tabla 2. Información adicional de la Calibración

#### 4. RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Los resultados de la calibración aparecen consignados en las tablas 3 a 20.

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura “k” y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 1									
Rango			Punto de medida (tensión)	Punto de medida (corriente)	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
Tensión	Corriente	Potencia	(tensión)	(corriente)					
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
150	20	3	120,00	0,011	1,3200	1,3195	-0,00050	0,00062	1,96
150	20	3	120,00	0,015	1,8000	1,7993	-0,00070	0,00079	1,96
150	20	3	120,00	0,019	2,2800	2,2791	-0,00090	0,00095	1,96
150	20	3	150,00	0,018	2,7000	2,6988	-0,0012	0,0011	1,96
150	50	7,5	120,00	0,023	2,760	2,759	-0,0010	0,0012	1,96
150	50	7,5	120,00	0,035	4,200	4,199	-0,0010	0,0032	1,96
150	50	7,5	120,00	0,047	5,640	5,638	-0,0020	0,0037	1,96
150	50	7,5	150,00	0,045	6,750	6,748	-0,0020	0,0045	1,96
150	100	15	120,00	0,055	6,600	6,598	-0,0020	0,0040	1,96
150	100	15	120,00	0,075	9,000	8,997	-0,0030	0,0048	1,96
150	100	15	120,00	0,095	11,400	11,396	-0,0040	0,0056	1,96
150	100	15	150,00	0,09	13,500	13,495	-0,0050	0,0068	1,96
150	200	30	120,00	0,11	13,200	13,197	-0,0030	0,0062	1,96
150	200	30	120,00	0,15	18,000	17,995	-0,0050	0,0078	1,96
150	200	30	120,00	0,19	22,800	22,794	-0,0060	0,0095	1,96
150	200	30	150,00	0,18	27,000	26,992	-0,008	0,011	1,96
150	500	75	120,00	0,23	27,60	27,59	-0,010	0,012	1,96
150	500	75	120,00	0,35	42,00	41,98	-0,020	0,027	1,96
150	500	75	120,00	0,47	56,40	56,38	-0,020	0,033	1,96
150	500	75	150,00	0,45	67,50	67,47	-0,030	0,039	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
150	1	150	120,00	0,55	66,00	65,97	-0,030	0,036	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 3. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 1 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 1									
Rango			Punto de medida (tensión)	Punto de medida (corriente)	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
Tensión	Corriente	Potencia							
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
150	1	150	120,00	0,75	90,00	89,96	-0,040	0,046	1,96
150	1	150	120,00	0,95	114,00	113,95	-0,050	0,056	1,96
150	1	150	150,00	0,9	135,00	134,94	-0,060	0,066	1,96
150	2	300	120,00	1,1	132,00	131,95	-0,050	0,073	1,96
150	2	300	120,00	1,5	180,00	179,93	-0,07	0,10	1,96
150	2	300	120,00	1,9	228,00	227,92	-0,08	0,12	1,96
150	2	300	150,00	1,8	270,00	269,90	-0,10	0,14	1,96
V	A	kW	V	A	kW	kW	kW	kW	-----
150	5	0,75	120,00	2,3	0,2760	0,2759	-0,00010	0,00015	1,96
150	5	0,75	120,00	3,5	0,4200	0,4199	-0,00010	0,00038	1,96
150	5	0,75	120,00	4,7	0,5640	0,5638	-0,00020	0,00045	1,96
150	5	0,75	150,00	4,5	0,6750	0,6748	-0,00020	0,00055	1,96
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
300	20	6	220,00	0,011	2,4200	2,4191	-0,0009	0,0011	1,96
300	20	6	220,00	0,015	3,3000	3,2986	-0,0014	0,0014	1,96
300	20	6	220,00	0,019	4,1800	4,1782	-0,0018	0,0017	1,96
300	20	6	300,00	0,018	5,4000	5,3975	-0,0025	0,0022	1,96
300	50	15	220,00	0,023	5,060	5,058	-0,0020	0,0021	1,96
300	50	15	220,00	0,035	7,700	7,697	-0,0030	0,0058	1,96
300	50	15	220,00	0,047	10,340	10,336	-0,0040	0,0067	1,96
300	50	15	300,00	0,045	13,500	13,495	-0,0050	0,0089	1,96
300	100	30	220,00	0,055	12,100	12,096	-0,0040	0,0073	1,96
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
300	100	30	220,00	0,075	16,500	16,495	-0,0050	0,0088	1,96
300	100	30	220,00	0,095	20,900	20,893	-0,007	0,010	1,96
300	100	30	300,00	0,09	27,000	26,990	-0,010	0,013	1,96
300	200	60	220,00	0,11	24,200	24,193	-0,007	0,011	1,96
300	200	60	220,00	0,15	33,000	32,990	-0,010	0,014	1,96
300	200	60	220,00	0,19	41,800	41,788	-0,012	0,017	1,96
300	200	60	300,00	0,18	54,000	53,983	-0,017	0,022	1,96
300	500	150	220,00	0,23	50,60	50,59	-0,010	0,021	1,96
300	500	150	220,00	0,35	77,00	76,96	-0,040	0,048	1,96
300	500	150	220,00	0,47	103,40	103,35	-0,050	0,059	1,96
300	500	150	300,00	0,45	135,00	134,94	-0,060	0,077	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 3. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 1 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 1									
Rango			Punto de medida (tensión)	Punto de medida (corriente)	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
Tensión	Corriente	Potencia							
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
300	1	300	220,00	0,55	121,00	120,95	-0,050	0,066	1,96
300	1	300	220,00	0,75	165,00	164,93	-0,070	0,083	1,96
300	1	300	220,00	0,95	209,00	208,91	-0,09	0,10	1,96
300	1	300	300,00	0,9	270,00	269,87	-0,13	0,13	1,96
300	2	600	220,00	1,1	242,00	241,91	-0,09	0,13	1,96
300	2	600	220,00	1,5	330,00	329,88	-0,12	0,17	1,96
300	2	600	220,00	1,9	418,00	417,84	-0,16	0,22	1,96
300	2	600	300,00	1,8	540,00	539,78	-0,22	0,28	1,96
V	A	kW	V	A	kW	kW	kW	kW	-----
300	5	1,5	220,00	2,3	0,5060	0,5058	-0,00020	0,00027	1,96
300	5	1,5	220,00	3,5	0,7700	0,7698	-0,00020	0,00070	1,96
300	5	1,5	220,00	4,7	1,0340	1,0337	-0,00030	0,00082	1,96
300	5	1,5	300,00	4,5	1,3500	1,3496	-0,0004	0,0011	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 3. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 1

Potencia activa C.C. Canal 1									
Rango			Punto de medida (tensión)	Punto de medida (corriente)	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
Tensión	Corriente	Potencia							
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
15	500	7,5	12,00	0,23	2,760	2,759	-0,00100	0,00061	1,96
15	500	7,5	12,00	0,35	4,200	4,199	-0,0010	0,0012	1,96
15	500	7,5	12,00	0,45	5,400	5,398	-0,0020	0,0013	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
15	1	15	12,00	0,55	6,600	6,598	-0,0020	0,0015	1,96
15	1	15	12,00	0,75	9,000	8,996	-0,0040	0,0018	1,96
15	1	15	12,00	0,90	10,800	10,795	-0,0050	0,0021	1,96
15	2	30	12,00	1,1	13,200	13,195	-0,0050	0,0042	1,96
15	2	30	12,00	1,5	18,000	17,993	-0,0070	0,0056	1,96
15	2	30	12,00	1,8	21,600	21,592	-0,0080	0,0066	1,96
15	5	75	12,00	2,3	27,60	27,59	-0,010	0,010	1,96
15	5	75	12,00	3,5	42,00	41,99	-0,010	0,021	1,96
15	5	75	12,00	4,5	54,00	53,98	-0,020	0,026	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 4. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.C. Canal 1 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Potencia activa C.C. Canal 1									
Rango			Punto de medida (tensión)	Punto de medida (corriente)	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
Tensión	Corriente	Potencia							
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	#REF!
30	500	15	24,00	0,23	5,520	5,518	-0,00200	0,00076	1,96
30	500	15	24,00	0,35	8,400	8,397	-0,0030	0,0021	1,96
30	500	15	24,00	0,45	10,800	10,796	-0,0040	0,0024	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	----
30	1	30	24,00	0,55	13,200	13,195	-0,0050	0,0028	1,96
30	1	30	24,00	0,75	18,000	17,993	-0,0070	0,0035	1,96
30	1	30	24,00	0,9	21,600	21,591	-0,0090	0,0041	1,96
30	2	60	24,00	1,1	26,400	26,391	-0,0090	0,0084	1,96
30	2	60	24,00	1,5	36,000	35,987	-0,013	0,011	1,96
30	2	60	24,00	1,8	43,200	43,183	-0,017	0,013	1,96
30	5	150	24,00	2,3	55,20	55,18	-0,020	0,018	1,96
30	5	150	24,00	3,5	84,00	83,97	-0,030	0,041	1,96
30	5	150	24,00	4,5	108,00	107,96	-0,040	0,050	1,96
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	----
60	500	30	48,00	0,23	11,04	11,037	-0,0030	0,0011	1,96
60	500	30	48,00	0,35	16,800	16,794	-0,0060	0,0041	1,96
60	500	30	48,00	0,45	21,600	21,593	-0,0070	0,0048	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	----
60	1	60	48,00	0,55	26,400	26,391	-0,0090	0,0055	1,96
60	1	60	48,00	0,75	36,000	35,987	-0,0130	0,0070	1,96
60	1	60	48,00	0,90	43,200	43,184	-0,0160	0,0081	1,96
60	2	120	48,00	1,1	52,80	52,79	-0,010	0,018	1,96
60	2	120	48,00	1,5	72,00	71,98	-0,020	0,023	1,96
60	2	120	48,00	1,8	86,40	86,37	-0,030	0,027	1,96
60	5	300	48,00	2,3	110,40	110,37	-0,030	0,034	1,96
60	5	300	48,00	3,5	168,00	167,94	-0,060	0,082	1,96
60	5	300	48,00	4,5	216,00	215,92	-0,08	0,10	1,96
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	----
100	500	50	60,00	0,35	21,000	20,992	-0,0080	0,0051	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	----
100	1	100	60,00	0,75	45,00	44,98	-0,020	0,010	1,96
100	2	200	60,00	1,5	90,00	89,97	-0,030	0,028	1,96
100	5	500	60,00	3,5	210,00	209,92	-0,08	0,10	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 4. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.C. Canal 1

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Tensión eléctrica C.A. Canal 1						
Frecuencia	Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
kHz	V	V	V	V	V	-----
0,06	150	110,00	109,98	-0,020	0,019	1,96
0,06	150	120,00	119,98	-0,020	0,020	1,96
0,06	300	208,00	207,96	-0,040	0,034	1,96
0,06	300	220,00	219,95	-0,050	0,036	1,96
0,06	300	270,00	269,94	-0,060	0,057	1,96
0,06	600	440,00	439,94	-0,06	0,11	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 5. Calibración de la función de medición de Tensión eléctrica C.A. Canal 1

Tensión eléctrica C.C. Canal 1					
Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
V	V	V	V	V	-----
6	3,30000	3,2992	-0,000800	0,000073	1,96
6	5,00000	4,9988	-0,00120	0,00012	2,16
6	-5,00000	-4,9999	0,00010	0,00012	2,16
15	12,00000	11,997	-0,00300	0,00058	1,96
15	-13,50000	-13,497	0,00300	0,00059	1,96
30	24,00000	23,995	-0,00500	0,00062	1,96
30	-24,00000	-23,994	0,0060	0,0011	2,36
60	48,0000	47,986	-0,0140	0,0011	1,96
60	-54,0000	-53,993	0,0070	0,0012	1,96
100	90,0000	89,98	-0,020	0,011	2,45
100	-90,0000	-89,99	0,0100	0,0059	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 6. Calibración de la función de medición de Tensión eléctrica C.C. Canal 1

Corriente eléctrica C.A. Canal 1						
Frecuencia	Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
kHz	mA	mA	mA	mA	mA	-----
0,06	20	11,000	10,999	-0,0010	0,0049	1,96
0,06	20	15,000	14,998	-0,0020	0,0062	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 7. Calibración de la función de medición de Corriente eléctrica C.A. Canal 1 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Corriente eléctrica C.A. Canal 1						
Frecuencia	Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
kHz	mA	mA	mA	mA	mA	----
0,06	20	18,000	17,997	-0,003	0,0071	1,96
5	20	15,000	15,000	0,000	0,011	1,96
30	20	15,000	15,003	0,003	0,049	1,96
0,06	50	23,000	22,997	-0,003	0,009	1,96
0,06	50	35,000	34,997	-0,003	0,026	1,96
0,06	50	45,000	44,997	-0,003	0,029	1,96
5	50	35,000	35,020	0,020	0,065	1,96
30	50	35,000	35,065	0,06	0,26	1,96
0,06	100	55,00	55,00	0,000	0,034	1,96
0,06	100	75,00	74,99	-0,010	0,039	1,96
0,06	100	90,00	89,99	-0,010	0,043	1,96
5	100	75,00	75,04	0,040	0,096	1,96
30	100	75,00	75,09	0,09	0,38	1,96
0,06	200	110,00	110,00	0,000	0,049	1,96
0,06	200	150,00	150,00	0,000	0,062	1,96
0,06	200	180,00	180,00	0,000	0,071	1,96
5	200	150,00	150,08	0,08	0,16	1,96
30	200	150,00	150,14	0,14	0,61	1,96
0,06	500	230,00	230,00	0,000	0,086	1,96
0,06	500	350,00	349,94	-0,06	0,21	1,96
0,06	500	450,00	449,93	-0,07	0,25	1,96
5	500	230,00	230,13	0,13	0,22	1,96
30	500	230,00	230,21	0,21	0,86	1,96
kHz	A	A	A	A	A	----
0,06	1	0,5500	0,5499	-0,00010	0,00030	1,96
0,06	1	0,7500	0,7499	-0,00010	0,00037	1,96
0,06	1	0,9000	0,8998	-0,00020	0,00043	1,96
5	1	0,7500	0,7506	0,0006	0,0042	1,96
10	1	0,7500	0,7539	0,004	0,019	1,96
0,06	2	1,1000	1,0999	-0,00010	0,00059	1,96
0,06	2	1,5000	1,4998	-0,00020	0,00077	1,96
0,06	2	1,8000	1,7999	-0,00010	0,00091	1,96
5	2	1,5000	1,5056	0,006	0,033	1,96
10	2	1,5000	1,5054	0,0054	0,0059	1,96
0,06	5	2,3000	2,3097	0,0097	0,0012	1,96
0,06	5	3,5000	3,4997	-0,0003	0,0032	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 7. Calibración de la función de medición de Corriente eléctrica C.A. Canal 1 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Corriente eléctrica C.A. Canal 1						
Frecuencia	Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
kHz	A	A	A	A	A	----
0,06	5	4,5000	4,4999	-0,0001	0,0036	1,96
5	5	2,1000	2,1008	0,001	0,044	1,96
10	5	2,1000	2,1070	0,0070	0,008	1,96
1	5	4,7000	4,7012	0,0012	0,0051	1,96
5	5	4,7000	4,6298	-0,07	0,11	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 7. Calibración de la función de medición de Corriente eléctrica C.A. Canal 1

