

CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

Consorcio

# Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

## Ítem 11 - Centro de Convenciones

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 8
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 9
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 10
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 10
2.2 Áreas útiles ..... 11
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 12
3.1 Generalidades de alimentación ..... 12
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 15
3.3 Inventario ..... 15
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 19
4.1 Temperatura y humedad ..... 19
4.2 Cámara termográfica ..... 20
4.3 Iluminancia ..... 22
4.4 Mediciones eléctricas ..... 23
4.5 Curva de carga ..... 26
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 29
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 31
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 34
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 37
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 42
6.1 Metodología ..... 42
6.2 Resultados ..... 43
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 45
7. INDICADORES ..... 46
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 46
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 46
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 47
7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) ..... 48

7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 48
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 48
Bibliografía ..... 50
ANEXOS ..... 51

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Centro de Convenciones ....11
Figura 2. Longitudes para cálculo de área del terreno ....11
Figura 3. Longitudes para cálculo de área construída ....12
Figura 4. Conexión física de la red a la edificación ....13
Figura 5. Muestra de celdas eléctricas de la edificación ....13
Figura 6. Tablero principal ....14
Figura 7. Muestra de celdas eléctricas de la edificación ....14
Figura 8. Tubería PVC sin empotrar ....15
Figura 9. Equipos de aire acondicionado en el Centro de Convenciones ....16
Figura 10. Equipos ofimáticos del Centro de Convenciones ....16
Figura 11. Equipos de iluminación del Centro de Convenciones ....17
Figura 12. Equipos de refrigeración del Centro de Convenciones ....18
Figura 13. Otros equipos del Centro de Convenciones ....19
Figura 14. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663....20
Figura 15. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal....21
Figura 16. Luxómetro digital MPT1014....23
Figura 17. Instalación de equipo Metrel MI 2883....23
Figura 18. Tensiones de tablero principal....24
Figura 19. Corrientes de tablero principal ....24
Figura 20. Energía activa de tablero principal ....25
Figura 21. Potencias de tablero principal....25
Figura 22. Factor de potencia de tablero principal ....26
Figura 23. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas....27
Figura 24. Corrientes de tablero principal ....28
Figura 25. Curva de carga de tablero principal ....28
Figura 26. Registro de datos clave de facturas....29
Figura 27. Consumo histórico de energía activa ....31
Figura 28. Consumo histórico de energía reactiva ....32
Figura 29. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada....33
Figura 30. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Centro de Convenciones....34
Figura 31. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Centro de Convenciones....35
Figura 32. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del Centro de Convenciones....36
Figura 33. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del Centro de Convenciones.36
Figura 34. Costo de factura histórico....37
Figura 35. Gráfico circular de costos de facturación ....37
Figura 36. Costo unitario por kWh de energía ....38

Figura 37. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público .....40
Figura 38. Costo total de energía activa .....42
Figura 39. Línea Base Energética (LBEn) del Centro de Convenciones .....44
Figura 40. Consumo de energía eléctrica mensual del Centro de Convenciones .....46
Figura 41. Consumo de energía eléctrica mensual del Centro de Convenciones .....47

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general del Centro de Convenciones ....9
Tabla 2. Información de actividades del Centro de Convenciones ....9
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación ....10
Tabla 4. Áreas del Centro de Convenciones ....12
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del Centro de Convenciones ....16
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del Centro de Convenciones ....17
Tabla 7. Inventario de iluminación del Centro de Convenciones ....17
Tabla 8. Inventario de refrigeración del Centro de Convenciones ....18
Tabla 9. Inventario de otros equipos del Centro de Convenciones ....18
Tabla 10. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad ....20
Tabla 11. Mediciones de iluminancia ....22
Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia ....26
Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger ....27
Tabla 14. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura ....27
Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía activa ....31
Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva ....32
Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada ....33
Tabla 18. Participación de consumo de energía por usos finales del Centro de Convenciones ....34
Tabla 19. Participación de consumo de energía por áreas del Centro de Convenciones ....35
Tabla 20. Costo unitario por kWh de energía activa ....38
Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía reactiva ....39
Tabla 22. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público ....39
Tabla 23. Costo facturado por energía activa ....40
Tabla 24. Costo facturado por energía reactiva ....41
Tabla 25. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público ....41
Tabla 26. Registros para construcción de LBEn del Centro de Convenciones ....44
Tabla 27. Reporte UPME para potencial de ahorro energético ....45

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética integral realizada en el ítem 11, correspondiente al Centro de Convenciones de Montería, Córdoba. El estudio se llevó a cabo en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, el cual obliga a las entidades gubernamentales a ejecutar auditorías energéticas y establecer metas de ahorro mínimo del 15% para el año 2026.

La auditoría comprendió una evaluación exhaustiva de las condiciones arquitectónicas, una inspección detallada de las instalaciones eléctricas, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curva de carga), el análisis histórico del consumo y la facturación eléctrica, la caracterización de los usos finales de la energía, el establecimiento de una Línea Base Energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME, y el cálculo de indicadores de desempeño.

Los hallazgos principales identifican al sistema de aire acondicionado como el principal consumidor de energía, representando aproximadamente el 93% del uso final total, seguido por la iluminación (5%). Se detectaron no conformidades con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), como tuberías plásticas sin empotrar, que comprometen la seguridad. Asimismo, los niveles de iluminancia medidos en áreas administrativas no cumplen con el mínimo reglamentario establecido por el RETILAP (500 lux). Además, El análisis de la Línea Base Energética permitió estimar un potencial de ahorro energético significativo, con porcentajes que varían mensualmente entre el 5,3% y el 47,3%.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

# 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 11 corresponde al Centro de Convenciones se desarrollan las principales actividades políticas, económicas y sociales del municipio de Montería. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general del Centro de Convenciones



| | |
|---|---|
| **Nombre de la institución** | Centro de Convenciones |
| **Dirección** | Crrt Via Cerete km-3 150 Br Mocarí |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8.79004° Longitud: -75.8576° |
| **Antigüedad [años]** | 25 |
| **Tipo de tenencia** | Comodato |
| **Limitaciones patrimoniales** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades del Centro de Convenciones

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Actividades y eventos políticas, económicas y sociales |
| **Días de operación** | Lunes a viernes (administración)<br>Sábados (eventos) |
| **Horarios de operación** | 8:00 am – 6:00 pm (administración)<br>8:00 am a 10:00 pm (eventos) |
| **Cantidad de empleados** | 7 |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloques, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Centro de Convenciones (ver Figura 1)

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación

<table>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td>Orientación de la fachada</td><td>Nororiente</td></tr>
<tr><td>Número de edificios o bloques</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Número de pisos</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Altura techos internos [m]</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Área construida aproximada [m²]</td><td>7.396</td></tr>
<tr><td>Inclinación cubierta [°]</td><td>15°</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Envolvente</td><td>Material del muro: ladrillo cocido con pañete</td></tr>
<tr><td>Color de muros: gris</td></tr>
<tr><td>Estado de las paredes: buenas</td></tr>
<tr><td>Tipo de aislamiento: árboles alrededor</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Ventanas</td><td>Material del marco: metal</td></tr>
<tr><td>Tipo de vidrio: vidrio flotado</td></tr>
<tr><td>Estado: buenas</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Techo</td><td>Material: fibrocemento</td></tr>
<tr><td>Color: gris y verde</td></tr>
</table>

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Centro de Convenciones

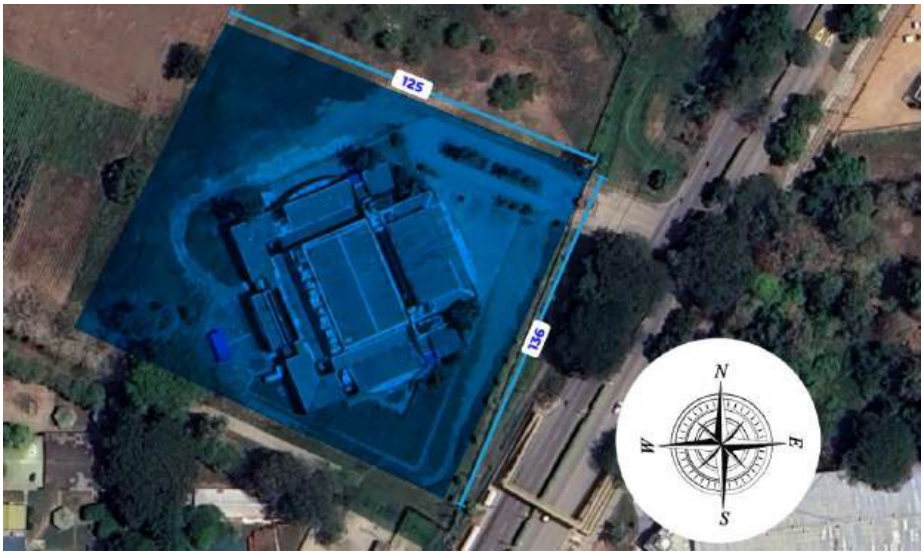



Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Áreas útiles

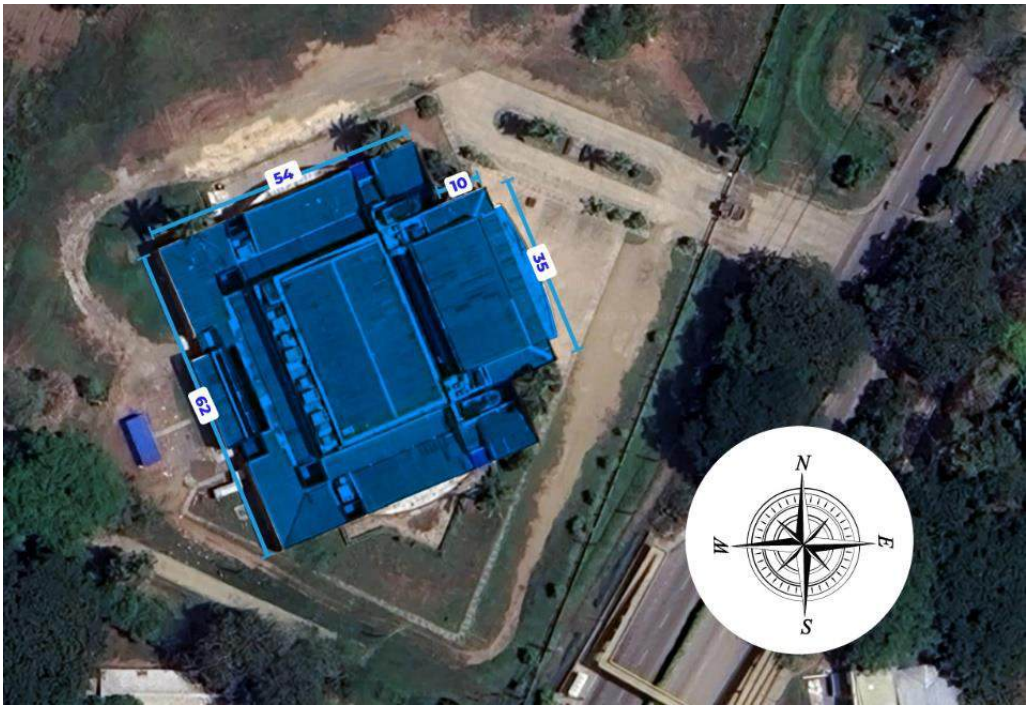
El área total del terreno del Centro de Convenciones es de aproximadamente 17.000 $m^2$ (ver Figura 2), mientras que la superficie construida, asciende a los 7.396 $m^2$ (ver Figura 3). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que el Centro de Convenciones no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 2. Longitudes para cálculo de área del terreno




Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Longitudes para cálculo de área construída




Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas del Centro de Convenciones

| Área | Área total [m²] | Fuente | Área | Área total [m²] | Fuente |
|---|---|---|---|---|---|
| Hall entrada | 300 | Estimación | Hall administrativo | 16 | Estimación |
| Pasillos piso 1 | 715 | Estimación | Sala de espera administrativo | 28 | Estimación |
| Baños piso 1 | 210 | Estimación | Cocina | 6 | Estimación |
| Salón 1 | 85 | Estimación | Oficina 1 | 20 | Estimación |
| Salón 2 | 119 | Estimación | Oficina 2 | 20 | Estimación |
| Salón 3 | 250 | Estimación | Salón gobernación | 105 | Estimación |
| Salón 4 | 250 | Estimación | Oficina gobernación | 75 | Estimación |
| Salón 5 | 400 | Estimación | Baños piso 2 | 110 | Estimación |
| Comedor | 160 | Estimación | Salón 6 | 195 | Estimación |
| Cocina | 195 | Estimación | Pasillos piso 2 | 125 | Estimación |

Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

El Centro de Convenciones se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13,2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo semibandera (ver Figura 4), donde la

energía es transformada a baja tensión a través de un transformador propiedad del Centro de Convenciones de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** hasta un tablero principal (ver Figura 6).

Figura 4. Conexión física de la red a la edificación



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Muestra de celdas eléctricas de la edificación




Fuente: Elaboración propia

Desde el tablero eléctrico principal se derivan los circuitos hacia los tableros seccionales ubicados en distintas áreas del Centro de Convenciones. En la Figura 7 se presentan ejemplos de estos tableros.

Figura 6. Tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Muestra de celdas eléctricas de la edificación



Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones del Centro de Convenciones, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

*Tubería plástica sin empotrar*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min [...]" (Título 17. Requisitos de instalación de los principales productos / utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios / literal f)

**Implicación:** Se evidenció tubería plástica sin empotrar. Esta tubería no garantiza la resistencia al fuego ni protección mecánica adecuada, lo que representa un riesgo de deterioro del aislamiento y propagación de incendio.

Figura 8. Tubería PVC sin empotrar



Fuente: Elaboración propia

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 9).

Figura 9. Equipos de aire acondicionado en el Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del Centro de Convenciones

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Aire tipo paquete | 360.000 | 40.000 | 6 |
| Aire tipo paquete | 90.000 | 8.500 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 10).

Figura 10. Equipos ofimáticos del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del Centro de Convenciones

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Portátil | 50 | 2 |
| Repetidor wifi | 75 | 5 |
| Televisor 55" | 160 | 1 |
| Televisor 65" | 420 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 11).

Tabla 7. Inventario de iluminación del Centro de Convenciones

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Lámpara led perimetral | 41 | 2 |
| Lámpara led | 21 | 27 |
| Lámpara led 60 x 60 | 200 | 54 |
| Lámpara led redonda | 286 | 166 |
| Lámpara led spot | 21 | 113 |
| Reflector led | 100 | 8 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Equipos de iluminación del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 12).

Tabla 8. Inventario de refrigeración del Centro de Convenciones

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Dispensador de agua | 530 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Equipos de refrigeración del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de otros equipos se sintetizan en la Tabla 9 (ver Figura 13).

Tabla 9. Inventario de otros equipos del Centro de Convenciones

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Bombas de agua | 3.700 | 2 |
| Cafetera | 1.090 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Otros equipos del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

# 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 14). Donde se registraron mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 10.

Tabla 10. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 1:54 pm | 27 | 91% |
| 2 | 1:59 pm | 29 | 87% |
| 3 | 2:06 pm | 30 | 91% |
| 4 | 2:12 pm | 30 | 90% |
| 5 | 2:28 pm | 29 | 75% |
| 6 | 2:29 pm | 29 | 59% |
| 7 | 2:52 pm | 28 | 89% |
| 8 | 2:54 pm | 29 | 89% |
| 9 | 3:04 pm | 30 | 81% |

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663



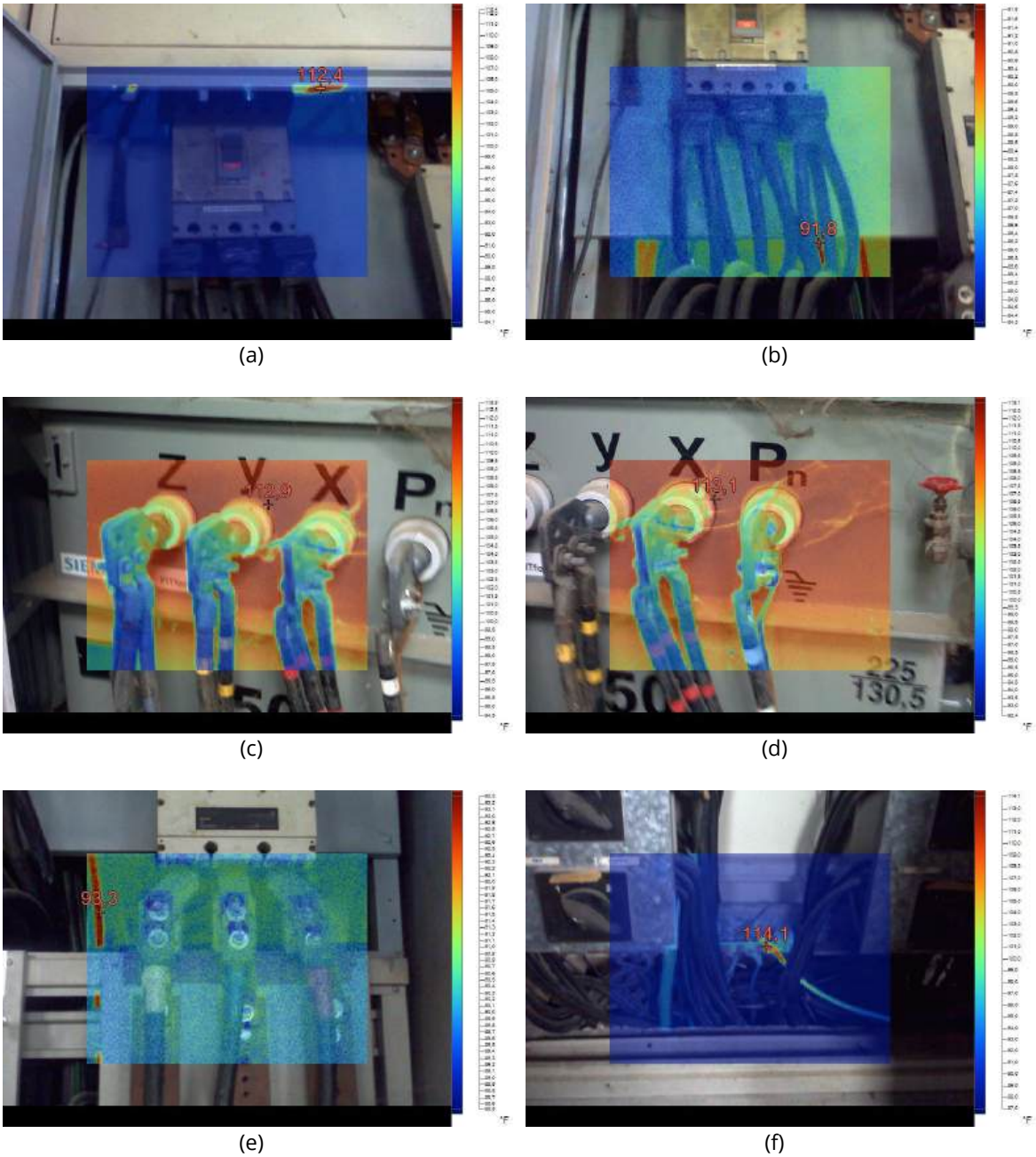
Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Cámara termográfica

Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en el tablero eléctrico principal, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 15. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 29°C (según la Tabla 10**),** se obtiene un diferencial máximo de 16,6°C, correspondiente a la Figura 15(f) con 45,6°C (114,1 °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (11 °C a 20 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “Posible deficiencia”. Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar revisión en el siguiente mantenimiento preventivo.

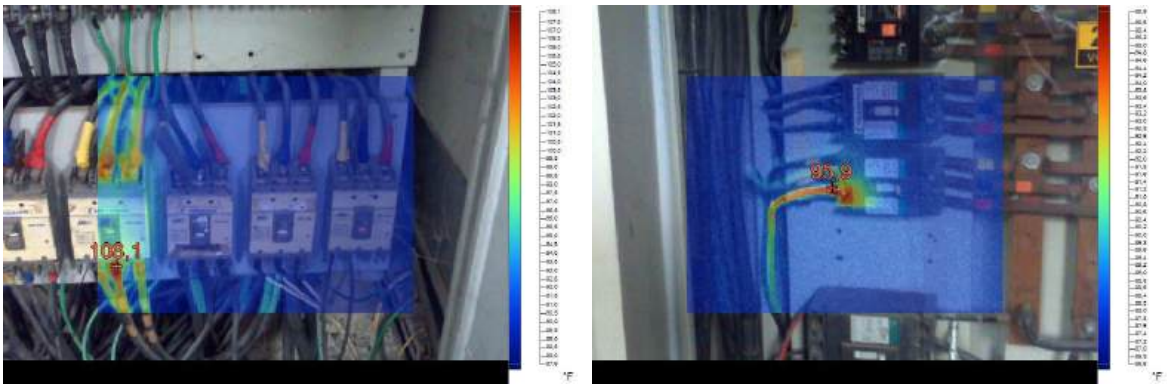
Figura 15. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal




(a) (b)

(c) (d)

(e) (f)




(g) (h)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones del Centro de Convenciones, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 11.

Tabla 11. Mediciones de iluminancia

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Oficina gobernación perimetral | 10 | 250 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Figura 16. Luxómetro digital MPT1014

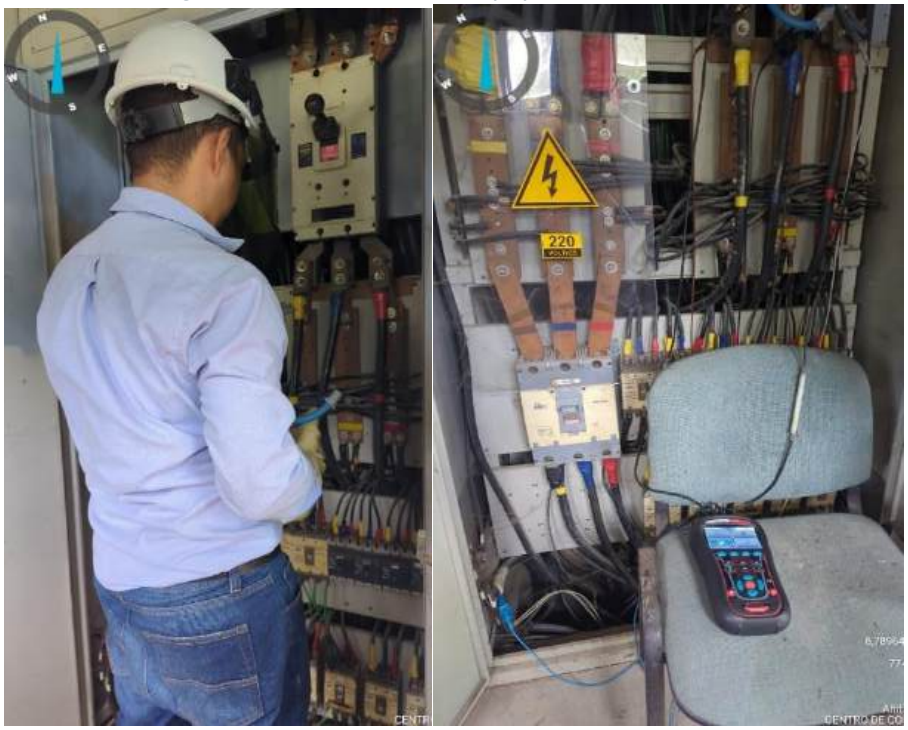


Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Mediciones eléctricas

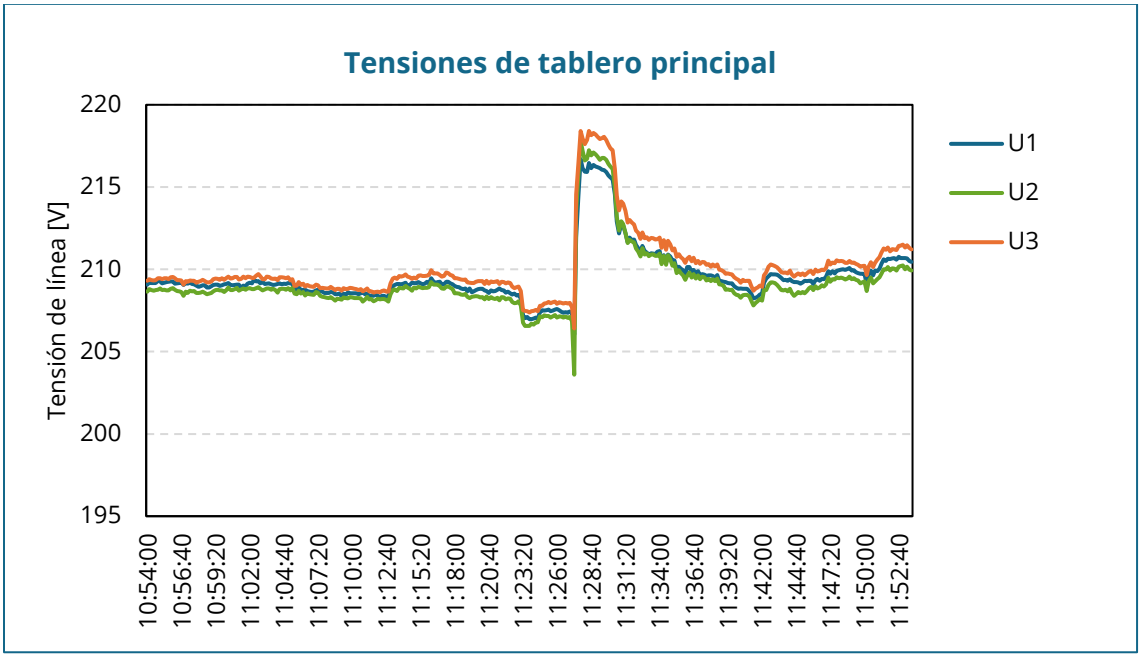
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal del Centro de Convenciones y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 17. Instalación de equipo Metrel MI 2883



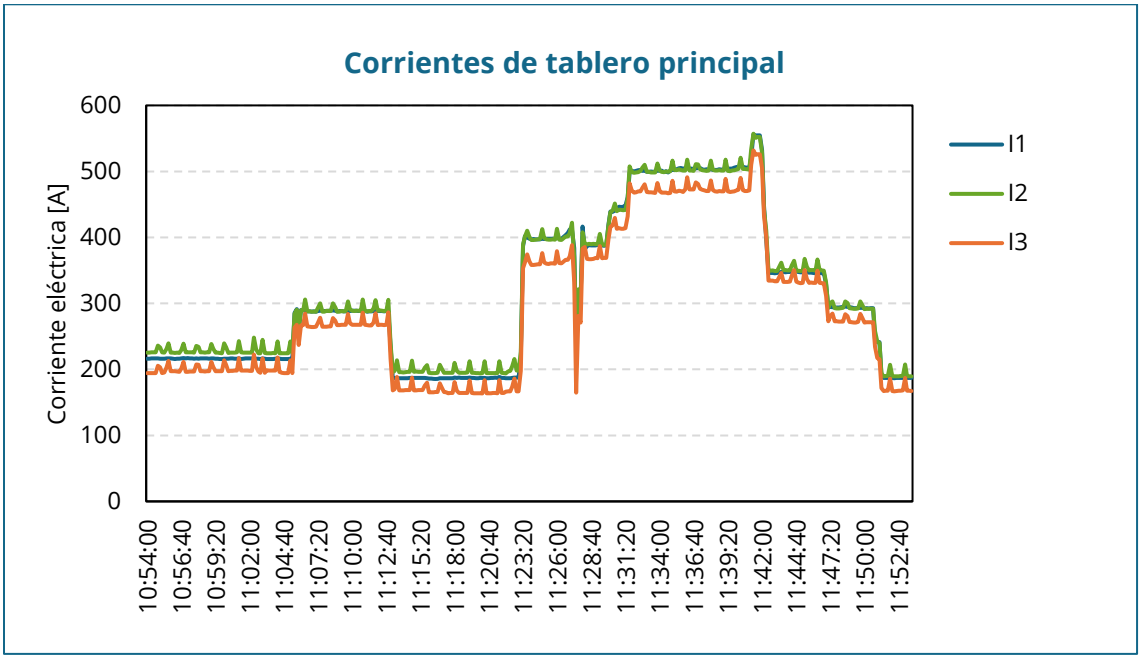

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Tensiones de tablero principal



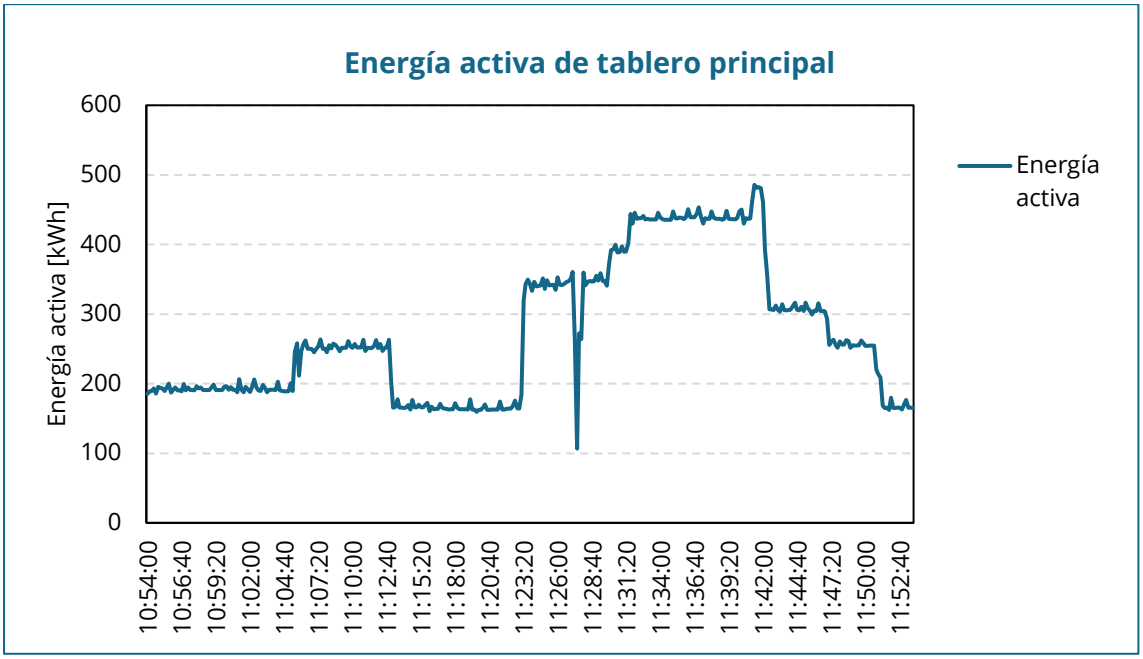

Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Corrientes de tablero principal



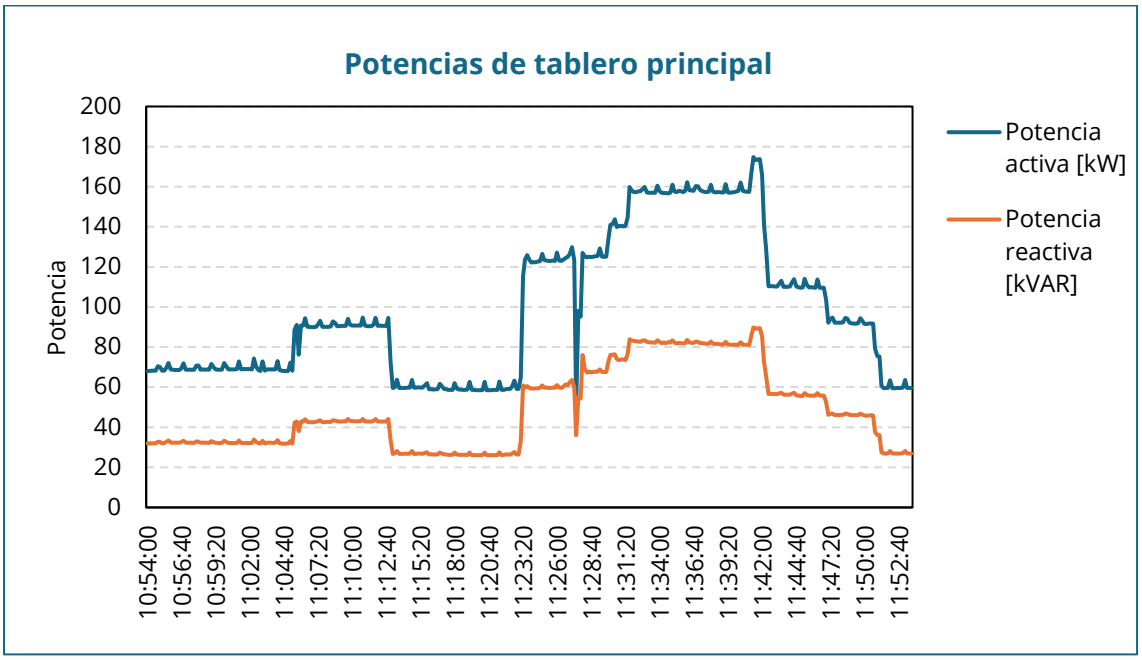

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Energía activa de tablero principal



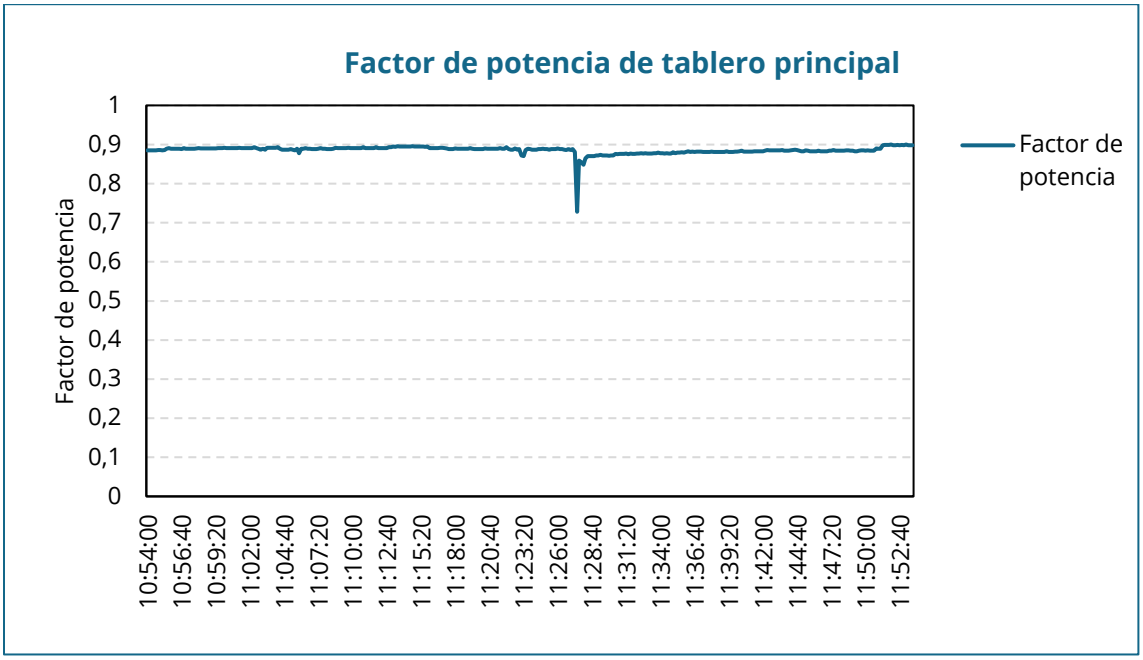

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Potencias de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Factor de potencia de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

## 4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa del Centro de Convenciones. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 12 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 209,56 | 0,83% |
| U23 | 209,26 | 0,96% |
| U31 | 210,12 | 1,00% |
| Factor de potencia | 0,886 | 1,22% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 13.

Figura 23. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas




Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 19 de noviembre de 2025 |
| **Feche final** | 20 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,17 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

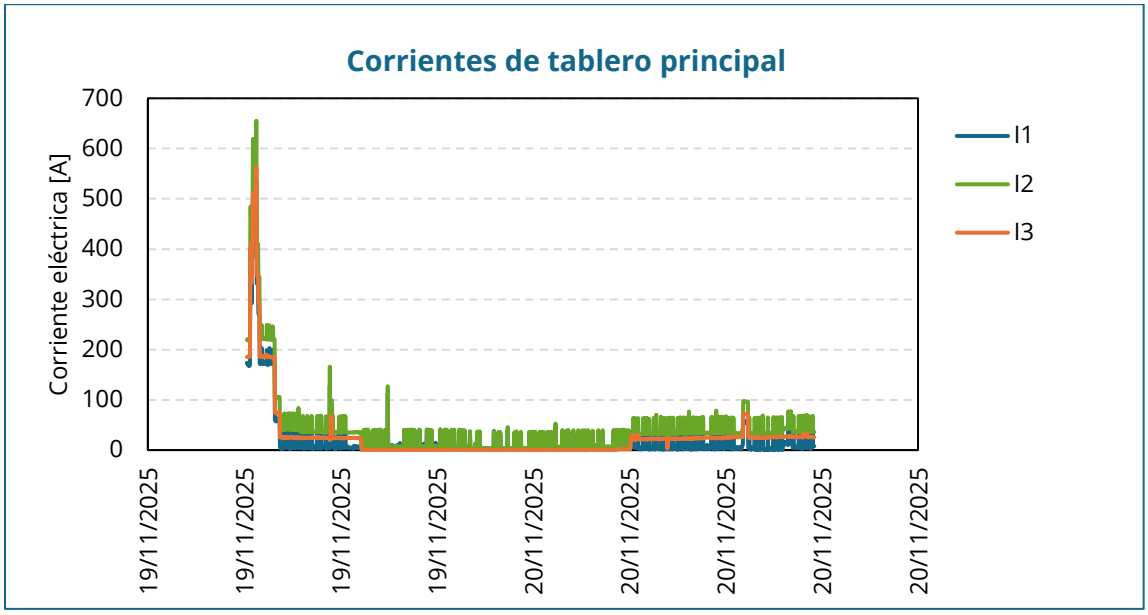
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 24 y la Figura 25. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 14.

Tabla 14. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 449 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 11.519 |
| **Energía facturada [kWh]** | 26.400 |
| **Diferencia relativa [%]** | 56,4% |

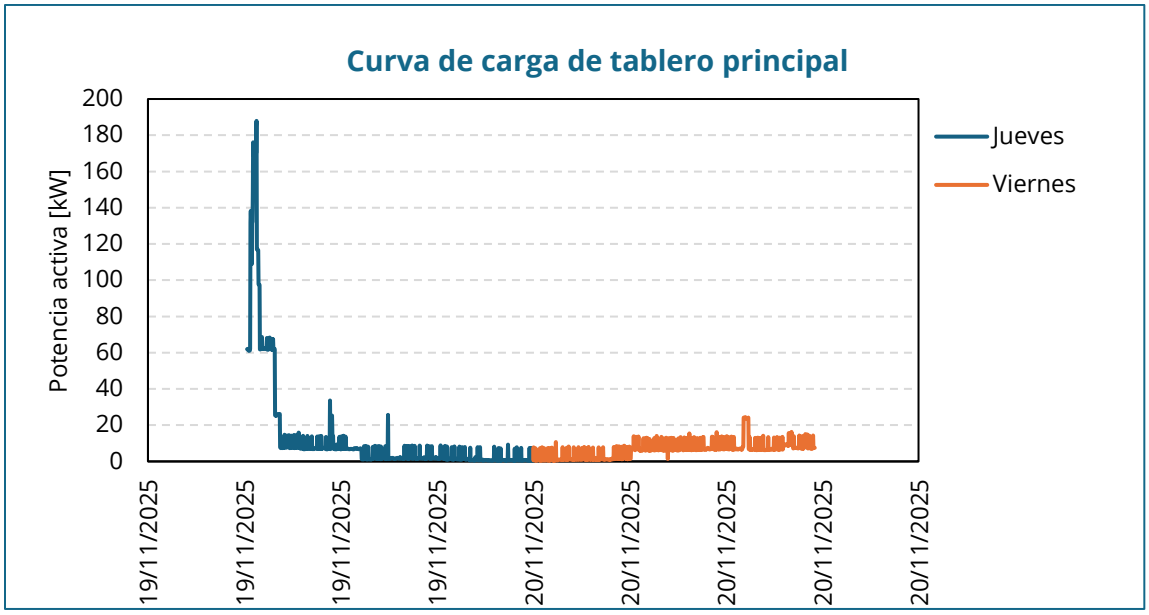
Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Corrientes de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Curva de carga de tablero principal



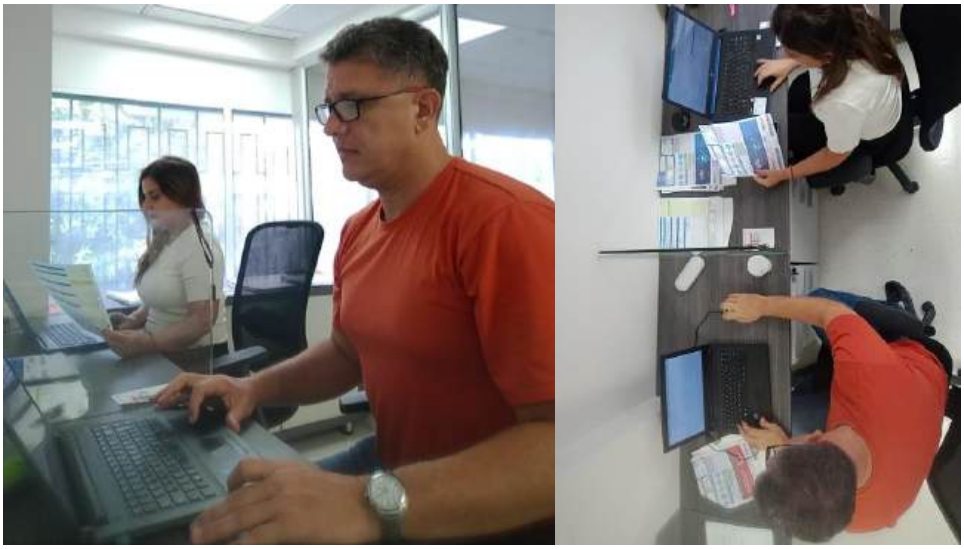

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que la diferencia relativa entre la energía interpolada y la facturada en la Tabla 14 es significativa. Esta discrepancia se puede atribuir a que el Centro de Convenciones alberga diversos eventos que, de manera puntual, generan picos de consumo de energía, los cuales no son representativos en el período de medición.

# 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grpo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 26).

Figura 26. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final

del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.

-**Franja Horaria, solo para energía activa:** El usuario puede acogerse a una tarifa con franjas horarias (Ley 79, 1997), lo que genera dos lecturas en el medidor: "Activa Pico AT" para horas de alta demanda y "Activa Fuera de Pico A" para el resto. Aunque Afinia no divulga públicamente el horario específico de estas franjas, para efectos de este análisis se tomó la tarifa unitaria más alta ("Activa Pico AT"), mientras que el consumo total de energía activa se tomó directamente del valor reportado por el Operador de Red (OR) en la factura. En este caso particular, la cuenta NIC: 4576184 del Centro de Convenciones- km 3 Vía Cereté.