Corriente eléctrica C.C. Canal 1					
Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
mA	mA	mA	mA	mA	----
200	110,000	109,98	-0,020	0,014	2,03
200	180,000	179,97	-0,030	0,017	1,96
500	230,000	229,98	-0,020	0,021	1,96
500	350,00	349,92	-0,080	0,085	1,96
500	450,00	449,90	-0,100	0,100	1,96
A	A	A	A	A	----
1	0,55000	0,5499	-0,00010	0,00013	1,96
1	0,75000	0,7499	-0,00010	0,00018	1,99
1	0,90000	0,8998	-0,00020	0,00018	1,96
2	1,10000	1,0998	-0,00020	0,00036	1,96
2	1,50000	1,4997	-0,00030	0,00050	1,96
2	1,80000	1,7997	-0,00030	0,00060	1,96
2	-1,80000	-1,7998	0,00020	0,00060	1,96
5	2,30000	2,2998	-0,00020	0,00076	1,96
5	3,50000	3,4992	-0,0008	0,0018	1,96
5	4,50000	4,4990	-0,0010	0,0021	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 8. Calibración de la función de medición de Corriente eléctrica C.C. Canal 1

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO



Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 2									
Rango			Punto de medida (tensión)	Punto de medida (corriente)	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
Tensión	Corriente	Potencia							
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
150	20	3	120,00	0,011	1,3200	1,3194	-0,00060	0,00062	1,96
150	20	3	120,00	0,015	1,8000	1,7992	-0,00080	0,00078	1,96
150	20	3	120,00	0,019	2,2800	2,2790	-0,00100	0,00095	1,96
150	20	3	150,00	0,018	2,7000	2,6988	-0,0012	0,0011	1,96
150	50	7,5	120,00	0,023	2,760	2,759	-0,0010	0,0012	1,96
150	50	7,5	120,00	0,035	4,200	4,198	-0,0020	0,0033	1,96
150	50	7,5	120,00	0,047	5,640	5,638	-0,0020	0,0037	1,96
150	50	7,5	150,00	0,045	6,750	6,747	-0,0030	0,0045	1,96
150	100	15	120,00	0,055	6,600	6,598	-0,0020	0,0040	1,96
150	100	15	120,00	0,075	9,000	8,997	-0,0030	0,0048	1,96
150	100	15	120,00	0,095	11,400	11,396	-0,0040	0,0056	1,96
150	100	15	150,00	0,09	13,500	13,495	-0,0050	0,0067	1,96
150	200	30	120,00	0,11	13,200	13,196	-0,0040	0,0062	1,96
150	200	30	120,00	0,15	18,000	17,994	-0,0060	0,0078	1,96
150	200	30	120,00	0,19	22,800	22,792	-0,0080	0,0095	1,96
150	200	30	150,00	0,18	27,000	26,991	-0,009	0,011	1,96
150	500	75	120,00	0,23	27,60	27,59	-0,010	0,012	1,96
150	500	75	120,00	0,35	42,00	41,98	-0,020	0,027	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
150	1	150	120,00	0,55	66,00	65,97	-0,030	0,036	1,96
150	1	150	120,00	0,75	90,00	89,96	-0,040	0,046	1,96
150	1	150	120,00	0,95	114,00	113,95	-0,050	0,056	1,96
150	1	150	150,00	0,9	135,00	134,94	-0,060	0,066	1,96
150	2	300	120,00	1,1	132,00	131,95	-0,050	0,073	1,96
150	2	300	120,00	1,5	180,00	179,93	-0,07	0,10	1,96
150	2	300	120,00	1,9	228,00	227,90	-0,10	0,12	1,96
150	2	300	150,00	1,8	270,00	269,89	-0,11	0,14	1,96
V	A	kW	V	A	kW	kW	kW	kW	-----
150	5	0,75	120,00	2,3	0,2760	0,2759	-0,00010	0,00015	1,96
150	5	0,75	120,00	3,5	0,4200	0,4199	-0,00010	0,00038	1,96
150	5	0,75	120,00	4,7	0,5640	0,5638	-0,00020	0,00045	1,96
150	5	0,75	150,00	4,5	0,6750	0,6748	-0,00020	0,00055	1,96
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
300	20	6	220,00	0,011	2,4200	2,4189	-0,0011	0,0011	1,96
300	20	6	220,00	0,015	3,3000	3,2985	-0,0015	0,0014	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 9. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 2 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 2									
Rango			Punto de medida (tensión)	Punto de medida (corriente)	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
Tensión	Corriente	Potencia							
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
300	20	6	220,00	0,019	4,1800	4,1780	-0,0020	0,0017	1,96
300	20	6	300,00	0,018	5,4000	5,3973	-0,0027	0,0022	1,96
300	50	15	220,00	0,023	5,0600	5,058	-0,0020	0,0021	1,96
300	50	15	220,00	0,035	7,7000	7,697	-0,0030	0,0058	1,96
300	50	15	220,00	0,047	10,3400	10,336	-0,0040	0,0067	1,96
300	50	15	300,00	0,045	13,5000	13,495	-0,0050	0,0089	1,96
300	100	30	220,00	0,055	12,1000	12,095	-0,0050	0,0073	1,96
300	100	30	220,00	0,075	16,5000	16,494	-0,0060	0,0088	1,96
300	100	30	220,00	0,095	20,900	20,892	-0,008	0,010	1,96
300	100	30	300,00	0,09	27,000	26,989	-0,011	0,013	1,96
300	200	60	220,00	0,11	24,200	24,192	-0,008	0,011	1,96
300	200	60	220,00	0,15	33,000	32,989	-0,011	0,014	1,96
300	200	60	220,00	0,19	41,800	41,787	-0,013	0,017	1,96
300	200	60	300,00	0,18	54,000	53,981	-0,019	0,023	1,96
300	500	150	220,00	0,23	50,60	50,59	-0,010	0,022	1,96
300	500	150	220,00	0,35	77,00	76,96	-0,040	0,048	1,96
300	500	150	220,00	0,47	103,40	103,35	-0,050	0,058	1,96
300	500	150	300,00	0,45	135,00	134,93	-0,070	0,077	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
300	1	300	220,00	0,55	121,00	120,94	-0,060	0,066	1,96
300	1	300	220,00	0,75	165,00	164,92	-0,080	0,084	1,96
300	1	300	220,00	0,95	209,00	208,90	-0,10	0,10	1,96
300	1	300	300,00	0,9	270,00	269,86	-0,14	0,13	1,96
300	2	600	220,00	1,1	242,00	241,90	-0,10	0,13	1,96
300	2	600	220,00	1,5	330,00	329,86	-0,14	0,17	1,96
300	2	600	220,00	1,9	418,00	417,82	-0,18	0,22	1,96
300	2	600	300,00	1,8	540,00	539,75	-0,25	0,28	1,96
V	A	kW	V	A	kW	kW	kW	kW	-----
300	5	1,5	220,00	2,3	0,5060	0,5058	-0,00020	0,00027	1,96
300	5	1,5	220,00	3,5	0,7700	0,7698	-0,00020	0,00070	1,96
300	5	1,5	220,00	4,7	1,0340	1,0337	-0,00030	0,00082	1,96
300	5	1,5	300,00	4,5	1,3500	1,3495	-0,0005	0,0011	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 9. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 2

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Potencia activa C.C. Canal 2									
Rango			Punto de medida (tensión)	Punto de medida (corriente)	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
Tensión	Corriente	Potencia							
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
15	500	7,5	12,00	0,23	2,760	2,759	-0,00100	0,00061	1,96
15	500	7,5	12,00	0,35	4,200	4,198	-0,0020	0,0012	1,96
15	500	7,5	12,00	0,45	5,400	5,398	-0,0020	0,0013	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
15	1	15	12,00	0,55	6,600	6,597	-0,0030	0,0015	1,96
15	1	15	12,00	0,75	9,000	8,996	-0,0040	0,0018	1,96
15	1	15	12,00	0,90	10,800	10,795	-0,0050	0,0021	1,96
15	2	30	12,00	1,10	13,200	13,194	-0,0060	0,0042	1,96
15	2	30	12,00	1,50	18,000	17,992	-0,0080	0,0056	1,96
15	2	30	12,00	1,80	21,600	21,591	-0,0090	0,0066	1,96
15	5	75	12,00	2,30	27,60	27,59	-0,010	0,010	1,96
15	5	75	12,00	3,50	42,00	41,98	-0,020	0,021	1,96
15	5	75	12,00	4,50	54,00	53,98	-0,020	0,026	1,96
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
30	500	15	24,00	0,23	5,520	5,518	-0,00200	0,00073	1,96
30	500	15	24,00	0,35	8,400	8,396	-0,0040	0,0021	1,96
30	500	15	24,00	0,45	10,800	10,795	-0,0050	0,0024	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
30	1	30	24,00	0,55	13,200	13,194	-0,0060	0,0028	1,96
30	1	30	24,00	0,75	18,000	17,992	-0,0080	0,0035	1,96
30	1	30	24,00	0,90	21,600	21,590	-0,0100	0,0041	1,96
30	2	60	24,00	1,10	26,400	26,388	-0,0120	0,0084	1,96
30	2	60	24,00	1,50	36,000	35,984	-0,016	0,011	1,96
30	2	60	24,00	1,80	43,200	43,181	-0,019	0,013	1,96
30	5	150	24,00	2,30	55,20	55,18	-0,020	0,018	1,96
30	5	150	24,00	3,50	84,00	83,96	-0,040	0,041	1,96
30	5	150	24,00	4,50	108,00	107,95	-0,050	0,050	1,96
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
60	500	30	48,00	0,23	11,040	11,036	-0,0040	0,0011	1,96
60	500	30	48,00	0,35	16,800	16,792	-0,0080	0,0041	1,96
60	500	30	48,00	0,45	21,600	21,590	-0,0100	0,0048	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
60	1	60	48,00	0,55	26,400	26,389	-0,0110	0,0055	1,96
60	1	60	48,00	0,75	36,000	35,984	-0,0160	0,0070	1,96
60	1	60	48,00	0,90	43,200	43,181	-0,0190	0,0081	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 10. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.C. Canal 2 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Potencia activa C.C. Canal 2									
Rango			Punto de medida (tensión)	Punto de medida (corriente)	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
Tensión	Corriente	Potencia							
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
60	2	120	48,00	1,10	52,80	52,78	-0,020	0,018	1,96
60	2	120	48,00	1,50	72,00	71,97	-0,030	0,023	1,96
60	2	120	48,00	1,80	86,40	86,36	-0,040	0,027	1,96
60	5	300	48,00	2,30	110,40	110,36	-0,040	0,034	1,96
60	5	300	48,00	3,50	168,00	167,93	-0,070	0,082	1,96
60	5	300	48,00	4,50	216,00	215,91	-0,09	0,10	1,96
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
100	500	50	60,00	0,35	21,000	20,991	-0,0090	0,0051	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
100	1	100	60,00	0,75	45,00	44,98	-0,020	0,010	1,96
100	2	200	60,00	1,50	90,00	89,96	-0,040	0,028	1,96
100	5	500	60,00	3,50	210,00	209,91	-0,09	0,10	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 10. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.C. Canal 2

Tensión eléctrica C.A. Canal 2						
Frecuencia	Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
kHz	V	V	V	V	V	-----
0,06	150	110,00	109,99	-0,010	0,020	1,98
0,06	150	120,00	119,98	-0,020	0,020	1,96
0,06	300	208,00	207,97	-0,030	0,034	1,96
0,06	300	220,00	219,96	-0,040	0,036	1,96
0,06	300	270,00	269,95	-0,050	0,057	1,96
0,06	600	440,00	439,95	-0,05	0,11	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 11. Calibración de la función de medición de Tensión eléctrica C.A. Canal 2

Tensión eléctrica C.C. Canal 2					
Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
V	V	V	V	V	-----
6	3,30000	3,2994	-0,00060	0,00012	2,23
6	5,00000	4,9991	-0,00090	0,00012	2,16
6	-5,00000	-4,9996	0,0004	0,0014	2,16

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 12. Calibración de la función de medición de Tensión eléctrica C.C. Canal 2 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Tensión eléctrica C.C. Canal 2					
Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
V	V	V	V	V	-----
15	12,00000	11,998	-0,00200	0,00058	1,96
15	-13,50000	-13,498	0,00200	0,00059	1,96
30	24,00000	23,996	-0,00400	0,00062	1,96
30	-24,00000	-23,996	0,00400	0,00062	1,96
60	48,00000	47,988	-0,01200	0,00130	2,09
60	-54,00000	-53,996	0,00400	0,00130	2,07
100	90,00000	89,980	-0,02000	0,00059	1,96
100	-90,00000	-89,990	0,01000	0,00059	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 12. Calibración de la función de medición de Tensión eléctrica C.C. Canal 2

Corriente eléctrica C.A. Canal 2						
Frecuencia	Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
kHz	mA	mA	mA	mA	mA	-----
0,06	20	11,000	10,997	-0,0030	0,0050	1,96
0,06	20	15,000	14,996	-0,0040	0,0062	1,96
0,06	20	18,000	17,995	-0,0050	0,0071	1,96
5	20	15,000	14,998	-0,0020	0,0110	1,96
30	20	15,000	15,001	0,0010	0,0490	1,96
0,06	50	23,000	22,995	-0,0050	0,0086	1,96
0,06	50	35,000	34,993	-0,0070	0,0260	1,96
0,06	50	45,000	44,992	-0,0080	0,0290	1,96
5	50	35,000	35,017	0,0170	0,0650	1,96
30	50	35,000	35,061	0,0610	0,2600	1,96
0,06	100	55,000	54,990	-0,0100	0,0330	1,96
0,06	100	75,000	74,990	-0,0100	0,0390	1,96
0,06	100	90,000	89,980	-0,0200	0,0430	1,96
5	100	75,000	75,030	0,0300	0,0960	1,96
30	100	75,000	75,080	0,0800	0,3800	1,96
0,06	200	110,000	109,990	-0,0100	0,0500	1,96
0,06	200	150,000	149,980	-0,0200	0,0620	1,96
0,06	200	180,000	179,970	-0,0300	0,0710	1,96
5	200	150,000	150,070	0,0700	0,1600	1,96
30	200	150,000	150,120	0,1200	0,6100	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 13. Calibración de la función de medición de Corriente eléctrica C.A. Canal 2 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Corriente eléctrica C.A. Canal 2						
Frecuencia	Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
kHz	mA	mA	mA	mA	mA	----
0,06	500	230,00	229,98	-0,020	0,086	1,96
0,06	500	350,00	349,91	-0,09	0,21	1,96
0,06	500	450,00	449,87	-0,13	0,25	1,96
5	500	230,00	230,11	0,11	0,22	1,96
30	500	230,00	230,18	0,18	0,86	1,96
kHz	A	A	A	A	A	----
0,06	1	0,5500	0,5499	-0,00010	0,00030	1,96
0,06	1	0,7500	0,7498	-0,00020	0,00037	1,96
0,06	1	0,9000	0,8998	-0,00020	0,00043	1,96
5	1	0,7500	0,7506	0,0006	0,0042	1,96
10	1	0,7500	0,7538	0,004	0,019	1,96
0,06	2	1,1000	1,0998	-0,00020	0,00059	1,96
0,06	2	1,5000	1,6651	0,17	0,72	1,96
0,06	2	1,8000	1,7997	-0,00030	0,00091	1,96
5	2	1,5000	1,5006	0,001	0,033	1,96
10	2	1,5000	1,5056	0,00560	0,00077	1,96
0,06	5	2,3000	2,3095	0,0095	0,0012	1,96
0,06	5	3,5000	3,4994	-0,0006	0,0032	1,96
0,06	5	4,5000	4,4993	-0,0007	0,0036	1,96
5	5	2,1000	2,1006	0,001	0,044	1,96
10	5	2,1000	2,1070	0,0070	0,0011	1,96
1	5	4,7000	4,7016	0,0016	0,0051	1,96
5	5	4,7000	4,6293	-0,07	0,11	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 13. Calibración de la función de medición de Corriente eléctrica C.A. Canal 2

Corriente eléctrica C.C. Canal 2					
Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
mA	mA	mA	mA	mA	----
200	110,00	109,99	-0,010	0,012	1,96
200	180,00	179,97	-0,030	0,017	1,96
500	230,00	229,97	-0,030	0,021	1,96
500	350,00	349,89	-0,110	0,085	1,96
500	450,00	449,86	-0,140	0,100	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 14. Calibración de la función de medición de Corriente eléctrica C.C. Canal 2 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Corriente eléctrica C.C. Canal 2					
Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
A	A	A	A	A	----
1	0,5500	0,5498	-0,00020	0,00013	1,96
1	0,7500	0,7498	-0,00020	0,00016	1,96
1	0,9000	0,8997	-0,00030	0,00018	1,96
2	1,1000	1,0999	-0,00010	0,00036	1,96
2	1,5000	1,4998	-0,00020	0,00050	1,96
2	1,8000	1,7997	-0,00030	0,00060	1,96
2	-1,8000	-1,7994	0,00060	0,00060	1,96
5	2,3000	2,2997	-0,00030	0,00076	1,96
5	3,5000	3,4990	-0,0010	0,0018	1,96
5	4,5000	4,4986	-0,0014	0,0021	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 14. Calibración de la función de medición de Corriente eléctrica C.C. Canal 2

Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 3									
Rango			Punto de medida (tensión)	Punto de medida (corriente)	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
Tensión	Corriente	Potencia							
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	----
150	20	3	120,00	0,011	1,3200	1,3197	-0,00030	0,00062	1,96
150	20	3	120,00	0,015	1,8000	1,7995	-0,00050	0,00079	1,96
150	20	3	120,00	0,019	2,2800	2,2794	-0,00060	0,00095	1,96
150	20	3	150,00	0,018	2,7000	2,6992	-0,0008	0,0011	1,96
150	50	7,5	120,00	0,023	2,760	2,759	-0,0010	0,0012	1,96
150	50	7,5	120,00	0,035	4,200	4,199	-0,0010	0,0032	1,96
150	50	7,5	120,00	0,047	5,640	5,639	-0,0010	0,0037	1,96
150	50	7,5	150,00	0,045	6,750	6,749	-0,0010	0,0045	1,96
150	100	15	120,00	0,055	6,600	6,599	-0,0010	0,0040	1,96
150	100	15	120,00	0,075	9,000	8,998	-0,0020	0,0048	1,96
150	100	15	120,00	0,095	11,400	11,398	-0,0020	0,0056	1,96
150	100	15	150,00	0,09	13,500	13,497	-0,0030	0,0068	1,96
150	200	30	120,00	0,11	13,200	13,198	-0,0020	0,0062	1,96
150	200	30	120,00	0,15	18,000	17,997	-0,0030	0,0078	1,96
150	200	30	120,00	0,19	22,800	22,796	-0,0040	0,0095	1,96
150	200	30	150,00	0,18	27,000	26,995	-0,005	0,011	1,96
150	500	75	120,00	0,23	27,60	27,60	0,000	0,012	1,96
150	500	75	120,00	0,35	42,00	41,99	-0,010	0,027	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 15. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 3 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 3									
Rango			Punto de medida (tensión)	Punto de medida (corriente)	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
Tensión	Corriente	Potencia							
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
150	1	150	120,00	0,55	66,00	65,98	-0,020	0,036	1,96
150	1	150	120,00	0,75	90,00	89,98	-0,020	0,046	1,96
150	1	150	120,00	0,95	114,00	113,97	-0,030	0,056	1,96
150	1	150	150,00	0,90	135,00	134,97	-0,030	0,066	1,96
150	2	300	120,00	1,1	132,00	131,97	-0,030	0,073	1,96
150	2	300	120,00	1,5	180,00	179,96	-0,040	0,096	1,96
150	2	300	120,00	1,9	228,00	227,95	-0,05	0,12	1,96
150	2	300	150,00	1,8	270,00	269,94	-0,06	0,14	1,96
V	A	kW	V	A	kW	kW	kW	kW	-----
150	5	0,75	120,00	2,3	0,2760	0,2760	0,00000	0,00016	1,96
150	5	0,75	120,00	3,5	0,4200	0,4200	0,00000	0,00039	1,96
150	5	0,75	120,00	4,7	0,5640	0,5639	-0,00010	0,00045	1,96
150	5	0,75	150,00	4,5	0,6750	0,6749	-0,00010	0,00055	1,96
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
300	20	6	220,00	0,011	2,4200	2,4194	-0,0006	0,0011	1,96
300	20	6	220,00	0,015	3,3000	3,2991	-0,0009	0,0014	1,96
300	20	6	220,00	0,019	4,1800	4,1788	-0,0012	0,0017	1,96
300	20	6	300,00	0,018	5,4000	5,3982	-0,0018	0,0022	1,96
300	50	15	220,00	0,023	5,060	5,059	-0,0010	0,0021	1,96
300	50	15	220,00	0,035	7,700	7,698	-0,0020	0,0058	1,96
300	50	15	220,00	0,047	10,340	10,338	-0,0020	0,0067	1,96
300	50	15	300,00	0,045	13,500	13,497	-0,0030	0,0089	1,96
300	100	30	220,00	0,055	12,100	12,097	-0,0030	0,0073	1,96
300	100	30	220,00	0,075	16,500	16,497	-0,0030	0,0087	1,96
300	100	30	220,00	0,095	20,900	20,896	-0,004	0,010	1,96
300	100	30	300,00	0,09	27,000	26,994	-0,006	0,013	1,96
300	200	60	220,00	0,11	24,200	24,196	-0,004	0,011	1,96
300	200	60	220,00	0,15	33,000	32,995	-0,005	0,014	1,96
300	200	60	220,00	0,19	41,800	41,792	-0,008	0,018	1,96
300	200	60	300,00	0,18	54,000	53,990	-0,010	0,022	1,96
300	500	150	220,00	0,23	50,60	50,60	0,000	0,021	1,96
300	500	150	220,00	0,35	77,00	76,98	-0,020	0,048	1,96
300	500	150	220,00	0,47	103,40	103,37	-0,030	0,058	1,96
300	500	150	300,00	0,45	135,00	134,95	-0,050	0,077	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 15. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 3 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO



Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 3									
Rango			Punto de medida (tensión)	Punto de medida (corriente)	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
Tensión	Corriente	Potencia							
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
300	1	300	220,00	0,55	121,00	120,97	-0,030	0,066	1,96
300	1	300	220,00	0,75	165,00	164,96	-0,040	0,084	1,96
300	1	300	220,00	0,95	209,00	208,95	-0,05	0,10	1,96
300	1	300	300,00	0,9	270,00	269,92	-0,08	0,13	1,96
300	2	600	220,00	1,1	242,00	241,95	-0,05	0,13	1,96
300	2	600	220,00	1,5	330,00	329,92	-0,08	0,17	1,96
300	2	600	220,00	1,9	418,00	417,90	-0,10	0,22	1,96
300	2	600	300,00	1,8	540,00	539,85	-0,15	0,28	1,96
V	A	kW	V	A	kW	kW	kW	kW	-----
300	5	1,5	220,00	2,3	0,5060	0,5059	-0,00010	0,00027	1,96
300	5	1,5	220,00	3,5	0,7700	0,7699	-0,00010	0,00070	1,96
300	5	1,5	220,00	4,7	1,0340	1,0339	-0,00010	0,00082	1,96
300	5	1,5	300,00	4,5	1,3500	1,3498	-0,0002	0,0011	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 15. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.A. (60 Hz) Canal 3

Potencia activa C.C. Canal 3									
Rango			Punto de medida	Punto de medida	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura
Tensión	Corriente	Potencia							
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
15	500	7,5	12,00	0,23	2,760	2,759	-0,00100	0,00061	1,96
15	500	7,5	12,00	0,35	4,200	4,199	-0,0010	0,0012	1,96
15	500	7,5	12,00	0,45	5,400	5,399	-0,0010	0,0013	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
15	1	15	12,00	0,55	6,600	6,599	-0,0010	0,0015	1,96
15	1	15	12,00	0,75	9,000	8,998	-0,0020	0,0018	1,96
15	1	15	12,00	0,9	10,800	10,797	-0,0030	0,0021	1,96
15	2	30	12,00	1,1	13,200	13,197	-0,0030	0,0042	1,96
15	2	30	12,00	1,5	18,000	17,995	-0,0050	0,0056	1,96
15	2	30	12,00	1,8	21,600	21,594	-0,0060	0,0066	1,96
15	5	75	12,00	2,3	27,60	27,59	-0,010	0,010	1,96
15	5	75	12,00	3,5	42,00	41,99	-0,010	0,021	1,96
15	5	75	12,00	4,5	54,00	53,99	-0,010	0,026	1,96
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
30	500	15	24,00	0,23	5,520	5,518	-0,00200	0,00073	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 16. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.C. Canal 3 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Potencia activa C.C. Canal 3									
Rango			Punto de medida	Punto de medida	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura
Tensión	Corriente	Potencia							
V	mA	W	V	S	W	W	W	W	-----
30	500	15	24,00	0,35	8,400	8,398	-0,0020	0,0021	1,96
30	500	15	24,00	0,45	10,800	10,797	-0,0030	0,0025	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
30	1	30	24,00	0,55	13,200	13,197	-0,0030	0,0028	1,96
30	1	30	24,00	0,75	18,000	17,995	-0,0050	0,0035	1,96
30	1	30	24,00	0,9	21,600	21,594	-0,0060	0,0041	1,96
30	2	60	24,00	1,1	26,400	26,394	-0,0060	0,0084	1,96
30	2	60	24,00	1,5	36,000	35,990	-0,010	0,011	1,96
30	2	60	24,00	1,8	43,200	43,189	-0,011	0,013	1,96
30	5	150	24,00	2,3	55,20	55,19	-0,010	0,018	1,96
30	5	150	24,00	3,5	84,00	83,98	-0,020	0,041	1,96
30	5	150	24,00	4,5	108,00	107,98	-0,020	0,050	1,96
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
60	500	30	48,00	0,23	11,040	11,038	-0,0020	0,0011	1,96
60	500	30	48,00	0,35	16,800	16,796	-0,0040	0,0041	1,96
60	500	30	48,00	0,45	21,600	21,595	-0,0050	0,0048	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
60	1	60	48,00	0,55	26,400	26,395	-0,0050	0,0055	1,96
60	1	60	48,00	0,75	36,000	35,992	-0,0080	0,0070	1,96
60	1	60	48,00	0,90	43,200	43,189	-0,0110	0,0081	1,96
60	2	120	48,00	1,1	52,80	52,79	-0,010	0,018	1,96
60	2	120	48,00	1,5	72,00	71,99	-0,010	0,023	1,96
60	2	120	48	1,8	86,40	86,39	-0,010	0,027	1,96
60	5	300	48,00	2,3	110,40	110,39	-0,010	0,034	1,96
60	5	300	48,00	3,5	168,00	167,97	-0,030	0,082	1,96
60	5	300	48,00	4,5	216,00	215,95	-0,05	0,10	1,96
V	mA	W	V	A	W	W	W	W	-----
100	500	50	60,00	0,35	21,000	20,995	-0,0050	0,0051	1,96
V	A	W	V	A	W	W	W	W	-----
100	1	100	60,00	0,75	45,00	44,99	-0,010	0,010	1,96
100	2	200	60,00	1,50	90,00	89,98	-0,020	0,028	1,96
100	5	500	60,00	3,5	210,00	209,96	-0,04	0,10	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 16. Calibración de la función de medición de Potencia activa C.C. Canal 3