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público**: Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana**: Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total**: Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios. Además, para el análisis de la cuenta NIC: 4576184 del Centro de Convenciones- km 3 Vía Cereté se limita al consumo a partir de noviembre de 2022, ya que con anterioridad a esta fecha no se reporta consumo.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Centro de Convenciones- km 3 Vía Cereté - NIC: 4576184 - Medidor: 36076225*

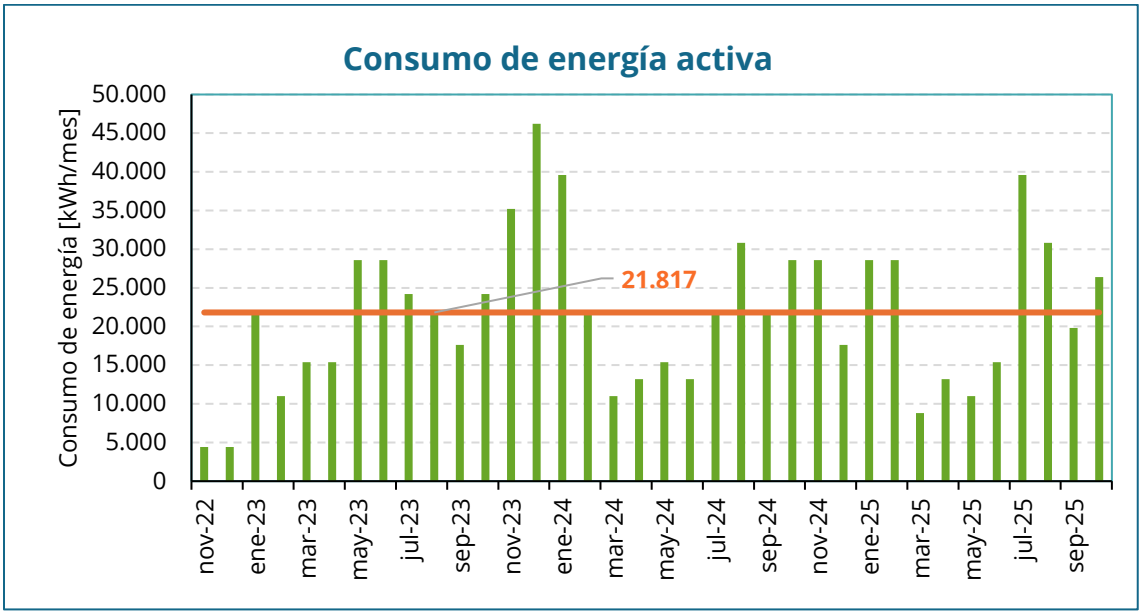
El histórico de energía activa se presenta en la Figura 27, con el cual se construyó la Tabla 15. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 22.000 | 39.600 | 28.600 |
| Febrero | Sin información | 11.000 | 22.000 | 28.600 |
| Marzo | Sin información | 15.400 | 11.000 | 8.800 |
| Abril | Sin información | 15.400 | 13.200 | 13.200 |
| Mayo | 28.433 | 28.600 | 15.400 | 11.000 |
| Junio | 0 | 28.600 | 13.200 | 15.400 |
| Julio | 0 | 24.200 | 22.000 | 39.600 |
| Agosto | 0 | 22.000 | 30.800 | 30.800 |
| Septiembre | 0 | 17.600 | 22.000 | 19.800 |
| Octubre | 0 | 24.200 | 28.600 | 26.400 |
| Noviembre | 4.400 | 35.200 | 28.600 | |
| Diciembre | 4.400 | 46.200 | 17.600 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 27. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

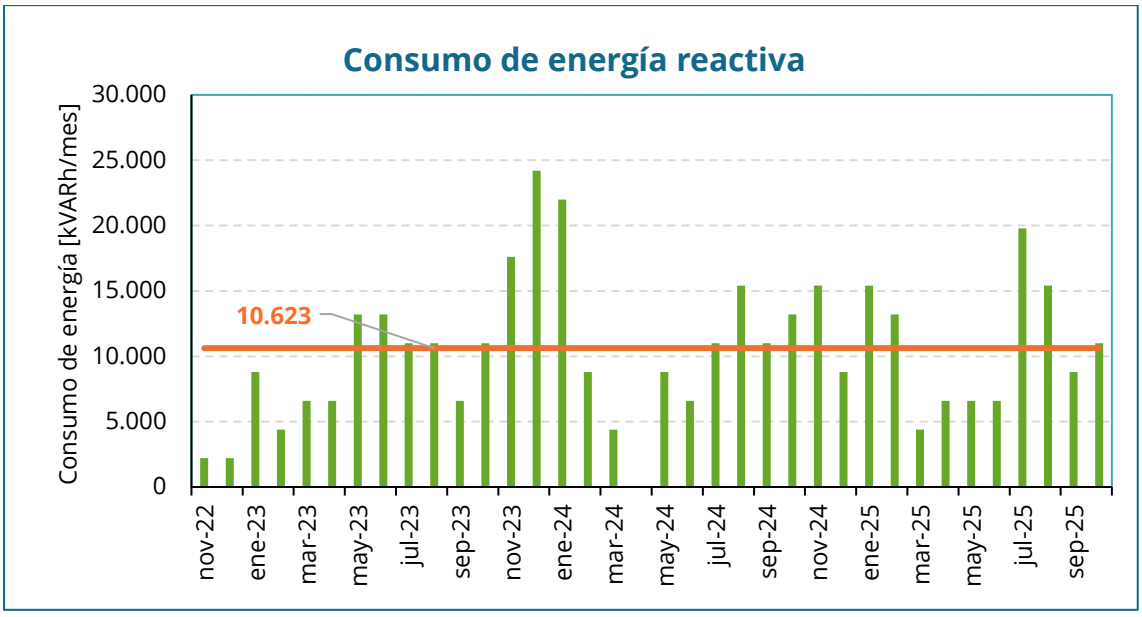
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 16, con el cual se construyó la Figura 28. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 8.800 | 22.000 | 15.400 |
| Febrero | Sin información | 4.400 | 8.800 | 13.200 |
| Marzo | Sin información | 6.600 | 4.400 | 4.400 |
| Abril | Sin información | 6.600 | Sin información | 6.600 |
| Mayo | 147.711 | 13.200 | 8.800 | 6.600 |
| Junio | 0 | 13.200 | 6.600 | 6.600 |
| Julio | 0 | 11.000 | 11.000 | 19.800 |
| Agosto | 0 | 11.000 | 15.400 | 15.400 |
| Septiembre | 0 | 6.600 | 11.000 | 8.800 |
| Octubre | 0 | 11.000 | 13.200 | 11.000 |
| Noviembre | 2.200 | 17.600 | 15.400 | |
| Diciembre | 2.200 | 24.200 | 8.800 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 28. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

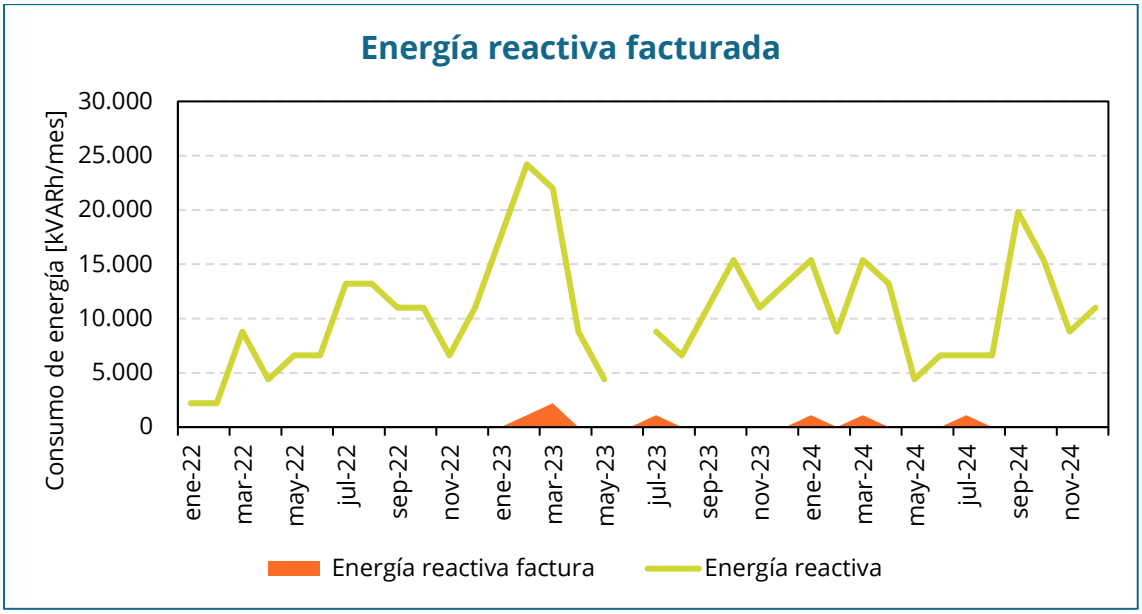
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 17, con el cual se construyó la Figura 29. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 2.200 | 1.100 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 133.495 | 0 | 1.100 | 1.100 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 1.100 | |
| Diciembre | 0 | 1.100 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 29. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 9,2% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla *15*), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

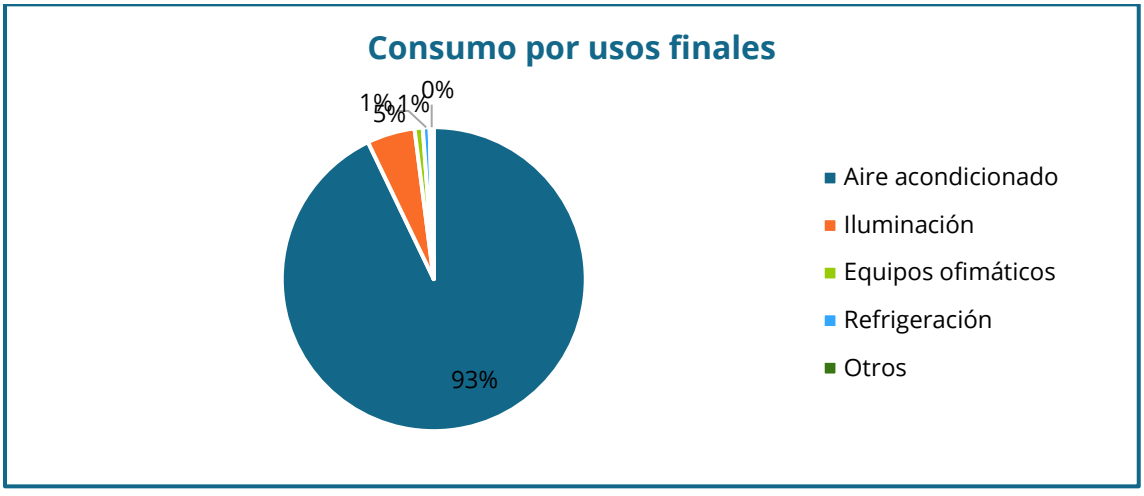
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 18, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 30 y el diagrama de Pareto en la Figura 31.

Tabla 18. Participación de consumo de energía por usos finales del Centro de Convenciones

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aire acondicionado | 548 | 93% |
| Iluminación | 30,082 | 5% |
| Equipos ofimáticos | 5,16 | 1% |
| Refrigeración | 4,24 | 1% |
| Otros | 2,57 | 0,4% |
| **Total** | **590** | **100%** |

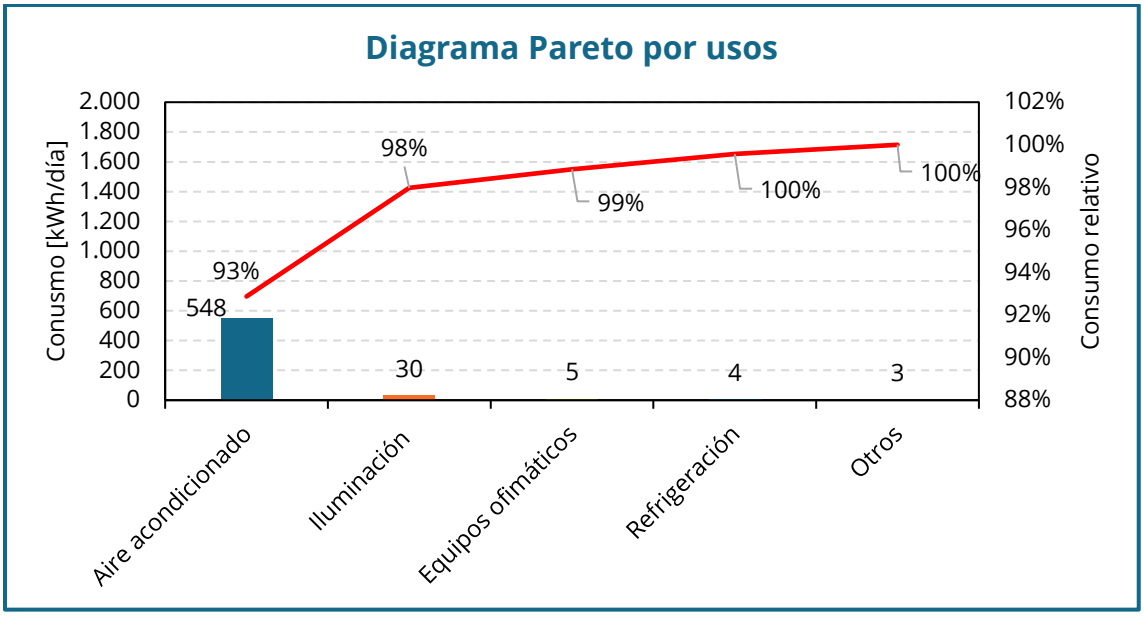
Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Centro de Convenciones




Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Centro de Convenciones




Fuente: Elaboración propia

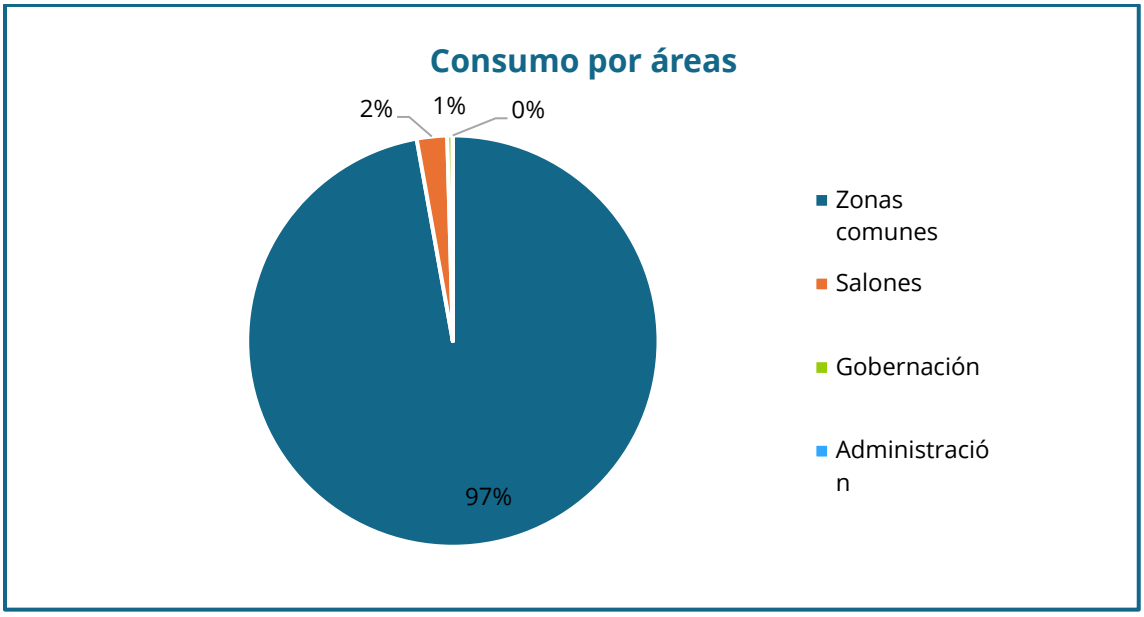
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 19, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 32 y el diagrama de Pareto en la Figura 33.

Tabla 19. Participación de consumo de energía por áreas del Centro de Convenciones

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Zonas comunes | 573,404 | 97,2% |
| Salones | 14,06 | 2,4% |
| Gobernación | 2,516 | 0,4% |
| Administración | 0,072 | 0,01% |
| **Total** | **590** | **100%** |

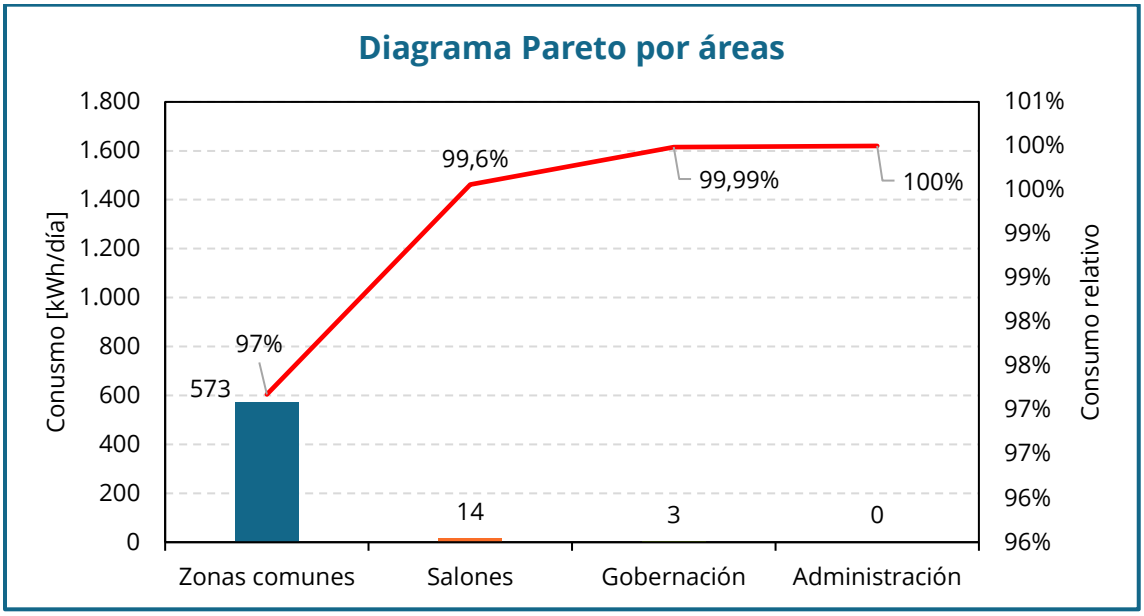
Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del Centro de Convenciones




Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del Centro de Convenciones



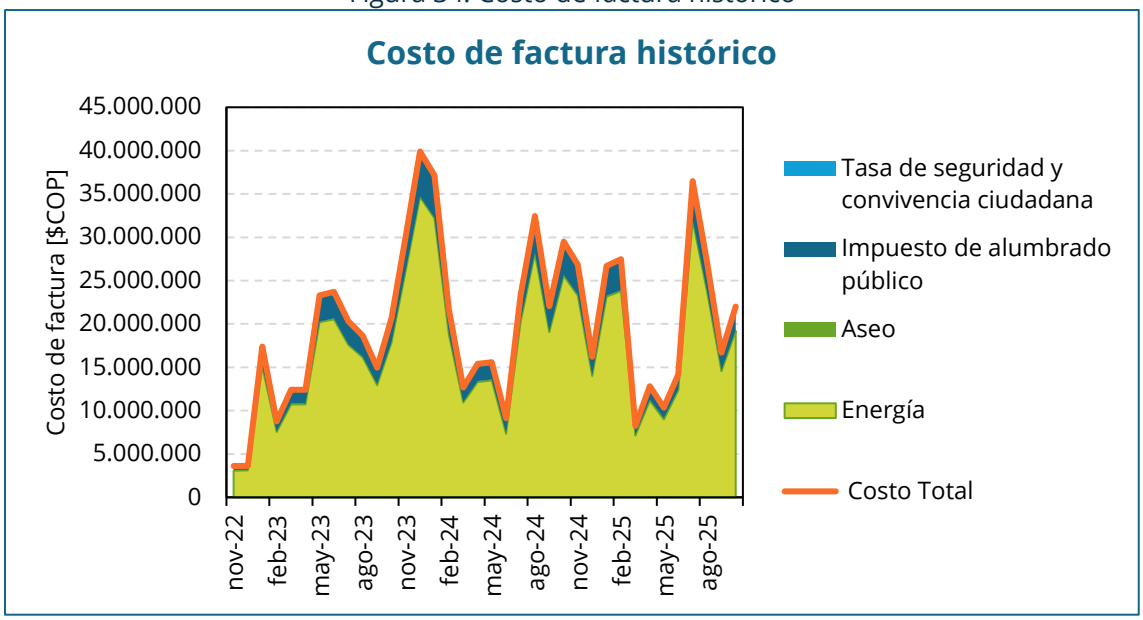

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Centro de Convenciones- km 3 Vía Cereté - NIC: 4576184 - Medidor: 36076225*

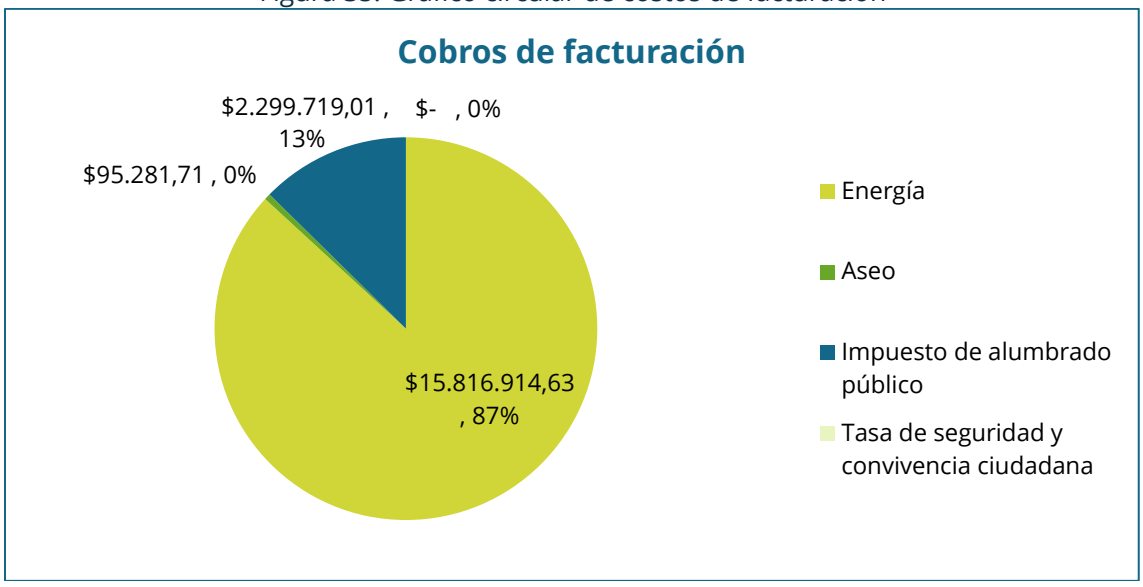
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 34 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 35.

Figura 34. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

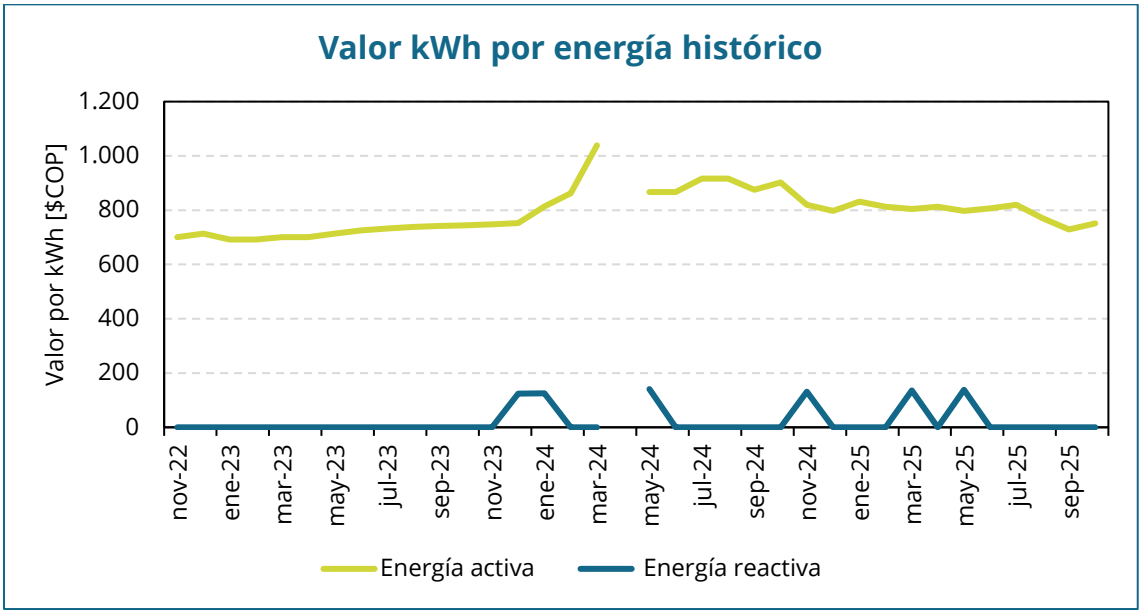
Figura 35. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 36 (ver registros en la Tabla 20 y la Tabla 21).

Figura 36. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 692 | 814 | 831 |
| Febrero | Sin información | 692 | 862 | 812 |
| Marzo | Sin información | 701 | 1.039 | 805 |
| Abril | Sin información | 701 | Sin información | 812 |
| Mayo | 550 | 713 | 866 | 797 |
| Junio | 0 | 725 | 866 | 807 |
| Julio | 0 | 733 | 916 | 820 |
| Agosto | 0 | 738 | 916 | 770 |
| Septiembre | 0 | 741 | 875 | 728 |
| Octubre | 0 | 744 | 902 | 751 |
| Noviembre | 700 | 747 | 819 | |
| Diciembre | 713 | 753 | 797 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 125 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 136 |
| Mayo | 110 | 0 | 141 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 138 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 131 | |
| Diciembre | 0 | 124 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

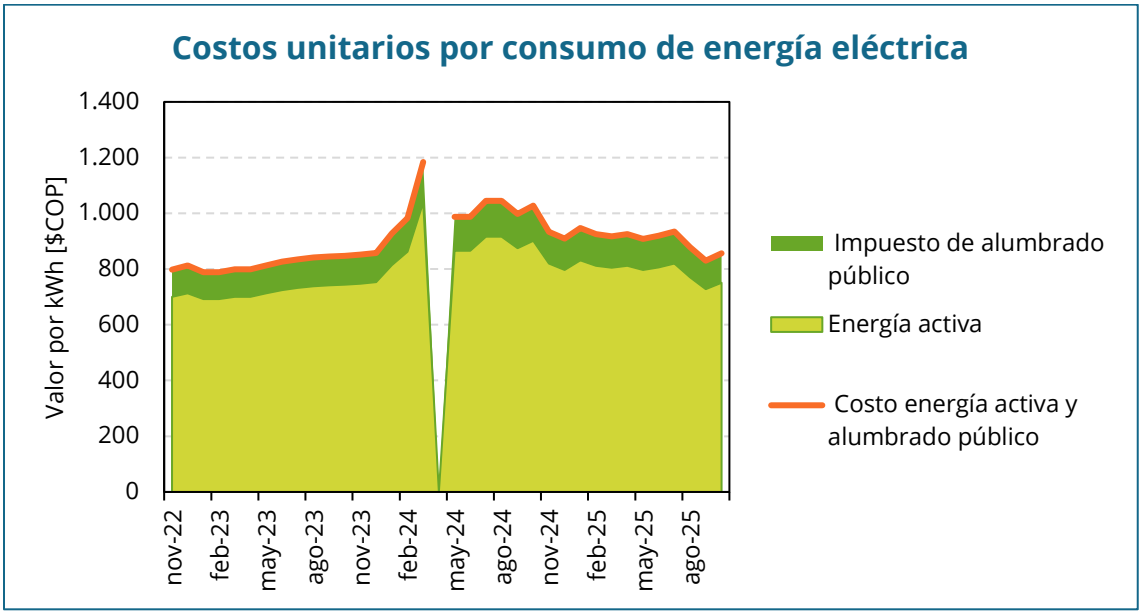
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 37 (ver registros en la Tabla 22). El promedio de este valor es de $902,17 COP.

Tabla 22. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 789 | 928 | 947 |
| Febrero | Sin información | 789 | 983 | 926 |
| Marzo | Sin información | 799 | 1.184 | 917 |
| Abril | Sin información | 799 | Sin información | 926 |
| Mayo | 627 | 813 | 988 | 909 |
| Junio | 0 | 826 | 988 | 919 |
| Julio | 0 | 835 | 1.044 | 934 |
| Agosto | 0 | 842 | 1.044 | 878 |
| Septiembre | 0 | 845 | 998 | 830 |
| Octubre | 0 | 848 | 1.028 | 856 |
| Noviembre | 798 | 852 | 934 | |
| Diciembre | 813 | 858 | 909 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 37. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 38. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 23, la Tabla 24 y la Tabla 25, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 23. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 15.073.696 | 31.914.564 | 23.156.221 |
| Febrero | Sin información | 7.536.848 | 18.789.144 | 23.725.900 |
| Marzo | Sin información | 10.789.240 | 10.918.204 | 7.134.424 |
| Abril | Sin información | 10.789.240 | Sin información | 10.699.700 |
| Mayo | 15.630.473 | 20.184.186 | 13.246.816 | 8.761.126 |
| Junio | 0 | 20.538.760 | 11.356.642 | 12.348.622 |
| Julio | 0 | 17.550.918 | 20.131.188 | 31.904.730 |
| Agosto | 0 | 16.083.760 | 28.142.972 | 23.718.772 |
| Septiembre | 0 | 12.931.028 | 19.036.776 | 14.126.948 |
| Octubre | 0 | 17.818.702 | 25.553.550 | 19.214.228 |
| Noviembre | 3.081.848 | 26.308.832 | 23.097.778 | |
| Diciembre | 3.138.388 | 34.450.592 | 13.971.826 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 24. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 275.286 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 14.727.168 | 0 | 154.814 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 151.536 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 144.023 | |
| Diciembre | 0 | 136.785 | 0 | |

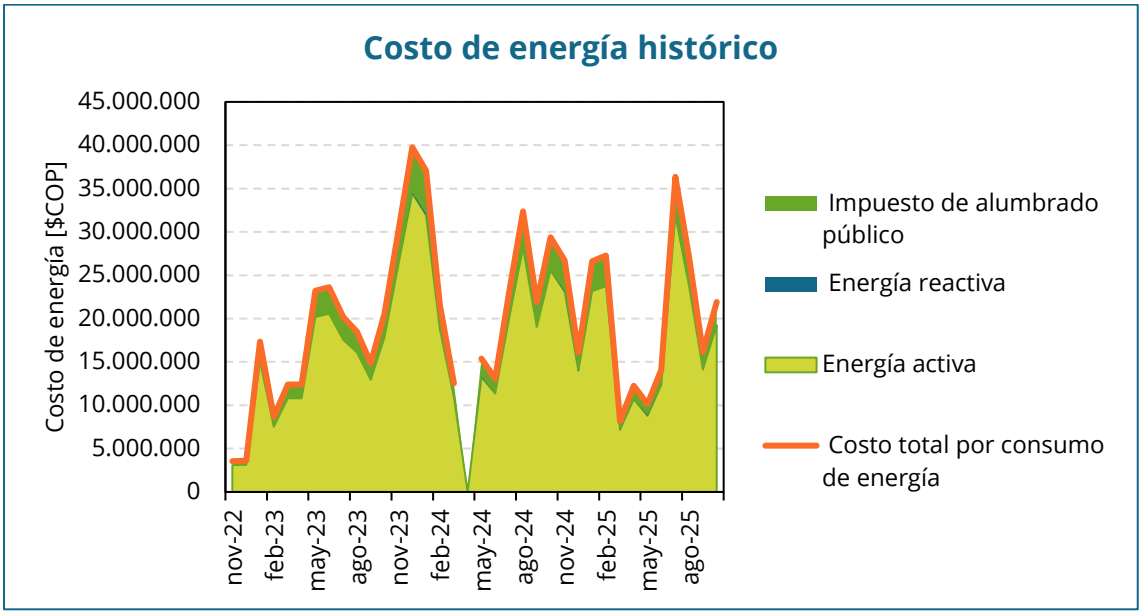
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 25. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 17.335.206 | 37.046.430 | 26.607.271 |
| Febrero | Sin información | 8.667.378 | 21.607.533 | 27.287.570 |
| Marzo | Sin información | 12.393.620 | 12.555.934 | 8.133.244 |
| Abril | Sin información | 12.393.620 | Sin información | 12.259.020 |
| Mayo | 32.679.661 | 23.212.416 | 15.400.550 | 10.150.422 |
| Junio | 0 | 23.619.570 | 13.060.142 | 14.077.622 |
| Julio | 0 | 20.183.568 | 23.151.028 | 36.371.400 |
| Agosto | 0 | 18.496.320 | 32.364.412 | 27.034.532 |
| Septiembre | 0 | 14.870.678 | 21.892.296 | 16.157.338 |
| Octubre | 0 | 20.540.242 | 29.386.880 | 21.905.208 |
| Noviembre | 3.544.128 | 30.216.292 | 26.707.121 | |
| Diciembre | 3.603.538 | 39.757.757 | 16.068.476 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 38. Costo total de energía activa




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \quad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \quad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \quad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *15*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 26).

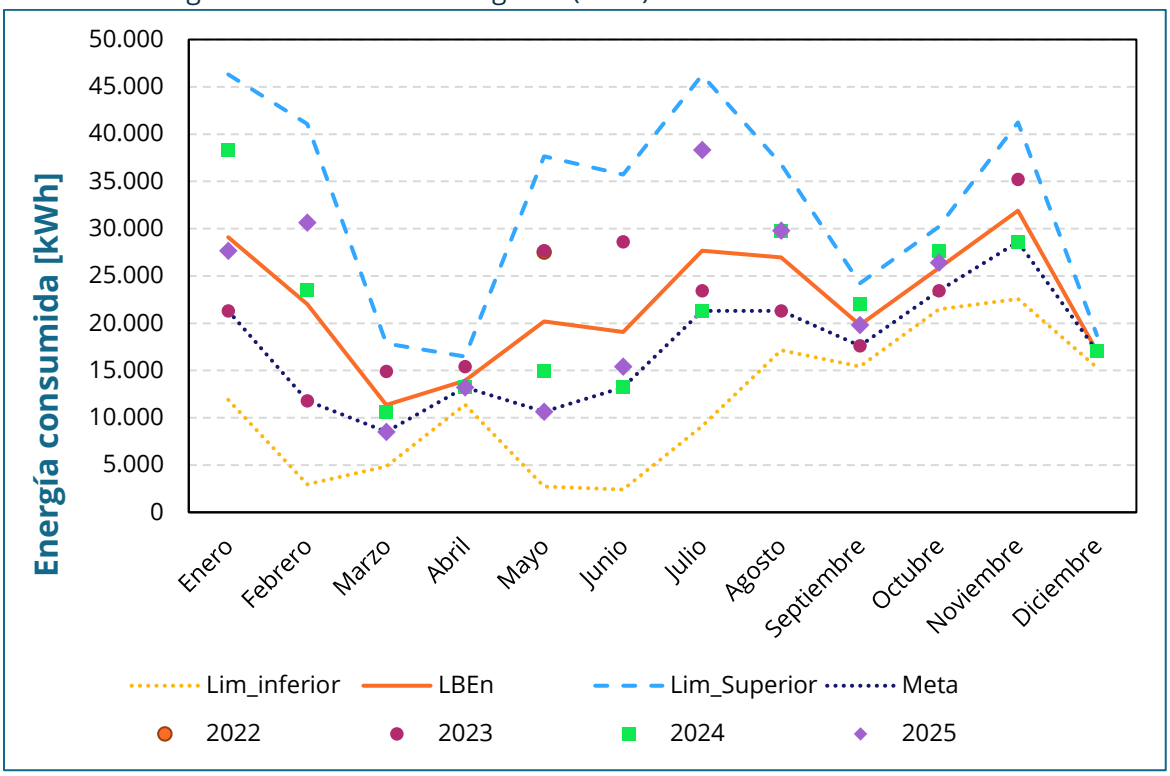
Tabla 26. Registros para construcción de LBEn del Centro de Convenciones

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 11.888 | 29.097 | 46.306 | 21.290 |
| Febrero | 2.947 | 22.000 | 41.053 | 11.786 |
| Marzo | 4.851 | 11.355 | 17.859 | 8.516 |
| Abril | 11.393 | 13.933 | 16.474 | 13.200 |
| Mayo | 2.720 | 20.185 | 37.651 | 10.645 |
| Junio | 2.409 | 19.067 | 35.725 | 13.200 |
| Julio | 9.117 | 27.677 | 46.238 | 21.290 |
| Agosto | 17.134 | 26.968 | 36.801 | 21.290 |
| Septiembre | 15.400 | 19.800 | 24.200 | 17.600 |
| Octubre | 21.462 | 25.832 | 30.202 | 23.419 |
| Noviembre | 22.566 | 31.900 | 41.234 | 28.600 |
| Diciembre | 15.329 | 17.032 | 18.735 | 17.032 |
| **Total** | | **264.847** | | **207.870** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 39, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 39. Línea Base Energética (LBEn) del Centro de Convenciones




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 27 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 27. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Actividades y eventos políticas, económicas y sociales | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 3.698 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Mayo 2022 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 42 | | | |
| Cantidad datos finales | 34 | | | |
| LBEn | Enero | | 29.097 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 22.000 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 11.355 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 13.933 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 20.185 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 19.067 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 27.677 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 26.968 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 19.800 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 25.832 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 31.900 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 17.032 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 7.806 | 26,8% | En kWh y % |
| | Febrero | 10.214 | 46,4% | En kWh y % |
| | Marzo | 2.839 | 25,0% | En kWh y % |
| | Abril | 733 | 5,3% | En kWh y % |
| | Mayo | 9.540 | 47,3% | En kWh y % |
| | Junio | 5.867 | 30,8% | En kWh y % |
| | Julio | 6.387 | 23,1% | En kWh y % |
| | Agosto | 5.677 | 21,1% | En kWh y % |
| | Septiembre | 2.200 | 11,1% | En kWh y % |
| | Octubre | 2.413 | 9,3% | En kWh y % |
| | Noviembre | 3.300 | 10,3% | En kWh y % |
| | Diciembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

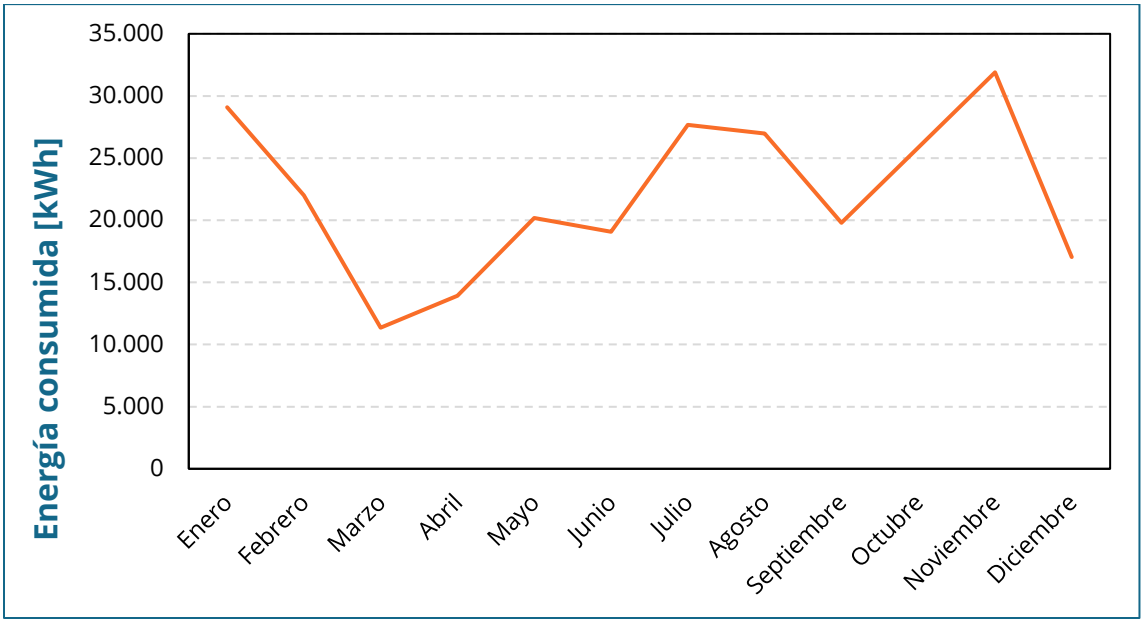
# 7. INDICADORES

Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado del Centro de Convenciones con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 40, cuyos valores se disponen en la Tabla 27.

Figura 40. Consumo de energía eléctrica mensual del Centro de Convenciones




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por el Centro de Convenciones en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 264.847 kWh/año para el Centro de Convenciones.

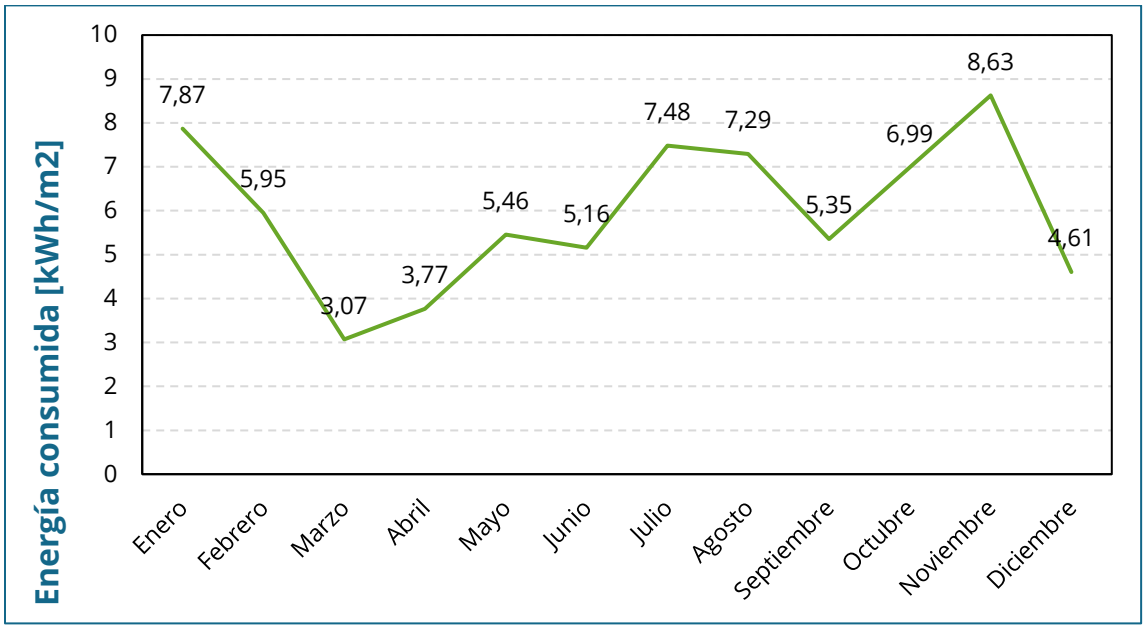
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 41.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2) = \frac{CEEM_n \text{ (kWh/mes)}}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 41. Consumo de energía eléctrica mensual del Centro de Convenciones




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica del Centro de Convenciones con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 71,62 kWh/año/m² para el Centro de Convenciones.

$$\text{CEEAS}\ (\text{kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \tag{8}$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico del Centro de Convenciones en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \tag{9}$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \tag{10}$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ítem 11, correspondiente al Centro de Convenciones, presenta condiciones operativas e infraestructura que ofrecen oportunidades claras para mejorar la eficiencia energética, la seguridad y el cumplimiento normativo:

- El sistema de aire acondicionado es el principal uso final de energía, consumiendo el 93% del total. Esto lo convierte en el área de mayor impacto para la implementación de medidas de ahorro.

- Se identificó la instalación de tubería plástica (PVC) sin empotrar, lo cual incumple el RETIE. Esta práctica no garantiza la resistencia al fuego ni la protección mecánica adecuada, representando un riesgo potencial de deterioro de los cables y propagación de incendios.
- Las mediciones de iluminancia en la oficina de la gobernación perimetral arrojaron un promedio de 250 lux, muy por debajo del mínimo de 500 lux exigido por el RETILAP para áreas de trabajo como oficinas. Esto afecta las condiciones visuales e indica ineficiencia en el sistema de alumbrado.
- La construcción de la Línea Base Energética (LBEn) conforme a la metodología de la UPME revela un potencial de ahorro energético significativo. La meta de consumo anual estimada (207,870 kWh) frente a la LBEn (264,847 kWh) indica una oportunidad de reducción de aproximadamente 56,977 kWh al año.
- Se observó una diferencia relativa del 56,4% entre la energía interpolada a partir de la curva de carga medida y la energía facturada en el mes de referencia. Esta discrepancia puede atribuirse a la naturaleza de los eventos que alberga el centro, los cuales generan picos de consumo puntuales no capturados durante el período de medición.

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 11 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 11 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** ***CORPORACION EMA.***
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Página Web:* www.erasmus.com.co

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

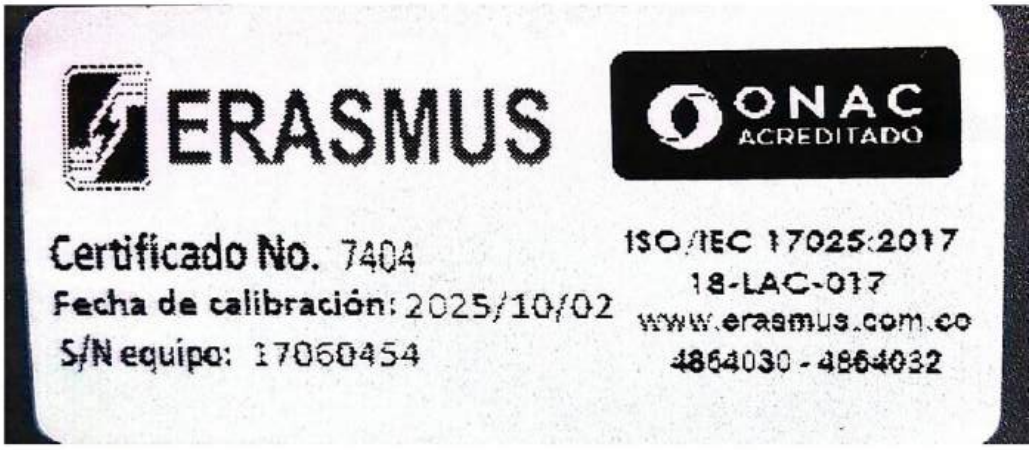
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas.<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad**: Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

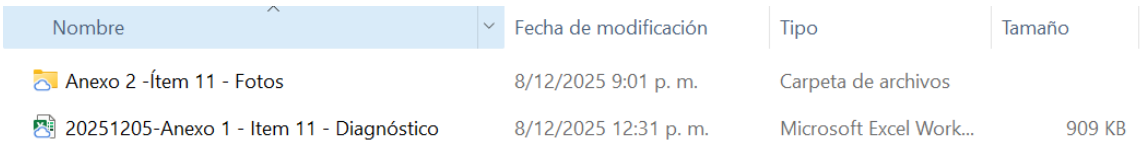
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 11.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2 -Ítem 11 - Fotos | 8/12/2025 9:01 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 11 - Diagnóstico | 8/12/2025 12:31 p. m. | Microsoft Excel Work... | 909 KB |



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

# Consorcio

## Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

### Ítem 12 - Coliseo de ferias

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 10
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 11
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 12
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 12
2.2 Áreas útiles ..... 17
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 18
3.1 Generalidades de alimentación ..... 18
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 21
3.3 Inventario ..... 25
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 28
4.1 Temperatura y humedad ..... 28
4.1 Cámara termográfica ..... 29
4.2 Iluminancia ..... 31
4.3 Mediciones eléctricas ..... 32
4.4 Curva de carga ..... 37
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 40
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 42
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 54
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 61
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 83
6.1 Metodología ..... 83
6.2 Resultados ..... 84
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 85
7. INDICADORES ..... 86
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 86
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 87
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 87

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) .....88
7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 89
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....89
Bibliografía .....91
ANEXOS.....92

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Bloques de oficinas ....13
Figura 2. Bloque VIP ....13
Figura 3. Bloque de plaza de eventos y espacio para animales ....14
Figura 4. Embarcaderos o corrales para animales ....15
Figura 5. Material obsoleto en la edificación ....15
Figura 6. Deterioro arquitectónico de la edificación ....15
Figura 7. Llaves de agua y chapas en mal estado ....16
Figura 8. Longitudes para cálculo de área del terreno ....17
Figura 9. Estructura de NIC: 4551768 - Medidor: 062041143 para bloque VIP ....18
Figura 10. Estructura de NIC: 4551769 - Medidor: 063130513 para bloque plaza de ....19
Figura 11. Estructura de NIC: 5875556 - Medidor: 36098771para plaza de eventos y establos .19
Figura 12. Estructura de NIC: 7963048 - Medidor: 84016543 para corrales ....20
Figura 13. Tablero principal de la NIC: 4551769 ....20
Figura 14. Gabinete principal de la NIC: 7963048 ....21
Figura 15. Tubería PVC sin empotrar ....22
Figura 16. Roseta deficiente ....23
Figura 17. Tablero de  sin tapa ....23
Figura 18. Tomacorrientes sin tapa o tapa defectuosa ....24
Figura 19. Ausencia del Sistema de Puesta a Tierra ....25
Figura 20. Equipos de aire acondicionado en el Coliseo de ferias ....26
Figura 21. Equipos de iluminación del Coliseo de ferias ....27
Figura 22. Equipos de ventilación del Coliseo de ferias ....27
Figura 23. Equipos fuera de servicio ....28
Figura 24. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 ....29
Figura 25. Temperatura (°F) de tableros eléctricos principales ....30
Figura 26. Luxómetro digital MPT1014 ....32
Figura 27. Instalación de equipo Metrel MI 2883 ....32
Figura 28. Tensiones de tablero principal NIC: 4551769 ....33
Figura 29. Corrientes de tablero principal NIC: 4551769 ....33
Figura 30. Energía activa de tablero principal NIC: 4551769 ....34
Figura 31. Potencias de tablero principal NIC: 4551769 ....34
Figura 32. Factor de potencia de tablero principal NIC: 4551769 ....35
Figura 33. Corrientes de tablero principal NIC: 4551768 sin cargas ....36
Figura 34. Corrientes de tablero principal NIC: 4551769 sin cargas ....36
Figura 35. Corrientes de tablero principal NIC: 5875556 sin cargas ....37
Figura 36. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas NIC: 4551769 ....38
Figura 37. Corrientes de tablero principal NIC: 4551769 ....39
Figura 38. Curva de carga de tablero principal NIC: 4551769 ....39
Figura 39. Registro de datos clave de facturas ....41

Figura 40. Consumo histórico de energía activa ....43
Figura 41. Consumo histórico de energía reactiva ....44
Figura 42. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada ....45
Figura 43. Consumo histórico de energía activa ....46
Figura 44. Consumo histórico de energía reactiva ....47
Figura 45. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada ....48
Figura 46. Consumo histórico de energía activa ....49
Figura 47. Consumo histórico de energía reactiva ....50
Figura 48. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada ....51
Figura 49. Consumo histórico de energía activa ....52
Figura 50. Consumo histórico de energía reactiva ....53
Figura 51. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada ....54
Figura 52. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **con ferias** ....55
Figura 53. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **con ferias** ....56
Figura 54. Porcentaje de participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **con ferias** ....57
Figura 55. Diagrama de Pareto – consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **con ferias** ....57
Figura 56. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **sin ferias** ....58
Figura 57. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **sin ferias** ....59
Figura 58. Porcentaje de participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **sin ferias** ....60
Figura 59. Diagrama de Pareto – consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **sin ferias** 60
Figura 60. Costo de factura histórico ....61
Figura 61. Gráfico circular de costos de facturación ....61
Figura 62. Costo unitario por kWh de energía ....62
Figura 63. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público ....64
Figura 64. Costo total de energía activa ....66
Figura 65. Costo de factura histórico ....66
Figura 66. Gráfico circular de costos de facturación ....67
Figura 67. Costo unitario por kWh de energía ....67
Figura 68. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público ....69
Figura 69. Costo total de energía activa ....71
Figura 70. Costo de factura histórico ....72
Figura 71. Gráfico circular de costos de facturación ....72
Figura 72. Costo unitario por kWh de energía ....73
Figura 73. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público ....75

Figura 74. Costo total de energía activa ....77
Figura 75. Costo de factura histórico....77
Figura 76. Gráfico circular de costos de facturación ....78
Figura 77. Costo unitario por kWh de energía ....78
Figura 78. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público ....80
Figura 79. Costo total de energía activa ....82
Figura 80. Línea Base Energética (LBEn) del Coliseo de ferias ....85
Figura 81. Consumo de energía eléctrica mensual del Coliseo de ferias ....87
Figura 82. Consumo de energía eléctrica mensual del Coliseo de ferias ....88

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general del Coliseo de Ferias ..... 11
Tabla 2. Información de actividades del Coliseo de Ferias ..... 11
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación ..... 12
Tabla 4. Áreas construidas del Coliseo de ferias ..... 17
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del Coliseo de ferias ..... 25
Tabla 6. Inventario de iluminación del Coliseo de ferias ..... 26
Tabla 7. Inventario de ventilación del Coliseo de ferias ..... 27
Tabla 8. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad ..... 29
Tabla 9. Mediciones de iluminancia ..... 31
Tabla 10. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia NIC: 4551769 ..... 38
Tabla 11. Especificaciones de medición con datalogger NIC: 4551769 ..... 38
Tabla 12. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura NIC: 4551769 ..... 39
Tabla 13. Registro de consumo histórico de energía activa ..... 42
Tabla 14. Registro de consumo histórico de energía reactiva ..... 43
Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada ..... 44
Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía activa ..... 45
Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva ..... 46
Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada ..... 47
Tabla 19. Registro de consumo histórico de energía activa ..... 48
Tabla 20. Registro de consumo histórico de energía reactiva ..... 49
Tabla 21. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada ..... 50
Tabla 22. Registro de consumo histórico de energía activa ..... 51
Tabla 23. Registro de consumo histórico de energía reactiva ..... 52
Tabla 24. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada ..... 53
Tabla 25. Participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **con ferias** ..... 55
Tabla 26. Participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **con ferias** ..... 56
Tabla 27. Participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **sin ferias** ..... 58
Tabla 28. Participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **sin ferias** ..... 59
Tabla 29. Costo unitario por kWh de energía activa ..... 62
Tabla 30. Costo unitario por kWh de energía reactiva ..... 63
Tabla 31. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público ..... 63
Tabla 32. Costo facturado por energía activa ..... 64
Tabla 33. Costo facturado por energía reactiva ..... 65
Tabla 34. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público ..... 65
Tabla 35. Costo unitario por kWh de energía activa ..... 68
Tabla 36. Costo unitario por kWh de energía reactiva ..... 68
Tabla 37. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público ..... 69

Tabla 38. Costo facturado por energía activa....70
Tabla 39. Costo facturado por energía reactiva....70
Tabla 40. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público....71
Tabla 41. Costo unitario por kWh de energía activa....73
Tabla 42. Costo unitario por kWh de energía reactiva....74
Tabla 43. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público....74
Tabla 44. Costo facturado por energía activa....75
Tabla 45. Costo facturado por energía reactiva....76
Tabla 46. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público....76
Tabla 47. Costo unitario por kWh de energía activa....79
Tabla 48. Costo unitario por kWh de energía reactiva....79
Tabla 49. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público....80
Tabla 50. Costo facturado por energía activa....81
Tabla 51. Costo facturado por energía reactiva....81
Tabla 52. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público....82
Tabla 53. Registros para construcción de LBEn del Coliseo de ferias....84
Tabla 54. Reporte UPME para potencial de ahorro energético....86

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en el Ítem 12, correspondiente al Coliseo de Ferias en Montería, Córdoba. El estudio se desarrolló en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que establece la obligatoriedad de ejecutar auditorías energéticas en entidades públicas y fijar metas de ahorro energético del 15% para el año 2026.

La auditoría incluyó una evaluación integral de las condiciones arquitectónicas y de operación, una inspección detallada de las instalaciones eléctricas, mediciones in situ de variables como temperatura, humedad, iluminancia y parámetros eléctricos, análisis histórico de consumo y facturación, caracterización de usos finales de energía, establecimiento de una línea base energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME, y cálculo de indicadores de desempeño energético.

Se determinó que el principal uso de energía corresponde a la iluminación y aire acondicionado, concentrando más del 75% del consumo durante eventos. Se identificaron múltiples deficiencias que incumplen el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), tales como tuberías no empotradas, ausencia de sistema de puesta a tierra, tableros sin tapas y luminarias en mal estado, lo que representa riesgos de seguridad y pérdidas energéticas. Además, los niveles de iluminancia medidos en áreas administrativas están por debajo del mínimo reglamentario establecido por el RETILAP.

El análisis de la Línea Base Energética permitió estimar un potencial de ahorro energético significativo, con oportunidades de reducción que en algunos meses superan el 50%. El informe constituye la base técnica para priorizar intervenciones que mejoren la eficiencia energética, corrijan las no conformidades normativas y contribuyan al cumplimiento de los objetivos legales de ahorro energético.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como a entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

# 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 12 corresponde al Coliseo de Ferias. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general del Coliseo de Ferias

| | |
|---|---|
|  |  |
| **Nombre de la institución** | Coliseo De Ferias |
| **Dirección** | Cl 2 Cr3 - 1000 Dup 1, Dup 2, Local 1 |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8.699809° Longitud: -75.820117° |
| **Antigüedad [años]** | 30 |
| **Tipo de tenencia** | Comodato |
| **Limitaciones patrimoniales** | No |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades del Coliseo de Ferias

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Feria ganadera, eventos sociales y Culturales |
| **Días de operación** | Lunes a domingo |
| **Horarios de operación** | 00:00 am a 12:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | 4 |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con cuatro (4) bloques, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Bloque de oficinas (ver encerramiento en verde Figura 1)
2. Bloque VIP (ver encerramiento en azul claro Figura 2)
3. Bloque de plaza de eventos y espacio para animales (ver encerramiento en naranja en Figura 3)
4. Embarcaderos o corrales para animales (ver encerramiento en azul oscuro en Figura 4)

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación



| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Oeste (VIP)<br>Norte (oficinas) |
| **Número de edificios o bloques** | 4 |
| **Número de pisos** | 1 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,4 |
| **Área construida aproximada [m²]** | 3.161 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 45° (VIP)<br>0° (oficinas) |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: blanco |
| | Estado de las paredes: regulares |

| | |
|---|---|
| | Tipo de aislamiento: árboles alrededor |
| **Ventanas** | Material del marco: metal |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: regular |
| **Techo** | Material: fibrocimento |
| | Color: gris |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Bloques de oficinas



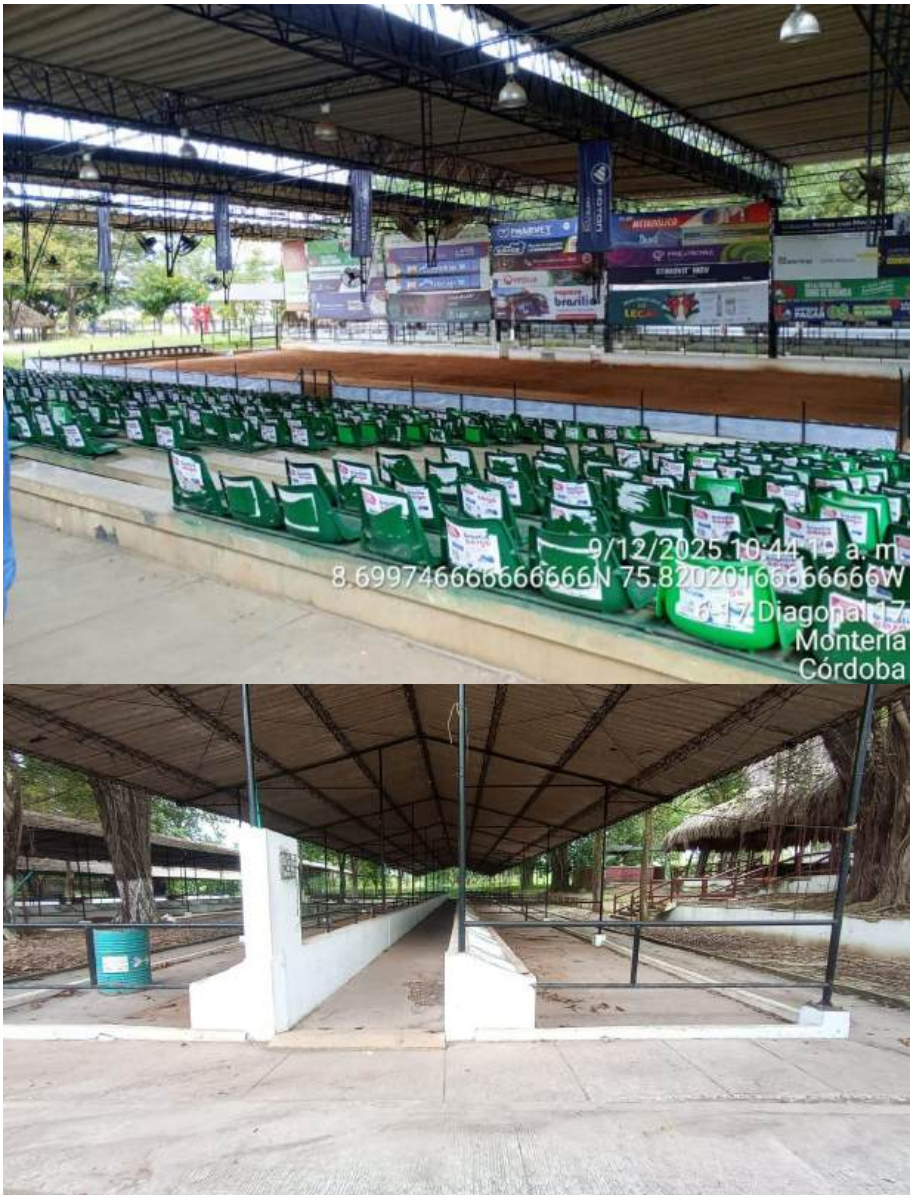
Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Bloque VIP



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Bloque de plaza de eventos y espacio para animales




Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Embarcaderos o corrales para animales



Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que, la edificación muestra un alto grado de abandono, con material obsoleto y no acorde a las instalaciones, como bloques de madera u otros elementos que se asemejan a residuos. Además, presenta deterioro arquitectónico en pared, así como una carencia general de manteamientos como lo son las llave de agua y las chapas de las puertas. Este último es crítico, dado que esto ha generado el hurto de equipos de aire acondicionado.

Figura 5. Deterioro arquitectónico de la edificación




Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Material obsoleto en la edificación



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Llaves de agua y chapas en mal estado



Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Áreas útiles

El área útil del terreno del Coliseo de Ferias es de aproximadamente 3.161 $m^2$ (ver Figura 8). Esta dimensión fue obtenida mediante cálculos aproximados, ya que el Coliseo de ferias no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Existen otros espacios distribuidos a los largo del lote donde se encuentran equipos de iluminación como los corrales, pesebreras para animales y doble propósito. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 8. Longitudes para cálculo de área del terreno




Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas construidas del Coliseo de ferias

| Área | Área total [$m^2$] | Fuente |
|---|---|---|
| Bloque oficinas | 270 | Estimación |
| Bloque VIP | 1.121 | Estimación |
| Establos | 1.340 | Estimación |
| Bodegas | 430 | Estimación |

Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

El Coliseo de ferias se conecta al sistema de distribución de Afinia mediante cuatro acometidas aéreas con estructura tipo semibandera (ver Figura 9) distribuidas en el lote, cada acometida cuenta con un transformador independiente del operador de red. Adicionalmente, tres de las estructuras cuentan con una gabinete con el totalizador de sus cargas. La excepción se encuentra en la cuenta NIC: 4551769 correspondiente al bloque VIP, para el cual se cuenta con un tablero eléctrico en el interior de la edificación (ver Figura 13).

Figura 9. Estructura de NIC: 4551768 - Medidor: 062041143 para bloque VIP



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Estructura de NIC: 4551769 - Medidor: 063130513 para bloque plaza de



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Estructura de NIC: 5875556 - Medidor: 36098771para plaza de eventos y establos



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Estructura de NIC: 7963048 - Medidor: 84016543 para corrales




Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Tablero principal de la NIC: 4551769




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el gabinete principal de la cuenta NIC: 7963048 se encuentra desactivado, presenta disparada la protección termomagnética. Asimismo, es hogar de varios animales, tiene un panel de avispas en la parte inferior exterior, mientras que en su interior se encontraron lagartijas y ratas. Se recomienda revisar y corregir, para prevenir posibles plagas.

Figura 14. Gabinete principal de la NIC: 7963048



Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones del Coliseo de ferias, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

*Tubería plástica sin empotrar*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min [...]" (Título 17. Requisitos de instalación de los principales productos / utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios / literal f)

**Implicación:** Se evidenció tubería plástica sin empotrar en el kiosko y en el cuarto técnico del grupo electrógeno. Esta tubería no garantiza la resistencia al fuego ni protección mecánica adecuada, lo que representa un riesgo de deterioro del aislamiento y propagación de incendio.

Figura 15. Tubería PVC sin empotrar




Fuente: Elaboración propia

*Deficiencias en fijación de rosetas*

**Requisito normativo (RETIE):**

"No se deben retirar tapas de entrada de ductos no utilizadas, ni se deben hacer perforaciones adicionales."

"Las aberturas no utilizadas de las cajas deben estar cerradas para que ofrezcan una protección similar a la pared del equipo."

(Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 3.17.5 – Cajas y conduletas / literal b y f)

**Implicación:** Se luminarias sueltas de la caja de paso. Estas condiciones comprometen la seguridad mecánica y eléctrica de los puntos de alumbrado, generando riesgo de contacto con partes energizadas, caída de componentes y posibles fallas eléctricas.

Figura 16. Roseta deficiente



Fuente: Elaboración propia

*Ausencia de tapa en tablero eléctrico*

**Requisito normativo (RETIE):** "Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas, que permita el acceso para el operario, sólo en condiciones de seguridad, mediante enclavamientos mecánicos en los aparatos de maniobra como cerraduras o candados." (Título 2. Objeto y campo de aplicación / 2.3.31.4. Requisitos para celdas de media tensión / literal d)

**Implicación:** Se evidenció un tablero sin tapa. Esta condición representa un riesgo de contacto directo con partes activas, lo que puede ocasionar descargas eléctricas al personal o usuarios que transiten cerca del tablero. Además, la exposición prolongada puede facilitar la acumulación de polvo y humedad en el interior del tablero, afectando su funcionamiento y reduciendo la vida útil de los componentes eléctricos.

Figura 17. Tablero de  sin tapa




Fuente: Elaboración propia

*Tomacorrientes sin tapa o con tapa defectuosa*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Los tomacorrientes y clavijas no deben tener partes energizadas expuestas."

"Las tapas o cubiertas de los tomacorrientes, destinadas a evitar el contacto directo con partes energizadas, deben ser resistentes al impacto mínimo con IK 03, conforme a IEC 62262 o NTC-IEC 62262."

(Título 2. Requisitos generales para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 2.3.8 Clavijas y tomacorrientes / Literal b y e)

**Implicación:** Se identificaron tomacorrientes sin tapa o con tapa rota, situación que exhibe partes energizadas y no garantiza la resistencia mecánica mínima exigida. La falta de tapas o el deterioro de las mismas expone a los usuarios a riesgo de contacto accidental con componentes energizados.

Figura 18. Tomacorrientes sin tapa o tapa defectuosa



Fuente: Elaboración propia

*Ausencia del Sistema de Puesta a Tierra*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Toda instalación eléctrica que le aplique el RETIE, excepto donde se indique expresamente lo contrario, tiene que disponer de un Sistema de Puesta a Tierra – SPT" (Título 12. Sistema de puesta a tierra)

"Deben tener conexiones efectivas con el sistema de puesta a tierra." (Título 1. Objeto y campo de aplicación/ 2.3.31.4. Requisitos para celdas de media tensión /2.3.31.4.1. Requisitos de Producto/literal f)

**Implicación:** Se evidenció la ausencia de sistema de puesta tierra en las redes de distribución. La posible ausencia o deficiencia del sistema de puesta a tierra compromete gravemente la

seguridad de la instalación, al impedir el desvío seguro de corrientes de falla hacia tierra. Esto incrementa el riesgo de choques eléctricos, fallas en los dispositivos de protección y acumulación de tensiones peligrosas en partes metálicas expuestas. Como consecuencia, se pone en riesgo la vida humana y la instalación.

Figura 19. Ausencia del Sistema de Puesta a Tierra



Fuente: Elaboración propia

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1). Cabe mencionar que algunos de los equipos del inventario no se encuentran disponibles actualmente en las instalaciones, pero se incluyen dado que se requiere conocer todo los equipos en el análisis de consumos de uso final de la Sección 5.2. Estos corresponden a equipos que se intalan unicamente durante temporadas de eventos.

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 20).

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del Coliseo de ferias

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Minisplit | 12.000 | 1.082 | 1 |
| Minisplit | 24.000 | 25.533 | 2 |
| Minisplit montado | | 7.200 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Equipos de aire acondicionado en el Coliseo de ferias



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 21).

Tabla 6. Inventario de iluminación del Coliseo de ferias

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Bombillo led | 84 | 96 |
| Led cuadrada 20x20 cm | 36 | 4 |
| Led redonda | 87 | 23 |
| Luminaria led | 80 | 22 |
| Luminaria poste | 500 | 4 |
| Reflector | 800 | 66 |
| Reflectores montados | 100 | 10 |
| Tubo led | 48 | 49 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Equipos de iluminación del Coliseo de ferias



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de ventilación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 22).

Tabla 7. Inventario de ventilación del Coliseo de ferias

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Ventilador de pie | 45 | 1 |
| Ventilador de techo | 120 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Equipos de ventilación del Coliseo de ferias




Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se evidenciaron equipos fuera de servicio o en mal estado (ver Figura 23):

- **Reflectores exteriores**: Las fotoceldas de varios reflectores de encuentran en mal funcionamiento, lo que mantiene algunos reflectores encendidos durante todo el tiempo.
- **Luminarias**: Algunas luminarias se encuentran dañadas en diversos escenarios como la plaza de ventos, las oficinas y el pasillo principal del bloque VIP. Asimismo, algunas de estas se encuentran cubiertas de paneles de avispas.
- **Aires acondicionados**

Figura 23. Equipos fuera de servicio



Fuente: Elaboración propia

# 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los

niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables en la cocina, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 24). Donde se registraron tres mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 8.

Figura 24. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663




Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 9:53 am | 31 | 86% |
| 2 | 9:47 am | 29 | 85% |
| 3 | 10:29 am | 28 | 86% |

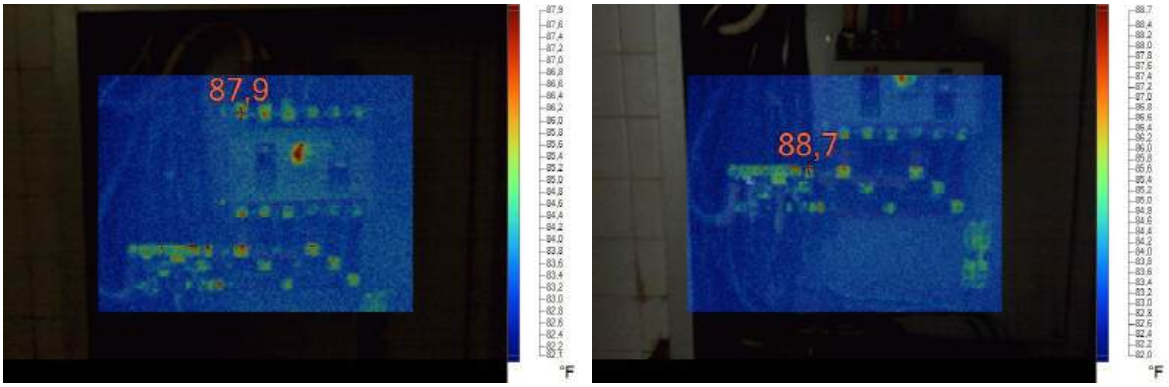
Fuente: Elaboración propia

## 4.1 Cámara termográfica

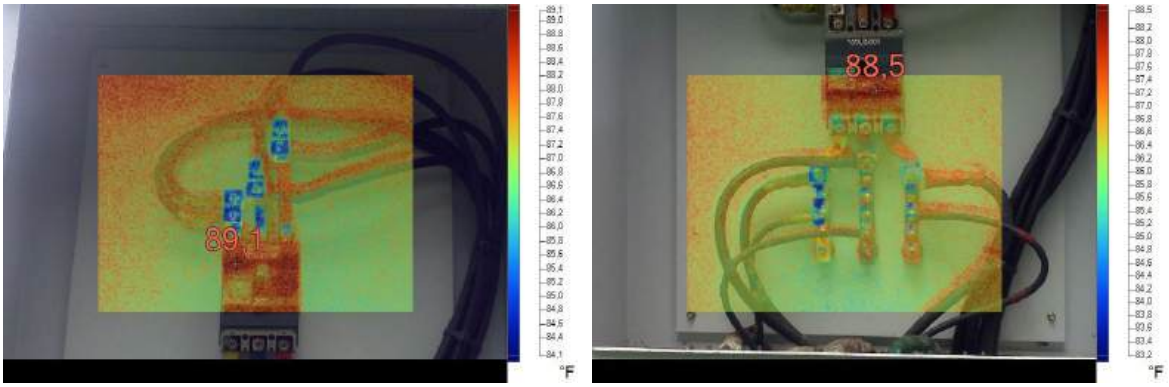
Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en los tablero eléctricos principales, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 25. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 29 °C (según la Tabla 8**),** se obtiene un diferencial máximo de 2,5°C, correspondiente a la Figura 25 (NIC: 4551768) 31,5°C (88,7 °F), 2,7°C (NIC: 4551769) con 31,7°C (89,1°F), 13°C (NIC: 5875556) con 42,1°C (107,8°F), 8,8°C (NIC: 7963048) con 37,8°C (100,1°F).

Por lo tanto, el diferencial más alto entre componentes del tablero y el ambiente (11 °C a 20 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “probable deficiencia”. Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar revisión en el siguiente mantenimiento preventivo.

Figura 25. Temperatura (°F) de tableros eléctricos principales



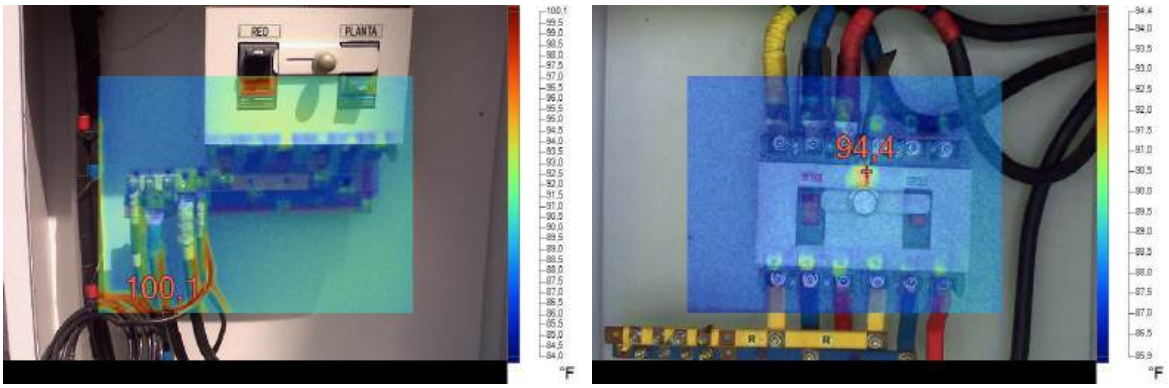

NIC: 4551768




NIC: 4551769




NIC: 5875556




NIC: 7963048

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones del Coliseo de ferias, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios que, de manera visual, presentaban niveles bajos de iluminación. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 9.

Tabla 9. Mediciones de iluminancia

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Oficina principal | 6 | 329 | 500 | No cumple |
| Recepción | 5 | 191 | 500 | No cumple |
| Dirección técnica | 3 | 238 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Figura 26. Luxómetro digital MPT1014




Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Mediciones eléctricas

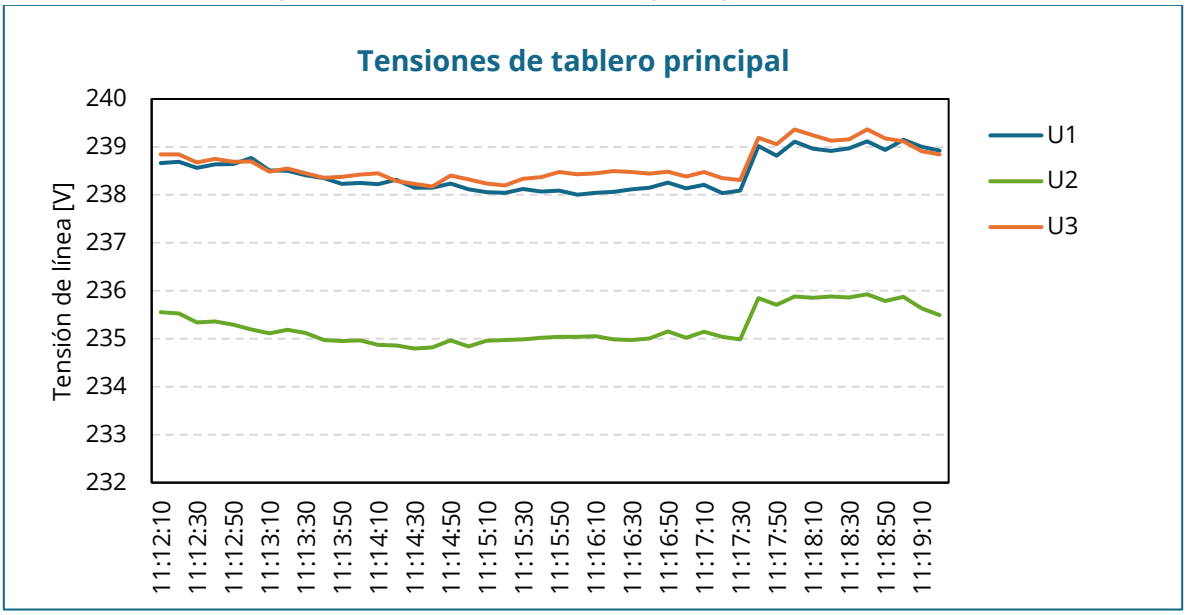
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883. Con base en la información proporcionada por los empleados del Coliseo, durante la temporada sin ferias (fechas durante la visita de campo) el consumo de concentra en la NIC 4551769, por ello se tomaron las mediciones para construcción de curva de carga en este único tablero. De este punto se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 27. Instalación de equipo Metrel MI 2883



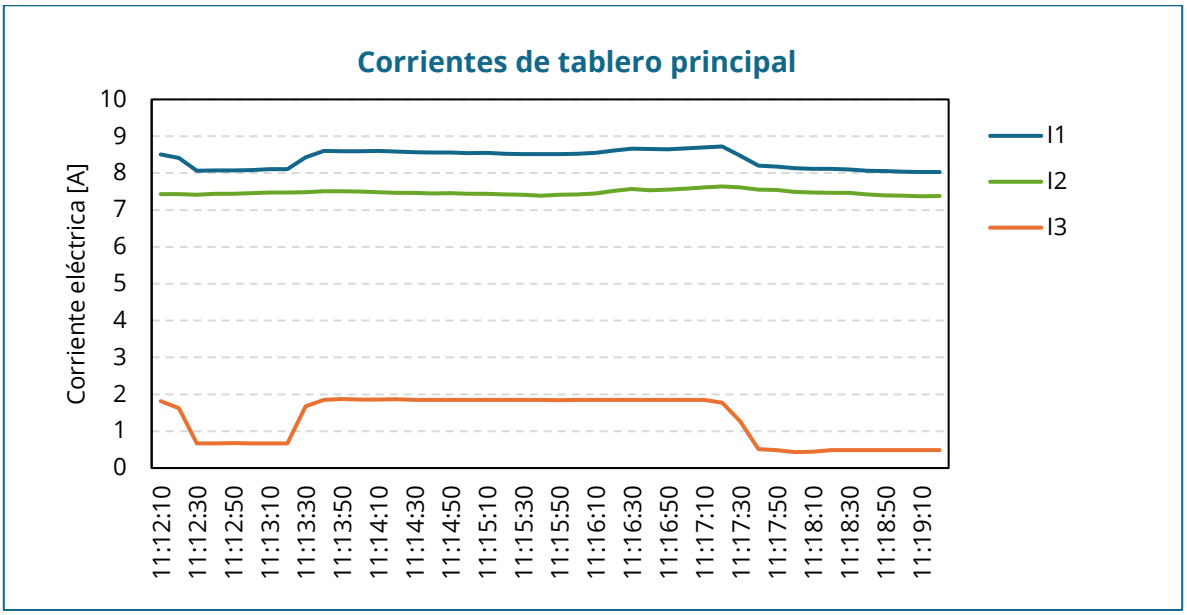

Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Tensiones de tablero principal NIC: 4551769



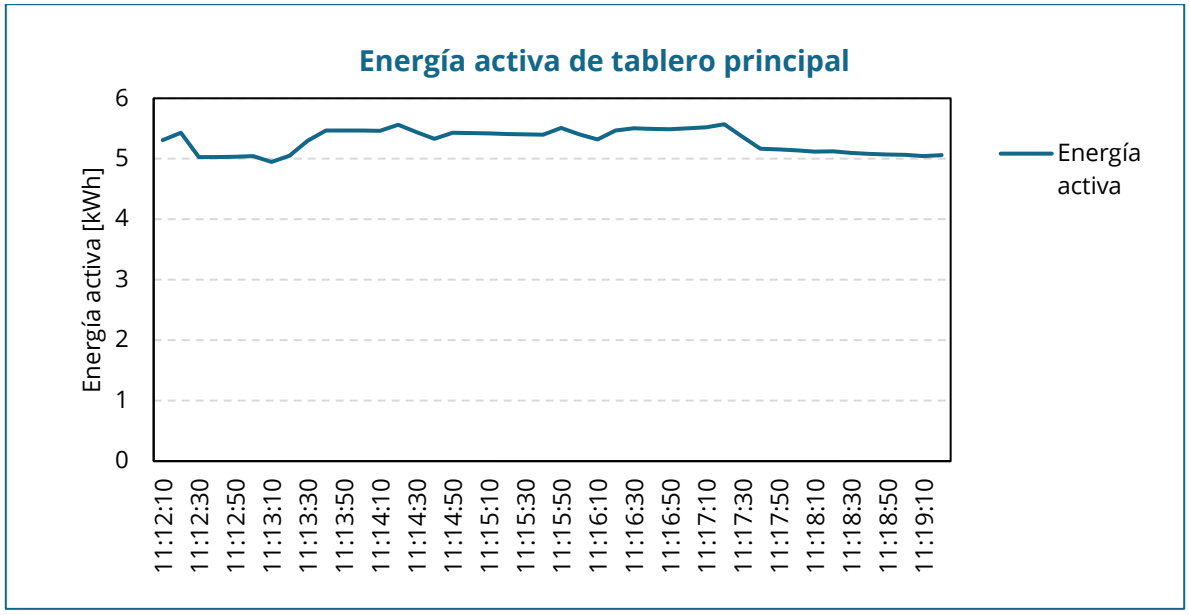

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Corrientes de tablero principal NIC: 4551769



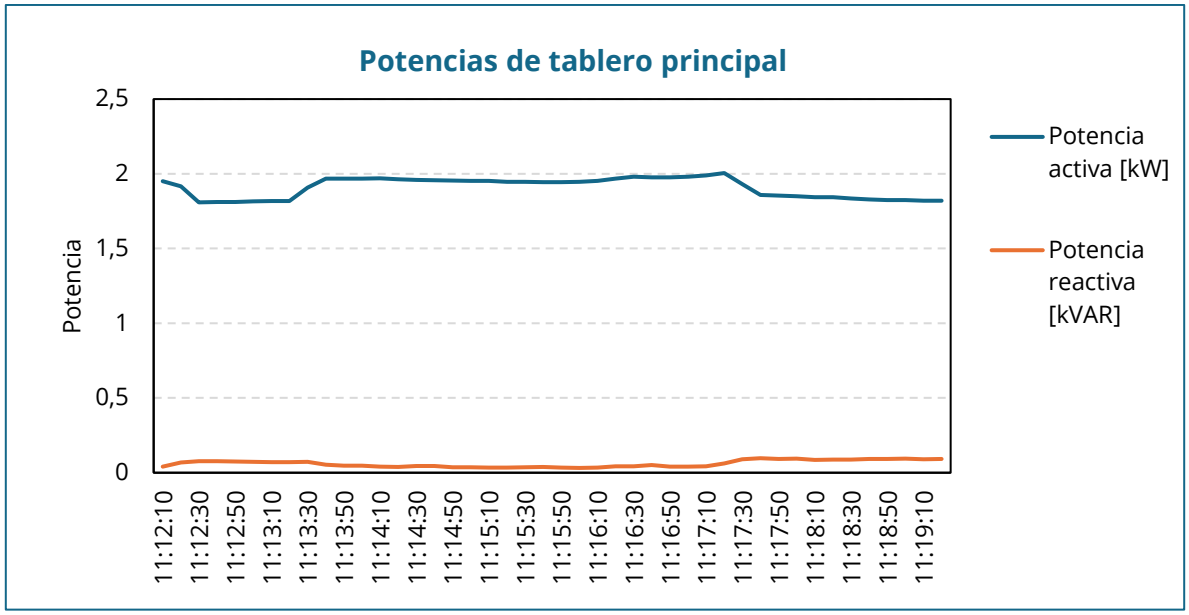

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Energía activa de tablero principal NIC: 4551769



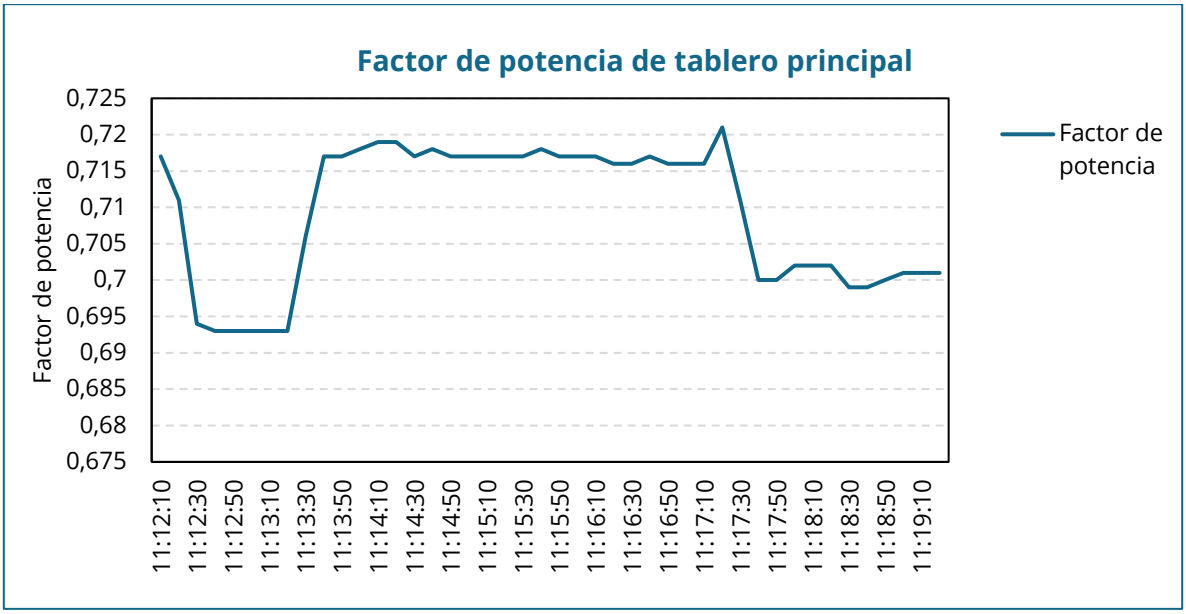

Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Potencias de tablero principal NIC: 4551769




Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Factor de potencia de tablero principal NIC: 4551769