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Tensión eléctrica C.A. Canal 3						
Frecuencia	Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
kHz	V	V	V	V	V	-----
0,06	150	110,00	109,99	-0,010	0,019	1,96
0,06	150	120,00	119,99	-0,010	0,020	1,96
0,06	300	208,00	207,98	-0,020	0,034	1,96
0,06	300	220,00	219,97	-0,030	0,036	1,96
0,06	300	270,00	269,96	-0,040	0,057	1,96
0,06	600	440,00	439,99	-0,01	0,11	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 17. Calibración de la función de medición de Tensión eléctrica C.A. Canal 3

Tensión eléctrica C.C. Canal 3					
Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
V	V	V	V	V	-----
6	3,3000	3,2996	-0,0004	0,0001	1,96
6	5,0000	4,9993	-0,0007	0,0001	2,16
6	-5,0000	-4,9997	0,0003	0,0001	2,16
15	12,000	11,998	-0,002	0,001	1,96
15	-13,500	-13,498	0,002	0,001	1,96
30	24,000	23,998	-0,002	0,001	1,96
30	-24,000	-23,995	0,005	0,001	1,96
60	48,000	47,992	-0,008	0,001	2,09
60	-54,000	-53,994	0,006	0,001	1,96
100	90,00	89,99	-0,01	0,01	1,96
100	-90,00	-89,99	0,01	0,01	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 18. Calibración de la función de medición de Tensión eléctrica C.C. Canal 3

Corriente eléctrica C.A. Canal 3						
Frecuencia	Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
kHz	mA	mA	mA	mA	mA	-----
0,06	20	11,000	10,999	-0,0010	0,0049	1,96
0,06	20	15,000	14,998	-0,0020	0,0062	1,96
0,06	20	18,000	17,998	-0,0020	0,0071	1,96
5	20	15,000	15,000	0,000	0,011	1,96
30	20	15,000	15,004	0,004	0,049	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 19. Calibración de la función de medición de Corriente eléctrica C.A. Canal 3 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Corriente eléctrica C.A. Canal 3						
Frecuencia	Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
kHz	mA	mA	mA	mA	mA	----
0,06	50	23,000	22,998	-0,0020	0,0086	1,96
0,06	50	35,000	34,998	-0,002	0,026	1,96
0,06	50	45,000	44,999	-0,001	0,029	1,96
5	50	35,000	35,024	0,024	0,065	1,96
30	50	35,000	35,068	0,07	0,26	1,96
0,06	100	55,00	55,00	0,000	0,033	1,96
0,06	100	75,00	74,99	-0,010	0,039	1,96
0,06	100	90,00	89,99	-0,010	0,044	1,96
5	100	75,00	75,04	0,040	0,096	1,96
30	100	75,00	75,09	0,09	0,38	1,96
0,06	200	110,00	110,00	0,000	0,049	1,96
0,06	200	150,00	149,99	-0,010	0,062	1,96
0,06	200	180,00	179,99	-0,010	0,071	1,96
5	200	150,00	150,08	0,08	0,16	1,96
30	200	150,00	150,15	0,15	0,61	1,96
0,06	500	230,00	230,00	0,000	0,086	1,96
0,06	500	350,00	349,95	-0,05	0,21	1,96
0,06	500	450,00	449,93	-0,07	0,25	1,96
5	500	230,00	230,14	0,14	0,22	1,96
30	500	230,00	230,23	0,23	0,86	1,96
kHz	A	A	A	A	A	----
0,06	1	0,5500	0,5499	-0,00010	0,00030	1,96
0,06	1	0,7500	0,7499	-0,00010	0,00037	1,96
0,06	1	0,9000	0,8999	-0,00010	0,00043	1,96
5	1	0,7500	0,7507	0,0007	0,0042	1,96
10	1	0,7500	0,7540	0,004	0,019	1,96
0,06	2	1,1000	1,0999	-0,00010	0,00059	1,96
0,06	2	1,5000	1,4998	-0,00020	0,00077	1,96
0,06	2	1,8000	1,7999	-0,00010	0,00091	1,96
5	2	1,5000	1,5008	0,001	0,033	1,96
10	2	1,5000	1,5008	0,00080	0,00077	1,96
0,06	5	2,3000	2,3098	0,0098	0,0012	1,96
0,06	5	3,5000	3,4999	-0,0001	0,0032	1,96
0,06	5	4,5000	4,5000	0,0000	0,0036	1,96
5	5	2,1000	2,1009	0,001	0,044	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 19. Calibración de la función de medición de Corriente eléctrica C.A. Canal 3 (continúa)

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

Corriente eléctrica C.A. Canal 3						
Frecuencia	Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
kHz	A	A	A	A	A	-----
10	5	2,1000	2,1073	0,0073	0,0011	1,96
1	5	4,7000	4,7016	0,0016	0,0051	1,96
5	5	4,7000	4,6293	-0,07	0,11	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 19. Calibración de la función de medición de Corriente eléctrica C.A. Canal 3

Corriente eléctrica C.C. Canal 3					
Rango	Valor de referencia	Valor leído EBC*	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	Factor de cobertura k
mA	mA	mA	mA	mA	-----
200	110,000	110,00	0,000	0,012	1,96
200	180,000	179,98	-0,020	0,019	1,98
500	230,000	229,98	-0,020	0,021	1,96
500	350,00	349,93	-0,070	0,084	1,96
500	450,00	449,90	-0,10	0,10	1,96
A	A	A	A	A	-----
1	0,55000	0,5499	-0,00010	0,00013	1,96
1	0,75000	0,7499	-0,00010	0,00016	1,96
1	0,90000	0,8999	-0,00010	0,00018	1,96
2	1,10000	1,1000	0,00000	0,00036	1,96
2	1,50000	1,5000	0,00000	0,00050	1,96
2	1,80000	1,7999	-0,00010	0,00060	1,96
2	-1,80000	-1,7997	0,00030	0,00060	1,96
5	2,30000	2,3000	0,00000	0,00076	1,96
5	3,5000	3,4995	-0,0005	0,0018	1,96
5	4,5000	4,4992	-0,0008	0,0021	1,96

\* EBC: Equipo bajo calibración

Tabla 20. Calibración de la función de medición de Corriente eléctrica C.C. Canal 3

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

5. OBSERVACIONES

Primera sesión:

- Hora de ingreso al laboratorio de Metrología: 08:30
- Hora de salida del laboratorio de Metrología: 16:20

Segunda sesión:

- Hora de ingreso al laboratorio de Metrología: 08:30
- Hora de salida del laboratorio de Metrología: 17:00

6. RESPONSABLES

  
\_\_\_\_\_  
GIOVANNI ALDEMAR BAQUERO ROZO  
SUPERVISA / AUTORIZA  
Jefe Técnico de Metrología - LABE  
Universidad Nacional de Colombia

El Laboratorio de Metrología Eléctrica del Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales "FABIO CHAPARRO", preparó este Certificado para ÁREA DE ILUMINACIÓN - LABE. El Laboratorio de Metrología Eléctrica NO DA NINGUNA GARANTÍA, EXPRESA O IMPLÍCITA, EN CUANTO A LOS RESULTADOS QUE SE OBTENDRÁN POR ALGUNA PERSONA O ENTIDAD A PARTIR DEL USO DEL CONTENIDO DE ESTE DOCUMENTO. LABE no da ninguna garantía expresa o implícita de la comerciabilidad o de la aptitud para un propósito determinado de ninguno de los productos mencionados en este informe. LABE no conserva muestras testigo, por lo tanto, solo garantiza los resultados sobre la muestra o elemento ensayado y en las condiciones ambientales y de montaje señaladas en éste informe. Este informe solo podrá reproducirse en su totalidad y con la correspondiente autorización de LABE.

\_\_\_\_\_ FIN DEL CERTIFICADO \_\_\_\_\_

ESTE DOCUMENTO SOLO TIENE VALIDEZ EN ORIGINAL Y COMPLETO

## Certificado de Calibración

CALIBRATION CERTIFICATE

Hoja 1/5

**Cliente:** Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales -Universidad Nacional de Colombia  
*Customer* Carrera 30 No 45 - 03 Edificio 411 oficina 102 C  
Colombia.

**Instrumento:** Espectrorradiómetro  
*Instrument*

**Marca:** ORB Optronix  
*Brand name*

**Modelo:** SP 200  
*Model*

**No. de serie:** 2015939  
*Serial number*

**No. de identificación:** NA  
*ID number*

**Lugar donde se efectuó la calibración:** Laboratorio de Espectrorradiometría de Lámparas del Centro  
*Place where the calibration was carried out* Nacional de Metrología

**No. de certificado:** / *Certificate number*  
CNM-CC-520-033/2018

**No. de servicio:** / *Service Number*  
180666

**Fecha de emisión:** / *Date of issue*  
2018-03-22

**Fecha de calibración:** / *Calibration date*  
2018-03-20

Firma electrónica

**Responsable de la calibración:** / *Calibrated by*

Anayansi Estrada Hernández

N0533-95-21-448671

**Aprobó:** / *Approved by*

Carlos Humberto Matamoros García

N0153-67-21-448672

**Notas:** [Notes]

- Es responsabilidad del usuario establecer la fecha de una nueva calibración del instrumento. El tiempo de validez de los resultados contenidos en este certificado depende tanto de las características del instrumento calibrado como de las prácticas para su manejo y uso. [The user is responsible for establishing re-calibration periods, based on the characteristics of the instrument and the conditions of handling and use.]
- No es recomendable la reproducción parcial de este certificado, ya que puede dar lugar a interpretaciones equivocadas de sus resultados. [Partial reproduction may lead to misleading interpretations.]
- Este certificado se emite de manera electrónica. La versión oficial puede ser consultada en el domicilio electrónico <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx> con la contraseña entregada a la empresa identificada como "Cliente". Aún sin contar con esta contraseña, los datos del equipo calibrado pueden obtenerse en el mismo portal con el número de certificado. [This is an electronic certificate. The official version may be obtained at the website <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx>, using the password provided to the customer identified at the top of this page. Identification information for the instrument calibrated may be obtained at the same site without the need of a password.]



**a) Procedimiento:**

- 520-AC-P.041. "Calibración de Espectrorradiómetros en Irradiancia Espectral" que emplea el método de medición directa.

**b) Patrones de referencia y trazabilidad:**

- Lámpara incandescente tipo FEL, marca: Optronics Laboratories, modelo: FEL, no. de serie: F418, certificado 40009-14-PTB; Lámpara incandescente tipo FEL, marca: Optronics Laboratories, modelo: FEL, no. de serie: F489, certificado 40011-14-PTB, trazables al Kelvin, a través del Patrón Nacional de Irradiancia Espectral CNM-PNF-6.
- Multímetro marca Hewlett Packard, modelo 3457A, serie: 3114A15885. Certificado: CNM-CC-410-116/2015. Trazable al volt a través del Patrón Nacional de Tensión Eléctrica en Corriente Continua (CNM-PNE-5) mantenido por el CENAM.
- Fuente de alimentación marca Optronic Labs, modelo 83A, serie 95113044.
- Derivador de corriente marca Guildline Instruments Ltd., modelo 9230A-100-0.01, serie: 67372. Certificado CNM-CC-410-045/2015, trazable al ohm, a través del patrón nacional CNM-PNE-3.

**c) Condiciones del instrumento a la recepción:**

Sin observaciones.

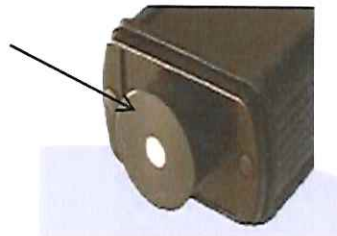
**d) Condiciones ambientales en la medición:**

Temperatura: 23 °C, con una variación que no excedió de  $\pm 1$  °C  
Humedad relativa: 31 %, con una variación que no excedió de  $\pm 5$  %

**e) Desarrollo:**

Se coloca el espectrorradiómetro PR-705 a una distancia de 50 cm de la lámpara de referencia, se alinea la lámpara tomado como referencia la altura del eje óptico del detector del instrumento, se deja estabilizar la lámpara a una corriente determinada durante 10 minutos aproximadamente. Se realizan una serie de mediciones. Se obtiene el promedio del error cometido por el instrumento en irradiancia espectral.

Se tomó la superficie  
indicada de la cabeza  
de corrección  
cosenoidal como  
plano de referencia





**f) Resultados:**

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos de la calibración en irradiancia espectral del espectrorradiómetro SP 200, usando la lámpara de referencia F418 con una corriente de operación de  $7.250 \text{ A} \pm 0.005\%$   $k = 2$ .

**Nota:** La tensión eléctrica de la lámpara únicamente se presenta como información adicional no certificada.

Tabla 1. Resultados de la calibración en irradiancia espectral del espectrorradiómetro SP 200 usando como referencia la lámpara F418.

$\lambda$ (nm)	Error (%)	$U(k=2)$ (%)	$\lambda$ (nm)	Error (%)	$U(k=2)$ (%)	$\lambda$ (nm)	Error (%)	$U(k=2)$ (%)
350	23.2	5.9	540	3.1	3.1	770	7.8	3.0
355	4.2	6.4	550	3.2	3.1	780	7.8	3.0
360	6.7	5.9	555	3.2	3.1	790	7.9	3.0
365	3.8	5.5	560	3.4	3.1	800	8.0	3.0
370	6.5	4.5	570	3.5	3.1	810	7.9	3.0
375	2.2	5.0	580	3.5	3.1	820	8.1	3.0
380	-1.4	4.2	590	3.4	3.1	830	8.1	3.0
385	-1.3	4.1	600	3.9	3.1	840	8.0	3.0
390	0.8	4.1	610	4.1	3.1	850	8.4	2.9
395	-1.6	3.8	620	3.9	3.1	860	8.2	3.0
400	1.4	3.5	630	4.1	3.1	870	8.3	3.1
410	1.5	3.4	640	4.5	3.1	880	8.3	3.1
420	3.0	3.2	650	4.6	3.1	890	8.6	3.1
430	3.0	3.3	660	4.7	3.1	900	8.7	3.1
440	3.4	3.2	670	4.7	3.1	910	9.0	3.1
450	3.3	3.2	680	4.9	3.1	920	8.9	3.1
460	3.2	3.1	690	5.3	3.0	930	9.0	3.1
470	3.0	3.1	700	5.5	3.0	940	8.9	3.1
480	3.1	3.1	710	5.9	3.0	950	8.7	3.1
490	3.2	3.1	720	6.3	3.0	960	8.7	3.1
500	3.2	3.1	730	6.8	3.0	970	8.7	3.1
510	3.0	3.1	740	7.3	3.0	980	8.8	3.1
520	3.1	3.1	750	7.5	3.0	990	8.8	3.3
530	3.2	3.1	760	7.7	3.0	1 000	8.6	3.3

En la Tabla 2 se presentan los resultados obtenidos de la calibración en irradiancia espectral del espectrorradiómetro SP 200, usando la lámpara de referencia F489 con una corriente de operación de  $8.099 \text{ A} \pm 0.005\%$   $k = 2$ .

**Nota:** La tensión eléctrica de la lámpara únicamente se presenta como información adicional no certificada.

Tabla 2. Resultados de la calibración en irradiancia espectral del espectrorradiómetro SP 200 usando como referencia la lámpara F489.

$\lambda$ (nm)	Error (%)	$U(k=2)$ (%)	$\lambda$ (nm)	Error (%)	$U(k=2)$ (%)	$\lambda$ (nm)	Error (%)	$U(k=2)$ (%)
350	2.9	4.3	540	2.2	3.2	770	7.5	3.0
355	-11.6	5.6	550	2.3	3.1	780	7.7	3.0
360	-13.4	5.3	555	2.2	3.1	790	7.6	3.0
365	-12.5	5.3	560	2.3	3.1	800	7.7	3.0
370	-4.4	4.7	570	2.6	3.1	810	7.7	3.0
375	-2.9	4.0	580	2.6	3.1	820	7.9	3.0
380	-3.3	4.0	590	2.6	3.1	830	7.9	3.0
385	-3.5	3.8	600	3.2	3.1	840	7.8	3.0
390	-1.2	3.8	610	3.2	3.1	850	8.1	3.0
395	-1.8	3.5	620	3.2	3.1	860	8.0	3.0
400	-0.7	3.4	630	3.4	3.1	870	8.1	3.0
410	0.6	3.4	640	3.8	3.1	880	8.1	3.1
420	1.4	3.2	650	3.8	3.1	890	8.3	3.1
430	1.9	3.2	660	3.8	3.1	900	8.4	3.1
440	2.1	3.2	670	4.1	3.1	910	8.7	3.1
450	2.4	3.2	680	4.3	3.1	920	8.5	3.1
460	2.1	3.2	690	4.7	3.1	930	8.5	3.1
470	2.1	3.2	700	5.0	3.1	940	8.5	3.1
480	1.9	3.2	710	5.5	3.0	950	8.2	3.1
490	2.1	3.2	720	5.9	3.0	960	8.1	3.1
500	2.2	3.2	730	6.4	3.0	970	8.0	3.1
510	1.8	3.2	740	6.9	3.0	980	8.0	3.1
520	1.9	3.2	750	7.2	3.0	990	8.1	3.1
530	2.2	3.2	760	7.3	3.0	1 000	7.9	3.3

El resultado de las mediciones objeto de este documento está expresado en términos del Sistema General de Unidades de Medida, consistente con el Sistema Internacional de Unidades. Los patrones nacionales de medida son las referencias con las cuales se realizan experimentalmente dichas unidades en México.

#### g) Incertidumbre:

La incertidumbre de la medición se obtuvo multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de cobertura  $k = 2$ , el cual corresponde un nivel de confianza de aproximadamente 95 % bajo la suposición de que la función de densidad de probabilidad del mensurando es normal.

La incertidumbre de la medición fue estimada de acuerdo a la norma NMX-CH-140-IMNC 2002 Guía para la expresión de la Incertidumbre en las Mediciones, equivalente al documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement*. BIPM. First edition – September 2008.

El valor de la incertidumbre de la medición mostrado, no incluye las contribuciones por estabilidad a largo plazo, deriva y transporte del instrumento; tampoco considera el uso del mismo en condiciones distintas a las referidas en el presente documento.

**h) Referencias:**

- CIE S 017/E:2011 ILV: International Lighting Vocabulary
- NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida.
- CIE, Principles of Light Measurements, Publication CIE No. 18,1983 .
- International Commission of Illumination, "*The spectroradiometric measurement of light sources*", CIE Publication No. 63, CIE, France, (1984).

---

**Calibró:** Anayansi Estrada Hernández.  
Metróloga

**Aprobó:** Carlos H. Matamoros García.  
Director de Óptica y Radiometría





## Certificado de Calibración

CALIBRATION CERTIFICATE

Hoja 1/4

**Cliente:** Laboratorio de Ensayos Eléctricos Industriales -Universidad Nacional de Colombia  
*Customer* Carrera 30 No 45 - 03 Edificio 411 oficina 102 C  
Colombia.

**Instrumento:** Medidor de temperatura de color  
*Instrument*

**Marca:** ORB Optronix  
*Brand name*

**Modelo:** SP 200  
*Model*

**No. de serie:** 2015939  
*Serial number*

**No. de identificación:** NA  
*ID number*

**Lugar donde se efectuó la calibración:** Laboratorio de Espectrorradiometría de Lámparas del Centro  
*Place where the calibration was carried out* Nacional de Metrología.

**No. de certificado:** / *Certificate number*  
CNM-CC-520-037/2018

**No. de servicio:** / *Service Number*  
180667

**Fecha de emisión:** / *Date of issue*  
2018-03-26

**Fecha de calibración:** / *Calibration date*  
2018-03-14

Firma electrónica

**Responsable de la calibración:** / *Calibrated by*

Anayansi Estrada Hernández

N0533-95-21-448814

**Aprobó:** / *Approved by*

Héctor Alfonso Castillo Matadamas

N0269-193-21-449004

**Notas:** [Notes]

- Es responsabilidad del usuario establecer la fecha de una nueva calibración del instrumento. El tiempo de validez de los resultados contenidos en este certificado depende tanto de las características del instrumento calibrado como de las prácticas para su manejo y uso. [The user is responsible for establishing re-calibration periods, based on the characteristics of the instrument and the conditions of handling and use.]
- No es recomendable la reproducción parcial de este certificado, ya que puede dar lugar a interpretaciones equivocadas de sus resultados. [Partial reproduction may lead to misleading interpretations.]
- Este certificado se emite de manera electrónica. La versión oficial puede ser consultada en el domicilio electrónico <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx> con la contraseña entregada a la empresa identificada como "Cliente". Aún sin contar con esta contraseña, los datos del equipo calibrado pueden obtenerse en el mismo portal con el número de certificado. [This is an electronic certificate. The official version may be obtained at the website <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx>, using the password provided to the customer identified at the top of this page. Identification information for the instrument calibrated may be obtained at the same site without the need of a password.]

**a) Procedimiento:**

- 520-AC-P.033. "Calibración de Espectrorradiómetros, Fotómetros o Medidores de Cromaticidad en Temperatura de Color o Coordenadas de Cromaticidad" que emplea el método de comparación.

**b) Patrones de referencia y trazabilidad:**

- Lámpara incandescente tipo FEL, marca: Optronics Laboratories, modelo: FEL, no. de serie: F421, certificado CNM-CC-520-026/2018 Incertidumbre: 9K a 12 K, trazable al Kelvin a través del del Patrón Nacional de Irradiancia Espectral CNM-PNF-6 mantenido por el CENAM.
- Multímetro marca Hewlett Packard, modelo 3457A, serie: 3114A15885. Certificado: CNM-CC-410-116/2015. Trazable al volt a través del Patrón Nacional de Tensión Eléctrica en Corriente Continua (CNM-PNE-5) mantenido por el CENAM.
- Fuente de alimentación marca KEYSIGHT, modelo N8741A serie US15F8022P.
- Derivador de corriente marca Guildline Instruments Ltd., modelo 9230A-100-0.01, serie: 67372. Certificado CNM-CC-410-045/2015, trazable al ohm, a través del patrón nacional CNM-PNE-3 mantenido por el CENAM.

**c) Condiciones del instrumento a la recepción:**

Sin observaciones.

**d) Condiciones ambientales en la medición:**

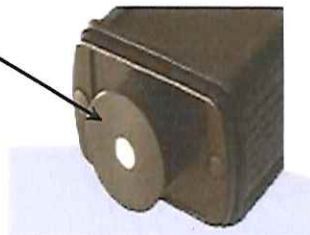
Temperatura: 22 °C, con una variación que no excedió de  $\pm 1$  °C

Humedad relativa: 28 %, con una variación que no excedió de  $\pm 5$  %

**e) Desarrollo:**

Se coloca el instrumento a calibrar a una distancia determinada de la lámpara de referencia, se alinea la lámpara tomado como referencia la altura y del eje óptico del detector del instrumento, se deja estabilizar la lámpara a una determinada intensidad de corriente continua durante 10 min aproximadamente. Se realizan una serie de mediciones para distintas intensidades de corriente continua y se obtiene el promedio del error cometido por el instrumento en temperatura de color correlacionada ( $T_{cp}$ ) y coordenadas de cromaticidad (x,y) para cada intensidad de corriente continua.

Se tomó la superficie indicada de la cabeza de corrección cosenoidal como plano de referencia





**f) Resultados:**

La Tabla 1, muestra los resultados obtenidos del error en  $T_{cp}$  del instrumento bajo calibración.

Tabla 1. Resultados del error en  $T_{cp}$  del instrumento SP 200

Valor de referencia $T_{cp}$ [K]	Error $T_{cp}$ [K]	$U(K)$ $k=2$
2 001	15	11
2 301	-11	11
2 601	-20	11
2 856	-15	11
3 102	-23	11
3 200	-25	11

Como información complementaria en la Tabla 2 se presentan los valores del error en (x,y) del instrumento bajo calibración.

Tabla 2. Resultados del error en (x,y) del instrumento SP 200.

$T_{cp}$ de referencia [K]	Valor de referencia (x,y)		Error (x,y)	$U(x,y)$ $k=2$
2 001	x	0.5091	0.0120	0.0011
	y	0.4281	-0.0197	0.0015
2 301	x	0.4875	0.0081	0.0011
	y	0.4209	-0.0073	0.0015
2 601	x	0.4659	0.0034	0.0011
	y	0.4138	-0.0021	0.0015
2 856	x	0.4474	0.0010	0.0011
	y	0.4077	-0.0004	0.0015
3 102	x	0.4298	0.0014	0.0022
	y	0.4018	-0.0003	0.0031
3 200	x	0.4224	0.0024	0.0011
	y	0.3896	0.0094	0.0015

El resultado de las mediciones objeto de este documento está expresado en términos del Sistema General de Unidades de Medida, consistente con el Sistema Internacional de Unidades. Los patrones nacionales de medida son las referencias con las cuales se realizan experimentalmente dichas unidades en México.

**g) Incertidumbre:**

La incertidumbre de la medición se obtuvo multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de cobertura  $k = 2$ , el cual corresponde un nivel de confianza de aproximadamente 95 % bajo la suposición de que la función de densidad de probabilidad del mensurando es normal.

La incertidumbre de la medición fue estimada de acuerdo a la norma NMX-CH-140-IMNC 2002 Guía para la expresión de la Incertidumbre en las Mediciones, equivalente al documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement*. BIPM. First edition – September 2008.

El valor de la incertidumbre de la medición mostrado, no incluye las contribuciones por estabilidad a largo plazo, deriva y transporte del instrumento; tampoco considera el uso del mismo en condiciones distintas a las referidas en el presente documento.