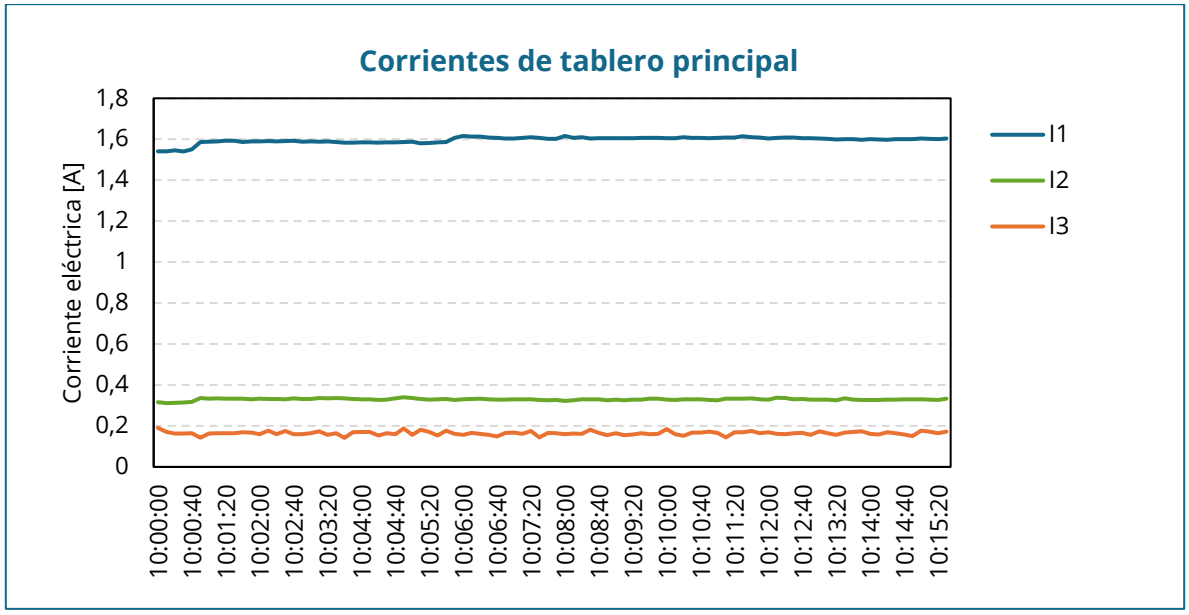

Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia que los niveles de tensión registrados en la NIC: 4551769 (Figura 28) superan los límites establecidos por la normativa colombiana (187 V - 228 V), lo que puede afectar la operación adecuada de los equipos conectados. Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

Además, se evidencia en la Figura 32 que el factor de potencia se encuentra por debajo de los límites establecidos por la normativa colombiana (0,9 – 1). Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

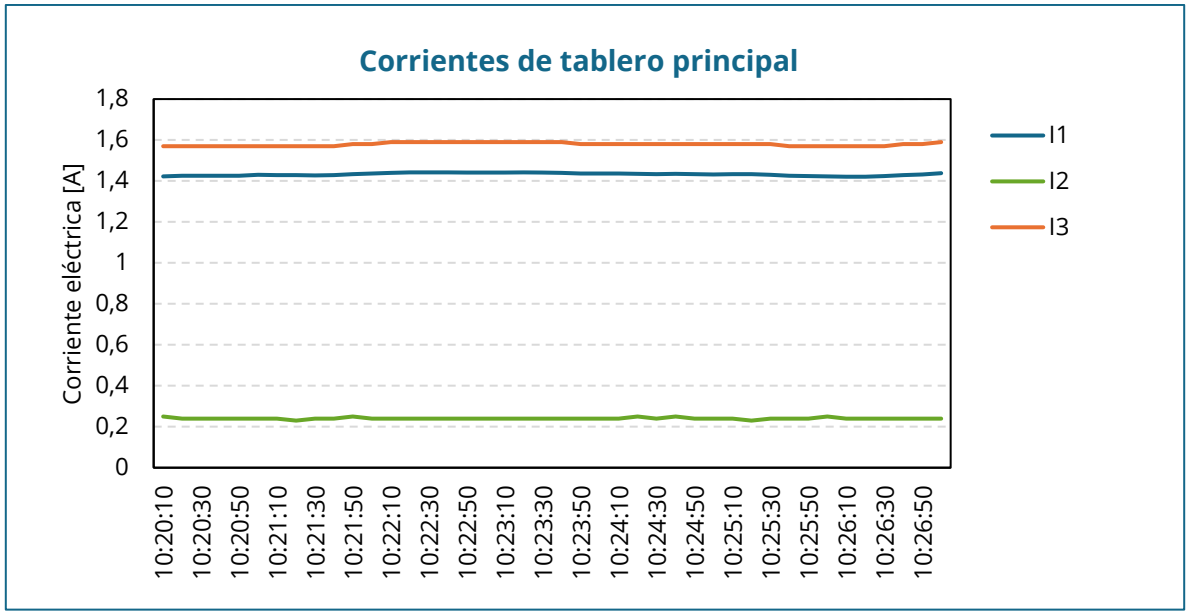
Adicionalmente a las mediciones anteriores, se desactivaron todas las cargas de tres cuentas asociadas al Coliseo de Ferias y se tomaron mediciones con el analizador de red. A continuación se presentan los hallazgos de la corriente:

Figura 33. Corrientes de tablero principal NIC: 4551768 sin cargas



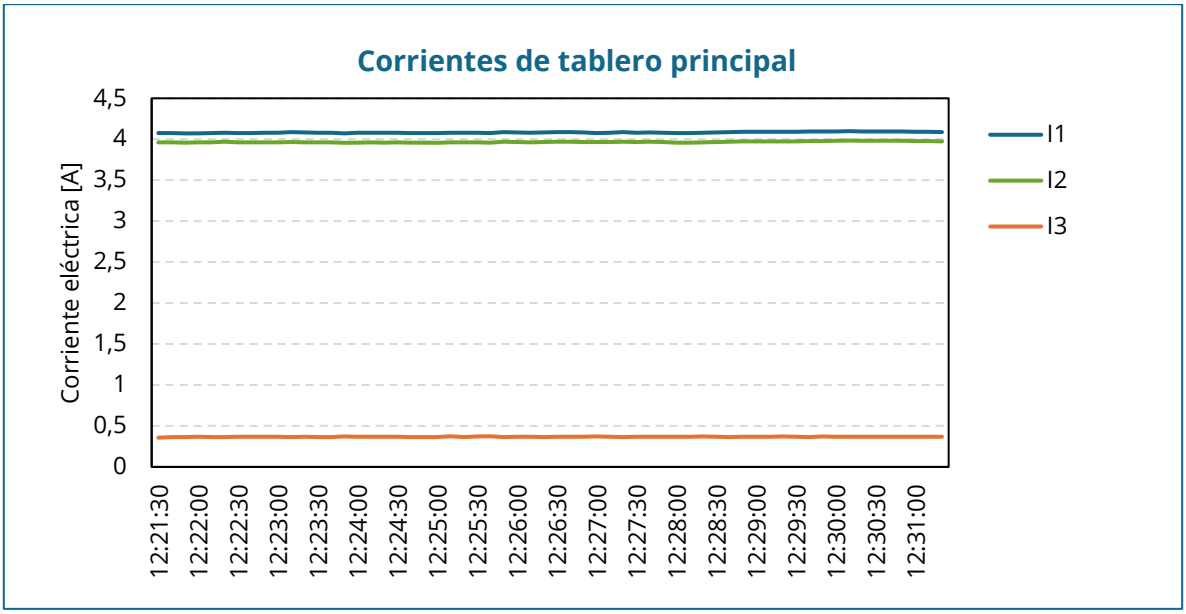

Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Corrientes de tablero principal NIC: 4551769 sin cargas




Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Corrientes de tablero principal NIC: 5875556 sin cargas




Fuente: Elaboración propia

En las tres cuentas de energía se pueden observar corrientes no nulas (1,6 A y 4 A). Si bien estos consumos pueden atribuirse a algunos reflectores con la fotocelda dañada, lo que provoca una operación continua, se recomienda corregir dichos reflectores y realizar un estudio de fugas de energía.

Cabe mencionar que la única cuenta a la que no se le realizó este proceso fue a NIC: 7963048. Esto se debe a que, en el momento de tomar las mediciones, el personal de campo detectó que la protección del tablero se encuentra dañada y disparada, lo que registra mediciones nulas. Sin embargo, al revisar el cableado de la red, se pueden observar cargas de iluminación asociadas al medidor que están aguas arriba del tablero. Se sugiere reubicar estas cargas y realizar mantenimiento correctivo.

## 4.4 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa del Coliseo de ferias NIC: 4551769. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.3). En la Tabla 10 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 10. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia NIC: 4551769

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U1 | 238,45 | 0,16% |
| U2 | 235,25 | 0,15% |
| U3 | 238,62 | 0,14% |
| Factor de potencia | 0,709 | 1,35% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 11.

Figura 36. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas NIC: 4551769



Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Especificaciones de medición con datalogger NIC: 4551769

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 09 de diciembre de 2025 |
| **Feche final** | 10 de diciembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,18 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

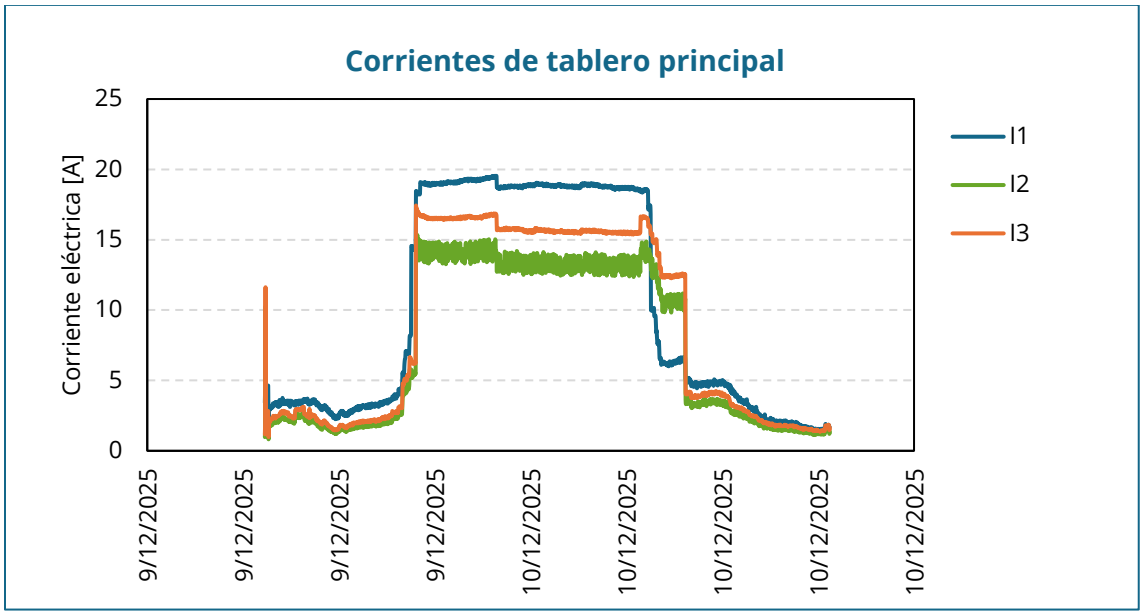
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 37 y la Figura 38. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 12.

Tabla 12. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura NIC: 4551769

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 73 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 1.849 |
| **Energía facturada [kWh]** | 1.760 |
| **Diferencia relativa [%]** | 5,1% |

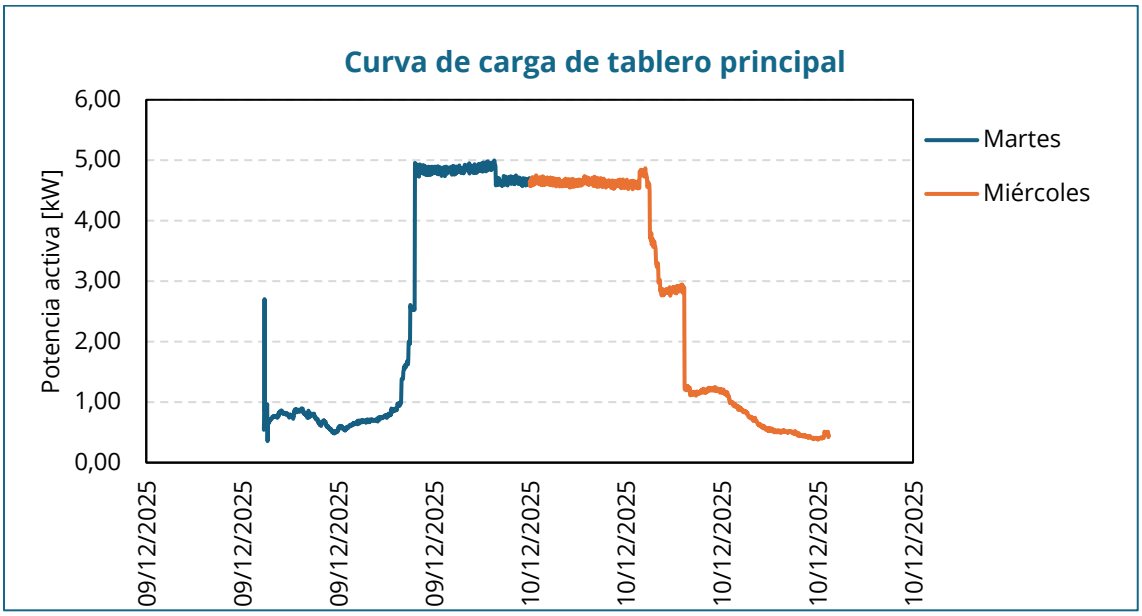
Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Corrientes de tablero principal NIC: 4551769




Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Curva de carga de tablero principal NIC: 4551769




Fuente: Elaboración propia

Si bien, la diferencia entre el valor facturado e interpolado en la Tabla 12 fue bajo, no se puede tomar como representativo, dado que a lo largo del año se presentan otros eventos diferentes a la feria ganadera, como eventos religiosos, lo que puede provocar fluctuaciones drásticas en el consumo.

## 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 39).

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final

del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.

-**Contribución (Cargo por Uso Comercial):** De acuerdo con la (Ley 142, 1994), a las instalaciones catalogadas como "comerciales" se les aplica un recargo del 20% sobre el costo total de la energía (activa y reactiva), antes de intereses u otros recargos. En el análisis presente, este valor ya se encuentra incluido en los costos unitarios y totales. Este es el caso puntual de las cuentas NIC: 4551768 (Coliseo de Ferias – Dup 1), NIC: 4551769 (Coliseo de Ferias – Dup 2), NIC: 5875556 (Coliseo de Ferias – Local 1, Vereda Loma Grande).

Figura 39. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana:** Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Coliseo de Ferias – Dup 1- NIC: 4551768 - Medidor: 062041143*

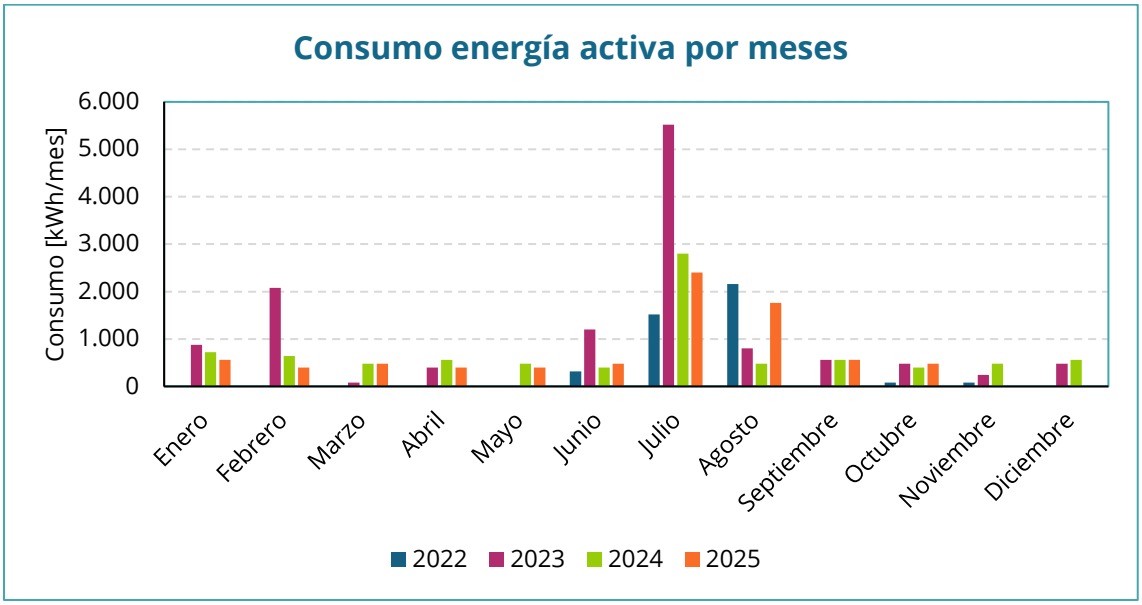
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 13, con el cual se construyó la Figura 40. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 13. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 880 | 720 | 560 |
| Febrero | Sin información | 2.080 | 640 | 400 |
| Marzo | Sin información | 80 | 480 | 480 |
| Abril | Sin información | 400 | 560 | 400 |
| Mayo | 0 | 0 | 480 | 400 |
| Junio | 320 | 1.200 | 400 | 480 |
| Julio | 1.520 | 5.520 | 2.800 | 2.400 |
| Agosto | 2.160 | 800 | 480 | 1.760 |
| Septiembre | 0 | 560 | 560 | 560 |
| Octubre | 80 | 480 | 400 | 480 |
| Noviembre | 80 | 240 | 480 | |
| Diciembre | 0 | 480 | 560 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 40. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

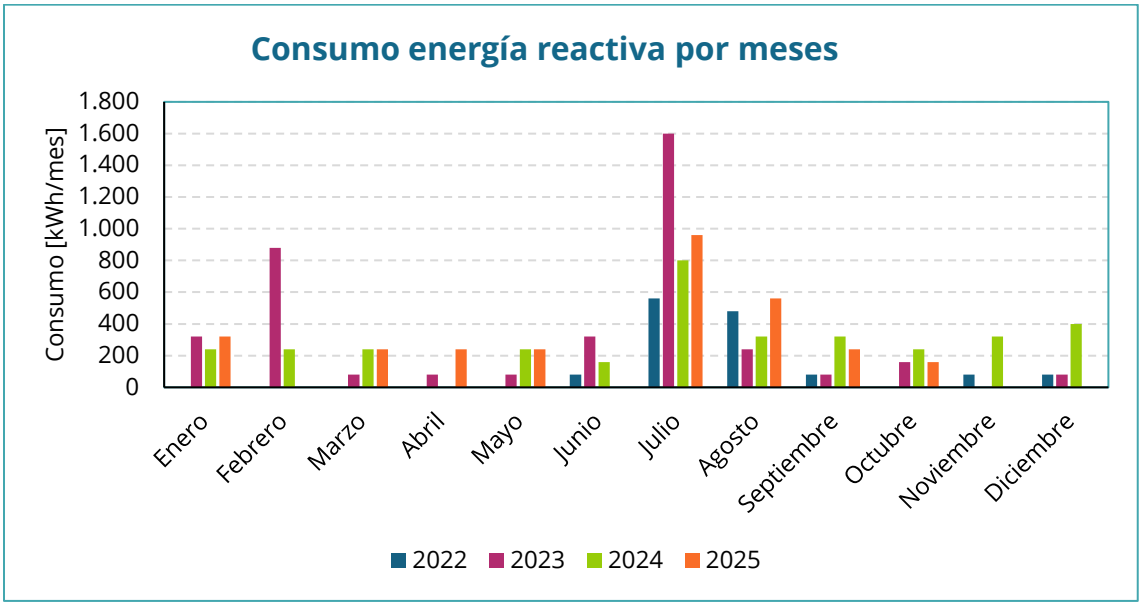
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 14, con el cual se construyó la Figura 41. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 14. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 320 | 240 | 320 |
| Febrero | Sin información | 880 | 240 | Sin información |
| Marzo | Sin información | 80 | 240 | 240 |
| Abril | Sin información | 80 | Sin información | 240 |
| Mayo | 0 | 80 | 240 | 240 |
| Junio | 80 | 320 | 160 | 0 |
| Julio | 560 | 1.600 | 800 | 960 |
| Agosto | 480 | 240 | 320 | 560 |
| Septiembre | 80 | 80 | 320 | 240 |
| Octubre | Sin información | 160 | 240 | 160 |
| Noviembre | 80 | 0 | 320 | |
| Diciembre | 80 | 80 | 400 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 41. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

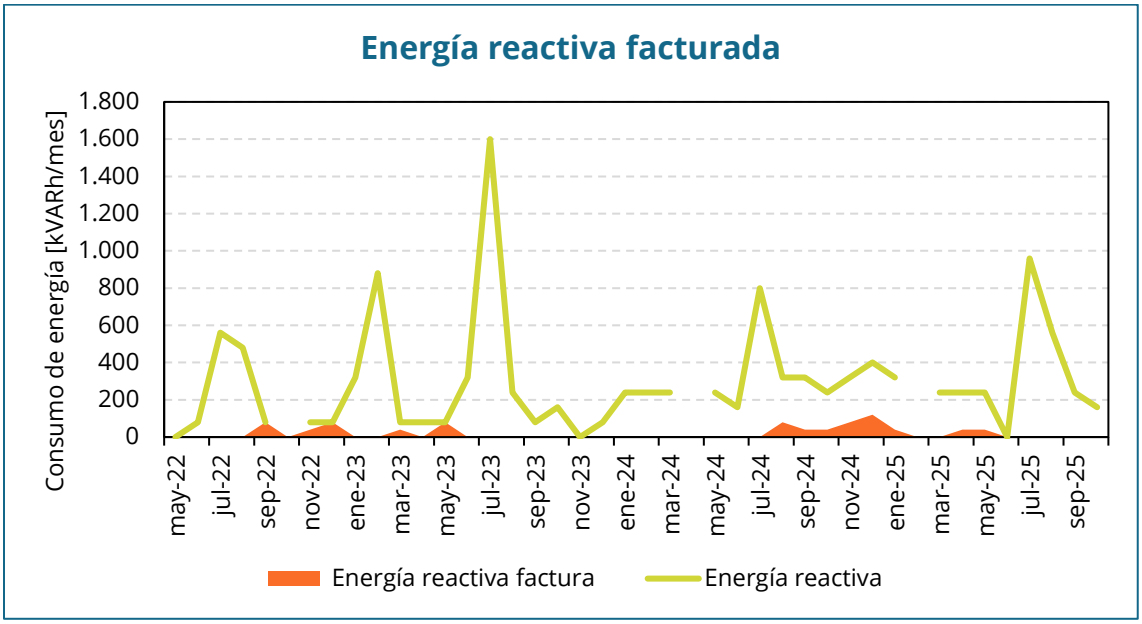
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 15, con el cual se construyó la Figura 42. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 40 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Marzo | Sin información | 40 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 40 |
| Mayo | 0 | 80 | 0 | 40 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 80 | 0 |
| Septiembre | 80 | 0 | 40 | 0 |
| Octubre | Sin información | 0 | 40 | 0 |
| Noviembre | 40 | 0 | 80 | |
| Diciembre | 80 | 0 | 120 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 42. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

*Coliseo de Ferias – Dup 2 - NIC: 4551769 - Medidor: 063130513*

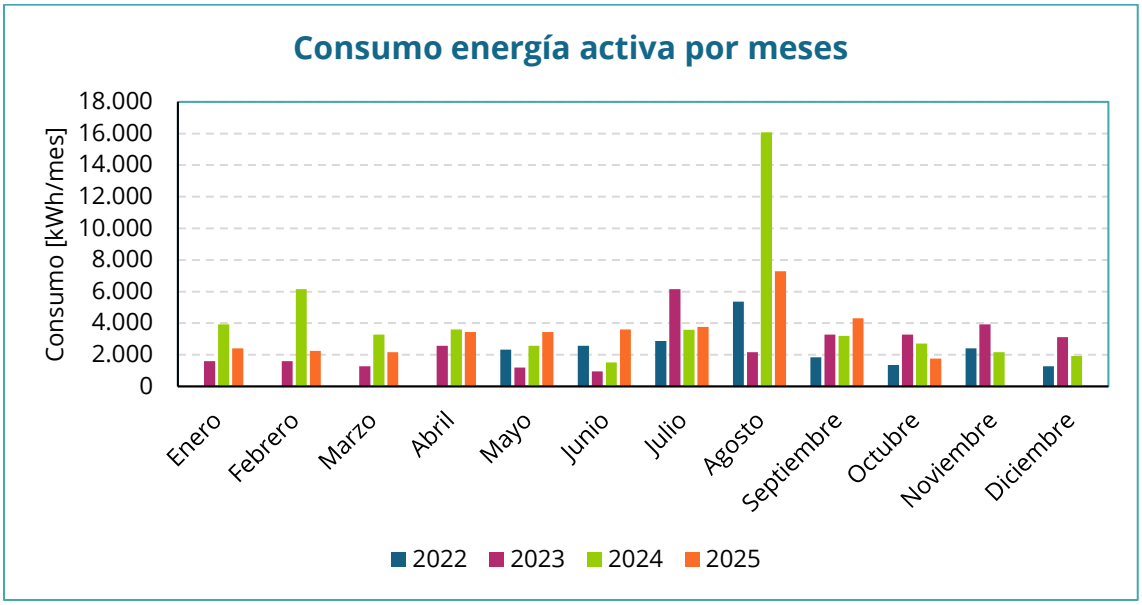
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 16, con el cual se construyó la Figura 43. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.600 | 3.920 | 2.400 |
| Febrero | Sin información | 1.600 | 6.160 | 2.240 |
| Marzo | Sin información | 1.280 | 3.280 | 2.160 |
| Abril | Sin información | 2.560 | 3.600 | 3.440 |
| Mayo | 2.320 | 1.200 | 2.560 | 3.440 |
| Junio | 2.560 | 960 | 1.520 | 3.600 |
| Julio | 2.880 | 6.160 | 3.584 | 3.760 |
| Agosto | 5.360 | 2.160 | 16.080 | 7.280 |
| Septiembre | 1.840 | 3.280 | 3.200 | 4.320 |
| Octubre | 1.360 | 3.280 | 2.720 | 1.760 |
| Noviembre | 2.400 | 3.920 | 2.160 | |
| Diciembre | 1.280 | 3.120 | 1.920 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 43. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

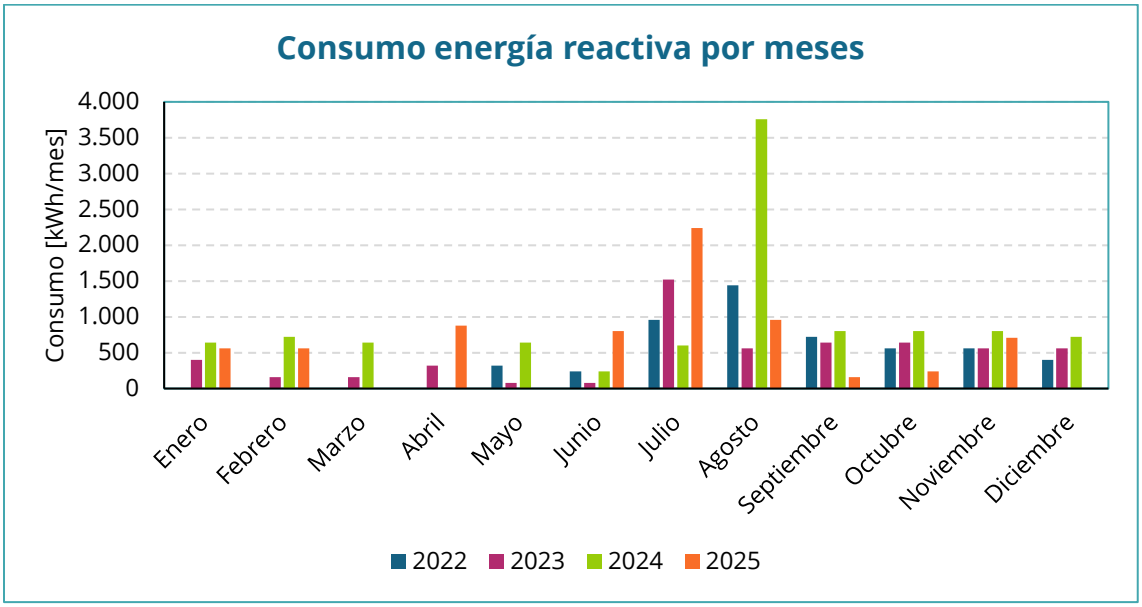
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 17, con el cual se construyó la Figura 44. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 400 | 640 | 560 |
| Febrero | Sin información | 160 | 720 | 560 |
| Marzo | Sin información | 160 | 640 | Sin información |
| Abril | Sin información | 320 | Sin información | 880 |
| Mayo | 320 | 80 | 640 | Sin información |
| Junio | 240 | 80 | 240 | 800 |
| Julio | 960 | 1.520 | 600 | 2.240 |
| Agosto | 1.440 | 560 | 3.760 | 960 |
| Septiembre | 720 | 640 | 800 | 160 |
| Octubre | 560 | 640 | 800 | 240 |
| Noviembre | 560 | 560 | 800 | |
| Diciembre | 400 | 560 | 720 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 44. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

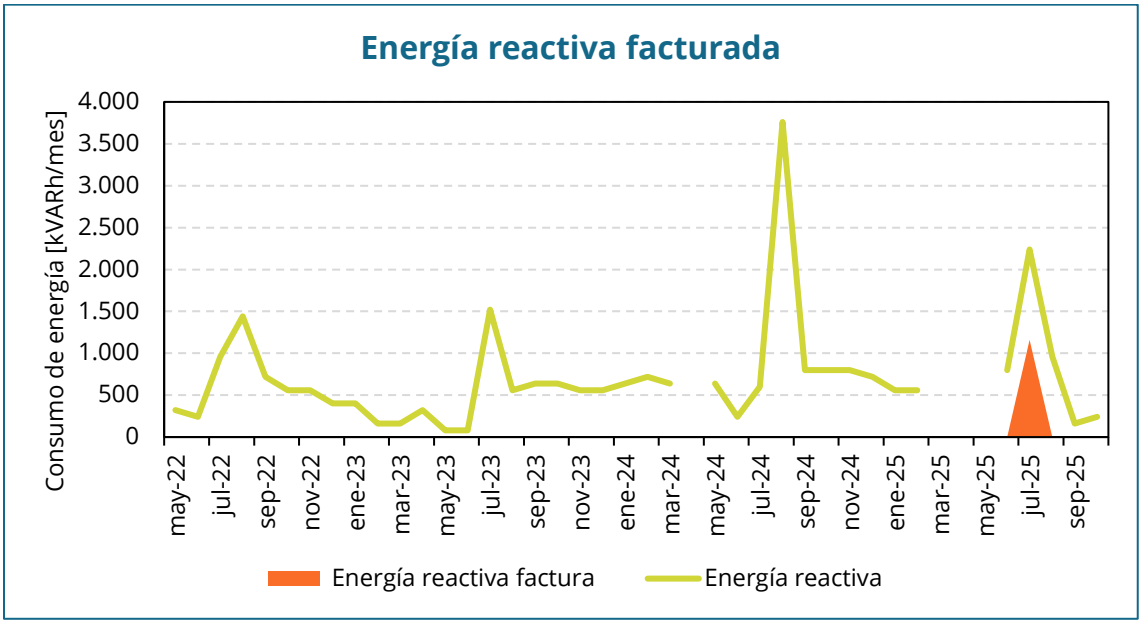
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 18, con el cual se construyó la Figura 45. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 1,160 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 45. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

*Coliseo de Ferias – Local 1, Vereda Loma Grande - NIC: 5875556 - Medidor: 36098771*

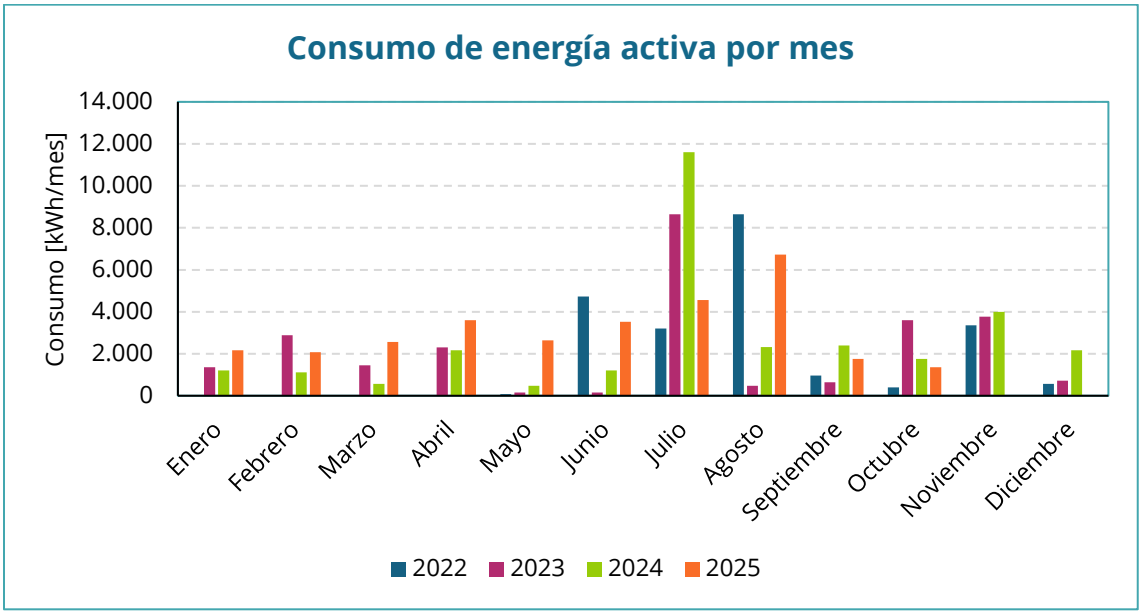
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 19, con el cual se construyó la Figura 46. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 19. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.360 | 1.200 | 2.160 |
| Febrero | Sin información | 2.880 | 1.120 | 2.080 |
| Marzo | Sin información | 1.457 | 560 | 2.560 |
| Abril | Sin información | 2.303 | 2.160 | 3.600 |
| Mayo | 80 | 160 | 480 | 2.640 |
| Junio | 4.720 | 160 | 1.200 | 3.520 |
| Julio | 3.200 | 8.640 | 11.600 | 4.560 |
| Agosto | 8.640 | 480 | 2.320 | 6.720 |
| Septiembre | 960 | 640 | 2.400 | 1.760 |
| Octubre | 400 | 3.600 | 1.760 | 1.360 |
| Noviembre | 3.360 | 3.760 | 4.000 | |
| Diciembre | 560 | 720 | 2.160 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 46. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

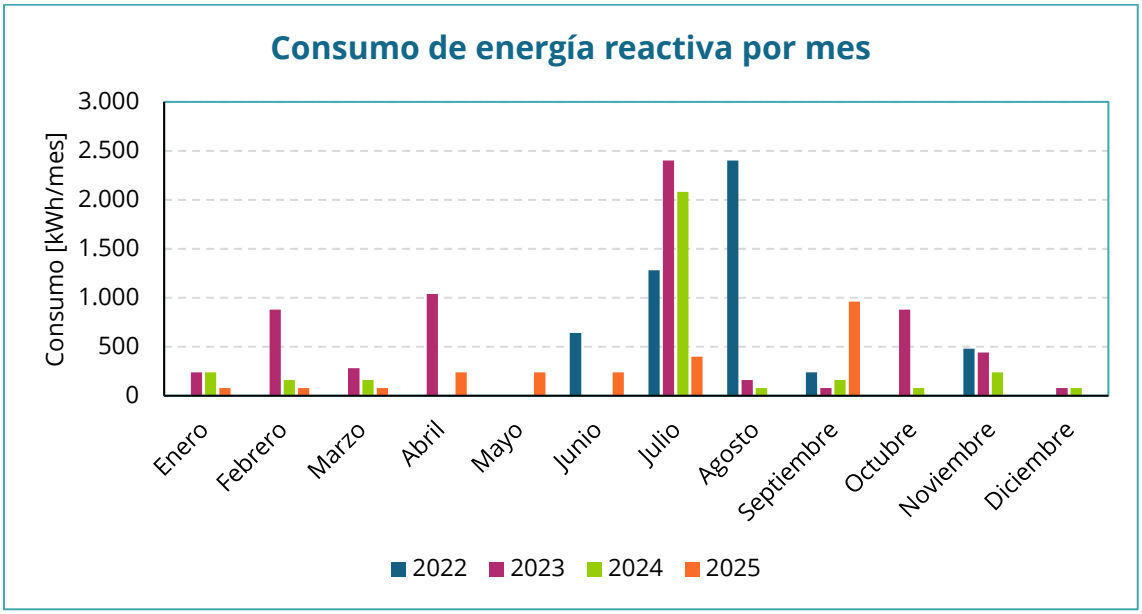
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 20, con el cual se construyó la Figura 47. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 20. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 240 | 240 | 80 |
| Febrero | Sin información | 880 | 160 | 80 |
| Marzo | Sin información | 282 | 160 | 80 |
| Abril | Sin información | 1.040 | Sin información | 240 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 240 |
| Junio | 640 | 0 | 0 | 240 |
| Julio | 1.280 | 2.400 | 2.080 | 400 |
| Agosto | 2.400 | 160 | 80 | 0 |
| Septiembre | 240 | 80 | 160 | 960 |
| Octubre | 1 | 880 | 80 | 0 |
| Noviembre | 480 | 440 | 240 | |
| Diciembre | 0 | 80 | 80 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 47. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

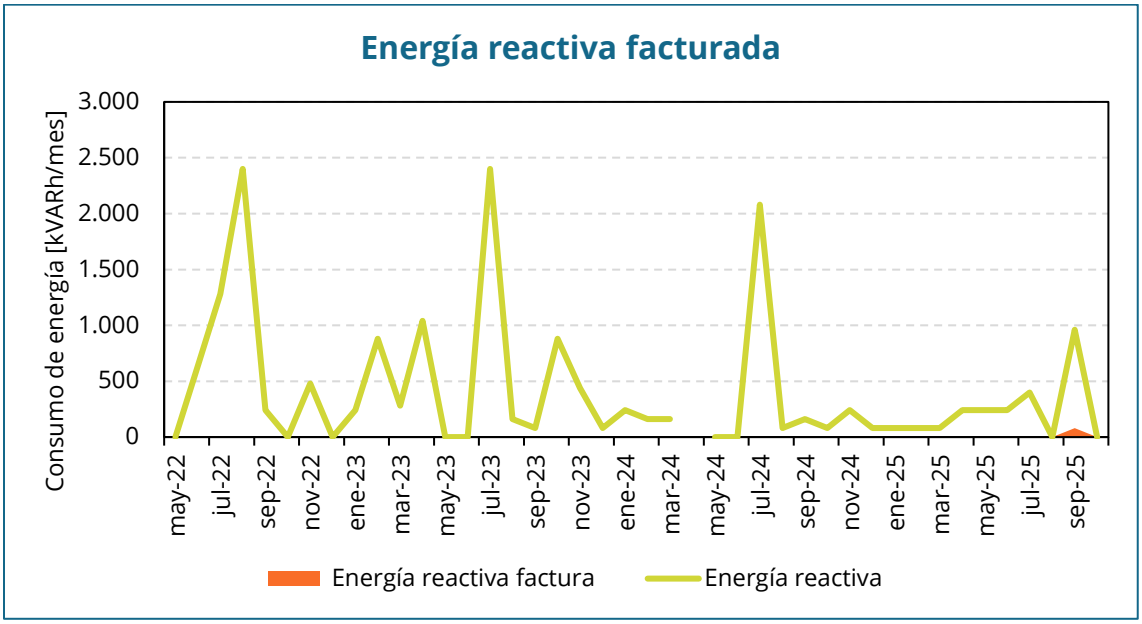
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 21, con el cual se construyó la Figura 48. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 21. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 80 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 48. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

*Coliseo de Ferias – Local Mot, Vereda Loma Grande - NIC: 7963048 - Medidor: 84016543*

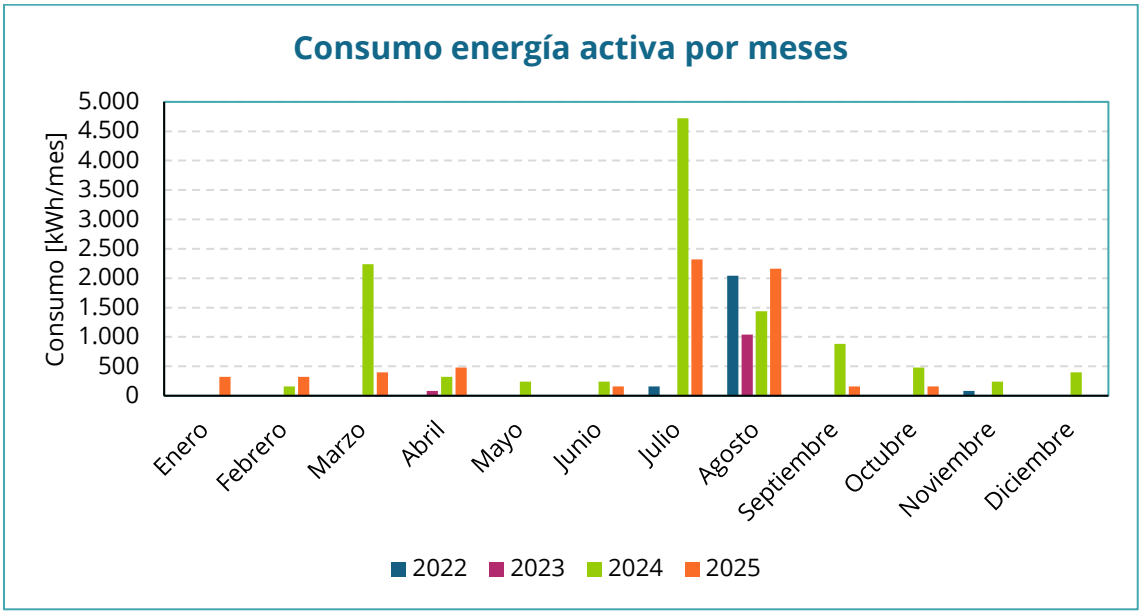
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 22, con el cual se construyó la Figura 49. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 22. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 320 |
| Febrero | Sin información | 0 | 160 | 320 |
| Marzo | Sin información | 0 | 2.240 | 400 |
| Abril | Sin información | 80 | 320 | 480 |
| Mayo | 0 | 0 | 240 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 240 | 160 |
| Julio | 160 | 0 | 4.720 | 2.320 |
| Agosto | 2.040 | 1.040 | 1.440 | 2.160 |
| Septiembre | 0 | 0 | 880 | 160 |
| Octubre | Sin información | 0 | 480 | 160 |
| Noviembre | 80 | 0 | 240 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 400 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 49. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 23, con el cual se construyó la

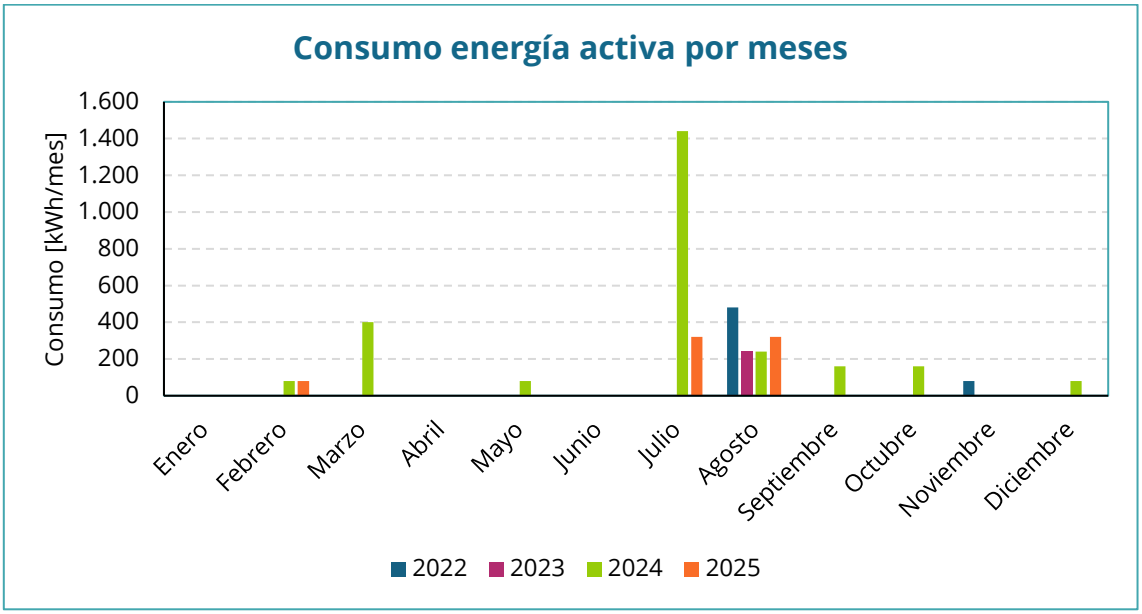
Figura *50*. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 23. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Febrero | Sin información | 0 | 80 | 80 |
| Marzo | Sin información | 0 | 400 | Sin información |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 80 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 1.440 | 320 |
| Agosto | 480 | 240 | 240 | 320 |
| Septiembre | 0 | 0 | 160 | 0 |
| Octubre | Sin información | 0 | 160 | 0 |
| Noviembre | 80 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 80 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 50. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

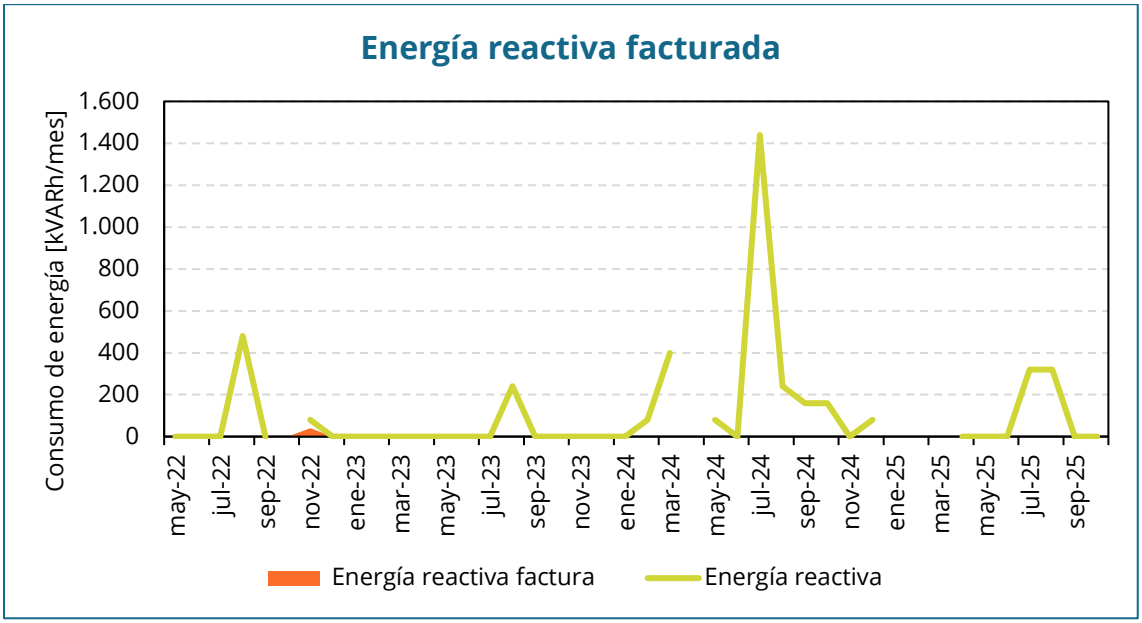
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 24, con el cual se construyó la Figura 51. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 24. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 40 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 51. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 8% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla 13, Tabla 16, Tabla 19, Tabla 22), específicamente en los meses con feria ganadera u otros eventos (Julio y agosto). Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

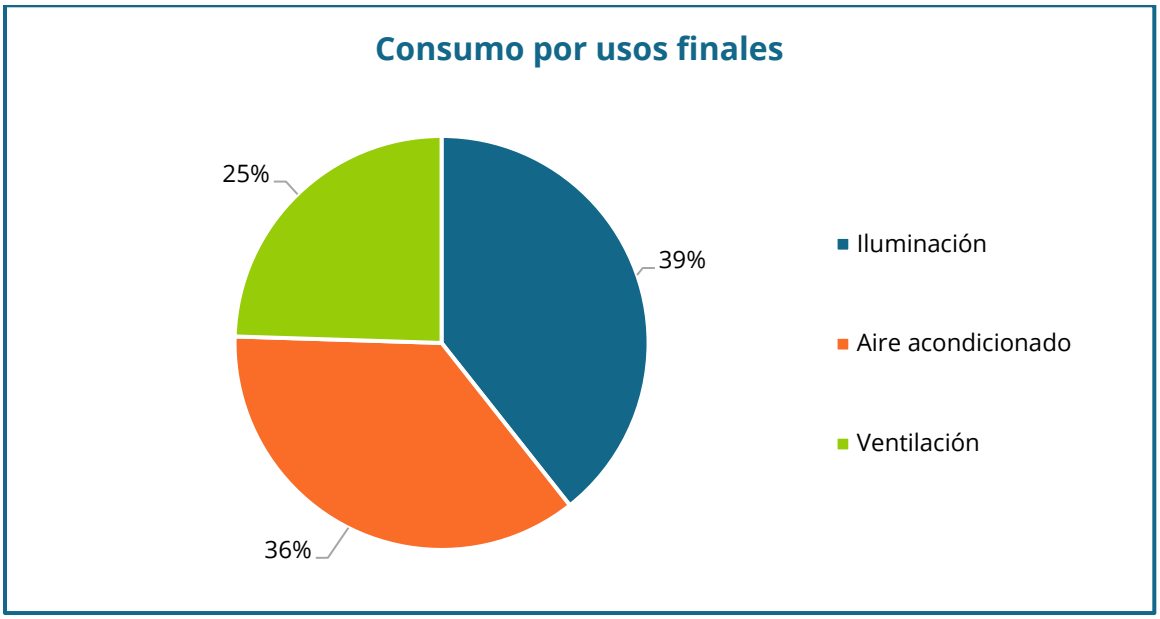
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 25, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 52 y el diagrama de Pareto en la Figura 53.