#### h) Referencias:

- NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida.
- CIE, Principles of Light Measurements, Publication CIE No. 18, 1983
- A. R. Robertson, *Computation of correlated color temperature and distribution temperature*, Journal of the Optical Society of America, 58(II), November, (1968).
- CIE, Colorimetry, Publication CIE No. 15, 2004.
- Estrada-Hernández, I. Oidor, E. Rosas, "Correlated color temperature determination in FEL type incandescent lamps", in *Fifth Symposium Optics in Industry*, edited by Eric Rosas, Rocio Cardoso, Juan C. Bermudez, Oracio Barbosa-García, Proceedings of SPIE Vol. 6046(SPIE, Bellingham, WA, 2006) Article CID 60461Q.

---

**Midió:** Anayansi Estrada Hernández.  
Metróloga

**Aprobó:** Héctor Alfonso Castillo Matadamas.  
Coordinador Científico



## Certificado de Calibración

CALIBRATION CERTIFICATE

Hoja 1/3

**Cliente:** Laboratorio de ensayos Eléctricos Industriales -Universidad Nacional de Colombia  
*Customer* Carrera 30 No 45 - 03 Edificio 411 oficina 102 C  
Colombia.

**Instrumento:** Medidor de iluminancia  
*Instrument*

**Marca:** ORB OPTRONIX  
*Brand name*

**Modelo:** SP 200  
*Model*

**No. de serie:** 2015939  
*Serial number*

**No. de identificación:** NA  
*ID number*

**Lugar donde se efectuó la calibración:** Laboratorio de Fotometría del Centro Nacional de Metrología.  
*Place where the calibration was carried out*

**No. de certificado:** / *Certificate number*  
CNM-CC-520-019/2018

**No. de servicio:** / *Service Number*  
180665

**Fecha de emisión:** / *Date of issue*  
2018-02-27

**Fecha de calibración:** / *Calibration date*  
2018-02-22

		Firma electrónica
<b>Responsable de la calibración:</b> / <i>Calibrated by</i>	Javier Mora González	N0744-521-21-443690
<b>Aprobó:</b> / <i>Approved by</i>	Carlos Humberto Matamoros García	N0153-67-21-443745

**Notas:** [Notes]

- Es responsabilidad del usuario establecer la fecha de una nueva calibración del instrumento. El tiempo de validez de los resultados contenidos en este certificado depende tanto de las características del instrumento calibrado como de las prácticas para su manejo y uso. [The user is responsible for establishing re-calibration periods, based on the characteristics of the instrument and the conditions of handling and use.]
- No es recomendable la reproducción parcial de este certificado, ya que puede dar lugar a interpretaciones equivocadas de sus resultados. [Partial reproduction may lead to misleading interpretations.]
- Este certificado se emite de manera electrónica. La versión oficial puede ser consultada en el domicilio electrónico <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx> con la contraseña entregada a la empresa identificada como "Cliente". Aún sin contar con esta contraseña, los datos del equipo calibrado pueden obtenerse en el mismo portal con el número de certificado. [This is an electronic certificate. The official version may be obtained at the website <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx>, using the password provided to the customer identified at the top of this page. Identification information for the instrument calibrated may be obtained at the same site without the need of a password.]

a) **Procedimiento:** 520-AC-P.020 "Calibración de fotómetros y luxómetros en iluminancia" que emplea el método de comparación.

b) **Patrones de referencia y trazabilidad:**

- Lámpara patrón, modelo FEL, serie: LIL-F426, operada a 2 856 K. Certificados CNM-CC-520-145/2015 y CNM-CC-520-232/2015. Incertidumbre: 1.0 % ( $k=2$ ), trazable a la candela, a través del patrón nacional CNM-PNF-4.
- Multímetros marca Hewlett Packard, modelo 3457A, serie: 3114A15883, certificado CNM-CC-410-184/2015, trazable al volt; y modelo 3458A, serie: 2823A12298 certificado CNM-CC-410-185/2015, trazable al volt, a través del patrón nacional CNM-PNE-5.
- Derivador de corriente marca Guildline Instruments Ltd., modelo 9230/15A, serie: 61173. Certificado CNM-CC-410-369/2016, trazable al ohm, a través del patrón nacional CNM-PNE-3.
- Fuente de alimentación marca Optronics Labs, modelo 83A, serie: 97113075.

c) **Condiciones del instrumento a la recepción:** Sin observaciones.

d) **Condiciones ambientales en la medición:**

Temperatura: 24.4 °C, con una variación que no excedió de  $\pm 0.3$  °C  
 Humedad relativa: 33.4 %, con una variación que no excedió de  $\pm 5.0$  %

e) **Desarrollo:**

La calibración se realiza comparando las lecturas que entrega el instrumento bajo calibración contra los niveles de iluminancia de referencia que son generados en el banco fotométrico mediante la lámpara patrón operada aproximadamente a 2 856 K y demás elementos del sistema. Se realizan series de mediciones con el instrumento a prueba y se reportan únicamente los promedios obtenidos indicando el error encontrado.

f) **Resultados de la calibración:**

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos de la calibración del instrumento.

Tabla 1. Resultados de la calibración.

Instrumento:	Medidor de Iluminancia ORB OPTRONIX		
Servicio:	Calibración en iluminancia (lx).		
Incertidumbre Expandida:	1.02% ( $k = 2$ )		
Iluminancia de Referencia (lx)	Promedio ORB OPTRONIX (lx)	Error (lx)	Error (%)
<b>0 A 3 000</b>			
3 000	2 983.4	-16.6	-0.6
1 500	1 486.2	-13.8	-0.9
750	741.4	-8.6	-1.2
500	492.8	-7.2	-1.4
280	277.4	-2.6	-0.9
120	118.8	-1.2	-1.0



El resultado de las mediciones objeto de este certificado está expresado en términos del Sistema General de Unidades de Medida, consistente con el Sistema Internacional de Unidades. Los patrones nacionales de medida son las referencias con las cuales se realizan experimentalmente dichas unidades en México.

**g) Incertidumbre:**

La incertidumbre de la medición se obtuvo multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de cobertura  $k = 2$ , el cual corresponde un nivel de confianza de aproximadamente 95 % bajo la suposición de que la función de densidad de probabilidad del mensurando es normal.

La incertidumbre de la medición fue estimada de acuerdo a la norma NMX-CH-140-IMNC 2002 Guía para la expresión de la Incertidumbre en las Mediciones, equivalente al documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) *Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement*. BIPM. First edition – September 2008

El valor de la incertidumbre de la medición mostrado, no incluye las contribuciones por estabilidad a largo plazo, deriva y transporte del instrumento calibrado.

**h) Referencias:**

- “Calibración de luxómetros y su uso en la medición de niveles de iluminación”, Publicación Técnica CNM-MFO-PT-004, CENAM, (2010).

**i) Recomendaciones:**

Verificar que las baterías del instrumento no se encuentren descargadas, para no vulnerar la confiabilidad de las mediciones.

Realizar al menos tres mediciones para asegurarse que no existen variaciones significativas en las lecturas.

---

**Calibró:** Javier Mora González.  
Metrólogo.

**Aprobó:** Carlos H. Matamoros García.  
Director de Óptica y Radiometría.



Anexo C Resultados pruebas de laboratorio

Código LABE	Serie	Tensión [V]	Corriente [mA]	Potencia [W]	Incertidumbre [%]	FP	VTHD [%]	ITHD [%]	Flujo luminoso [lm]	Incertidumbre [%]	Eficacia [lm/W]	Incertidumbre [%]	TCC [K]	CRI	Rf	Rg	CER [mW,lm-1]
E-IL4389	2	120,04	110,22	8,23	0,06%	0,62	0,13	71,59	855,7	2,20%	104,0	2,26%					
E-IL4390	2	120,02	110,34	8,25	0,06%	0,62	0,13	71,52	856,4	2,20%	103,8	2,26%					
E-IL4212	2	120,10	0,11	8,52	0,06%	0,62	0,13	71,09	860,0	2,05%	100,9	2,11%	4041	88	86	97	0,884
E-IL4406	3	120,11	265,19	17,86	0,05%	0,58	0,13	75,86	1397,1	2,20%	78,2	2,25%	3759	71	73	96	0,636
E-IL4407	3	120,08	262,11	18,25	0,04%	0,58	0,12	76,29	1380,3	2,20%	75,6	2,24%	3775	71	73	96	0,641
E-IL4213	3	120,00	263,20	18,34	0,04%	0,58	0,16	117,60	1442,0	2,20%	78,6	2,24%					
E-IL4408	3	120,10	264,07	18,44	0,04%	0,58	0,14	76,11	1428,3	2,20%	77,5	2,24%	3765	71	73	96	0,638
E-IL4214	4	120,00	247,00	16,31	0,05%	0,55	1,16	128,80	1044,0	2,20%	64,0	2,25%					
E-IL4337	4	120,11	228,87	16,72	0,05%	0,61	0,12	70,30	1342,6	2,20%	80,3	2,25%	3852	71	75	95	0,645
E-IL4335	4	120,08	228,59	16,74	0,05%	0,61	0,21	70,01	1325,5	2,20%	79,2	2,25%	3861	71	74	95	0,647
E-IL4336	4	120,11	232,44	16,98	0,05%	0,61	0,12	70,29	1322,8	2,20%	77,9	2,25%	3861	71	74	95	0,646
E-IL4216	5	120,00	197,70	13,82	0,05%	0,59	3,16	110,60	1457,0	2,20%	105,4	2,25%					
E-IL4215	5	120,00	198,00	13,92	0,05%	0,59	2,16	110,50	1449,0	2,20%	104,1	2,25%					
E-IL4333	5	120,01	236,91	15,98	0,05%	0,56	0,14	78,41	1481,6	2,20%	92,7	2,25%	6017	72	75	92	0,991
E-IL4334	5	120,00	235,23	15,99	0,05%	0,57	0,15	77,87	1477,8	2,20%	92,4	2,25%	6017	73	75	92	0,991
E-IL4217	6	120,16	378,91	26,31	0,04%	0,58	0,30	77,49	2365,0	2,05%	89,9	2,10%	6174	85	85	97	1,145
E-IL4340	6	120,09	0,42	26,92	0,04%	0,54	0,54	81,18	2494,7	2,20%	92,7	2,24%					
E-IL4338	6	120,03	0,42	27,03	0,04%	0,54	0,24	81,23	2522,2	2,20%	93,3	2,24%					
E-IL4341	7	120,17	94,67	8,78	0,06%	0,77	0,21	62,70	949,1	2,05%	108,1	2,11%	5700	86	86	96	1,117
E-IL4343	7	120,17	94,52	8,78	0,06%	0,77	0,22	62,60	936,4	2,05%	106,7	2,11%	5696	86	86	96	1,112
E-IL4218	7	120,25	95,15	8,84	0,06%	0,77	0,18	62,50	973,3	2,05%	110,1	2,11%	5702	85	85	95	1,107
E-IL4342	7	120,14	95,78	8,89	0,06%	0,77	0,22	62,67	956,2	2,05%	107,6	2,11%	5695	86	86	96	1,113
E-IL4345	8	120,08	70,34	4,58	0,07%	0,54	0,10	83,26	475,7	2,20%	103,9	2,27%					
E-IL4219	8	120,10	70,50	4,58	0,07%	0,54	2,16	150,70	476,7	2,20%	104,1	2,27%					
E-IL4344	8	120,08	70,72	4,61	0,07%	0,54	0,10	83,20	474,6	2,20%	103,0	2,27%					
E-IL4346	8	120,08	71,51	4,66	0,07%	0,54	0,10	83,16	448,0	2,20%	96,1	2,27%					
E-IL4220	9	120,10	94,89	9,32	0,05%	0,82	0,78	49,43	908,2	2,05%	97,4	2,10%	5854	86	85	93	1,159
E-IL4222	9	120,00	85,20	9,42	0,05%	0,92	2,16	41,00	882,8	2,20%	93,7	2,25%					
E-IL4221	9	120,00	84,00	9,43	0,05%	0,94	2,16	34,50	860,8	2,20%	91,3	2,25%					
E-IL4347	10	120,08	53,35	3,87	0,06%	0,60	0,11	71,42	353,6	2,20%	91,3	2,26%					
E-IL4349	10	120,09	53,42	3,88	0,06%	0,61	0,11	71,61	352,2	2,20%	90,7	2,26%					
E-IL4348	10	120,09	53,60	3,90	0,06%	0,61	0,11	70,21	338,9	2,20%	87,0	2,26%					
E-IL4223	10	120,10	53,50	3,91	0,06%	0,61	2,16	98,00	353,1	2,20%	90,3	2,26%					
E-IL4224	11	120,20	0,07	7,75	0,06%	0,96	0,09	25,39	860,6	2,05%	111,0	2,11%	4234	95	92	101	1,005
E-IL4398	11	120,03	67,28	7,77	0,06%	0,96	0,09	25,58	803,7	2,20%	103,4	2,26%					
E-IL4399	11	120,04	67,65	7,83	0,06%	0,96	0,09	24,84	830,0	2,20%	106,0	2,26%					
E-IL4397	11	120,04	67,88	7,86	0,06%	0,96	0,09	25,00	814,6	2,20%	103,7	2,26%					
E-IL4227	12	120,00	78,00	5,79	0,07%	0,62	2,16	105,50	542,4	2,20%	93,7	2,27%					
E-IL4225	12	120,10	78,00	5,81	0,07%	0,62	2,16	104,60	538,8	2,20%	92,7	2,27%					
E-IL4226	12	120,10	78,00	5,81	0,07%	0,62	2,16	104,60	544,6	2,20%	93,7	2,27%					
E-IL4411	13	120,00	146,02	9,79	0,05%	0,56	0,12	78,22	949,1	2,20%	97,0	2,25%					
E-IL4409	13	120,10	144,91	9,80	0,05%	0,56	0,11	77,66	977,8	2,20%	99,8	2,25%					
E-IL4410	13	120,00	148,03	9,97	0,05%	0,56	0,11	72,90	956,5	2,20%	95,9	2,25%					
E-IL4228	13	120,10	162,60	10,87	0,05%	0,56	2,16	134,40	544,5	2,20%	50,1	2,25%					
E-IL4378	14	120,01	235,48	15,94	0,05%	0,56	0,15	78,06	1321,9	2,20%	82,9	2,25%	6269	73	74	95	0,996
E-IL4380	14	120,10	239,15	16,30	0,05%	0,57	0,16	77,59	1378,3	2,20%	84,6	2,25%	6127	73	74	95	0,981
E-IL4379	14	119,99	253,68	17,42	0,05%	0,57	0,16	76,73	1403,8	2,20%	80,6	2,25%	6188	74	74	95	0,995
E-IL4253	14	120,10	264,20	18,20	0,04%	0,57	2,16	76,40	1494,0	2,20%	82,1	2,24%					
E-IL4256	17	120,00	250,70	17,05	0,05%	0,57	2,16	77,20	1208,0	2,20%	70,9	2,25%					
E-IL4377	17	120,01	262,05	17,71	0,05%	0,56	0,20	77,10	1158,7	2,20%	65,4	2,25%	3041	79	82	88	0,584
E-IL4375	17	120,09	260,11	17,81	0,05%	0,57	0,19	76,02	1176,9	2,20%	66,1	2,25%	3039	79	82	88	0,583
E-IL4376	17	120,01	261,01	17,83	0,05%	0,57	0,21	76,10	1167,2	2,20%	65,5	2,25%	3030	79	82	88	0,583
E-IL4257	18	120,00	163,90	11,63	0,05%	0,59	2,16	113,80	841,8	2,20%	72,4	2,25%					
E-IL4372	18	120,02	175,42	11,87	0,05%	0,56	0,16	77,34	787,1	2,20%	66,3	2,25%					
E-IL4374	18	120,00	176,45	12,00	0,05%	0,57	0,18	76,79	810,4	2,20%	67,5	2,25%					
E-IL4373	18	119,99	175,56	12,07	0,05%	0,57	0,15	75,98	831,7	2,20%	68,9	2,25%					
E-IL4258	19	120,16	382,38	26,27	0,04%	0,57	0,32	78,54	2764,0	2,05%	105,2	2,10%	5894	83	83	91	1,151
E-IL4370	19	120,14	387,94	26,96	0,04%	0,58	0,33	77,87	2719,2	2,05%	100,9	2,10%	5902	83	83	91	1,159
E-IL4371	19	120,18	392,08	27,03	0,04%	0,57	0,33	78,25	2679,0	2,05%	99,1	2,10%	5880	83	83	91	1,160
E-IL4369	19	120,12	394,52	27,14	0,04%	0,57	0,32	78,50	2639,8	2,05%	97,3	2,10%	5820	84	84	93	1,128
E-IL4362	20	119,86	134,86	8,42	0,06%	0,52	0,19	83,94	769,0	2,05%	91,3	2,11%	2897	83	86	95	0,603
E-IL4361	20	119,85	136,69	8,62	0,06%	0,53	0,19	83,55	791,4	2,05%	91,8	2,11%	2852	82	85	94	0,578
E-IL4259	20	119,87	0,14	8,66	0,06%	0,53	0,20	83,59	763,5	2,05%	88,2	2,11%	2821	83	85	94	0,577
E-IL4360	20	120,13	137,42	8,72	0,06%	0,53	0,09	83,46	777,5	2,05%	89,2	2,11%	2861	83	85	95	0,593
E-IL4359	21	120,14	127,63	8,67	0,06%	0,57	0,19	80,31	652,3	2,05%	75,2	2,11%	5965	85	85	94	1,144
E-IL4260	21	120,13	137,43	9,53	0,05%	0,58	0,20	79,25	685,5	2,05%	71,9	2,10%	5986	85	85	94	1,159
E-IL4357	21	120,13	145,93	10,24	0,05%	0,58	0,22	78,49	726,5	2,05%	70,9	2,10%	5929	85	85	94	1,149
E-IL4358	21	120,19	146,14	10,25	0,05%	0,58	0,18	78,53	717,2	2,05%	70,0	2,10%	6007	85	85	94	1,161
E-IL4356	22	120,22	93,72	8,86	0,06%	0,79	0,20	61,46	914,4	2,05%	103,2	2,11%	2896	82	84	95	0,596
E-IL4355	22	120,23	97,77	8,97	0,06%	0,79	0,19	61,36	922,9	2,05%	102,9	2,11%	2908	82	84	95	0,598
E-IL4261	22	120,22	94,88	9,00	0,05%	0,79	0,18	61,15	885,0	2,05%	98,3	2,10%	2866	81	83	93	0,589
E-IL4354	22	120,29	96,17	9,12	0,05%	0,79	0,18	61,20	934,0	2,05%	102,4	2,10%	2896	82	84	95	0,592
E-IL4353	25	120,04	49,64	5,37	0,07%	0,90	0,09	42,49	337,5	2,20%	62,8	2,27%					
E-IL4351	25	120,07	50,07	5,42	0,07%	0,90	0,08	42,38	337,9	2,20%	62,3	2,27%					
E-IL4352	25	120,05	50,68	5,48	0,07%	0,90	0,08	42,58	343,5	2,20%	62,6	2,27%					
E-IL4264	25	120,00	50,60	5,87	0,07%	0,97	2,16	21,80	585,3	2,20%	99,7	2,27%					
E-IL4367	27	120,13	407,68	28,48	0,05%	0,58	0,34	77,16									