Tabla 25. Participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **con ferias**

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Iluminación | 221 | 39% |
| Aire acondicionado | 203 | 36% |
| Ventilación | 138 | 24% |
| **Total** | **561** | **100%** |

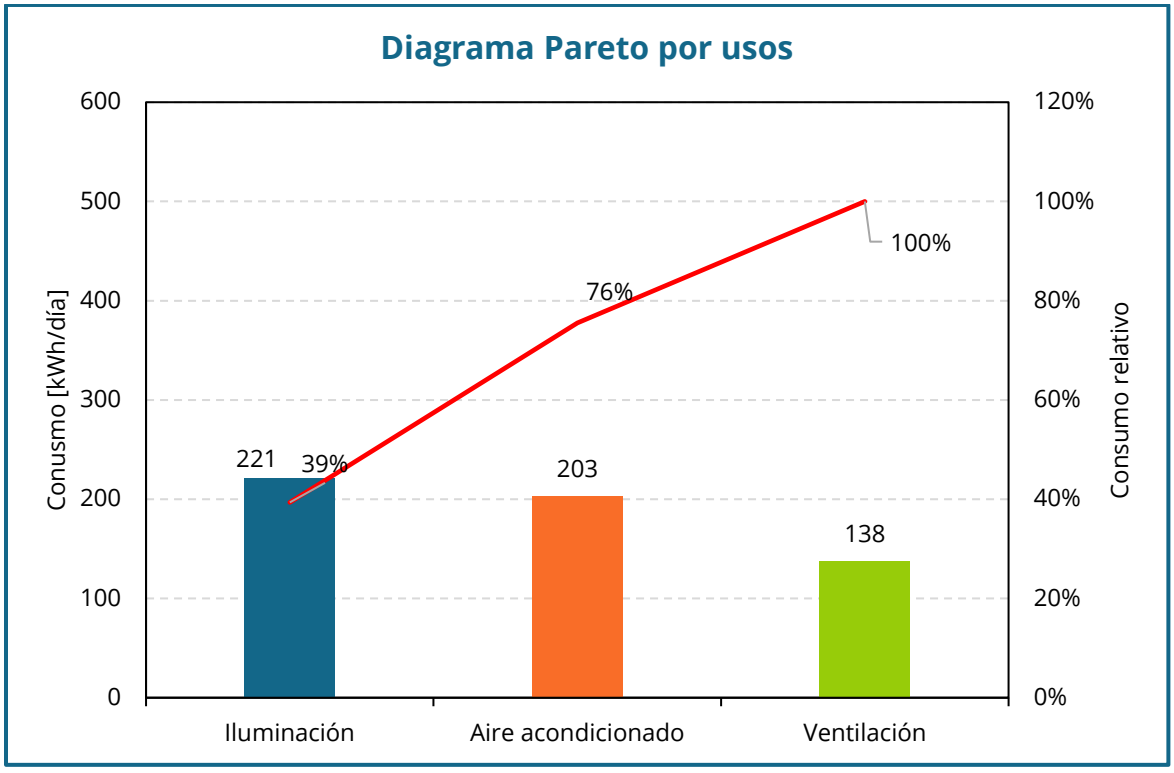
Fuente: Elaboración propia

Figura 52. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **con ferias**




Fuente: Elaboración propia

Figura 53. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **con ferias**




Fuente: Elaboración propia

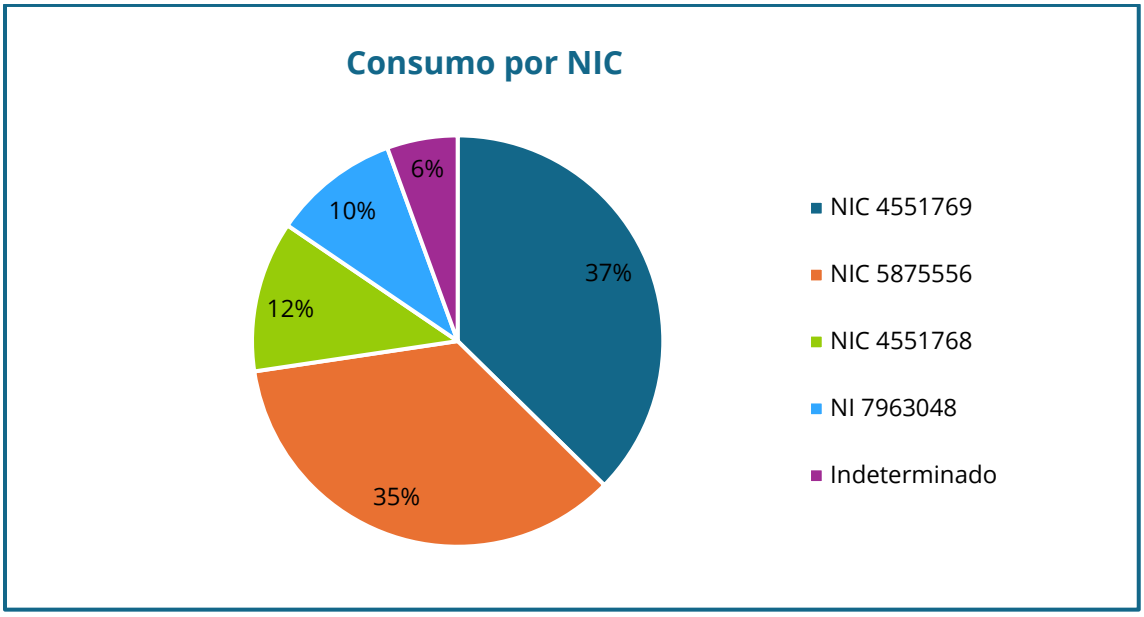
La participación de consumo por NIC se sintetiza en la Tabla 26, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 54 y el diagrama de Pareto en la Figura 55.

Tabla 26. Participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **con ferias**

| Edificación | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| NIC 4551769 | 210 | 37% |
| NIC 5875556 | 198 | 35% |
| NIC 4551768 | 67 | 12% |
| NI 7963048 | 56 | 10% |
| Indeterminado | 31 | 6% |
| **Total** | **561** | **100%** |

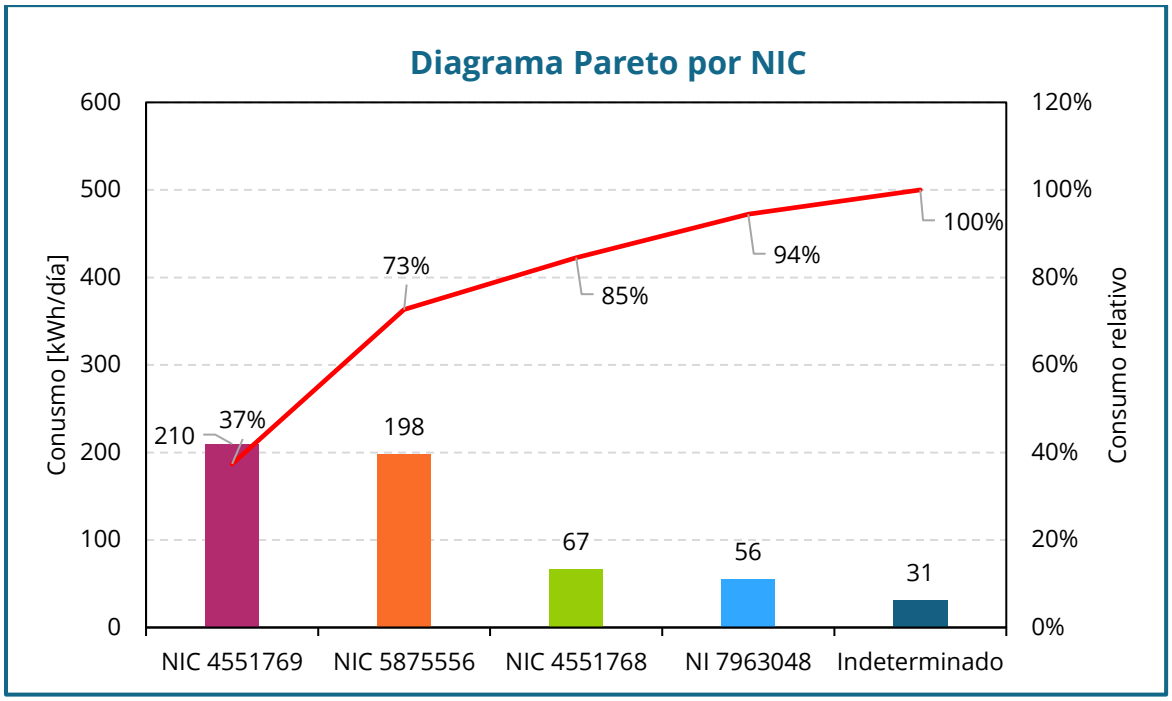
Fuente: Elaboración propia

Figura 54. Porcentaje de participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **con ferias**




Fuente: Elaboración propia

Figura 55. Diagrama de Pareto – consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **con ferias**




Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 13,5% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla 13, Tabla 16, Tabla 19, Tabla 22), específicamente en los meses sin ferias u otros eventos (enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre). Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

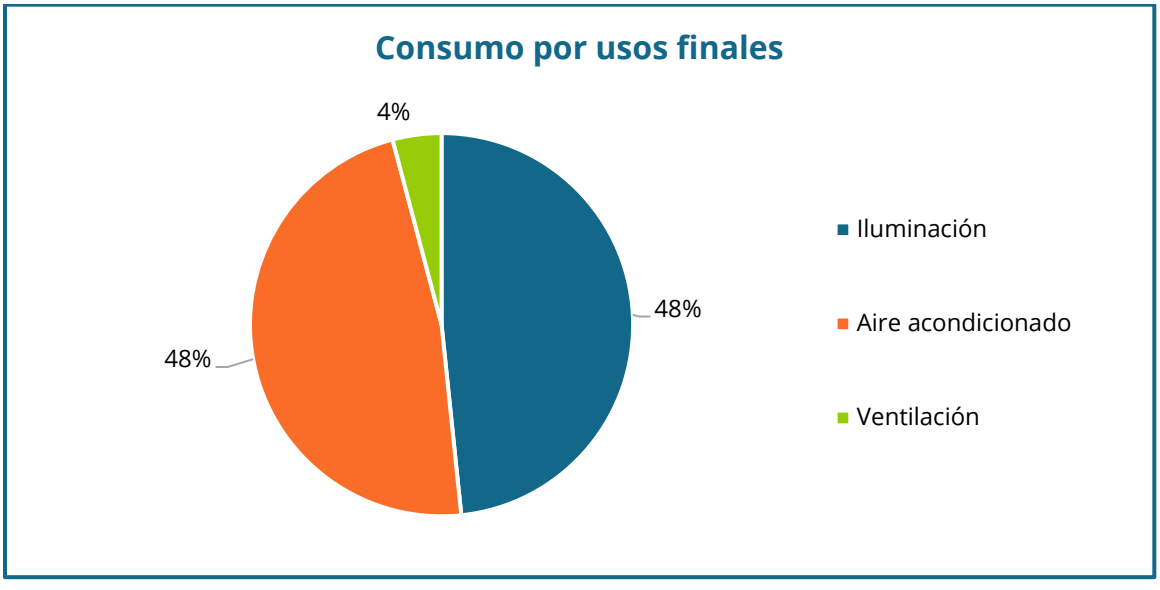
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 27, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 56 y el diagrama de Pareto en la Figura 57.

Tabla 27. Participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **sin ferias**

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Iluminación | 73 | 13% |
| Aire acondicionado | 72 | 13% |
| Ventilación | 6 | 1% |
| **Total** | **561** | **100%** |

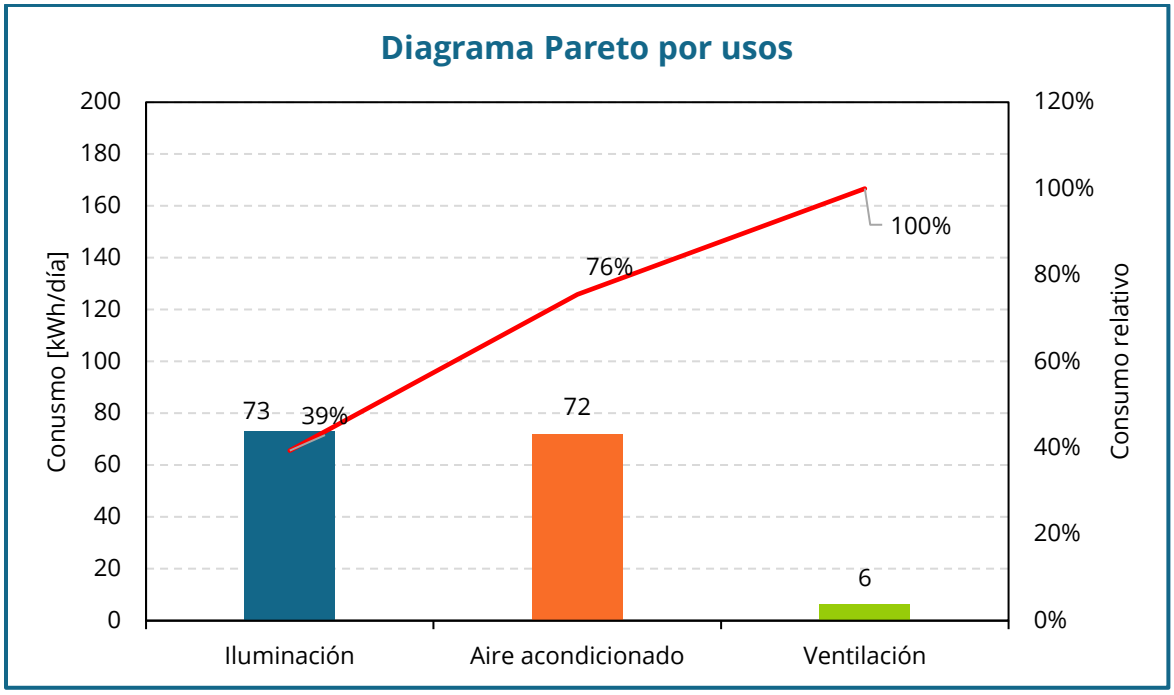
Fuente: Elaboración propia

Figura 56. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **sin ferias**




Fuente: Elaboración propia

Figura 57. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **sin ferias**




Fuente: Elaboración propia

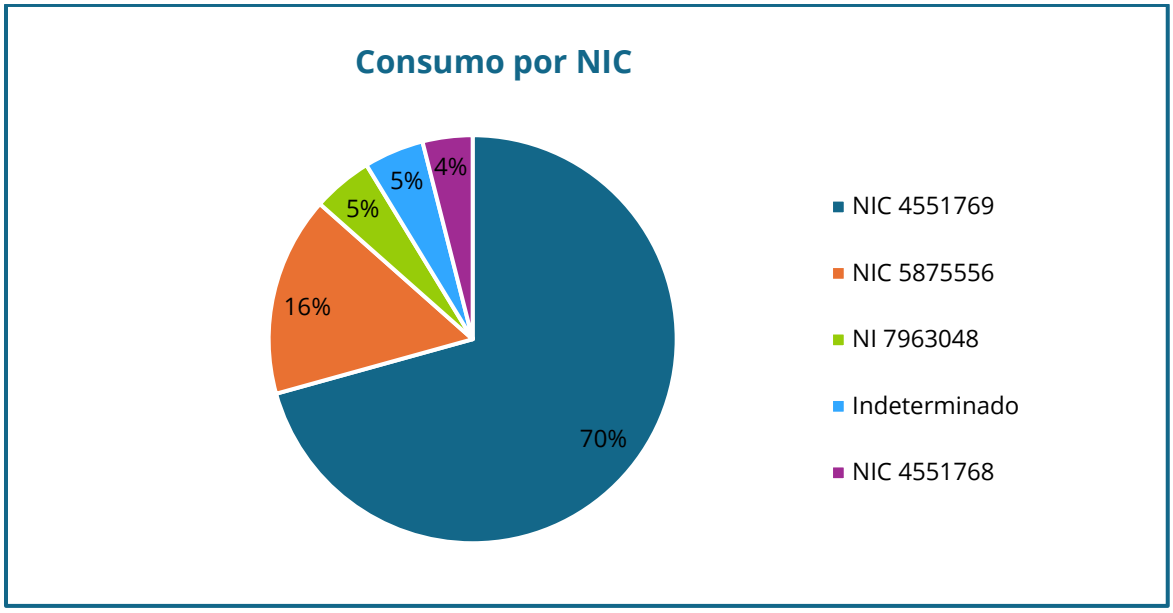
La participación de consumo por NIC se sintetiza en la Tabla 28, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 58 y el diagrama de Pareto en la Figura 59.

Tabla 28. Participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **sin ferias**

| Edificación | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| NIC 4551769 | 107 | 19% |
| NIC 5875556 | 24 | 4% |
| NI 7963048 | 7 | 1% |
| Indeterminado | 7 | 1% |
| NIC 4551768 | 6 | 1% |
| **Total** | **561** | **100%** |

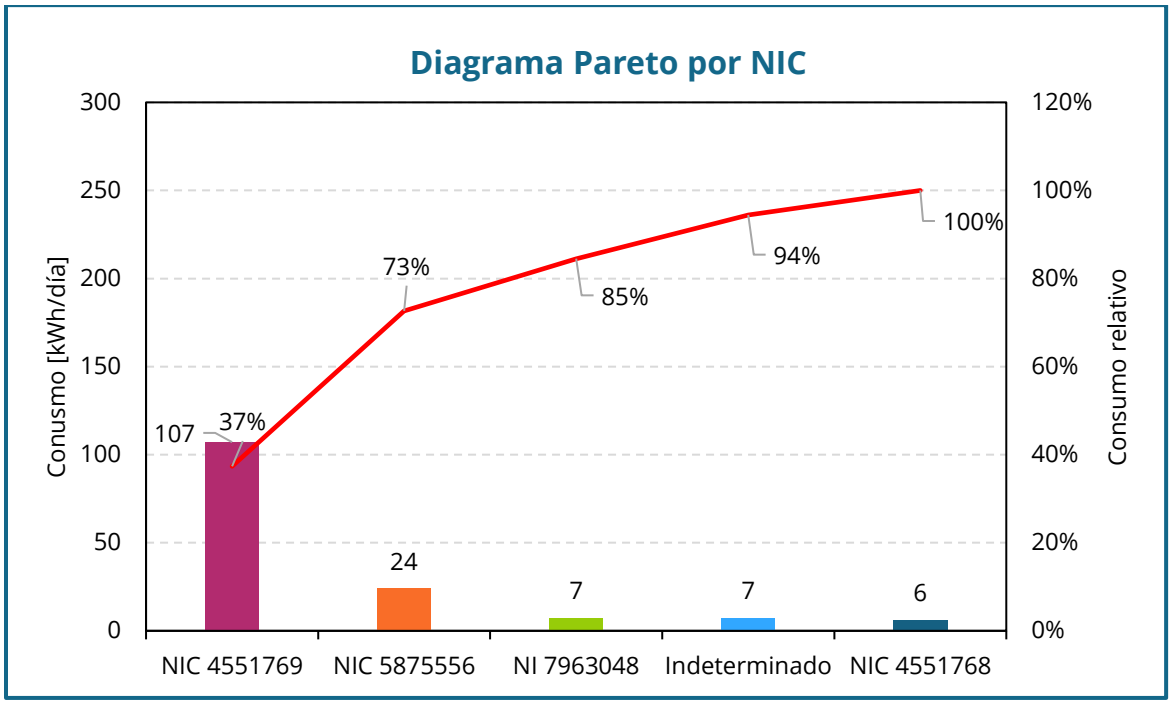
Fuente: Elaboración propia

Figura 58. Porcentaje de participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **sin ferias**




Fuente: Elaboración propia

Figura 59. Diagrama de Pareto – consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **sin ferias**



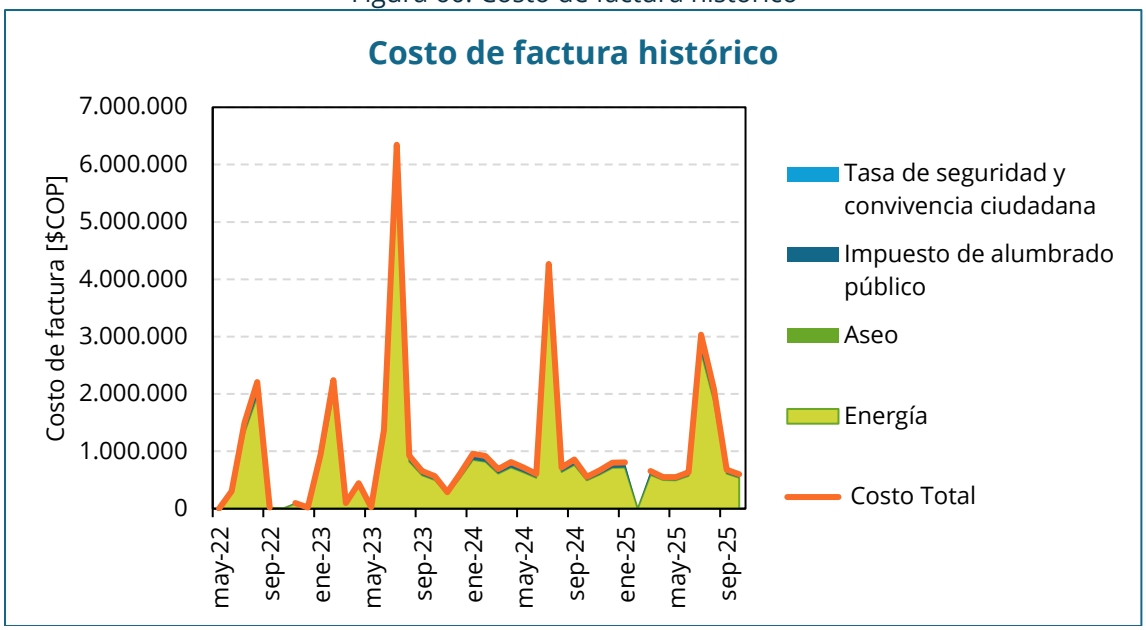

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Coliseo de Ferias – Dup 1- NIC: 4551768 - Medidor: 062041143*

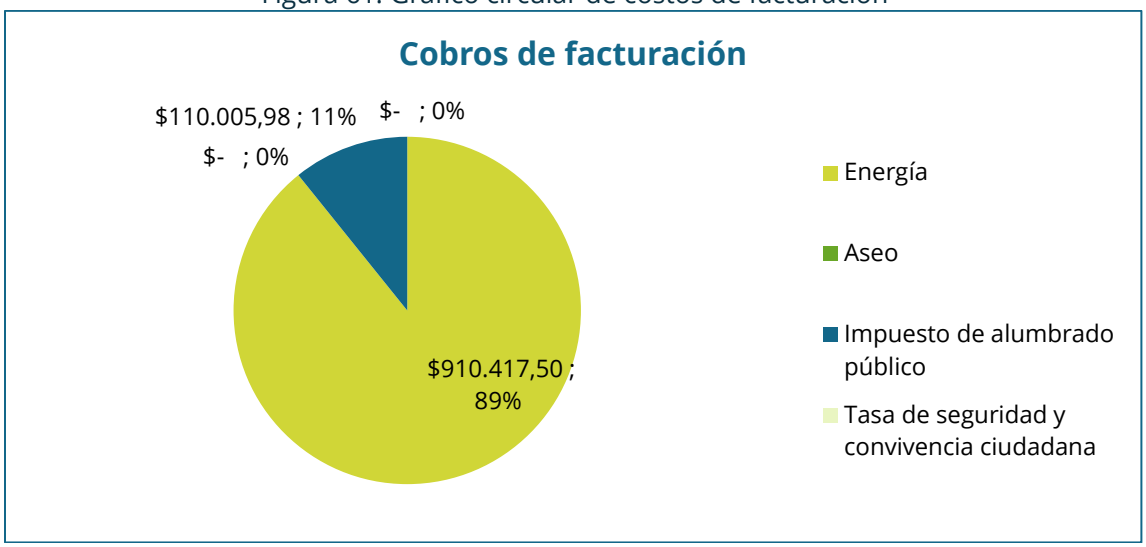
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 60 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 61.

Figura 60. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

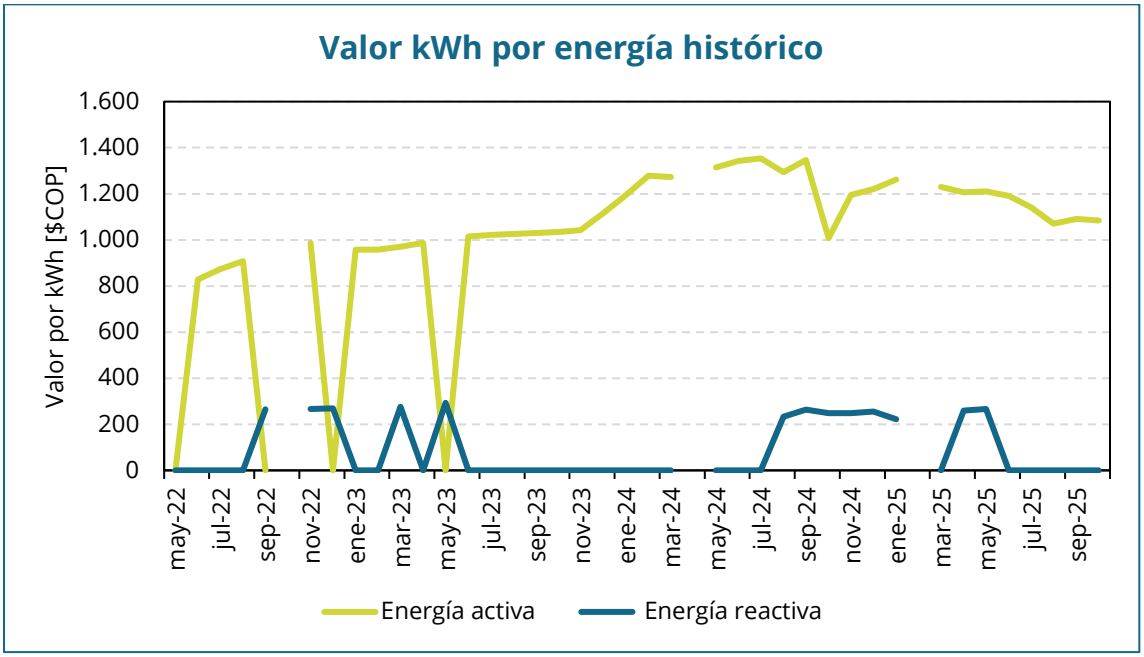
Figura 61. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 62 (ver registros en la Tabla 29 y la Tabla 30).

Figura 62. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 958 | 1.194 | 1.262 |
| Febrero | Sin información | 958 | 1.279 | Sin información |
| Marzo | Sin información | 970 | 1.273 | 1.230 |
| Abril | Sin información | 987 | Sin información | 1.207 |
| Mayo | 0 | 0 | 1.315 | 1.210 |
| Junio | 829 | 1.014 | 1.342 | 1.191 |
| Julio | 873 | 1.022 | 1.354 | 1.140 |
| Agosto | 908 | 1.026 | 1.294 | 1.070 |
| Septiembre | 0 | 1.029 | 1.346 | 1.091 |
| Octubre | Sin información | 1.035 | 1.007 | 1.085 |
| Noviembre | 987 | 1.042 | 1.195 | |
| Diciembre | 0 | 1.116 | 1.219 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 30. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 255 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 223 |
| Marzo | Sin información | 276 | 0 | Sin información |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 293 | 0 | 260 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 266 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 233 | 0 |
| Septiembre | 264 | 0 | 264 | 0 |
| Octubre | Sin información | 0 | 248 | 0 |
| Noviembre | 266 | 0 | 248 | |
| Diciembre | 269 | 0 | 255 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

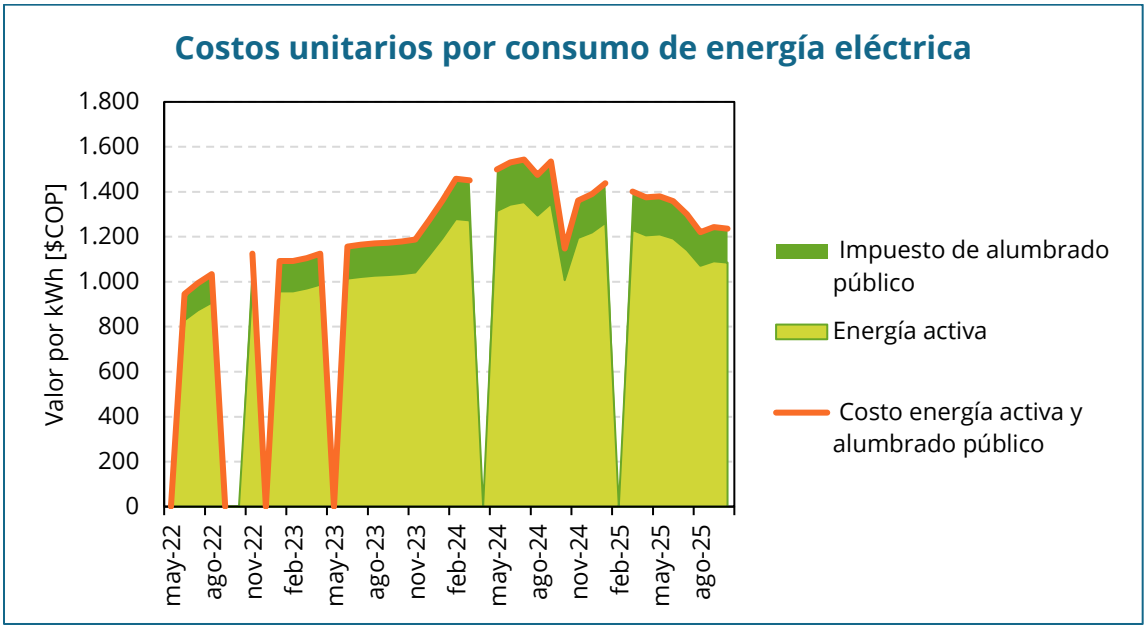
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 63 (ver registros en la Tabla 31). El promedio de este valor es de $1.222,11 COP.

Tabla 31. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.092 | 1.361 | 1.438 |
| Febrero | Sin información | 1.092 | 1.458 | Sin información |
| Marzo | Sin información | 1.106 | 1.452 | 1.402 |
| Abril | Sin información | 1.125 | Sin información | 1.376 |
| Mayo | 0 | 0 | 1.499 | 1.380 |
| Junio | 945 | 1.156 | 1.530 | 1.358 |
| Julio | 995 | 1.165 | 1.544 | 1.300 |
| Agosto | 1.035 | 1.170 | 1.475 | 1.220 |
| Septiembre | 0 | 1.174 | 1.535 | 1.244 |
| Octubre | Sin información | 1.179 | 1.148 | 1.236 |
| Noviembre | 1.126 | 1.188 | 1.362 | |
| Diciembre | 0 | 1.273 | 1.390 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 63. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 64. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 32, la Tabla 33 y la Tabla 34, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 32. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 842.811 | 859.550 | 706.540 |
| Febrero | Sin información | 1.992.099 | 818.426 | Sin información |
| Marzo | Sin información | 77.586 | 611.189 | 590.284 |
| Abril | Sin información | 394.804 | Sin información | 482.687 |
| Mayo | 0 | 0 | 631.090 | 484.100 |
| Junio | 265.309 | 1.216.800 | 536.896 | 571.834 |
| Julio | 1.326.382 | 5.640.998 | 3.791.284 | 2.736.816 |
| Agosto | 1.960.222 | 821.104 | 621.072 | 1.883.939 |
| Septiembre | 0 | 576.503 | 754.012 | 610.887 |
| Octubre | Sin información | 496.618 | 402.828 | 520.618 |
| Noviembre | 78.989 | 250.044 | 573.499 | |
| Diciembre | 0 | 535.800 | 682.909 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 33. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 30.608 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 10.022 |
| Marzo | Sin información | 11.024 | 0 | Sin información |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 23.448 | 0 | 10.383 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 10.656 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 18.600 | 0 |
| Septiembre | 21.152 | 0 | 10.564 | 0 |
| Octubre | Sin información | 0 | 9.930 | 0 |
| Noviembre | 10.642 | 0 | 19.830 | |
| Diciembre | 21.552 | 0 | 30.608 | |

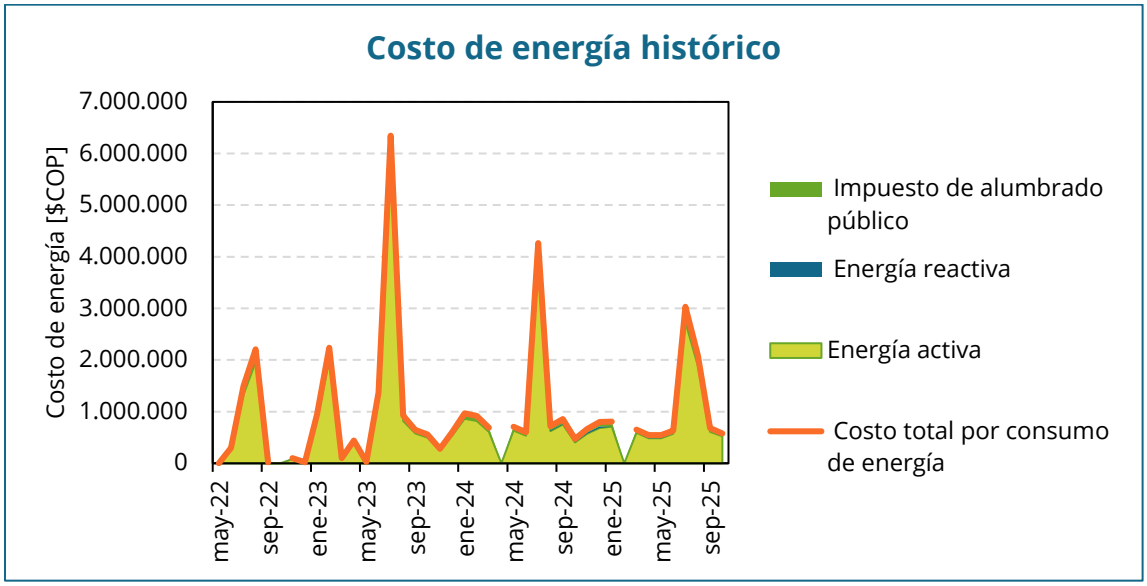
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 34. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 948.171 | 967.020 | 806.242 |
| Febrero | Sin información | 2.241.109 | 920.726 | Sin información |
| Marzo | Sin información | 98.310 | 687.589 | 654.254 |
| Abril | Sin información | 444.154 | Sin información | 545.980 |
| Mayo | 0 | 23.448 | 710.530 | 547.196 |
| Junio | 298.869 | 1.368.900 | 604.006 | 633.784 |
| Julio | 1.492.182 | 6.346.128 | 4.265.204 | 3.033.306 |
| Agosto | 2.205.252 | 923.734 | 718.072 | 2.088.029 |
| Septiembre | 21.152 | 648.573 | 858.826 | 680.567 |
| Octubre | Sin información | 560.768 | 473.178 | 579.068 |
| Noviembre | 99.501 | 282.514 | 665.019 | |
| Diciembre | 21.552 | 603.410 | 798.887 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 64. Costo total de energía activa

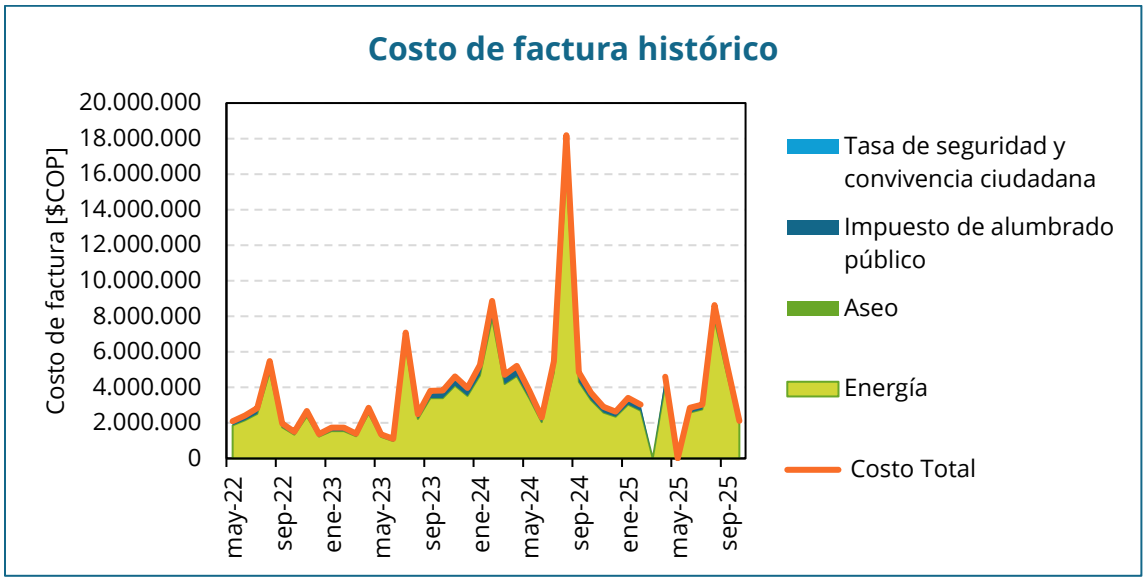



Fuente: Elaboración propia

*Coliseo de Ferias – Dup 2 - NIC: 4551769 - Medidor: 063130513*

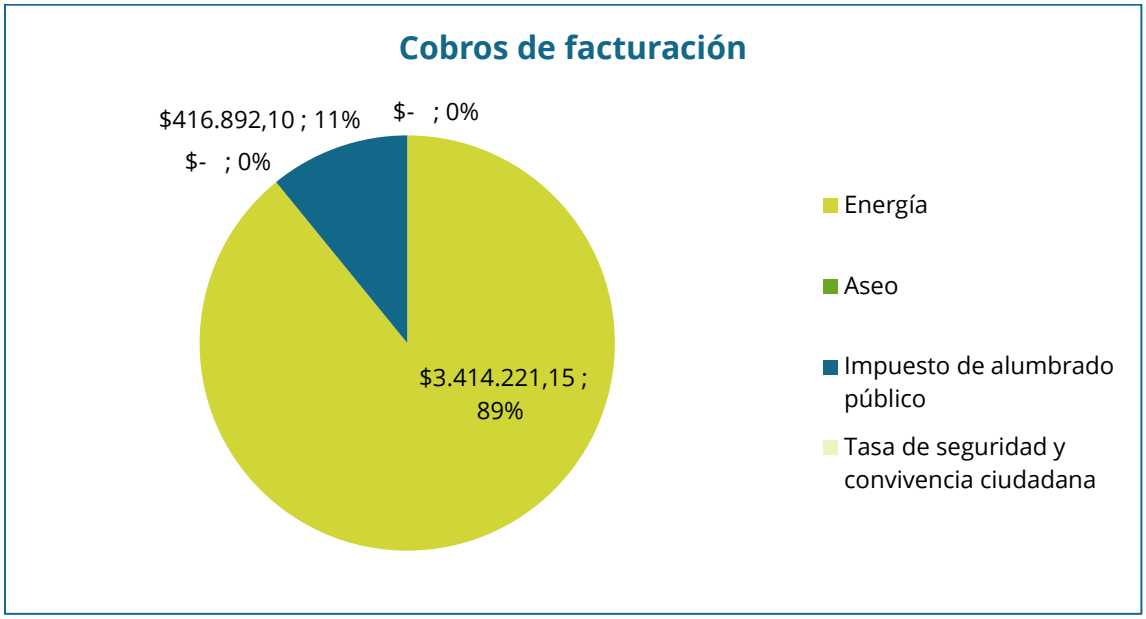
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 65 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 66.