E-IL4368	27	120,18	411,09	28,75	0,05%	0,58	0,38	77,12	2415,3	2,05%	84,0	2,11%	6100	84	85	94	1,153
E-IL4363	28	120,25	144,14	10,93	0,05%	0,63	0,22	73,75	942,8	2,05%	86,3	2,10%	6442	86	85	92	1,266
E-IL4364	28	120,30	143,72	10,95	0,05%	0,63	0,21	73,36	960,1	2,05%	87,7	2,10%	6372	86	85	92	1,261
E-IL4365	28	120,24	147,13	11,15	0,05%	0,63	0,20	73,73	967,2	2,05%	86,7	2,10%	6398	86	85	92	1,263
E-IL4290	28	120,24	156,25	11,27	0,05%	0,60	0,23	73,05	932,2	2,05%	82,7	2,10%	6434	84	84	93	1,218
E-IL4391	32	120,06	0,13	9,30	0,05%	0,59	0,17	79,48	864,2	2,05%	92,9	2,10%	3799	87	87	95	0,834
E-IL4392	32	120,03	0,13	9,35	0,05%	0,58	0,33	79,88	864,9	2,05%	92,5	2,10%	3784	87	86	94	0,844
E-IL4393	32	120,09	0,13	9,35	0,05%	0,59	0,17	79,37	871,7	2,05%	93,2	2,10%	3805	87	86	94	0,851
E-IL4394	32	120,09	0,13	9,44	0,05%	0,59	0,16	79,38	867,8	2,05%	91,9	2,10%	3771	87	87	95	0,830
E-IL4401	35	120,09	94,10	9,09	0,05%	0,80	0,11	18,62	981,8	2,05%	108,0	2,10%	3793	87	86	96	0,830
E-IL4395	35	120,09	97,02	9,38	0,05%	0,80	0,17	23,13	1001,6	2,05%	106,8	2,10%	3831	87	86	96	0,837
E-IL4400	35	120,06	97,10	9,45	0,05%	0,81	0,12	25,14	961,6	2,05%	101,8	2,10%	3886	87	86	95	0,860
E-IL4405	36	120,05	0,11	7,90	0,06%	0,63	0,12	75,56	747,5	2,05%	94,6	2,11%	2574	81	85	95	0,507
E-IL4402	36	120,15	0,11	7,96	0,06%	0,63	0,13	72,73	726,2	2,05%	91,2	2,11%	2574	81	85	95	0,505
E-IL4404	36	120,05	0,11	8,10	0,06%	0,63	0,12	72,46	747,3	2,05%	92,3	2,11%	2576	81	85	95	0,505
E-IL4403	36	120,26	0,11	8,18	0,06%	0,63	0,12	72,17	759,5	2,05%	92,8	2,11%	2569	81	85	95	0,502

**Anexo D Resultados por referencia de las fuentes de luz LED medidas en laboratorio**

Serie	Potencia [W]	Flujo [lm]	Tipo	Direccionalidad	Eficacia [lm/W]	FTM	nTM [lm/W]	Incertidumbre [%]	FP	ITHD [%]	TCC [K]	IRC	Rf	Rg	CER
2	8,33	857,4	MLS	NDLS	102,9	1	102,9	2,21%	0,62	71,40	4041	88,0	86,0	97,0	0,884
3	18,22	1411,9	NMLS	DLS	77,5	1,089	84,4	2,24%	0,58	86,46	3766	71,0	73,0	96,0	0,638
4	16,71	1258,7	NMLS	DLS	75,3	1,089	82,1	2,25%	0,59	84,85	3858	71,0	74,3	95,0	0,646
5	14,86	1466,3	NMLS	DLS	98,7	1,089	107,4	2,25%	0,58	94,35	6017	72,5	75,0	92,0	0,991
6	26,76	2460,6	MLS	NDLS	92,0	1	92,0	2,19%	0,55	79,97	6174	85,0	85,0	97,0	1,145
7	8,82	953,8	MLS	NDLS	108,1	1	108,1	2,11%	0,77	62,62	5698	85,8	85,8	95,8	1,112
8	4,61	468,8	MLS	DLS	101,8	1,176	119,7	2,27%	0,54	100,08	6138	86,0	85,0	95,0	1,167
9	9,39	883,9	MLS	NDLS	94,1	1	94,1	2,20%	0,89	41,64	5854	86,0	85,0	93,0	1,159
10	3,89	349,5	MLS	DLS	89,8	1,176	105,6	2,26%	0,61	77,81	2616	82,0	84,0	97,0	0,508
11	7,80	827,2	MLS	NDLS	106,1	1	106,1	2,22%	0,96	25,20	4234	95,0	92,0	101,0	1,005
12	5,80	541,9	MLS	DLS	93,4	1,176	109,8	2,27%	0,62	104,90	2960	83,0	85,0	95,0	0,620
13	8,78	857,0	NMLS	DLS	97,6	1,089	106,2	2,25%	0,56	90,79	2915	81,0	83,0	96,0	0,600
14	16,96	1399,5	NMLS	DLS	82,5	1,089	89,9	2,24%	0,57	77,19	6195	73,3	74,0	95,0	0,991
17	17,59	1177,7	NMLS	DLS	67,0	1,089	72,9	2,25%	0,57	76,60	3037	79,0	82,0	88,0	0,583
18	11,89	817,8	NMLS	DLS	68,8	1,089	74,9	2,25%	0,57	85,98	6486	74,0	75,0	96,0	1,027
19	26,84	2700,5	MLS	NDLS	100,6	1	100,6	2,10%	0,57	78,29	5874	83,3	83,3	91,5	1,149
20	8,60	775,4	MLS	NDLS	90,1	1	90,1	2,11%	0,53	83,63	2858	82,8	85,3	94,5	0,588
21	9,66	695,4	MLS	NDLS	72,0	1	72,0	2,11%	0,58	79,15	5972	85,0	85,0	94,0	1,153
22	8,99	914,1	MLS	NDLS	101,7	1	101,7	2,11%	0,79	61,29	2892	81,8	83,8	94,5	0,594
25	6,41	401,0	MLS	DLS	62,6	1,176	73,6	2,27%	0,92	37,31	6824	86,0	85,0	93,0	1,276
27	28,65	2400,9	MLS	NDLS	83,8	1	83,8	2,11%	0,58	77,33	6081	84,8	85,0	94,3	1,153
28	11,07	950,6	MLS	NDLS	85,9	1	85,9	2,10%	0,62	73,47	6412	85,5	84,8	92,3	1,252
32	9,36	867,1	MLS	NDLS	92,6	1	92,6	2,10%	0,59	79,53	3790	87,0	86,5	94,5	0,840
35	9,30	981,7	MLS	NDLS	105,5	1	105,5	2,10%	0,81	22,29	3837	87,0	86,0	95,7	0,842
36	8,03	745,1	MLS	NDLS	92,7	1	92,7	2,11%	0,63	73,23	2573	81,0	85,0	95,0	0,505

**Anexo E. Resultados obtenidos luego de la evaluación del método ELECTRE-Tri-b**

Escenario 1 - datos obtenidos						
Z	2	4	6	8	10	
Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano	
10	C	C	C	C	C	C
12	C	C	C	B	B	B
13	C	C	C	C	C	C
17	F	F	F	F	F	F
20	D	D	D	D	D	D
22	C	C	C	C	C	C
36	D	D	D	D	D	D
5	C	C	C	C	C	C
6	F	D	D	D	D	D
8	F	D	C	A	A	A
14	D	D	D	D	D	D
18	F	F	F	F	F	F
19	F	C	C	C	C	C
21	F	F	F	F	F	F
27	F	E	E	E	E	E
28	F	E	E	E	E	E
7	E	C	C	C	C	C
9	D	D	D	D	D	D
25	F	F	F	F	F	F
3	E	E	E	E	E	E
4	E	E	E	E	E	E
2	C	C	C	C	C	C
32	D	D	D	D	D	D
11	C	C	C	C	C	C
35	C	C	C	C	C	C

Escenario 1 - datos normalizados						
Z	2	4	6	8	10	
Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano	
10	C	C	C	C	C	C
12	C	C	C	B	B	B
13	C	C	C	C	C	C
17	F	F	F	F	F	F
20	D	D	D	D	D	D
22	C	C	C	C	C	C
36	D	D	D	D	D	D
5	C	C	C	C	C	C
6	F	D	D	D	D	D
8	F	D	D	A	A	A
14	D	D	D	D	D	D
18	F	F	F	F	F	F
19	F	D	D	C	C	C
21	F	F	F	F	F	F
27	F	E	E	E	E	E
28	F	E	E	E	E	E
7	C	C	C	C	C	C
9	D	D	D	D	D	D
25	F	F	F	F	F	F
3	E	E	E	E	E	E
4	E	E	E	E	E	E
2	C	C	C	C	C	C
32	D	D	D	D	D	D
11	C	C	C	C	C	C
35	C	C	C	C	C	C

Escenario 2 - datos obtenidos						
Z	2	4	6	8	10	
Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano	
10	C	C	C	C	C	C
12	C	C	C	C	C	C
13	C	C	C	C	C	C
17	F	F	F	F	F	F
20	D	D	D	D	D	D
22	C	C	C	C	C	C
36	D	D	D	D	D	D
5	C	C	C	C	C	C
6	F	D	D	D	D	D
8	F	D	C	A	A	A
14	D	D	D	D	D	D
18	F	F	F	F	F	F
19	F	C	C	C	C	C
21	F	F	F	F	F	F
27	F	E	E	E	E	E
28	F	E	E	E	E	E
7	E	C	C	C	C	C
9	D	D	D	D	D	D
25	F	F	F	F	F	F
3	E	E	E	E	E	E
4	E	E	E	E	E	E
2	C	C	C	C	C	C
32	D	D	D	D	D	D
11	C	C	C	C	C	C
35	C	C	C	C	C	C

Escenario 2 - datos normalizados						
Z	2	4	6	8	10	
Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano	
10	C	C	C	C	C	C
12	C	C	C	C	C	C
13	C	C	C	C	C	C
17	F	F	F	F	F	F
20	D	D	D	D	D	D
22	C	C	C	C	C	C
36	D	D	D	D	D	D
5	C	C	C	C	C	C
6	F	D	D	D	D	D
8	F	D	D	A	A	A
14	D	D	D	D	D	D
18	F	F	F	F	F	F
19	F	D	D	C	C	C
21	F	F	F	F	F	F
27	F	E	E	E	E	E
28	F	E	E	E	E	E
7	C	C	C	C	C	C
9	D	D	D	D	D	D
25	F	F	F	F	F	F
3	E	E	E	E	E	E
4	E	E	E	E	E	E
2	C	C	C	C	C	C
32	D	D	D	D	D	D
11	C	C	C	C	C	C
35	C	C	C	C	C	C



**Anexo F. Resultados obtenidos luego de la evaluación del método ELECTRE-Tri-b**

Escenario 1						Escenario 1 normalizado					
Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano	Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano
10 C	C	C	F	II	I	10 C	C	C	E	I	I
12 C	C	C	G	II	I	12 C	C	C	F	II	I
13 C	C	C	G	II	I	13 C	C	C	E	II	I
17 F	F	F	F	II	I	17 E	F	F	E	II	I
20 D	D	D	F	II	I	20 D	D	D	E	II	I
22 C	C	C	E	II	I	22 C	C	C	D	II	I
36 D	D	D	F	II	I	36 D	D	D	E	II	I
5 C	C	C	G	II	II	5 C	C	C	E	II	II
6 D	D	D	F	I	III	6 D	D	D	E	I	III
8 C	B	B	G	I	III	8 C	B	B	F	I	III
14 E	E	E	F	II	II	14 D	E	E	E	II	II
18 F	F	F	G	II	II	18 E	F	F	E	II	II
19 D	C	C	F	II	III	19 C	C	C	E	II	III
21 F	F	F	F	II	III	21 E	F	F	E	II	III
27 E	E	E	F	II	III	27 D	E	E	E	II	III
28 E	E	E	F	II	III	28 D	E	E	E	II	III
7 C	C	C	E	I	III	7 C	C	C	D	I	III
9 D	D	D	D	II	III	9 C	D	D	C	II	III
25 E	F	F	C	II	III	25 E	F	F	B	II	III
3 E	E	E	G	II	I	3 E	E	E	E	II	I
4 E	E	E	F	II	I	4 E	E	E	E	II	I
2 C	C	C	F	I	II	2 C	C	C	D	I	II
32 D	D	D	F	I	II	32 D	D	D	E	I	II
11 C	C	C	B	I	II	11 B	C	C	B	I	II
35 C	C	C	B	I	II	35 C	C	C	B	I	II

Escenario 2						Escenario 2 normalizado					
Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano	Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano
10 C	C	C	F	II	I	10 B	C	C	E	I	I
12 C	C	C	G	II	I	12 C	C	C	F	II	I
13 C	C	C	G	II	I	13 C	C	C	E	II	I
17 D	F	F	F	II	I	17 C	F	F	E	II	I
20 C	D	D	F	II	I	20 C	D	D	E	II	I
22 C	C	C	E	II	I	22 C	C	C	D	II	I
36 C	D	D	F	II	I	36 C	D	D	E	II	I
5 C	C	C	G	II	II	5 C	C	C	E	II	II
6 C	D	D	F	I	III	6 C	D	D	E	I	III
8 C	B	B	G	I	III	8 C	B	B	F	I	III
14 D	E	E	F	II	II	14 C	E	E	E	II	II
18 E	F	F	G	II	II	18 C	F	F	E	II	II
19 C	C	C	F	II	III	19 C	C	C	E	II	III
21 C	F	F	F	II	III	21 C	F	F	E	II	III
27 C	E	E	F	II	III	27 C	E	E	E	II	III
28 C	E	E	F	II	III	28 C	E	E	E	II	III
7 C	C	C	E	I	III	7 C	C	C	D	I	III
9 C	D	D	D	II	III	9 C	D	D	C	II	III
25 C	F	F	C	II	III	25 C	F	F	B	II	III
3 D	E	E	G	II	I	3 C	E	E	E	II	I
4 D	E	E	F	II	I	4 C	E	E	E	II	I
2 C	C	C	F	I	II	2 C	C	C	D	I	II
32 C	D	D	F	I	II	32 C	D	D	E	I	II
11 A	C	C	B	I	II	11 A	C	C	B	I	II
35 B	C	C	B	I	II	35 C	C	C	B	I	II

Anexo G. Categorización final con el método AHP Sort y evaluando 3 escenarios.

Escenario 1 2024					
Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano
10 C	C	F	II	I	
12 C	C	G	II	I	
13 C	C	G	II	I	
17 F	F	F	II	I	
20 D	D	F	II	I	
22 C	C	E	II	I	
36 D	D	F	II	I	
5 C	C	G	II	II	
6 D	D	F	I	III	
8 B	B	G	I	III	
14 D	E	F	II	II	
18 F	F	G	II	II	
19 C	C	F	II	III	
21 E	F	F	II	III	
27 D	E	F	II	III	
28 D	E	F	II	III	
7 C	C	E	I	III	
9 C	D	D	II	III	
25 E	F	C	II	III	
3 E	E	G	II	I	
4 E	E	F	II	I	
2 C	C	F	I	II	
32 C	D	F	I	II	
11 B	C	B	I	II	
35 C	C	B	I	II	

Escenario 1 2029					
Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano
10 F	F	F	F	II	I
12 E	F	G	G	II	I
13 F	F	G	G	II	I
17 F	G	F	F	II	I
20 F	F	F	F	II	I
22 F	F	F	E	II	I
36 F	F	F	F	II	I
5 F	F	F	G	III	II
6 F	F	F	F	II	III
8 E	E	E	G	II	III
14 F	F	F	F	III	II
18 F	G	G	G	II	II
19 F	F	F	F	II	III
21 F	G	F	F	II	III
27 F	G	F	F	II	III
28 F	F	F	F	II	III
7 E	F	F	E	II	III
9 F	F	D	D	II	III
25 F	G	C	C	II	III
3 F	G	G	G	III	I
4 F	G	G	F	III	I
2 F	F	F	F	II	II
32 F	F	F	F	II	II
11 E	F	B	B	I	II
35 E	F	B	B	II	II

Escenario 2 2024					
Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano
10 C	C	F	II	I	
12 C	C	G	II	I	
13 C	C	G	II	I	
17 D	F	F	II	I	
20 C	D	F	II	I	
22 C	C	E	II	I	
36 C	D	F	II	I	
5 C	C	G	II	II	
6 C	D	F	I	III	
8 C	B	G	I	III	
14 C	E	F	II	II	
18 D	F	G	II	II	
19 C	C	F	II	III	
21 C	F	F	II	III	
27 C	E	F	II	III	
28 C	E	F	II	III	
7 C	C	E	I	III	
9 C	D	D	II	III	
25 C	F	C	II	III	
3 D	E	G	II	I	
4 D	E	F	II	I	
2 C	C	F	I	II	
32 C	D	F	I	II	
11 A	C	B	I	II	
35 C	C	B	I	II	

Escenario 2 2029					
Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano
10 E	F	F	F	II	I
12 E	F	G	G	II	I
13 E	F	G	G	II	I
17 F	G	F	F	II	I
20 F	F	F	F	II	I
22 E	F	E	E	II	I
36 E	F	F	F	II	I
5 F	F	G	G	III	II
6 E	F	F	F	II	III
8 D	E	E	G	II	III
14 F	F	F	F	III	II
18 F	G	G	G	II	II
19 E	F	F	F	II	III
21 F	G	F	F	II	III
27 F	G	F	F	II	III
28 F	F	F	F	II	III
7 E	F	E	E	II	III
9 E	F	D	D	II	III
25 F	G	C	C	II	III
3 F	G	G	G	III	I
4 F	G	F	F	III	I
2 E	F	F	F	II	II
32 E	F	F	F	II	II
11 D	F	B	B	I	II
35 D	F	B	B	II	II

Escenario 3 2024					
Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano
10 C	C	F	II	I	
12 C	C	G	II	I	
13 C	C	G	II	I	
17 E	F	F	II	I	
20 C	D	F	II	I	
22 C	C	E	II	I	
36 C	D	F	II	I	
5 C	C	G	II	II	
6 C	D	F	I	III	
8 B	B	G	I	III	
14 D	E	F	II	II	
18 E	F	G	II	II	
19 C	C	F	II	III	
21 E	F	F	II	III	
27 D	E	F	II	III	
28 D	E	F	II	III	

Escenario 3 2029					
Referencia	Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano
10 E	F	F	F	II	I
12 E	F	G	G	II	I
13 E	F	G	G	II	I
17 F	G	F	F	II	I
20 F	F	F	F	II	I
22 F	F	E	E	II	I
36 F	F	F	F	II	I
5 F	F	G	G	III	II
6 F	F	F	F	II	III
8 E	E	E	G	II	III
14 F	F	F	F	III	II
18 F	G	G	G	II	II
19 F	F	F	F	II	III
21 F	G	F	F	II	III
27 F	G	F	F	II	III
28 F	F	F	F	II	III

7	C	C	E	I	III
9	C	D	D	II	III
25	D	F	C	II	III
3	E	E	G	II	I
4	E	E	F	II	I
2	C	C	F	I	II
32	C	D	F	I	II
11	B	C	B	I	II
35	C	C	B	I	II

7	E	F	E	II	III
9	F	F	D	II	III
25	F	G	C	II	III
3	F	G	G	III	I
4	F	G	F	III	I
2	E	F	F	II	II
32	F	F	F	II	II
11	E	F	B	I	II
35	E	F	B	II	II

Referencia	TCC	TCC variable 2024				
		Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano
	2667	C	D	F	II	I
	3267	C	D	F	I	II
2	4041	C	C	F	I	II
	4635	C	C	F	I	II
	6053	C	C	F	II	III
	2279	C	D	D	II	I
	3191	B	B	C	I	II
11	4234	B	B	C	I	II
	4768	B	C	C	I	II
	5975	B	C	C	I	III
	2858	D	D	F	II	I
	3741	D	E	F	I	II
20	4531	D	E	F	I	II
	5347	D	E	F	I	III
	6111	D	F	F	I	III
	2615	E	F	F	II	I
	3215	D	E	F	I	II
32	3790	C	D	F	I	II
	4592	D	D	F	I	II
	5856	D	E	F	II	III
	2646	C	D	B	II	I
	3195	C	C	B	I	I
35	3837	C	C	B	I	II
	4652	C	C	B	I	II
	5856	C	D	B	II	III
	2573	D	D	F	II	I
36	3745	B	B	F	I	II
	5899	C	C	F	II	III
	2526	C	D	D	II	I
	3128	C	C	D	I	I
9	3778	C	C	D	I	II
	4602	C	C	D	I	II
	5854	C	D	D	II	III

Referencia	TCC	TCC variable 2029				
		Global	Energético	Eléctrico	Visual	Circadiano
	2667	F	F	F	II	I
	3267	F	F	F	II	II
2	4041	F	F	F	II	II
	4635	F	F	F	II	II
	6053	F	F	F	II	III
	2279	F	F	D	II	I
	3191	E	E	C	I	II
11	4234	E	E	C	I	II
	4768	E	F	C	I	II
	5975	E	F	C	I	III
	2858	F	F	F	II	I
	3741	F	G	F	I	II
20	4531	F	G	F	I	II
	5347	F	G	F	I	III
	6111	F	G	F	I	III
	2615	F	G	F	II	I
	3215	F	F	F	II	II
32	3790	F	F	F	II	II
	4592	F	F	F	II	II
	5856	F	G	F	II	III
	2646	F	F	B	II	I
	3195	E	F	B	II	I
35	3837	E	F	B	II	II
	4652	E	F	B	II	II
	5856	F	F	B	II	III
	2573	F	F	F	II	I
36	3745	E	E	F	II	II
	5899	F	F	F	II	III
	2526	F	F	D	II	I
	3128	E	F	D	II	I
9	3778	E	F	D	II	II
	4602	E	F	D	II	II
	5854	F	F	D	II	III