Figura 65. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

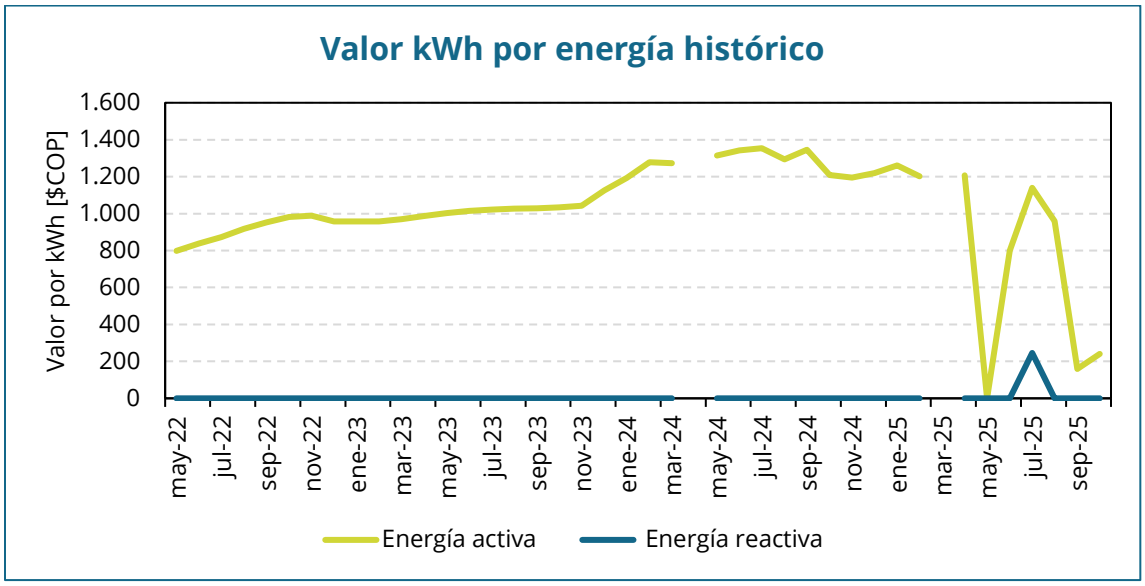
Figura 66. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 67 (ver registros en la Tabla 35 y la Tabla 36).

Figura 67. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 958 | 1.194 | 1.262 |
| Febrero | Sin información | 958 | 1.279 | 1.202 |
| Marzo | Sin información | 970 | 1.273 | Sin información |
| Abril | Sin información | 987 | Sin información | 1.207 |
| Mayo | 799 | 1.003 | 1.315 | 0 |
| Junio | 839 | 1.014 | 1.342 | 800 |
| Julio | 873 | 1.022 | 1.354 | 1.140 |
| Agosto | 918 | 1.026 | 1.294 | 960 |
| Septiembre | 953 | 1.029 | 1.346 | 160 |
| Octubre | 981 | 1.035 | 1.208 | 240 |
| Noviembre | 989 | 1.042 | 1.195 | |
| Diciembre | 958 | 1.126 | 1.219 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 36. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | Sin información |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 246 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

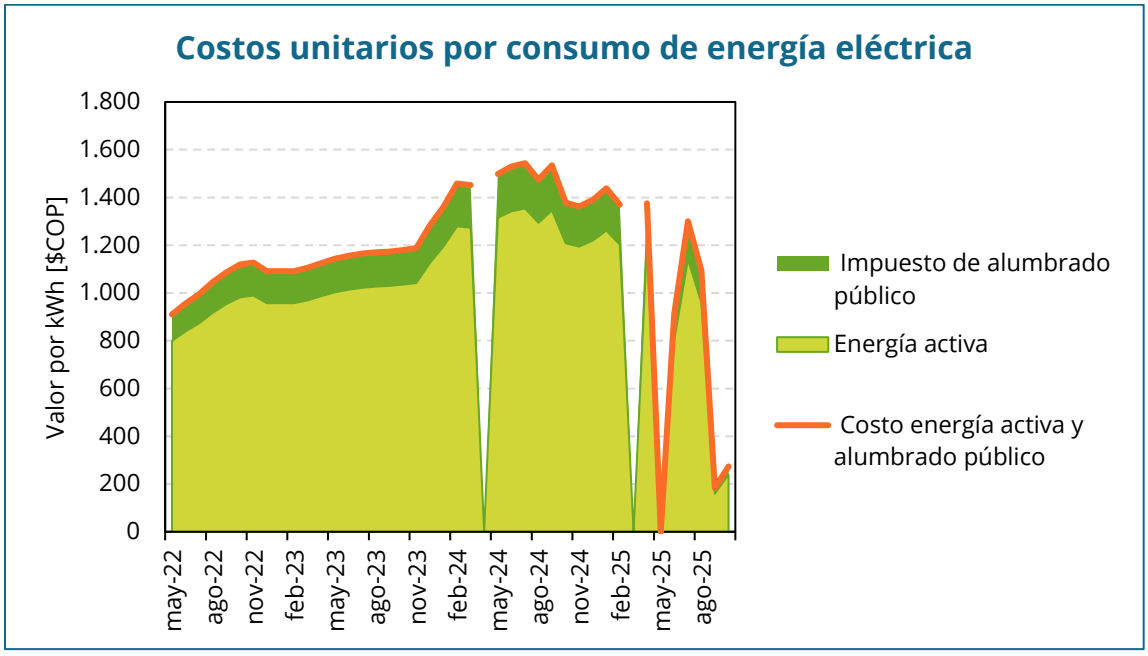
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 68 (ver registros en la Tabla 37). El promedio de este valor es de $1.153,42 COP.

Tabla 37. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.092 | 1.361 | 1.438 |
| Febrero | Sin información | 1.092 | 1.458 | 1.370 |
| Marzo | Sin información | 1.106 | 1.452 | Sin información |
| Abril | Sin información | 1.125 | Sin información | 1.376 |
| Mayo | 911 | 1.144 | 1.499 | 0 |
| Junio | 956 | 1.156 | 1.530 | 912 |
| Julio | 995 | 1.165 | 1.544 | 1.300 |
| Agosto | 1.046 | 1.170 | 1.475 | 1.094 |
| Septiembre | 1.086 | 1.174 | 1.535 | 182 |
| Octubre | 1.119 | 1.179 | 1.378 | 274 |
| Noviembre | 1.128 | 1.188 | 1.362 | |
| Diciembre | 1.092 | 1.284 | 1.390 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 68. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 69. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 38, la Tabla 39 y la Tabla 40, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 38. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.532.384 | 4.679.774 | 3.028.032 |
| Febrero | Sin información | 1.532.384 | 7.877.346 | 2.692.748 |
| Marzo | Sin información | 1.241.382 | 4.176.457 | Sin información |
| Abril | Sin información | 2.526.874 | Sin información | 4.151.116 |
| Mayo | 1.853.726 | 1.204.140 | 3.365.811 | 0 |
| Junio | 2.147.814 | 973.440 | 2.040.205 | 0 |
| Julio | 2.513.088 | 6.295.027 | 4.852.844 | 1.160 |
| Agosto | 4.917.854 | 2.216.981 | 16.168.574 | 0 |
| Septiembre | 1.753.336 | 3.376.662 | 4.308.640 | 0 |
| Octubre | 1.334.813 | 3.393.554 | 3.287.066 | 0 |
| Noviembre | 2.374.512 | 4.084.052 | 2.580.617 | |
| Diciembre | 1.225.907 | 3.513.900 | 2.341.402 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 39. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | Sin información |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 285.093 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

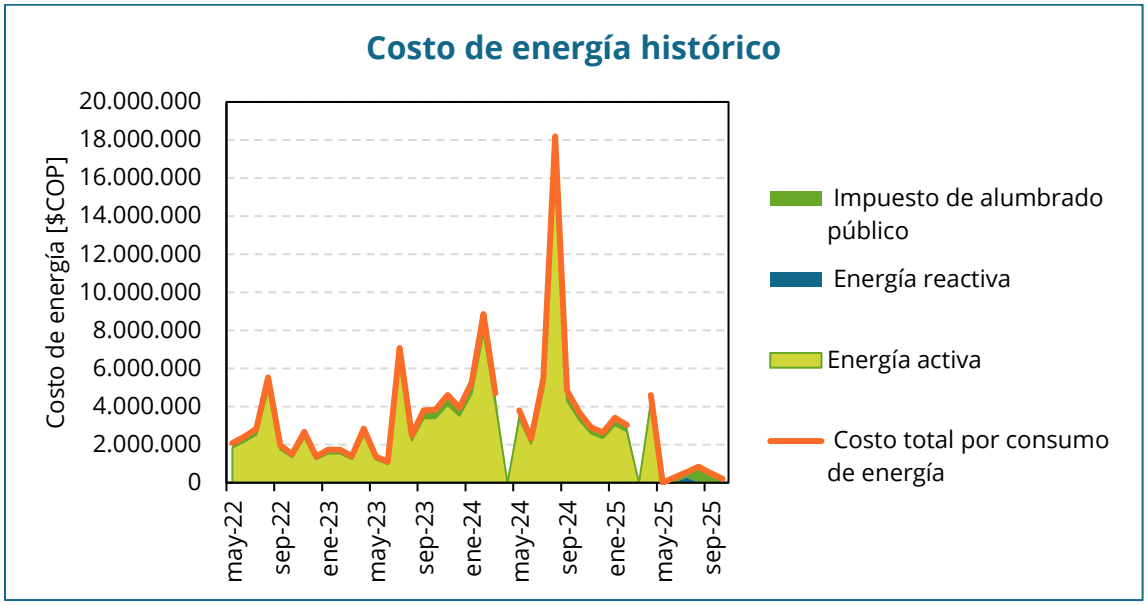
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 40. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.723.934 | 5.264.864 | 3.412.702 |
| Febrero | Sin información | 1.723.924 | 8.862.016 | 3.029.348 |
| Marzo | Sin información | 1.396.562 | 4.698.517 | Sin información |
| Abril | Sin información | 2.842.734 | Sin información | 4.600.816 |
| Mayo | 2.085.446 | 1.354.650 | 3.790.321 | 0 |
| Junio | 2.416.284 | 1.105.120 | 2.295.235 | 280.210 |
| Julio | 2.827.228 | 7.081.907 | 5.459.450 | 553.103 |
| Agosto | 5.525.884 | 2.494.111 | 18.189.644 | 844.200 |
| Septiembre | 1.972.506 | 3.798.742 | 4.847.220 | 510.520 |
| Octubre | 1.501.663 | 3.823.344 | 3.703.766 | 206.810 |
| Noviembre | 2.670.722 | 4.601.662 | 2.903.217 | |
| Diciembre | 1.377.147 | 3.953.250 | 2.634.122 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 69. Costo total de energía activa

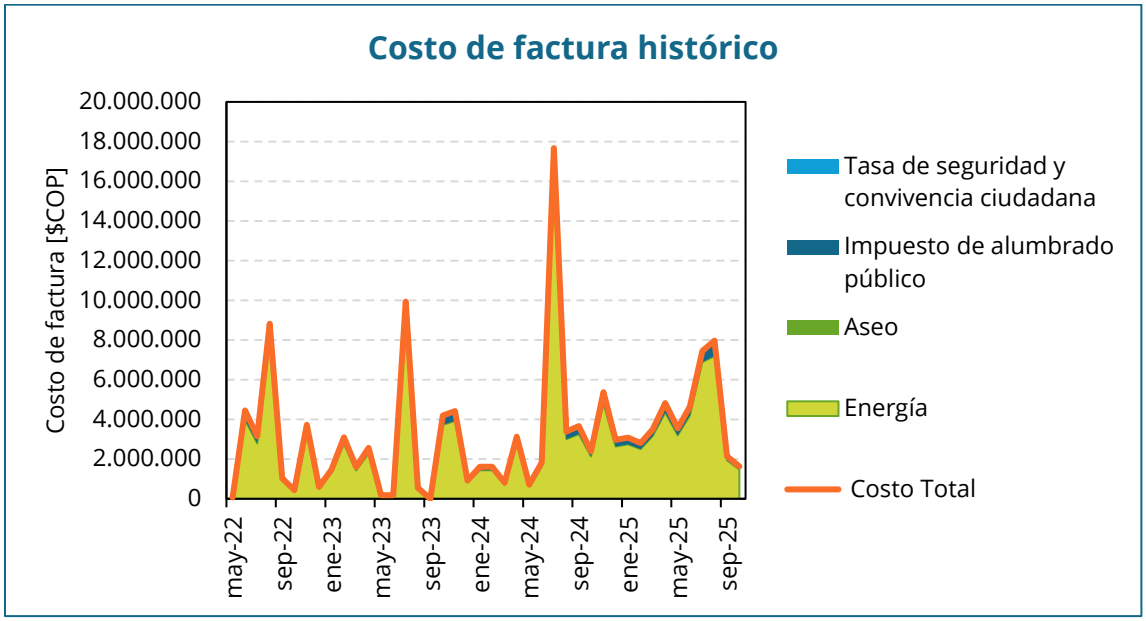



Fuente: Elaboración propia

*Coliseo de Ferias – Local 1, Vereda Loma Grande - NIC: 5875556 - Medidor: 36098771*

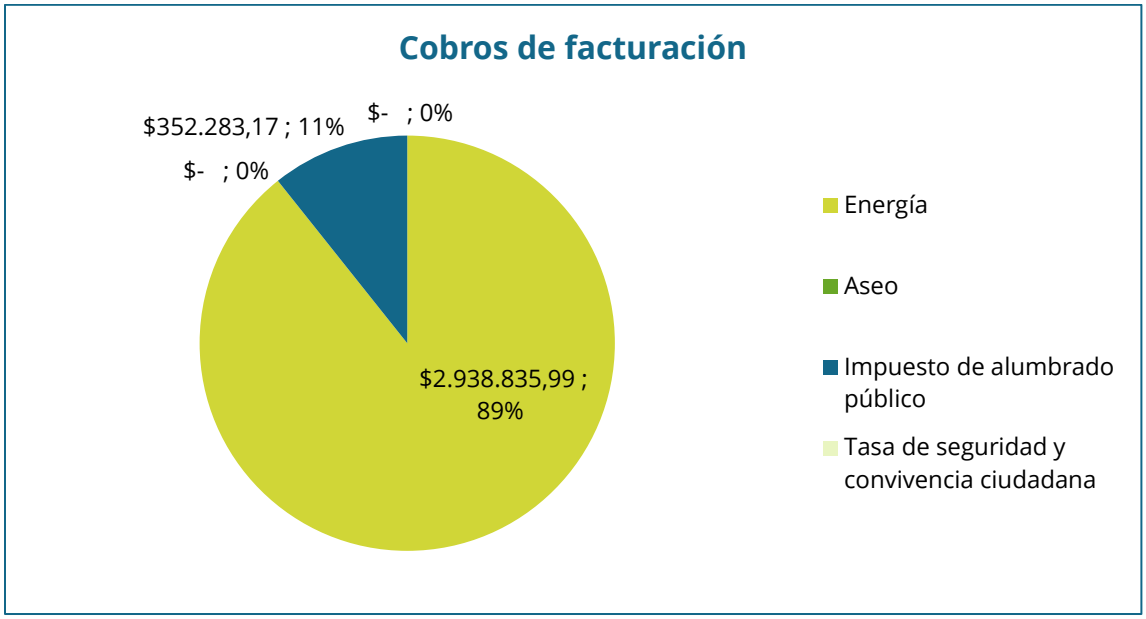
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 70 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 71.

Figura 70. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

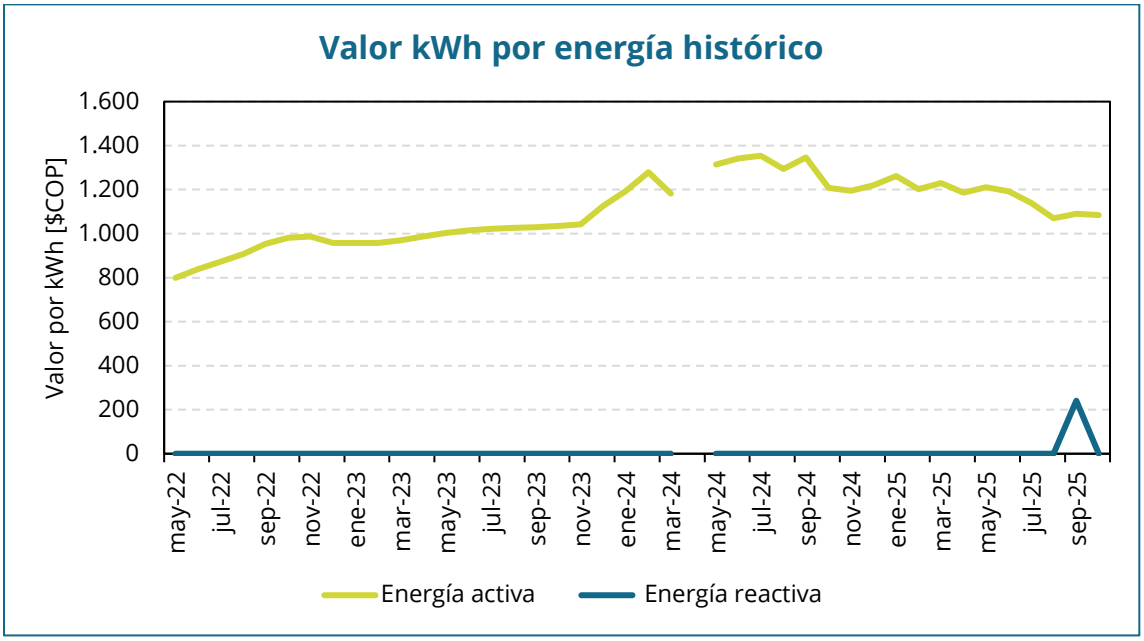
Figura 71. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 72 (ver registros en la Tabla 41 y Tabla 42).

Figura 72. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 958 | 1.194 | 1.262 |
| Febrero | Sin información | 958 | 1.279 | 1.202 |
| Marzo | Sin información | 970 | 1.182 | 1.230 |
| Abril | Sin información | 987 | Sin información | 1.187 |
| Mayo | 799 | 1.003 | 1.315 | 1.210 |
| Junio | 839 | 1.014 | 1.342 | 1.191 |
| Julio | 873 | 1.022 | 1.354 | 1.140 |
| Agosto | 908 | 1.026 | 1.294 | 1.070 |
| Septiembre | 953 | 1.029 | 1.346 | 1.091 |
| Octubre | 981 | 1.035 | 1.208 | 1.085 |
| Noviembre | 987 | 1.042 | 1.195 | |
| Diciembre | 958 | 1.126 | 1.219 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 42. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 241 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

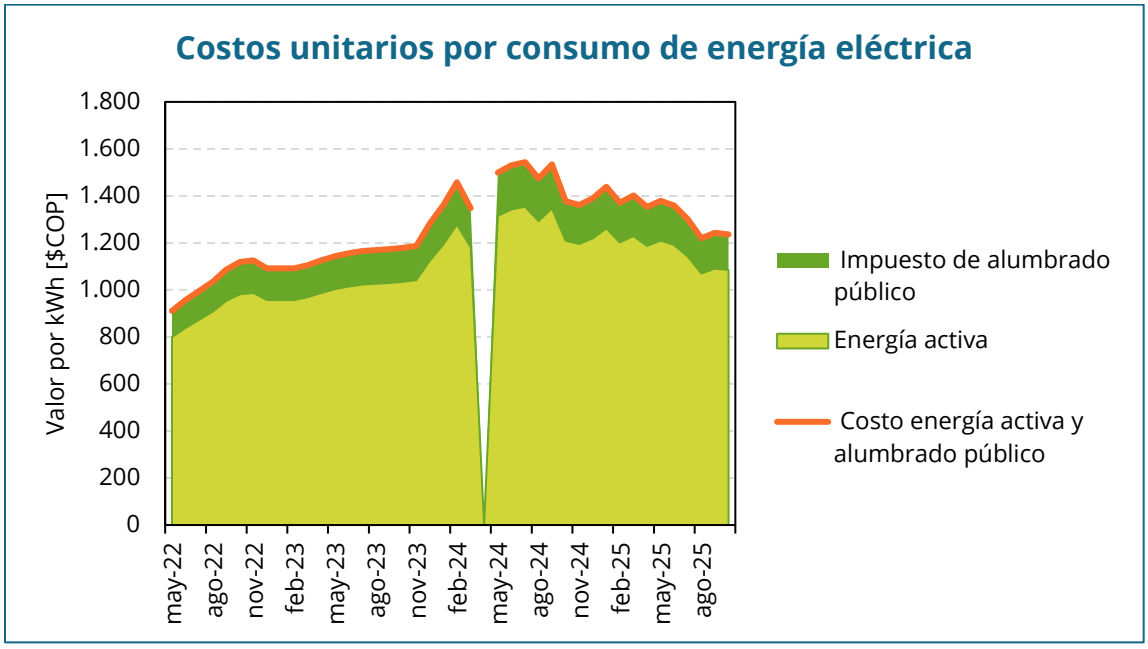
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 73 (ver registros en la Tabla 43). El promedio de este valor es de $1.253,02 COP.

Tabla 43. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.092 | 1.361 | 1.438 |
| Febrero | Sin información | 1.092 | 1.458 | 1.370 |
| Marzo | Sin información | 1.106 | 1.348 | 1.402 |
| Abril | Sin información | 1.125 | Sin información | 1.353 |
| Mayo | 911 | 1.144 | 1.499 | 1.380 |
| Junio | 956 | 1.156 | 1.530 | 1.358 |
| Julio | 995 | 1.165 | 1.544 | 1.300 |
| Agosto | 1.035 | 1.170 | 1.475 | 1.220 |
| Septiembre | 1.086 | 1.174 | 1.535 | 1.244 |
| Octubre | 1.119 | 1.179 | 1.378 | 1.236 |
| Noviembre | 1.126 | 1.188 | 1.362 | |
| Diciembre | 1.092 | 1.284 | 1.390 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 73. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 74. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 44, la Tabla 45 y la Tabla 46, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 44. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.302.526 | 1.432.584 | 2.725.228 |
| Febrero | Sin información | 2.758.291 | 1.432.245 | 2.500.409 |
| Marzo | Sin información | 1.413.042 | 661.970 | 3.148.185 |
| Abril | Sin información | 2.273.199 | Sin información | 4.344.192 |
| Mayo | 63.922 | 160.552 | 631.090 | 3.195.060 |
| Junio | 3.959.938 | 162.240 | 1.610.688 | 4.193.446 |
| Julio | 2.792.384 | 8.829.389 | 15.706.748 | 5.199.950 |
| Agosto | 7.840.886 | 492.662 | 3.001.848 | 7.193.222 |
| Septiembre | 914.784 | 658.861 | 3.231.480 | 1.919.931 |
| Octubre | 392.592 | 3.724.632 | 2.126.925 | 1.475.083 |
| Noviembre | 3.317.530 | 3.917.356 | 4.779.160 | |
| Diciembre | 536.334 | 810.900 | 2.634.077 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 45. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

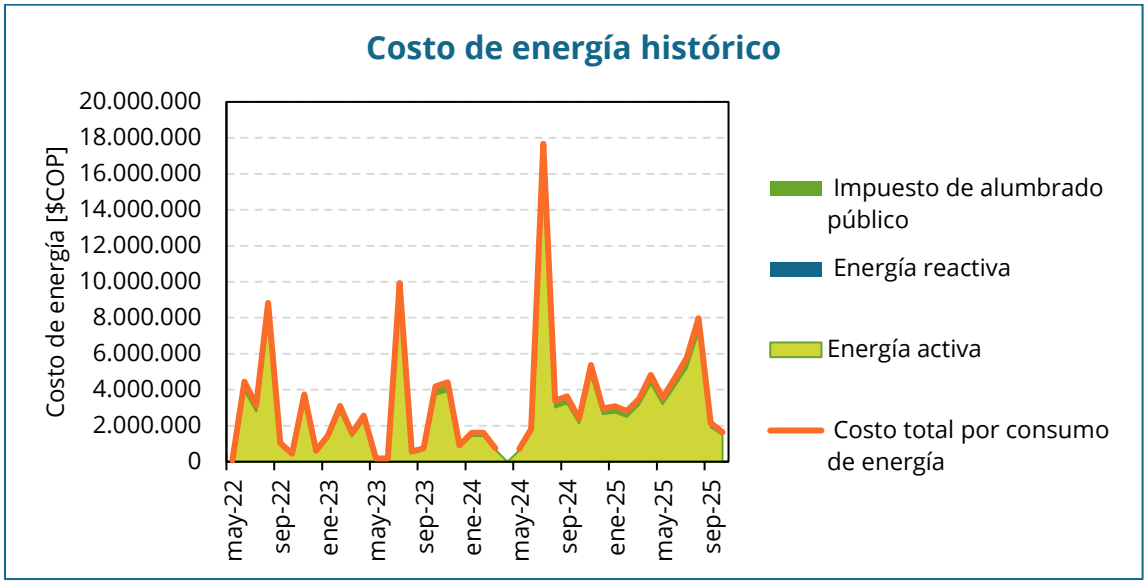
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 46. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.465.336 | 1.611.674 | 3.077.308 |
| Febrero | Sin información | 3.103.081 | 1.611.285 | 2.812.959 |
| Marzo | Sin información | 1.589.672 | 751.100 | 3.489.435 |
| Abril | Sin información | 2.557.349 | Sin información | 4.818.012 |
| Mayo | 71.912 | 180.622 | 710.620 | 3.541.190 |
| Junio | 4.454.928 | 182.520 | 1.812.028 | 4.647.746 |
| Julio | 3.141.434 | 9.933.059 | 17.670.108 | 5.763.280 |
| Agosto | 8.820.996 | 554.252 | 3.379.368 | 7.972.449 |
| Septiembre | 1.029.140 | 741.211 | 3.635.410 | 2.147.192 |
| Octubre | 441.662 | 4.191.452 | 2.392.805 | 1.634.883 |
| Noviembre | 3.732.220 | 4.408.416 | 5.376.550 | |
| Diciembre | 603.384 | 912.290 | 2.963.337 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 74. Costo total de energía activa

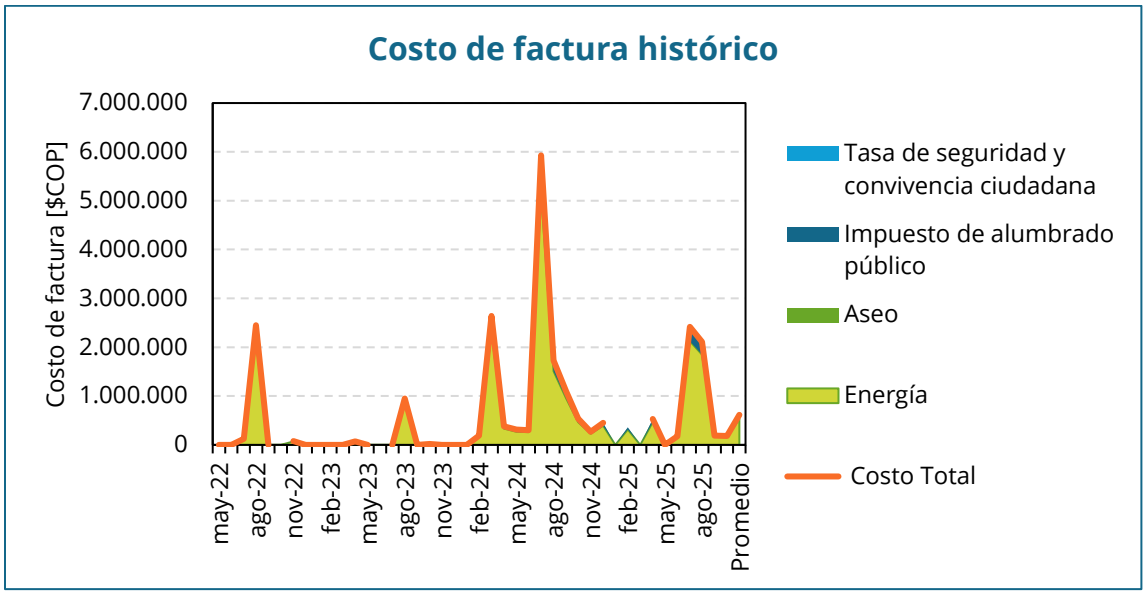



Fuente: Elaboración propia

*Coliseo de Ferias – Local Mot, Vereda Loma Grande - NIC: 7963048 - Medidor: 84016543*

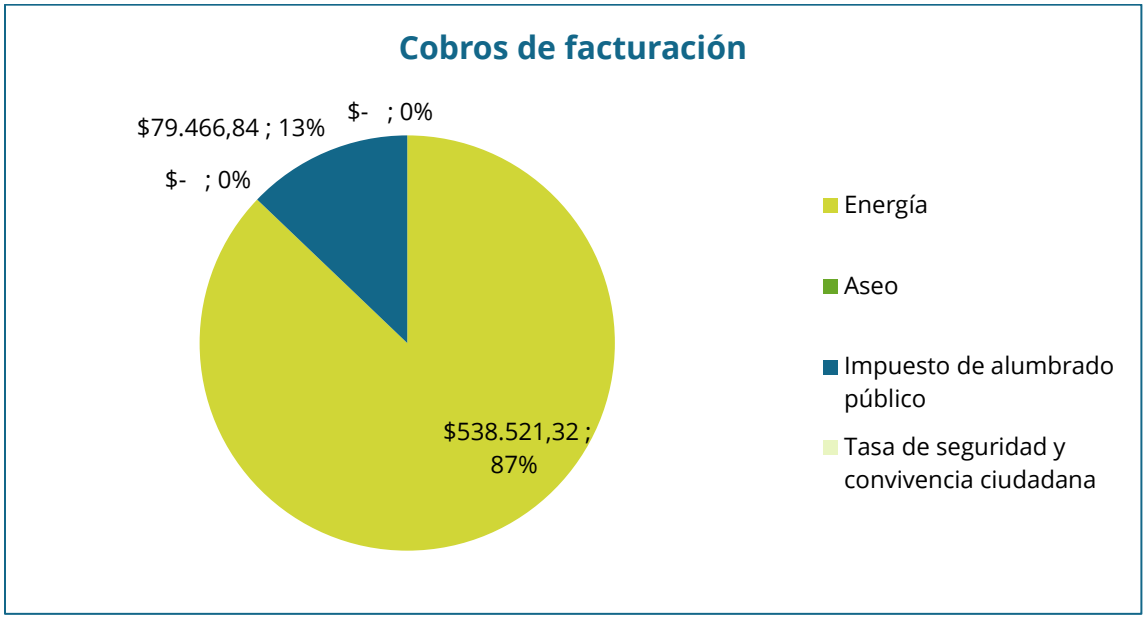
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 75 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 76.

Figura 75. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

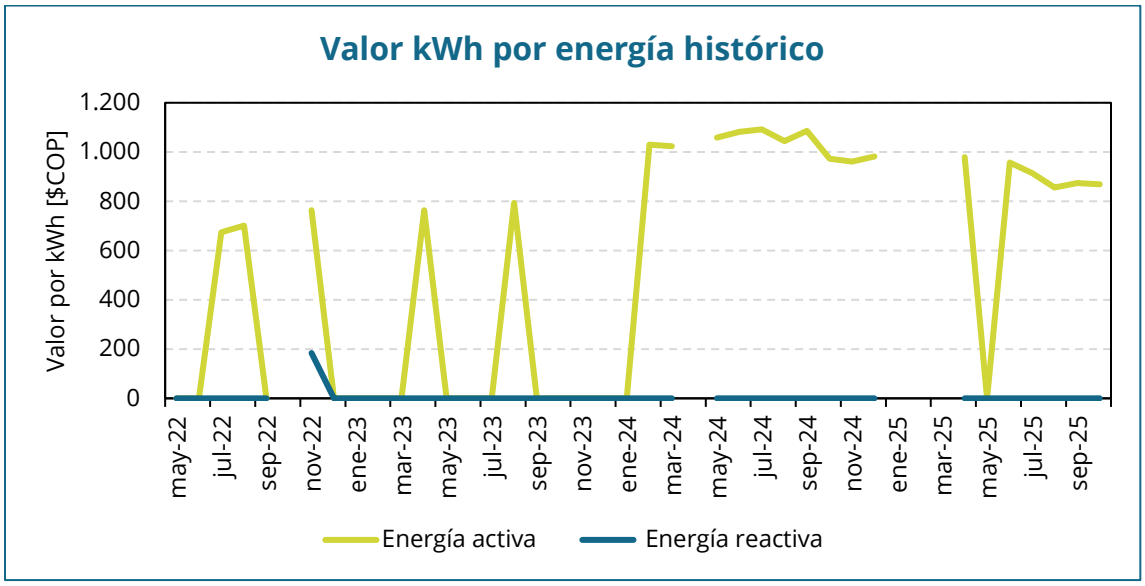
Figura 76. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 77 (ver registros en la Tabla 47 y la Tabla 48).

Figura 77. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Febrero | Sin información | 0 | 1.030 | 967 |
| Marzo | Sin información | 0 | 1.024 | Sin información |
| Abril | Sin información | 763 | Sin información | 980 |
| Mayo | 0 | 0 | 1.059 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 1.082 | 957 |
| Julio | 675 | 0 | 1.092 | 914 |
| Agosto | 702 | 794 | 1.044 | 856 |
| Septiembre | 0 | 0 | 1.086 | 874 |
| Octubre | Sin información | 0 | 973 | 868 |
| Noviembre | 763 | 0 | 962 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 982 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 48. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | Sin información |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 184 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

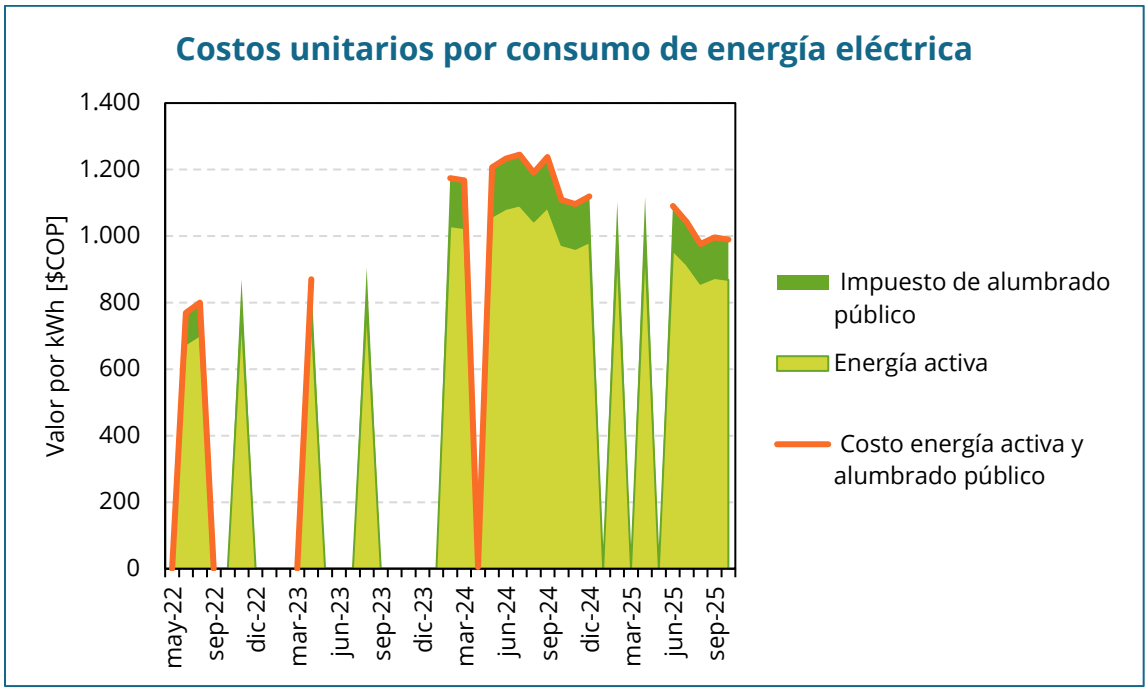
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 78 (ver registros en la Tabla 49). El promedio de este valor es de $988,44 COP.

Tabla 49. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | 1.174 | 1.103 |
| Marzo | Sin información | 0 | 1.168 | Sin información |
| Abril | Sin información | 870 | 5 | 1.117 |
| Mayo | 0 | Sin información | 1.207 | Sin información |
| Junio | 0 | Sin información | 1.233 | 1.091 |
| Julio | 769 | Sin información | 1.245 | 1.042 |
| Agosto | 800 | 905 | 1.190 | 976 |
| Septiembre | 0 | Sin información | 1.238 | 996 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 1.109 | 990 |
| Noviembre | 870 | Sin información | 1.096 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | 1.120 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 78. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 79. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 50, la Tabla 51 y la Tabla 52, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 50. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Febrero | Sin información | 0 | 164.813 | 309.530 |
| Marzo | Sin información | 0 | 2.294.230 | Sin información |
| Abril | Sin información | 61.057 | Sin información | 465.945 |
| Mayo | 0 | 0 | 254.098 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 259.574 | 153.109 |
| Julio | 107.954 | 0 | 5.154.429 | 2.121.408 |
| Agosto | 2.122.168 | 825.354 | 1.503.346 | 1.849.997 |
| Septiembre | 0 | 0 | 955.451 | 139.790 |
| Octubre | Sin información | 0 | 466.997 | 138.946 |
| Noviembre | 61.075 | 0 | 230.832 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 392.884 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 51. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | Sin información |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 7,359 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

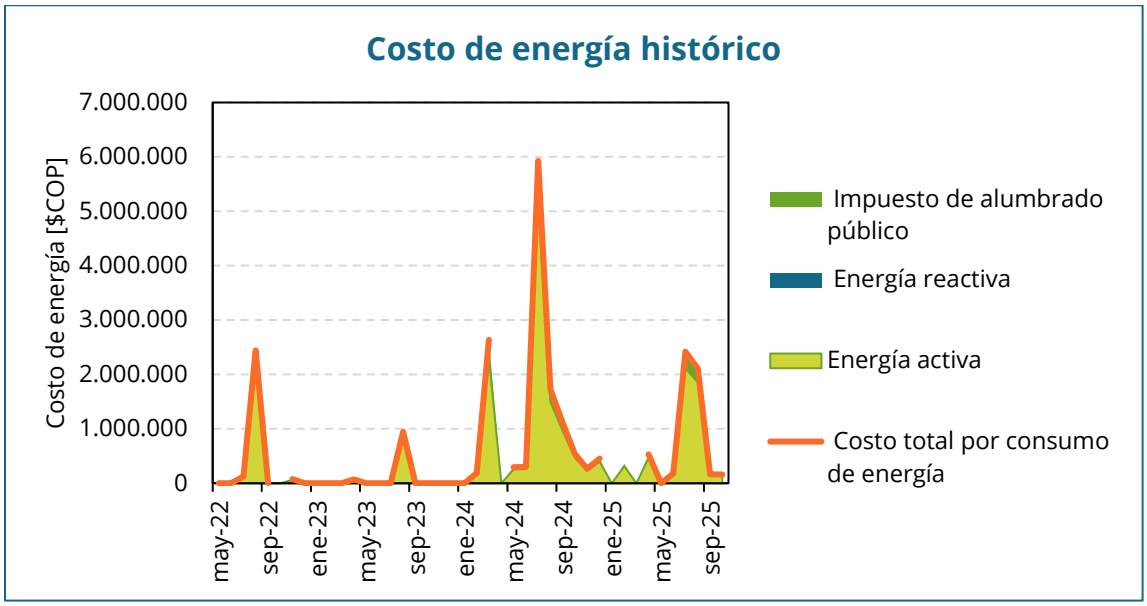
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 52. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Febrero | Sin información | 0 | 189.533 | 356.270 |
| Marzo | Sin información | 0 | 2.638.370 | Sin información |
| Abril | Sin información | 70.217 | Sin información | 531.185 |
| Mayo | 0 | 0 | 294.708 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 299.194 | 174.539 |
| Julio | 124.144 | 0 | 5.927.629 | 2.418.408 |
| Agosto | 2.442.148 | 949.154 | 1.728.856 | 2.108.997 |
| Septiembre | 0 | 0 | 1.098.761 | 162.860 |
| Octubre | Sin información | 2.500 | 537.047 | 161.006 |
| Noviembre | 77.594 | 0 | 265.462 | |
| Diciembre | 0 | 50 | 451.814 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 79. Costo total de energía activa




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (*1*):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \qquad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (*2*):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \qquad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (*3*), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \qquad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (*4*):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (*5*)

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla 13, Tabla 16, Tabla 19, Tabla 22), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 53).

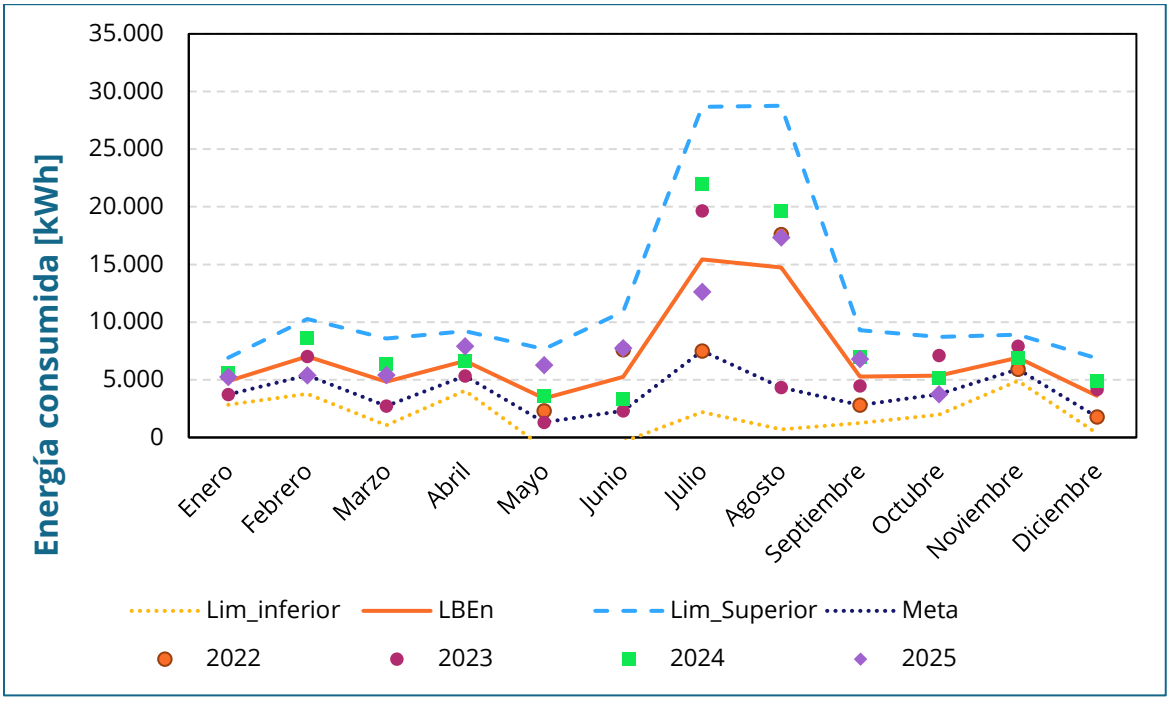
Tabla 53. Registros para construcción de LBEn del Coliseo de ferias

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 2.829 | 4.877 | 6.926 | 3.716 |
| Febrero | 3.771 | 7.029 | 10.286 | 5.400 |
| Marzo | 1.069 | 4.831 | 8.594 | 2.726 |
| Abril | 4.057 | 6.634 | 9.211 | 5.343 |
| Mayo | -903 | 3.387 | 7.677 | 1.316 |
| Junio | -394 | 5.260 | 10.914 | 2.320 |
| Julio | 2.207 | 15.441 | 28.675 | 7.510 |
| Agosto | 714 | 14.739 | 28.764 | 4.335 |
| Septiembre | 1.247 | 5.280 | 9.313 | 2.800 |
| Octubre | 1.981 | 5.357 | 8.732 | 3.760 |
| Noviembre | 4.906 | 6.907 | 8.907 | 5.920 |
| Diciembre | 364 | 3.613 | 6.862 | 1.781 |
| **Total** | | 83.355 | | 46.927 |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 80, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 80. Línea Base Energética (LBEn) del Coliseo de ferias




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación se presenta en la Tabla 54 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 54. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Eventos ganaderos | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 3.161 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Mayo 2022 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 41 | | | |
| Cantidad datos finales | 41 | | | |
| LBEn | Enero | | 4.877 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 7.029 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 4.831 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 6.634 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 3.387 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 5.260 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 15.441 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 14.739 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 5.280 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 5.357 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 6.907 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 3.613 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 1.161 | 23,8% | En kWh y % |
| | Febrero | 1.629 | 23,2% | En kWh y % |
| | Marzo | 2.105 | 43,6% | En kWh y % |
| | Abril | 1.291 | 19,5% | En kWh y % |
| | Mayo | 2.071 | 61,1% | En kWh y % |
| | Junio | 2.940 | 55,9% | En kWh y % |
| | Julio | 7.932 | 51,4% | En kWh y % |
| | Agosto | 10.403 | 70,6% | En kWh y % |
| | Septiembre | 2.480 | 47,0% | En kWh y % |
| | Octubre | 1.597 | 29,8% | En kWh y % |
| | Noviembre | 987 | 14,3% | En kWh y % |
| | Diciembre | 1.832 | 50,7% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

# 7. INDICADORES

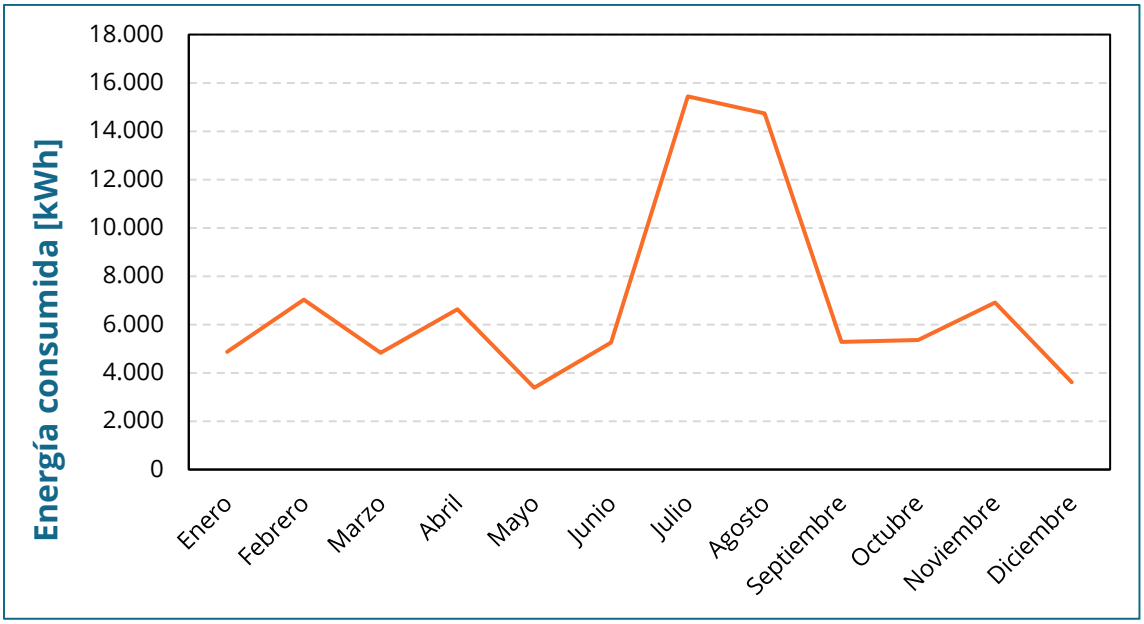
Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado del Coliseo de ferias con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la

Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 81, cuyos valores se disponen en la Tabla 54.

Figura 81. Consumo de energía eléctrica mensual del Coliseo de ferias




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por el Coliseo de ferias en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 83.3551 kWh/año para el Coliseo de Ferias.

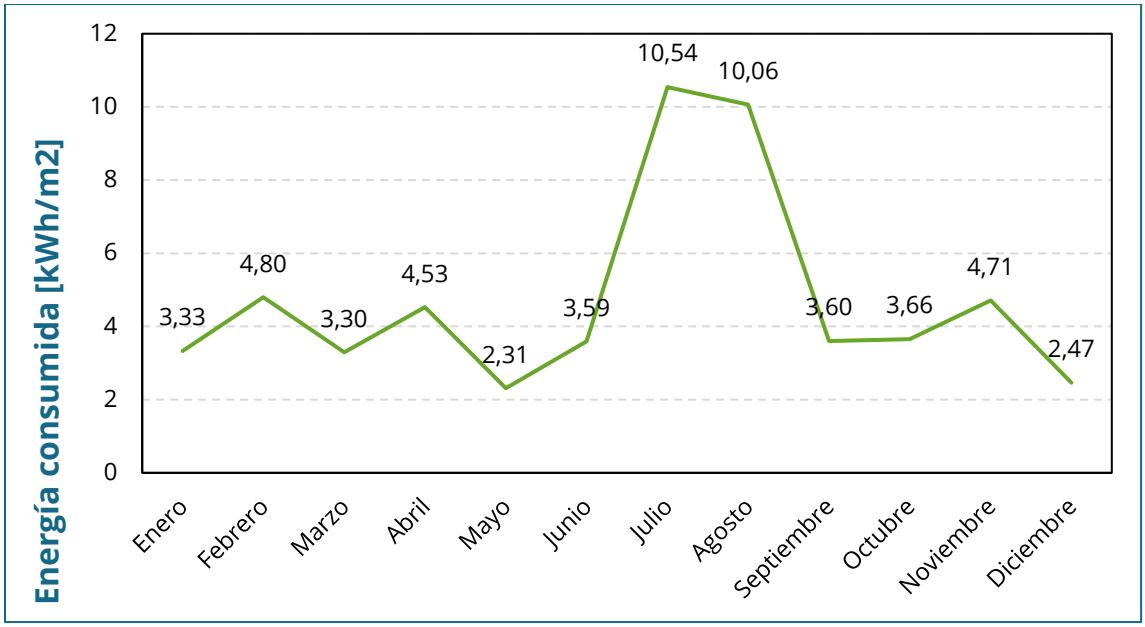
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 82.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n\ (\text{kWh/mes})}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 82. Consumo de energía eléctrica mensual del Coliseo de ferias




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica del Coliseo de ferias con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la meto

dología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 56,90 kWh/año/m² para el Coliseo de Ferias.

$$\text{CEEAS (kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \quad (8)$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico del Coliseo de ferias en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \quad (9)$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \quad (10)$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Coliseo de Ferias presenta condiciones operacionales, de infraestructura y de consumo energético que ofrecen oportunidades considerables para la implementación de medidas de eficiencia energética y mejoras en la seguridad eléctrica. El consumo energético del Coliseo está directamente asociado a la realización de eventos, con picos pronunciados en los meses de julio y agosto, mientras que fuera de temporada el consumo se reduce drásticamente, evidenciando una operación intermitente y estacional.

Durante eventos, la iluminación y el aire acondicionado representan más del 75% del consumo total, identificándose como los sistemas prioritarios para intervenciones de eficiencia. Se identificaron múltiples no conformidades con el RETIE que comprometen la seguridad y la eficiencia, incluyendo tuberías plásticas expuestas sin empotrar, ausencia o deficiencia del sistema de puesta a tierra, tableros eléctricos sin tapas que exponen partes energizadas, luminarias con fotoceldas dañadas que operan continuamente, y tomas y cajas de paso en mal estado o sin protección. Las mediciones realizadas en áreas administrativas están por debajo del nivel mínimo de 500 lux exigido por el RETILAP, afectando las condiciones visuales de trabajo.

Se evidenciaron equipos de aire acondicionado hurtados o fuera de servicio, reflectores con funcionamiento continuo por fallas en fotoceldas, y consumos residuales en circuitos supuestamente sin carga, indicando posibles fugas energéticas. La Línea Base Energética (LBEn) construida conforme a la metodología de la UPME revela un potencial de ahorro estimado que

en varios meses supera el 50%. Adicionalmente, el Coliseo presenta deterioro arquitectónico generalizado, equipos obsoletos, falta de mantenimiento y evidencias de vandalismo, lo que agrava las ineficiencias y riesgos identificados.

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 12 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 12 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** *CORPORACION EMA.*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Página Web:* www.erasmus.com.co

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

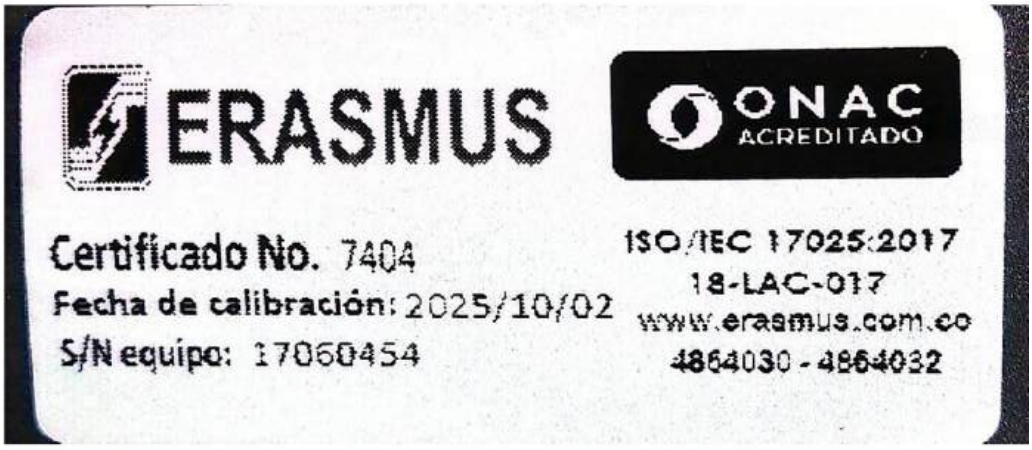
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas.<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad**: Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

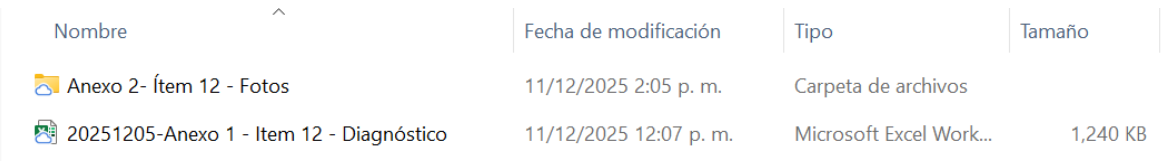
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 12.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2- Ítem 12 - Fotos | 11/12/2025 2:05 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 12 - Diagnóstico | 11/12/2025 12:07 p. m. | Microsoft Excel Work... | 1,240 KB |



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

# Consorcio

## Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

### Ítem 13 - Edificio Victoria Chaar

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 8
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 9
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 10
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 10
2.2 Áreas útiles ..... 11
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 12
3.1 Generalidades de alimentación ..... 12
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 14
3.3 Inventario ..... 14
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 16
4.1 Temperatura y humedad ..... 16
4.2 Cámara termográfica ..... 17
4.3 Iluminancia ..... 18
4.4 Mediciones eléctricas ..... 20
4.5 Curva de carga ..... 23
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 25
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 27
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 30
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 35
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 41
6.1 Metodología ..... 41
6.2 Resultados ..... 42
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 43
7. INDICADORES ..... 44
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 44
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 45
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 45

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS).....46
7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 47
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....47
Bibliografía .....49
ANEXOS.....50

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Edificio Victoria Chaar ..... 11
Figura 2. Longitudes para cálculo de área de terreno y construída ..... 11
Figura 3. Conexión física de la red a la edificación ..... 13
Figura 4. Tablero principal ..... 13
Figura 5. Muestra de tableros eléctricos de la edificación ..... 13
Figura 6. Equipos de aire acondicionado en el edificio Victoria Chaar ..... 14
Figura 7. Equipos ofimáticos del edificio Victoria Chaar ..... 15
Figura 8. Equipos de iluminación del edificio Victoria Chaar ..... 15
Figura 9. Otros equipos del edificio Victoria Chaar ..... 16
Figura 10. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 ..... 17
Figura 11. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal ..... 18
Figura 12. Luxómetro digital MPT1014 ..... 19
Figura 13. Instalación de equipo Metrel MI 2883 ..... 20
Figura 14. Tensiones de tablero principal ..... 20
Figura 15. Corrientes de tablero principal ..... 21
Figura 16. Energía activa de tablero principal ..... 21
Figura 17. Potencias de tablero principal ..... 22
Figura 18. Factor de potencia de tablero principal ..... 22
Figura 19. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas ..... 23
Figura 20. Corrientes de tablero principal ..... 24
Figura 21. Curva de carga de tablero principal ..... 25
Figura 22. Registro de datos clave de facturas ..... 26
Figura 23. Consumo histórico de energía activa ..... 28
Figura 24. Consumo histórico de energía reactiva ..... 29
Figura 25. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada ..... 30
Figura 26. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del edificio Victoria Chaar ..... 31
Figura 27. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del edificio Victoria Chaar ..... 32
Figura 28. Porcentaje de participación de consumo de energía por pisos del edificio Victoria Chaar ..... 33
Figura 29. Diagrama de Pareto – consumo de energía por pisos del edificio Victoria Chaar ..... 33
Figura 30. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del edificio Victoria Chaar ..... 34
Figura 31. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del edificio Victoria Chaar ..... 35
Figura 32. Costo de factura histórico ..... 35
Figura 33. Gráfico circular de costos de facturación ..... 36
Figura 34. Costo unitario por kWh de energía ..... 36
Figura 35. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público ..... 38

Figura 36. Costo total de energía activa .....40
Figura 37. Línea Base Energética (LBEn) del edificio Victoria Chaar .....43
Figura 38. Consumo de energía eléctrica mensual del edificio Victoria Chaar .....45
Figura 39. Consumo de energía eléctrica mensual del edificio Victoria Chaar .....46

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general del Edificio Victoria Chaar ....9
Tabla 2. Información de actividades del Edificio Victoria Chaar ....9
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación ....10
Tabla 4. Áreas del edificio Victoria Chaar ....12
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del edificio Victoria Chaar ....14
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del edificio Victoria Chaar ....14
Tabla 7. Inventario de iluminación del edificio Victoria Chaar ....15
Tabla 8. Inventario de refrigeración del edificio Victoria Chaar ....16
Tabla 9. Inventario de otros equipos del edificio Victoria Chaar ....16
Tabla 10. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad ....17
Tabla 11. Mediciones de iluminancia ....19
Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia ....23
Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger ....24
Tabla 14. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura ....24
Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía activa ....27
Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva ....28
Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada ....29
Tabla 18. Participación de consumo de energía por usos finales del edificio Victoria Chaar ....31
Tabla 19. Participación de consumo de energía por pisos del edificio Victoria Chaar ....32
Tabla 20. Participación de consumo de energía por áreas del edificio Victoria Chaar ....34
Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía activa ....37
Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía reactiva ....37
Tabla 23. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público ....38
Tabla 24. Costo facturado por energía activa ....39
Tabla 25. Costo facturado por energía reactiva ....39
Tabla 26. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público ....40
Tabla 27. Registros para construcción de LBEn del edificio Victoria Chaar ....42
Tabla 28. Reporte UPME para potencial de ahorro energético ....44

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en el ítem 13, correspondiente al Edificio Victoria Chaar en Montería, Córdoba. El estudio fue desarrollado en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que establece la obligatoriedad de ejecutar auditorías energéticas y fijar metas de ahorro del 15% para el año 2026.

La auditoría incluyó una evaluación integral de las condiciones arquitectónicas, inspección eléctrica detallada, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curvas de carga), análisis histórico de consumo y facturación, caracterización de usos finales de la energía, establecimiento de una Línea Base Energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME y cálculo de indicadores de desempeño.

Los resultados determinaron que el sistema de aire acondicionado constituye el principal uso final de energía, representando el 55% del consumo total estimado, seguido por los equipos ofimáticos (22%) y la iluminación (12%). Las mediciones de iluminancia evidenciaron niveles por debajo del mínimo reglamentario de 500 lux establecido por el RETILAP en todas las áreas inspeccionadas. Si bien las instalaciones eléctricas no presentaron deficiencias graves que incumplieran abiertamente el RETIE, se identificó una condición clasificada como "posible deficiencia" en el tablero principal mediante termografía.

El análisis del historial de facturación mostró un consumo estable durante 2025, sin penalizaciones por energía reactiva gracias a un factor de potencia óptimo. Sin embargo, la construcción de la LBEn se vio limitada por la disponibilidad de datos históricos, ya que solo se contó con un dato por mes para el año 2025. Esto resultó en un potencial de ahorro estimado de 0 kWh, dado que la LBEn y la meta (consumo mínimo registrado) coincidieron para cada mes. No obstante, el análisis detallado de usos finales y las no conformidades identificadas señalan oportunidades claras para la mejora de la eficiencia energética.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

# 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 13 corresponde al Edificio Victoria Chaar tiene por objetivos la atención al ciudadano y agilizar los trámites relacionados con la emisión de pasaportes y otros servicios. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general del Edificio Victoria Chaar






| | |
|---|---|
| **Nombre de la institución** | Edificio Victoria Chaar |
| **Dirección** | Calle 26 # 3 -26 |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8.75453° Longitud: -75.88732° |
| **Antigüedad [años]** | 20 |
| **Tipo de tenencia** | Arriendo |
| **Limitaciones patrimoniales** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades del Edificio Victoria Chaar

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Servicios y atención de pasaportes |
| **Días de operación** | Lunes a viernes |
| **Horarios de operación** | 07:00 am a 5:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | Sin información |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloques, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Edificio Victoria Chaar (ver Figura 1)

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación




| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Nororiente |
| **Número de edificios o bloques** | 1 |
| **Número de pisos** | 5 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,5 |
| **Área construida aproximada [m²]** | 945 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 15° |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: blanco |
| | Estado de las paredes: buenas |
| | Tipo de aislamiento: edificaciones laterales |
| **Ventanas** | Material del marco: metal |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: regular |
| **Techo** | Material: fibrocemento |
| | Color: gris |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Edificio Victoria Chaar

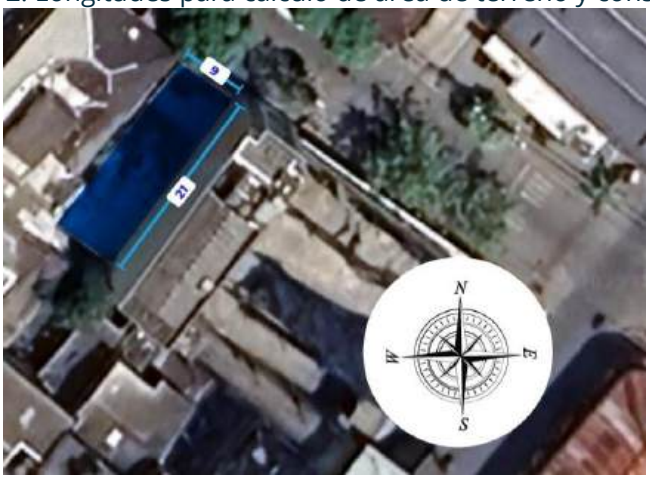



Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Áreas útiles

El área total del terreno del edificio Victoria Chaar es de aproximadamente 189 $m^2$, mientras que la superficie construida, asciende a los 945 $m^2$ (ver Figura 2). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que el edificio Victoria Chaar no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 2. Longitudes para cálculo de área de terreno y construída




Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas del edificio Victoria Chaar

| Área | Área total [m²] | Fuente | Área | Área total [m²] | Fuente |
|---|---|---|---|---|---|
| Piso 5 - oficina 1 | 28 | Estimación | Piso 3 - recepción | 24 | Estimación |
| Piso 5 - recepción | 24 | Estimación | Piso 3 - oficina 2 | 53,25 | Estimación |
| Piso 5 - oficina 2 | 53,25 | Estimación | Piso 3 - oficina 2.1 | 6,25 | Estimación |
| Piso 5 - oficina 2.1 | 6,25 | Estimación | Piso 3 - oficina 2.2 | 6,25 | Estimación |
| Piso 5 - oficina 2.2 | 6,25 | Estimación | Piso 3 - oficina 2.3 | 6,25 | Estimación |
| Piso 5 - oficina 2.3 | 6,25 | Estimación | Piso 2 - recepción | 31 | Estimación |
| Piso 4 - oficina 1 | 28 | Estimación | Piso 2 - oficina 2.1 | 12 | Estimación |
| Piso 4 - recepción | 24 | Estimación | Piso 2 - oficina 2.2 | 12 | Estimación |
| Piso 4 - oficina 2 | 53,25 | Estimación | Piso 2 - oficina 2.3 | 12 | Estimación |
| Piso 4 - oficina 2.1 | 6,25 | Estimación | Piso 2 - oficina 1 | 18 | Estimación |
| Piso 4 - oficina 2.2 | 6,25 | Estimación | Piso 1 - recepción | 30 | Estimación |
| Piso 4 - oficina 2.3 | 6,25 | Estimación | Oficina retos | 63 | Estimación |
| Piso 3 - oficina 1 | 28 | Estimación | Oficina pasaportes | 24 | Estimación |
| Piso 3 - recepción | 24 | Estimación | Piso 3 - recepción | 24 | Estimación |
| Piso 3 - oficina 2 | 53,25 | Estimación | Piso 3 - oficina 2 | 53,25 | Estimación |
| Piso 3 - oficina 2.1 | 6,25 | Estimación | Piso 3 - oficina 2.1 | 6,25 | Estimación |
| Piso 3 - oficina 2.2 | 6,25 | Estimación | Piso 3 - oficina 2.2 | 6,25 | Estimación |
| Piso 3 - oficina 2.3 | 6,25 | Estimación | Piso 3 - oficina 2.3 | 6,25 | Estimación |
| Piso 2 - recepción | 31 | Estimación | Piso 2 - recepción | 31 | Estimación |
| Piso 2 - oficina 2.1 | 12 | Estimación | Piso 2 - oficina 2.1 | 12 | Estimación |
| Piso 2 - oficina 2.2 | 12 | Estimación | Piso 2 - oficina 2.2 | 12 | Estimación |
| Piso 2 - oficina 2.3 | 12 | Estimación | Piso 2 - oficina 2.3 | 12 | Estimación |
| Piso 2 - oficina 1 | 18 | Estimación | Piso 2 - oficina 1 | 18 | Estimación |
| Piso 1 - recepción | 30 | Estimación | Piso 1 - recepción | 30 | Estimación |
| Oficina retos | 63 | Estimación | Oficina retos | 63 | Estimación |
| Oficina pasaportes | 24 | Estimación | Oficina pasaportes | 24 | Estimación |

Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

El edificio Victoria Chaar se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13,2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo semibandera (ver Figura *3*), donde la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador de 112,5 kVA propiedad del operador, desde donde la distribución continúa en configuración subterránea hasta la edificación principal (ver Figura *4*).

Figura 3. Conexión física de la red a la edificación



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Tablero principal



Fuente: Elaboración propia

Desde el tablero eléctrico principal se derivan los circuitos hacia los tableros seccionales ubicados en distintas áreas del edificio Victoria Chaar. En la Figura 5 se presentan ejemplos de estos tableros.

Figura 5. Muestra de tableros eléctricos de la edificación



Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones eléctricas del edificio Victoria Chaar, donde no se encontró que las instalaciones requieran la intervención y actualización de las mismas, dado que a simple vista no incumplen el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), en materia de riesgo eléctrico.

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 6).

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del edificio Victoria Chaar

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Minisplit | 12.000 BTU/h | 19.170 | 21 |
| Minisplit | 18.000 BTU/h | 13.286 | 11 |
| Minisplit | 24.000 BTU/h | 10.120 | 5 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Equipos de aire acondicionado en el edificio Victoria Chaar




Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 7).

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del edificio Victoria Chaar

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Computador de escritorio | 1.850 | 51 |
| Impresora laser | 6.120 | 8 |
| Portátil | 450 | 11 |
| Scanner | 18 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Equipos ofimáticos del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 8).

Tabla 7. Inventario de iluminación del edificio Victoria Chaar

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Luces de emergencia | 5 | 7 |
| Luminaria led | 1.112 | 133 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Equipos de iluminación del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 8.

Tabla 8. Inventario de refrigeración del edificio Victoria Chaar

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Dispensador de agua | 2.400 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Los otros equipos se sintetizan en la Tabla 9 (ver Figura 9).

Tabla 9. Inventario de otros equipos del edificio Victoria Chaar

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Ascensor | 3.000 | 1 |
| Bomba | 740 | 1 |
| Cafetera | 3.040 | 3 |
| Estufa eléctrica | 1.200 | 1 |
| Extractor de aire | 300 | 6 |
| UPS | 3.600 | 2 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Otros equipos del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

# 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético.

Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 10). Donde se registraron mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 10.

Figura 10. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663



Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 8:55 am | 28 | 54% |
| 2 | 8:56 am | 29 | 47% |
| 3 | 8:57 am | 29 | 49% |
| 4 | 9:17 am | 26 | 63% |
| 5 | 9:36 am | 29 | 64% |
| 6 | 9:38 am | 28 | 73% |
| 7 | 9:43 am | 28 | 73% |
| 8 | 10:51 am | 21 | 60% |

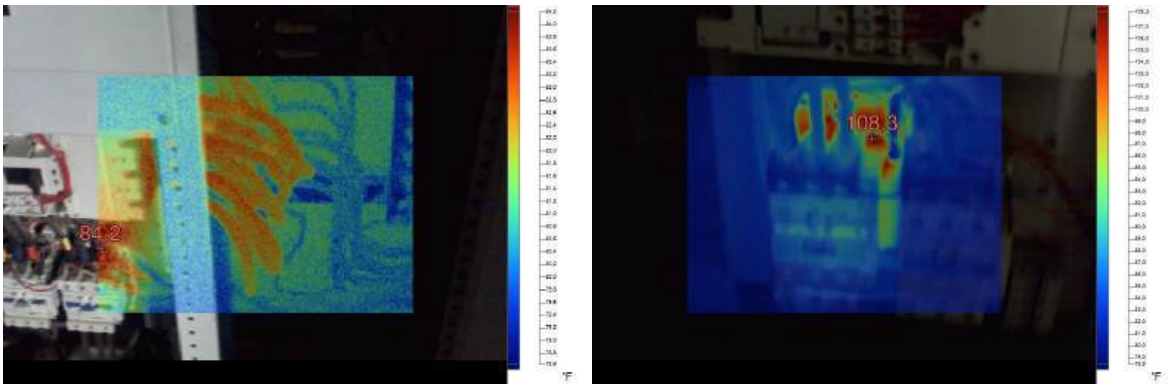
Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Cámara termográfica

Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en el tablero eléctrico principal, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 11. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 27 °C (según la Tabla 10**),** se obtiene un diferencial máximo de 15,3°C, correspondiente a la Figura 11(b) con 42,3°C (10,.3 °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (11 °C a 20 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “Posible deficiencia”. Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar revisión en el siguiente mantenimiento preventivo.

Figura 11. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal




(a) (b)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la “densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie” (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones del edificio Victoria Chaar, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 11.

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Tabla 11. Mediciones de iluminancia

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Piso 5 - oficina 1 | 6 | 441 | 500 | No cumple |
| Piso 5 - oficina 2 | 6 | 370 | 500 | No cumple |
| Piso 5 - oficina 2.1 | 4 | 351 | 500 | No cumple |
| Piso 5 - oficina 2.2 | 4 | 332 | 500 | No cumple |
| Piso 5 - oficina 2.3 | 4 | 336 | 500 | No cumple |
| Piso 4 - oficina 1 | 5 | 454 | 500 | No cumple |
| Piso 4 - oficina 2 | 5 | 350 | 500 | No cumple |
| Piso 4 - oficina 2.1 | 4 | 367 | 500 | No cumple |
| Piso 4 - oficina 2.2 | 4 | 336 | 500 | No cumple |
| Piso 4 - oficina 2.3 | 4 | 337 | 500 | No cumple |
| Piso 3 - oficina 1 | 6 | 434 | 500 | No cumple |
| Piso 3 - oficina 2 | 5 | 350 | 500 | No cumple |
| Piso 3 - oficina 2.1 | 4 | 367 | 500 | No cumple |
| Piso 3 - oficina 2.2 | 4 | 336 | 500 | No cumple |
| Piso 3 - oficina 2.3 | 4 | 334 | 500 | No cumple |
| Piso 2 - oficina 1 | 4 | 410 | 500 | No cumple |
| Piso 2 - oficina 2.1 | 4 | 370 | 500 | No cumple |
| Piso 2 - oficina 2.2 | 4 | 338 | 500 | No cumple |
| Piso 2 - oficina 2.3 | 4 | 347 | 500 | No cumple |
| Piso 1 - oficina retos | 7 | 328 | 500 | No cumple |
| Piso 1 - oficina pasaportes | 6 | 417 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Luxómetro digital MPT1014



Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Mediciones eléctricas

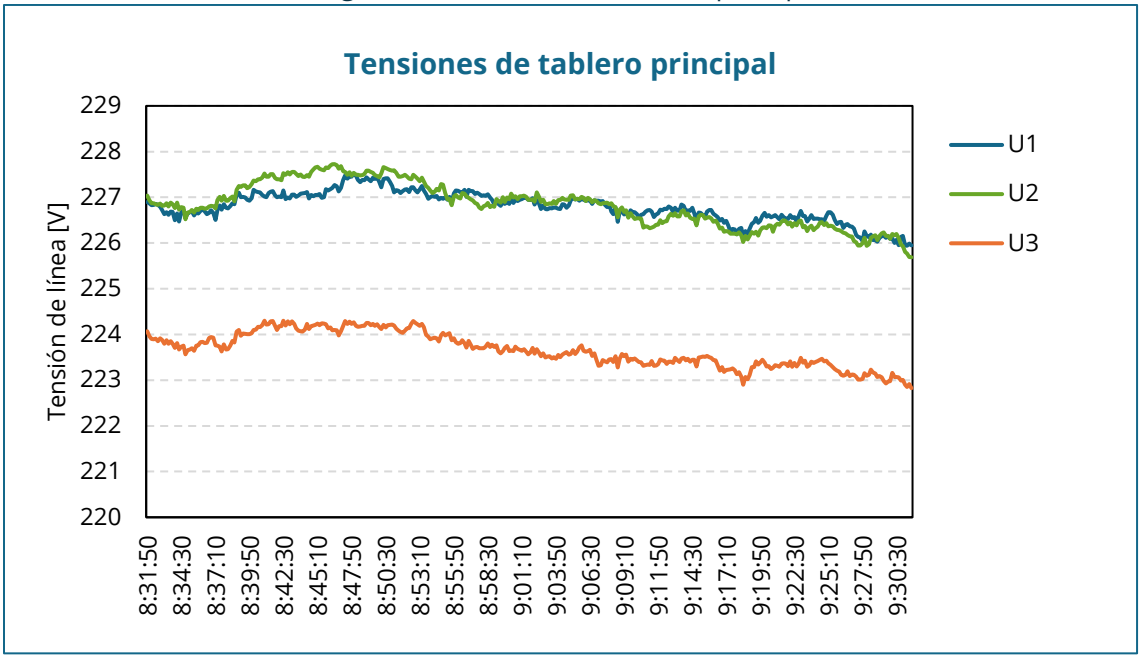
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal del edificio Victoria Chaar y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 13. Instalación de equipo Metrel MI 2883



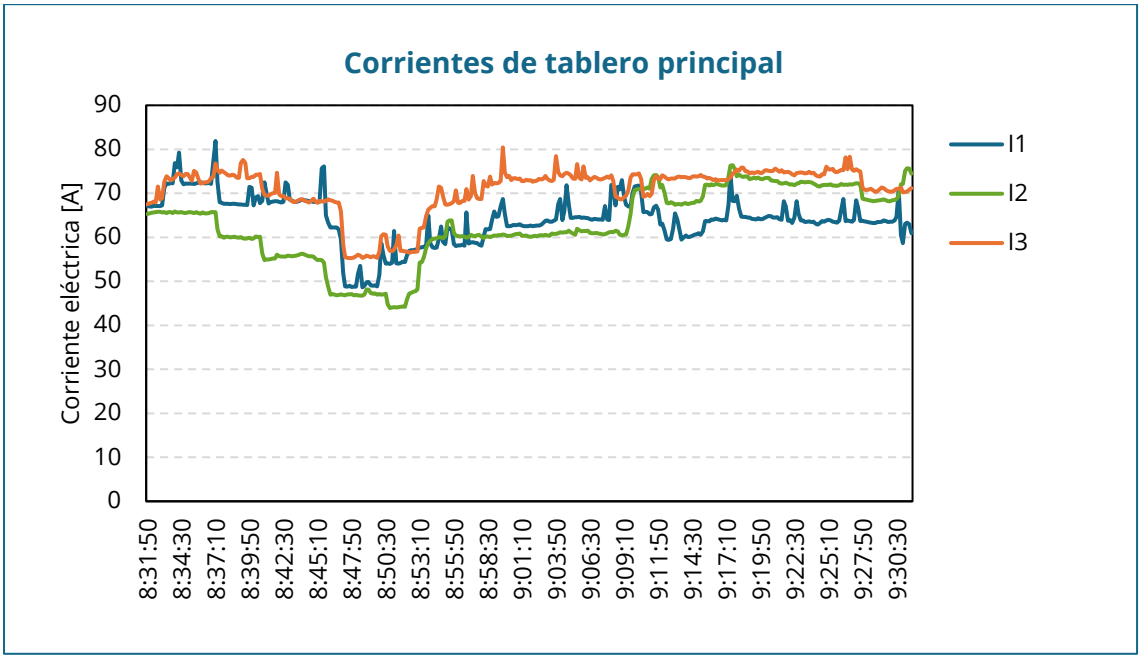
Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Tensiones de tablero principal



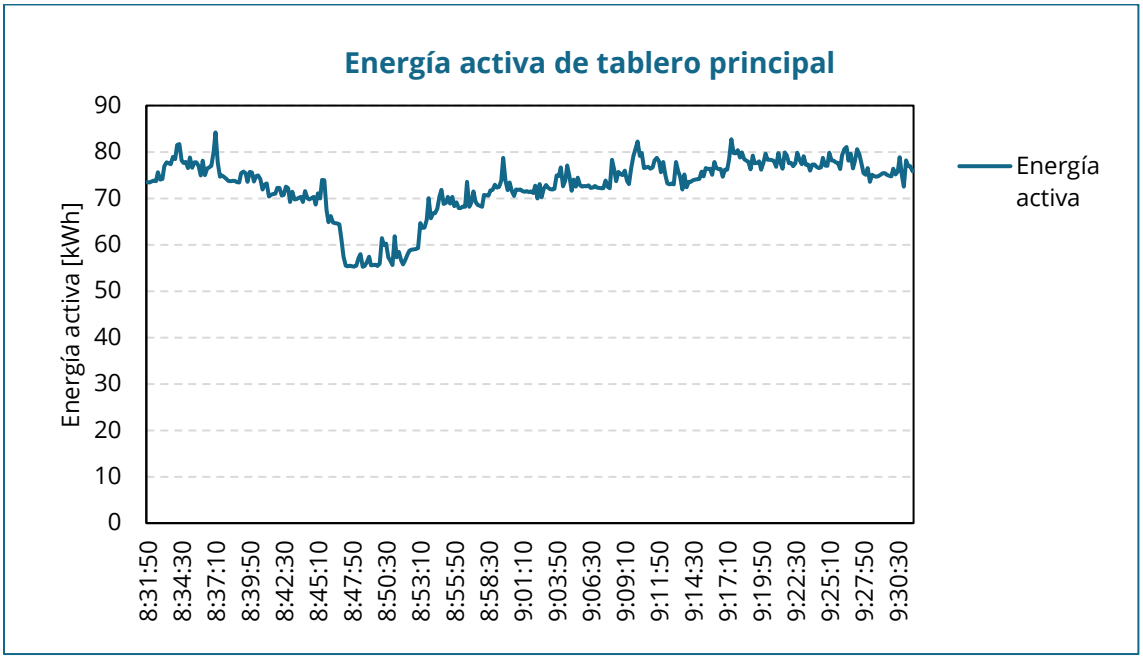

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Corrientes de tablero principal



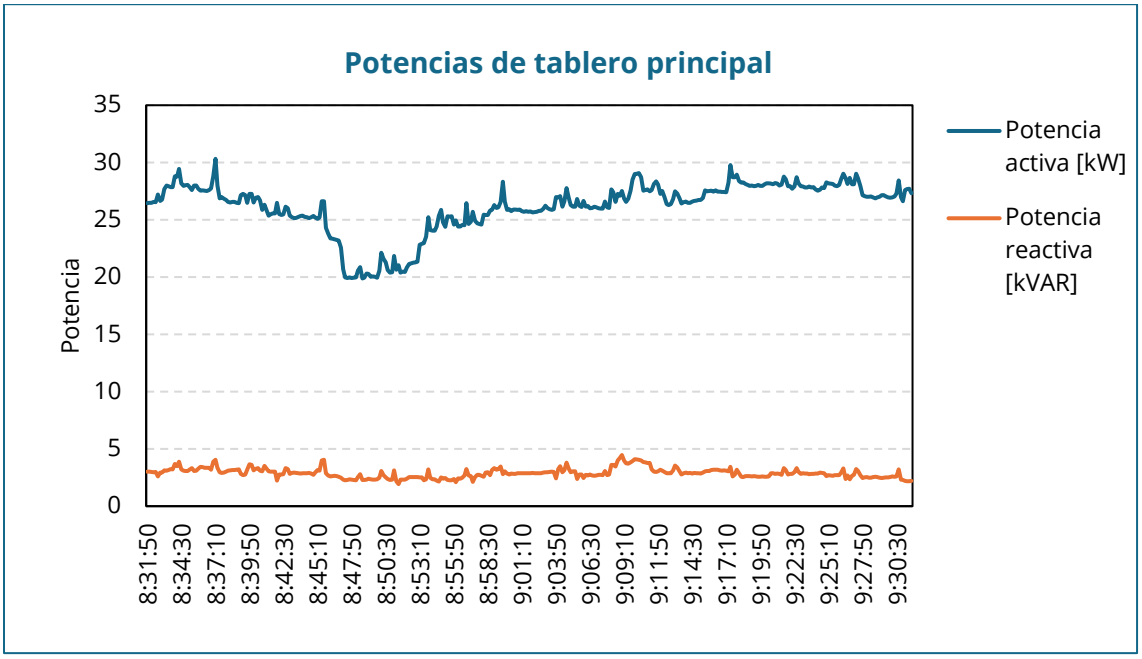

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Energía activa de tablero principal



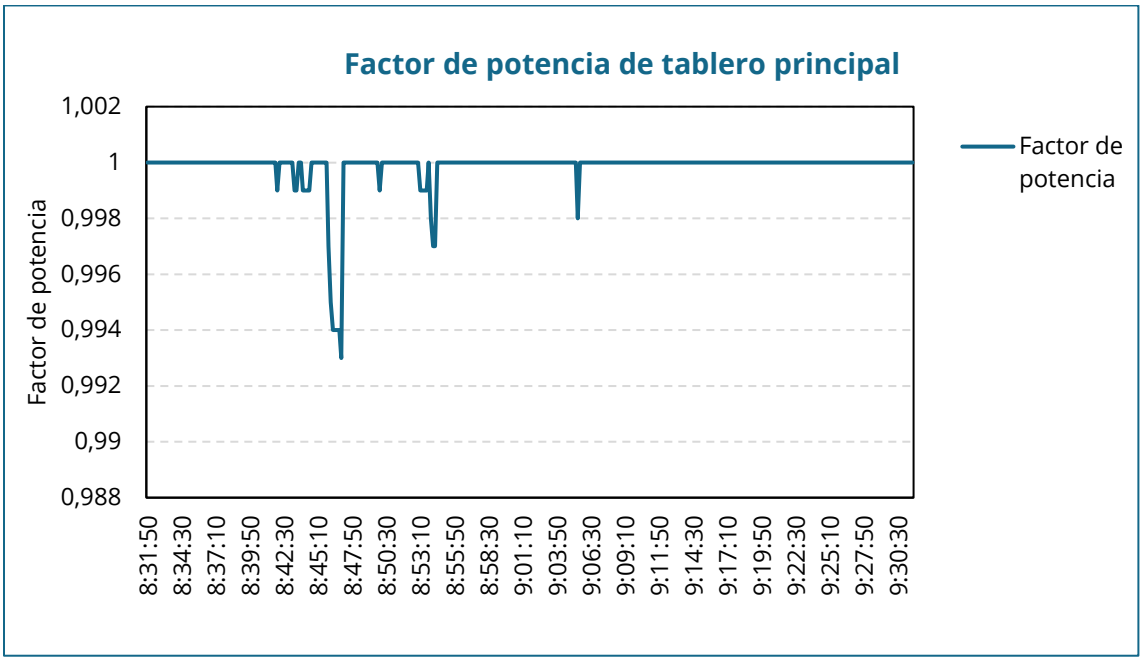

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Potencias de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Factor de potencia de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

## 4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa del edificio Victoria Chaar. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 12 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 226,79 | 0,15% |
| U23 | 226,83 | 0,21% |
| U31 | 223,66 | 0,17% |
| Factor de potencia | 1,000 | 0,08% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla *13*.

Figura 19. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 20 de noviembre de 2025 |
| **Feche final** | 21 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,07 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

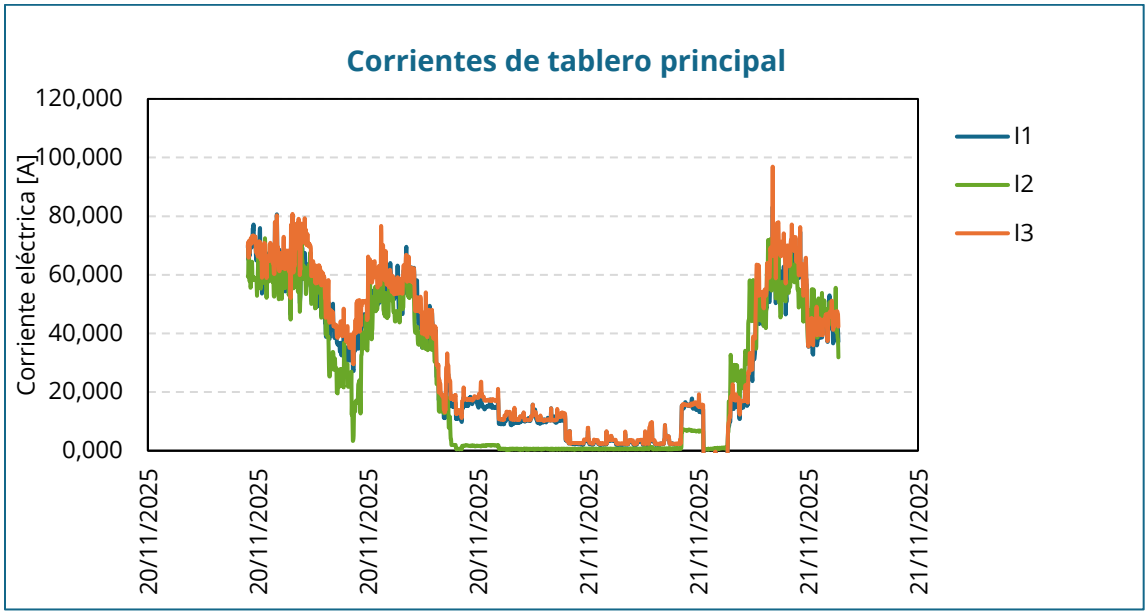
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 20 y la Figura 21. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 14.

Tabla 14. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 286 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 7.981 |
| **Energía facturada [kWh]** | 7.360 |
| **Diferencia relativa [%]** | 8,4% |

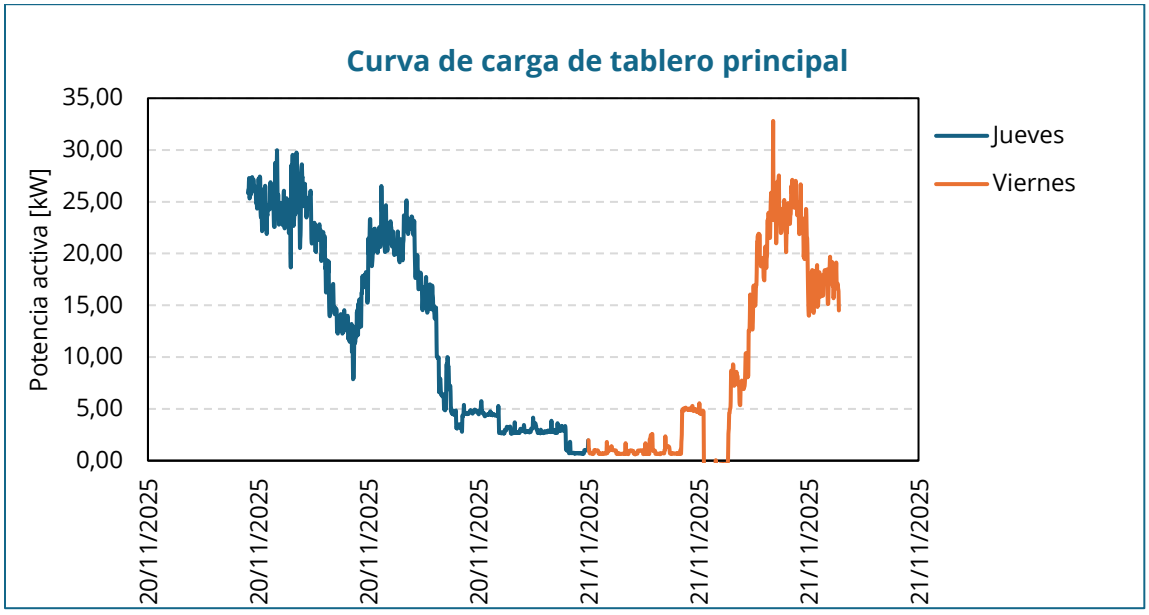
Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Corrientes de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Curva de carga de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

## 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 22).

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica**: El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.

-**Contribución (Cargo por Uso Comercial):** De acuerdo con la (Ley 142, 1994), a las instalaciones catalogadas como "comerciales" se les aplica un recargo del 20% sobre el costo total de la energía (activa y reactiva), antes de intereses u otros recargos. En el análisis presente, este valor ya se encuentra incluido en los costos unitarios y totales. Este caso particular se presenta con la cuenta NIC: 7831313 del Edificio Victoria Chaar.

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana**: Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

Figura 22. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Edificio Victoria Chaar - NIC: 7831313 - Medidor: 36053398*

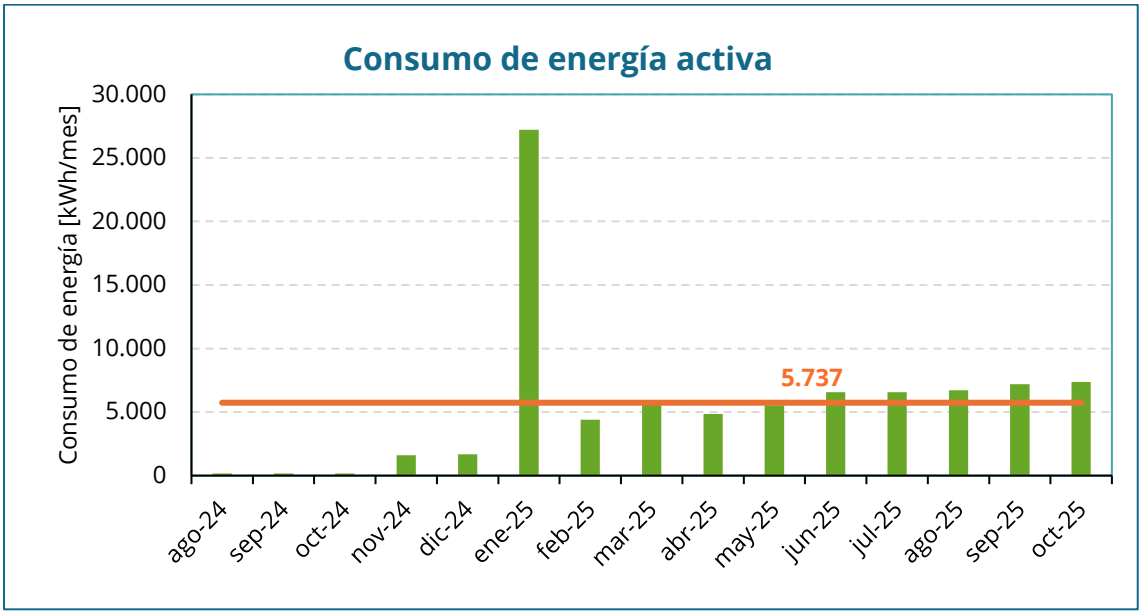
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 15, con el cual se construyó la Figura 23. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | 27.220 |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 4.400 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 5.920 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 4.840 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 5.520 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 6.560 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 6.560 |
| Agosto | Sin información | Sin información | 160 | 6.720 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | 160 | 7.200 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 160 | 7.360 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | 1.600 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | 1.680 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 23. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

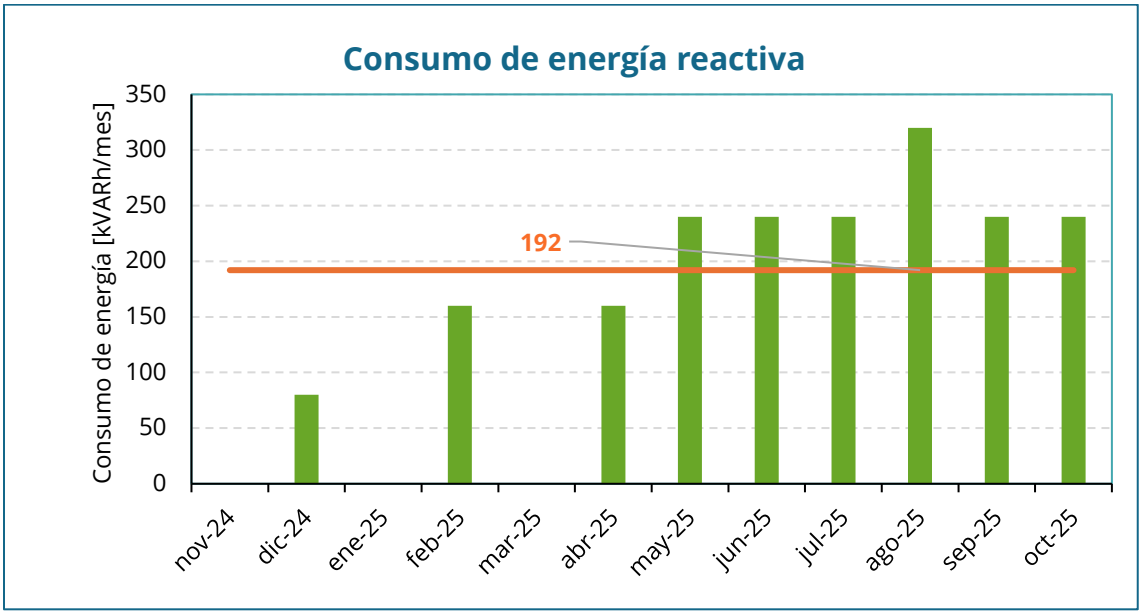
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 16, con el cual se construyó la Figura 24. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | 27.220 |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 4.400 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 5.920 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 4.840 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 5.520 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 6.560 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 6.560 |
| Agosto | Sin información | Sin información | 160 | 6.720 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | 160 | 7.200 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 160 | 7.360 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | 1.600 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | 1.680 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 24. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

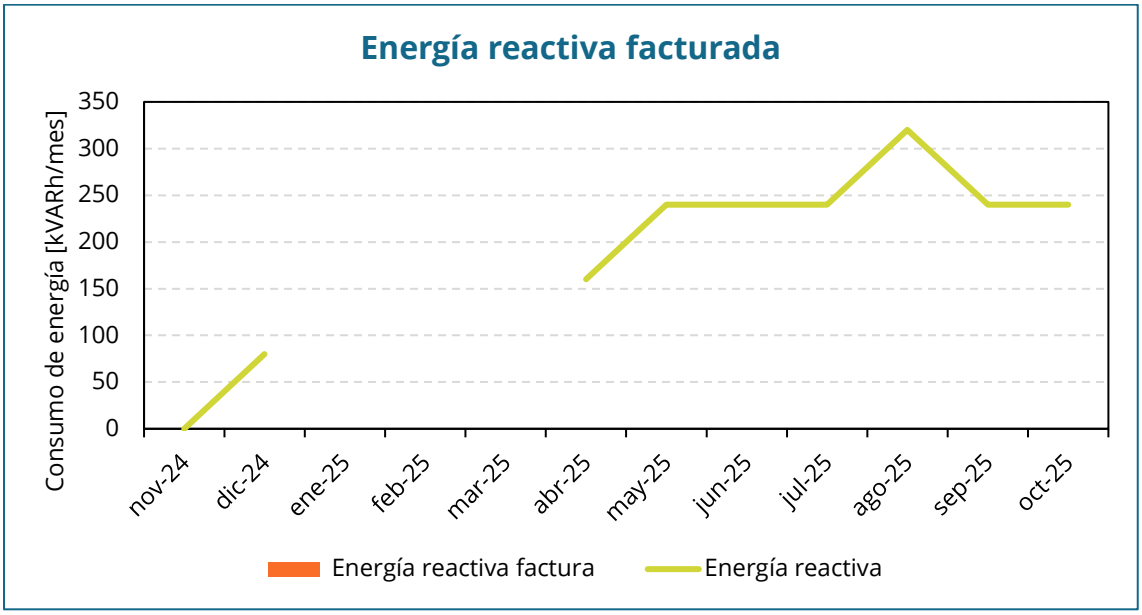
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 17, con el cual se construyó la Figura 25. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 0 | |
| Noviembre | Sin información | Sin información | 0 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 25. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 6,1% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla 15), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

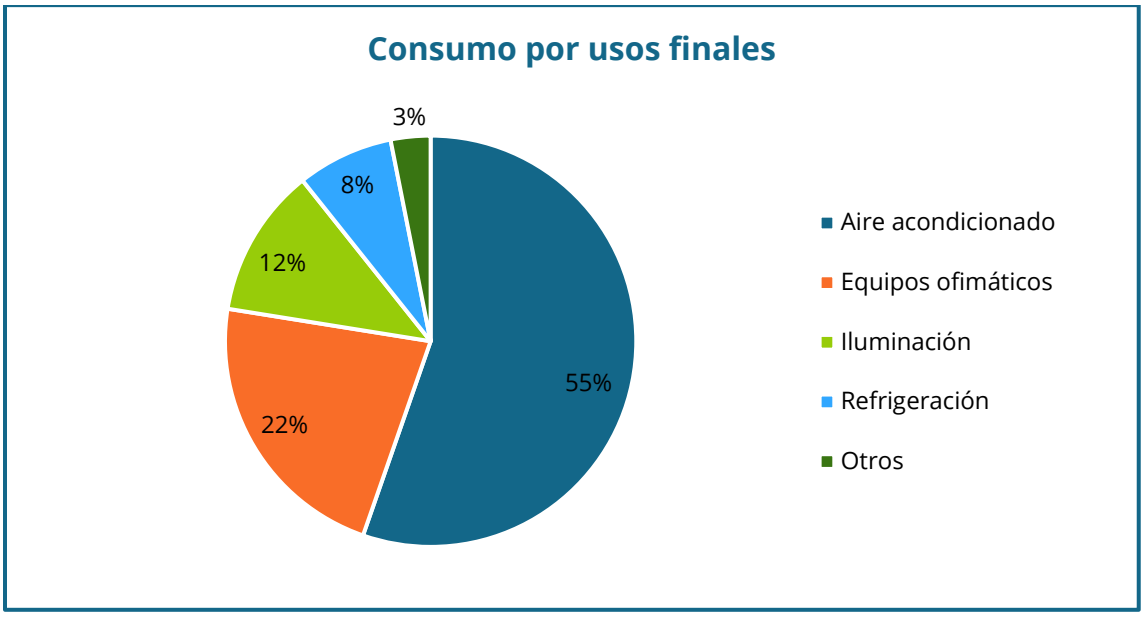
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 18, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 26 y el diagrama de Pareto en la Figura 27.

Tabla 18. Participación de consumo de energía por usos finales del edificio Victoria Chaar

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aire acondicionado | 175 | 55% |
| Equipos ofimáticos | 70 | 22% |
| Iluminación | 37 | 12% |
| Refrigeración | 24 | 8% |
| Otros | 10 | 3% |
| **Total** | **317** | **100%** |

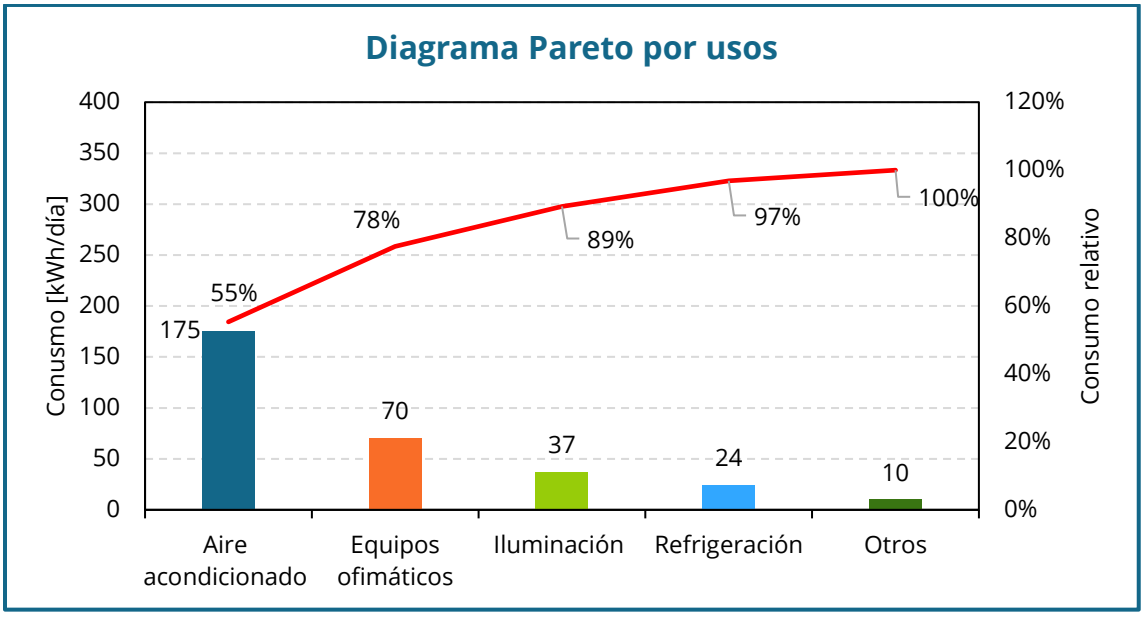
Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del edificio Victoria Chaar




Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del edificio Victoria Chaar




Fuente: Elaboración propia

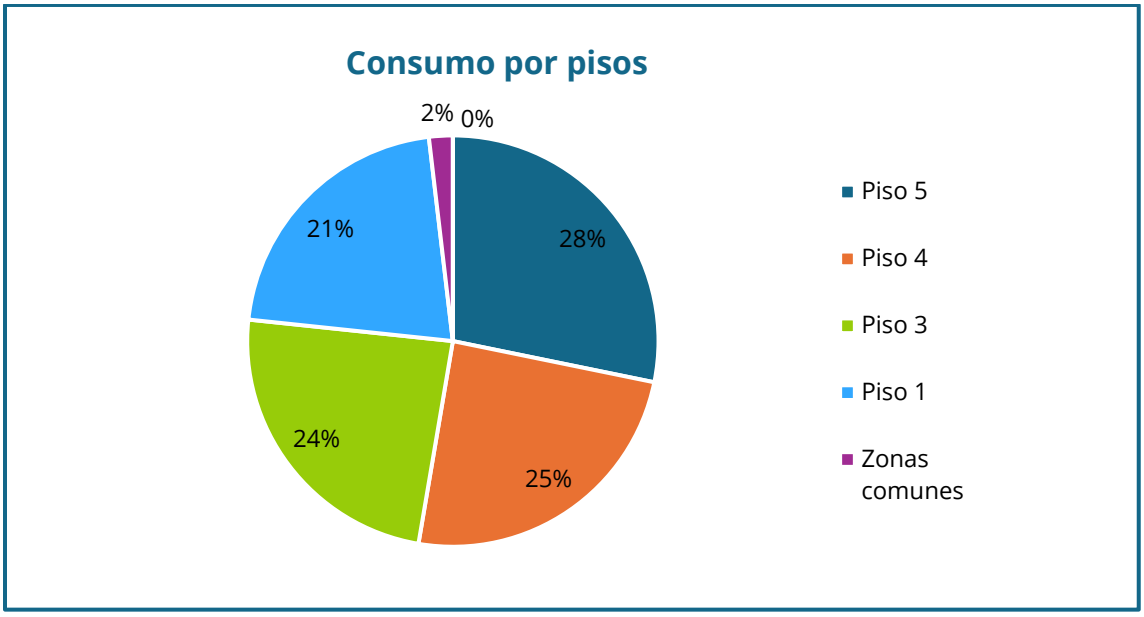
La participación de consumo por pisos se sintetiza en la Tabla 19, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 28 y el diagrama de Pareto en la Figura 29.

Tabla 19. Participación de consumo de energía por pisos del edificio Victoria Chaar

| Pisos | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Piso 5 | 89,336 | 28% |
| Piso 4 | 77,476 | 24% |
| Piso 3 | 75,966 | 24% |
| Piso 1 | 67,958 | 21% |
| Zonas comunes | 5,9152 | 2% |
| Piso 2 | 0 | 0% |
| **Total** | **317** | **100%** |

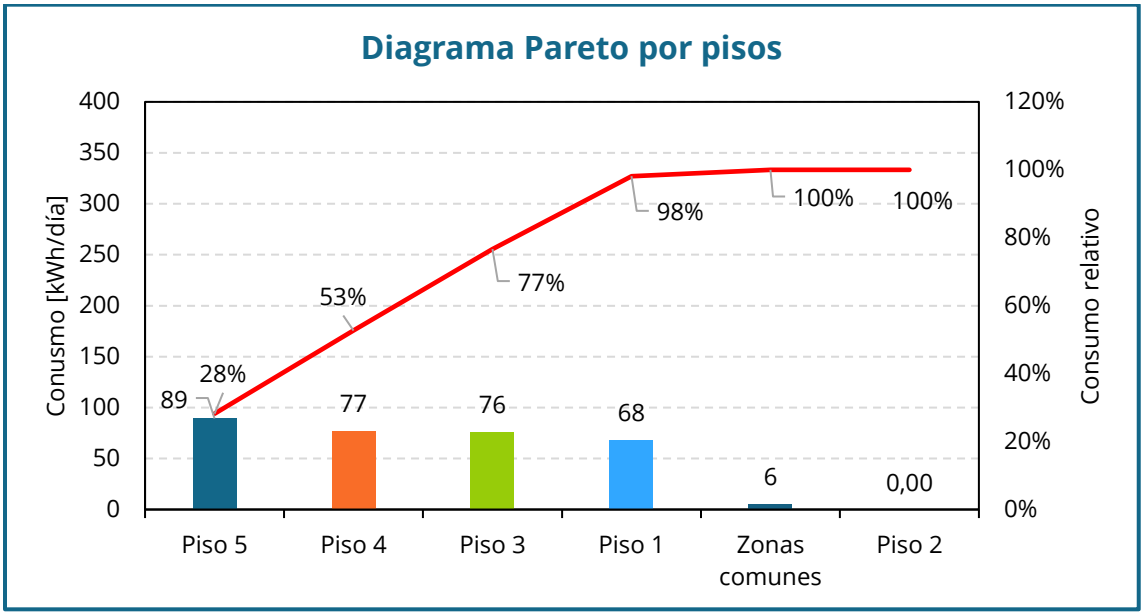
Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Porcentaje de participación de consumo de energía por pisos del edificio Victoria Chaar




Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Diagrama de Pareto – consumo de energía por pisos del edificio Victoria Chaar




Fuente: Elaboración propia

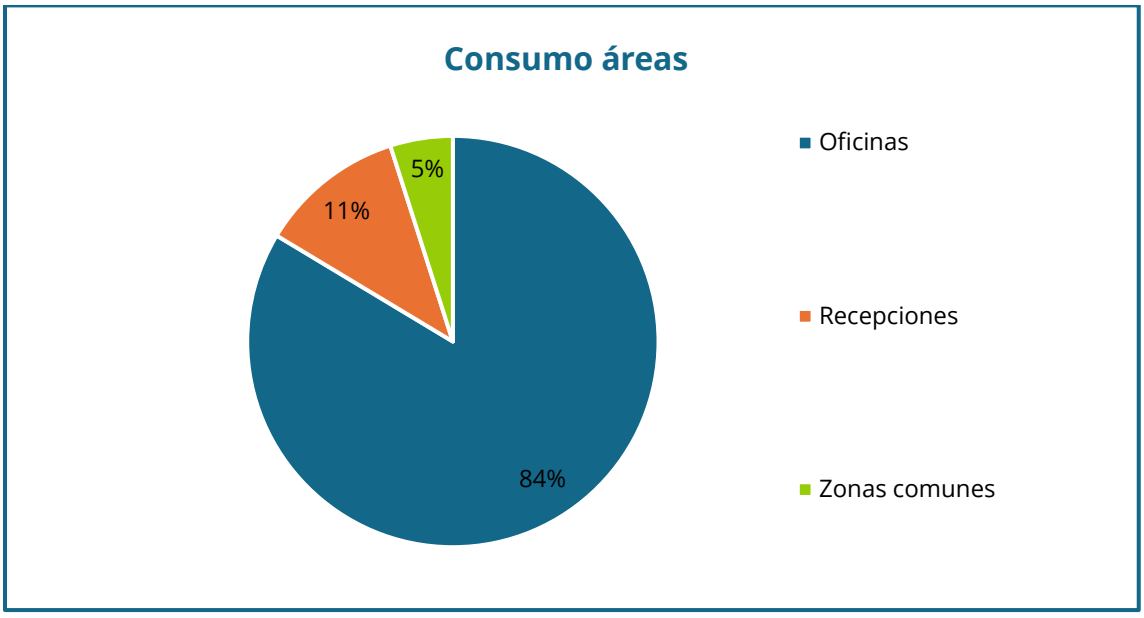
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 19, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 28 y el diagrama de Pareto en la Figura 29.

Tabla 20. Participación de consumo de energía por áreas del edificio Victoria Chaar

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Oficinas | 265 | 84% |
| Recepciones | 36 | 11% |
| Zonas comunes | 16 | 5% |
| **Total** | **317** | **100%** |

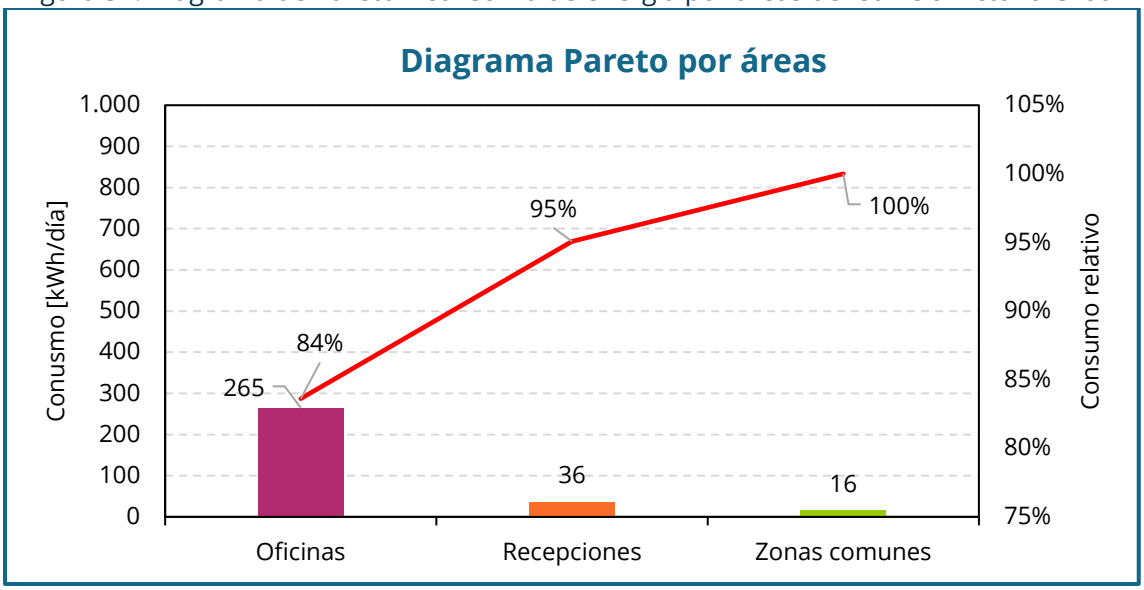
Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del edificio Victoria Chaar




Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del edificio Victoria Chaar



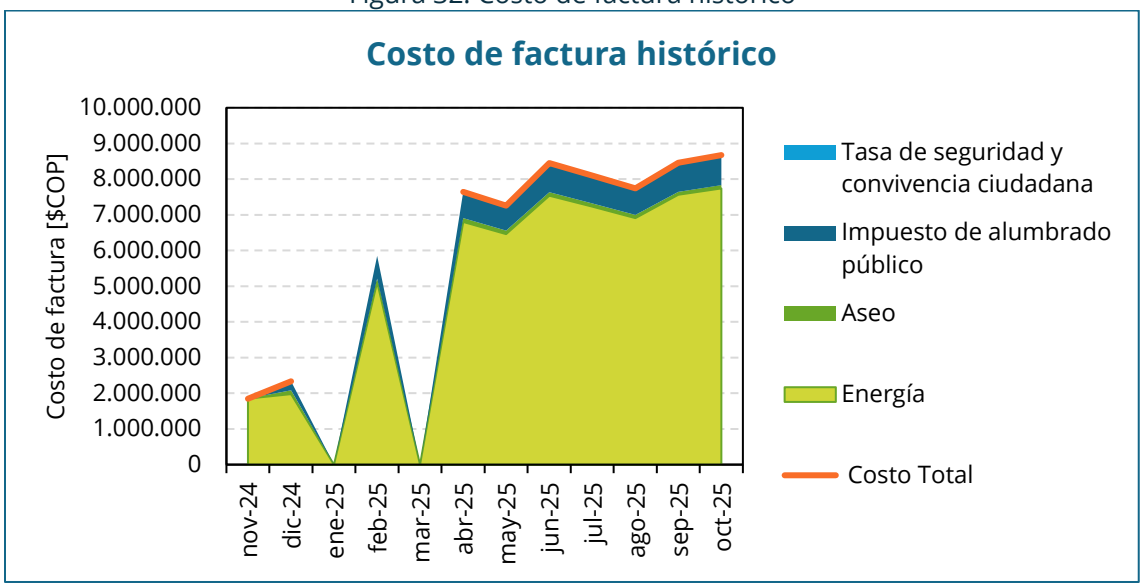

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Edificio Victoria Chaar - NIC: 7831313 - Medidor: 36053398*

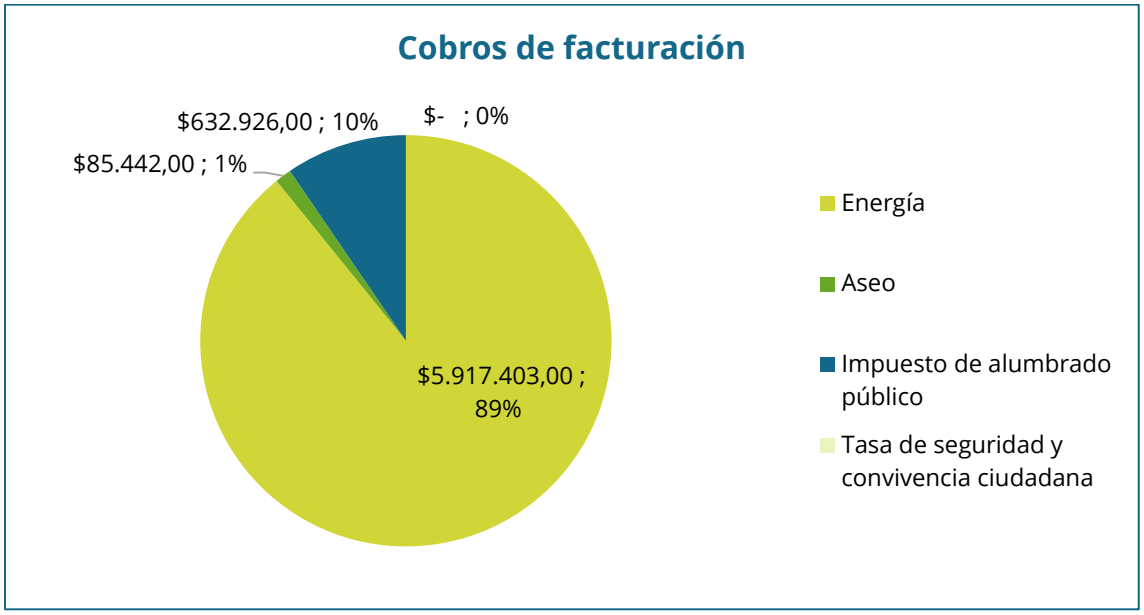
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 32 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 33.

Figura 32. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

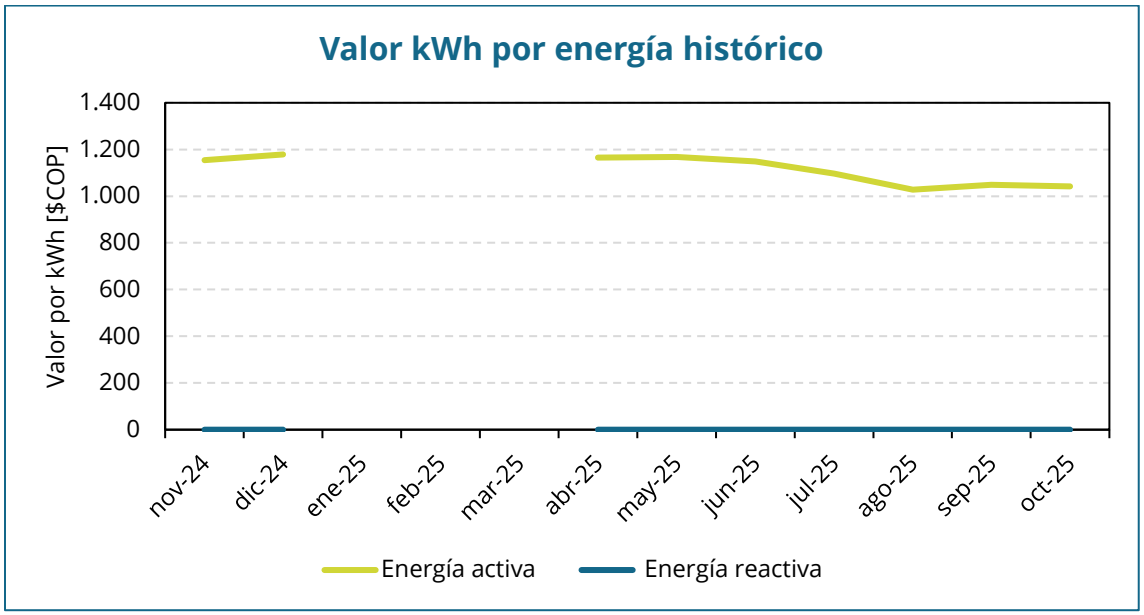
Figura 33. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 34 (ver registros en la Tabla 21 y la Tabla 22).

Figura 34. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 1.161 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 1.165 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.168 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.148 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.097 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 1.028 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.048 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.042 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | 1.154 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | 1.179 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | 0 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

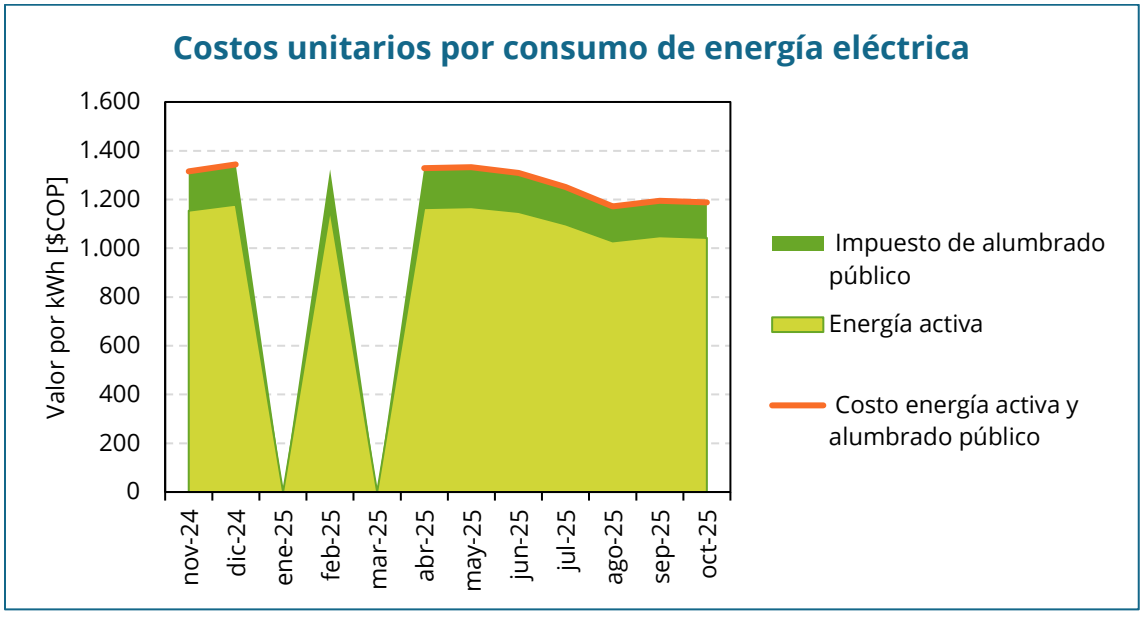
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 35 (ver registros en la Tabla 23). El promedio de este valor es de $1.275,74 COP.

Tabla 23. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 1.323 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 1.328 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.332 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.309 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.251 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 1.172 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.195 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.188 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | 1.316 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | 1.344 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 35. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 36. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 24, la Tabla 25 y la Tabla 26, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 24. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 5.107.256 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 6.802.782 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 6.449.678 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 7.532.979 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 7.198.157 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 6.906.682 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 7.548.696 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 7.669.782 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | 1.846.656 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | 1.980.132 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 25. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | 0 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | 0 | |

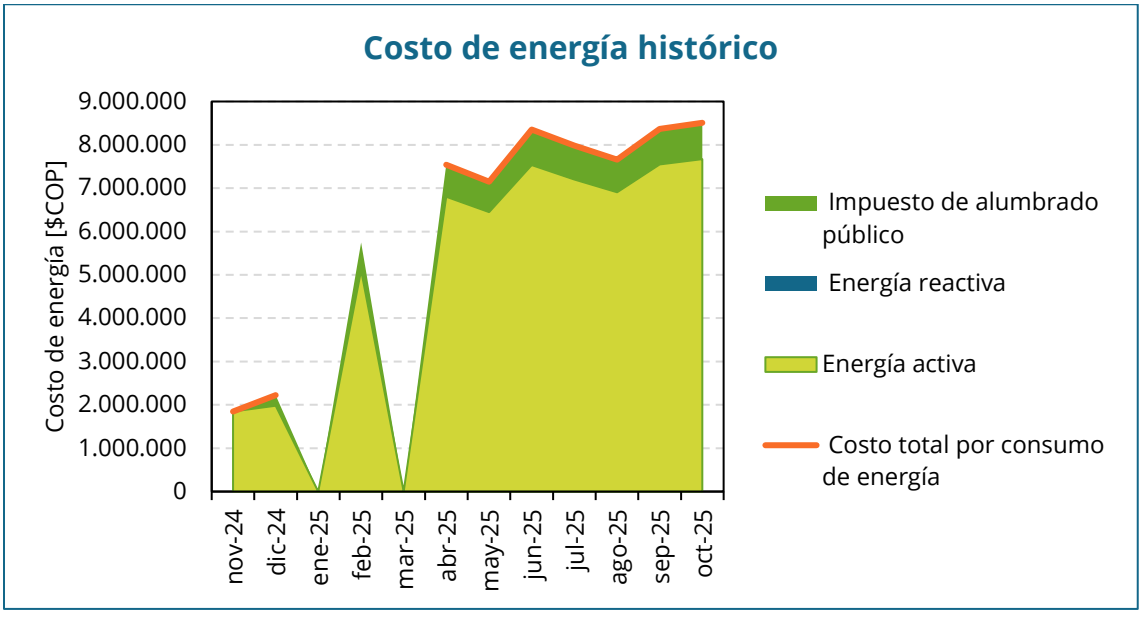
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 26. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 5.747.286 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 7.540.592 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 7.149.388 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 8.349.049 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 7.981.797 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 7.654.902 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 8.366.516 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 8.508.222 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | 1.846.656 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | 2.227.652 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 36. Costo total de energía activa




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \qquad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \qquad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \qquad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla 15), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 27).

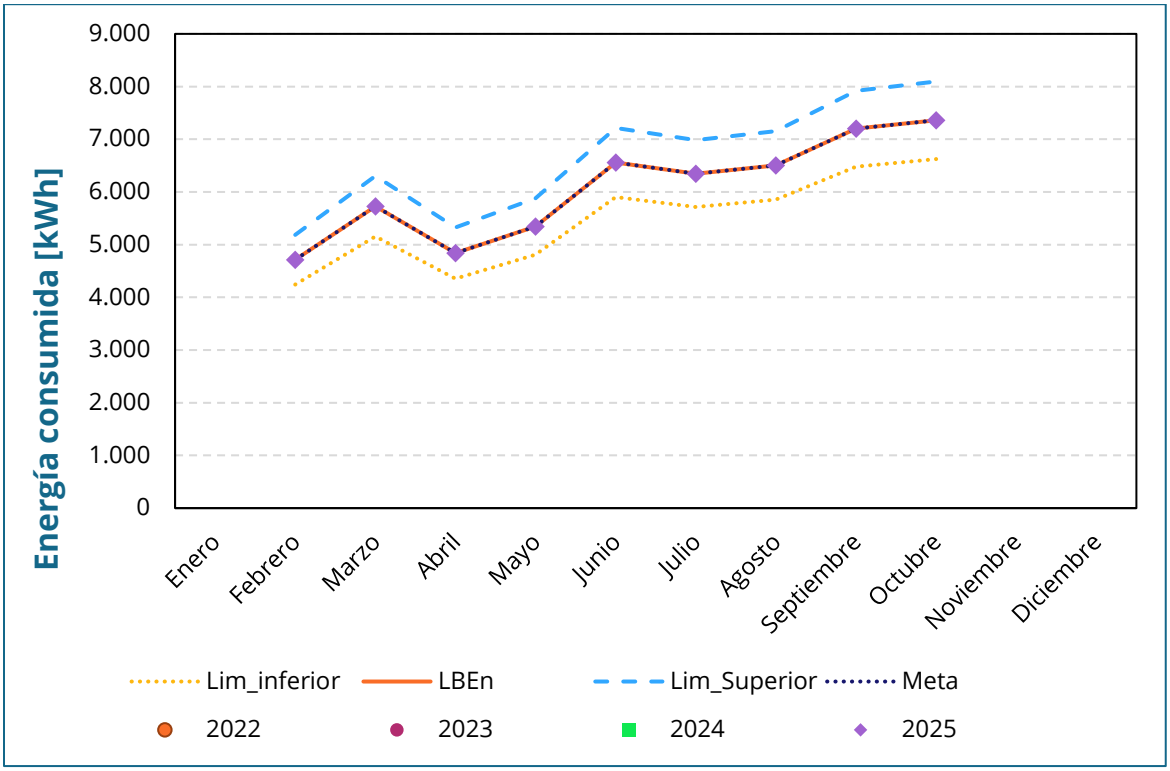
Tabla 27. Registros para construcción de LBEn del edificio Victoria Chaar

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | | | | |
| Febrero | 4.243 | 4.714 | 5.186 | 4.714 |
| Marzo | 5.156 | 5.729 | 6.302 | 5.729 |
| Abril | 4.356 | 4.840 | 5.324 | 4.840 |
| Mayo | 4.808 | 5.342 | 5.876 | 5.342 |
| Junio | 5.904 | 6.560 | 7.216 | 6.560 |
| Julio | 5.714 | 6.348 | 6.983 | 6.348 |
| Agosto | 5.853 | 6.503 | 7.154 | 6.503 |
| Septiembre | 6.480 | 7.200 | 7.920 | 7.200 |
| Octubre | 6.624 | 7.360 | 8.096 | 7.360 |
| Noviembre | | | | |
| Diciembre | | | | |
| **Total** | | **54.597** | | **54.597** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 37, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 37. Línea Base Energética (LBEn) del edificio Victoria Chaar




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 28 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Es importante señalar que el ahorro estimado es nulo. Esto se debe a que, para cada mes, solo se dispone de un único mes de datos como referencia. En consecuencia, el valor de energía de la línea base (LBEn) y la meta (definida como el consumo mínimo registrado en un mes dado) son idénticos.

Tabla 28. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Actividades administrativas | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 189 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Febrero 2025 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 15 | | | |
| Cantidad datos finales | 9 | | | |
| LBEn | Enero | | 0 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 4.714 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 5.729 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 4.840 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 5.342 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 6.560 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 6.348 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 6.503 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 7.200 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 7.360 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 0 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 0 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Febrero | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Marzo | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Abril | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Mayo | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Junio | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Julio | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Agosto | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Septiembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Octubre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Noviembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Diciembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

# 7. INDICADORES

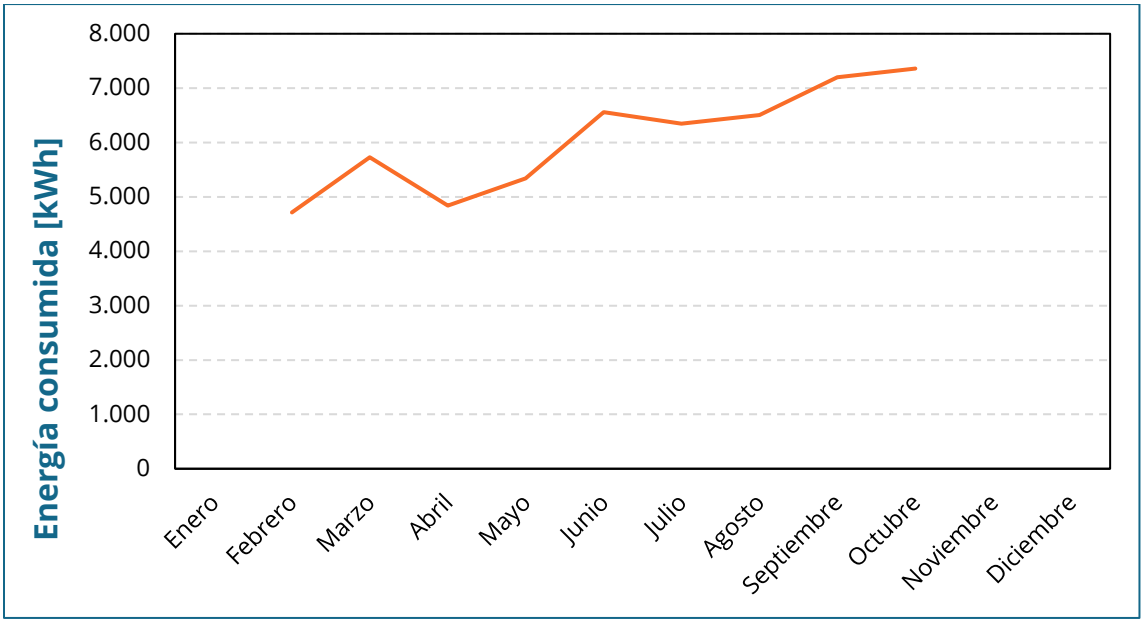
Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado del edificio Victoria Chaar con su línea base de referencia (LBEn de la Sección

6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 38, cuyos valores se disponen en la Tabla 28.

Figura 38. Consumo de energía eléctrica mensual del edificio Victoria Chaar




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por el edificio Victoria Chaar en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 54.597 kWh/año para el edificio Victoria Chaar. Cabe mencionar que después de contar con mínimo 12 datos representativos (1 de cada mes) se debe recalcular este indicador de la LBEn.

$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

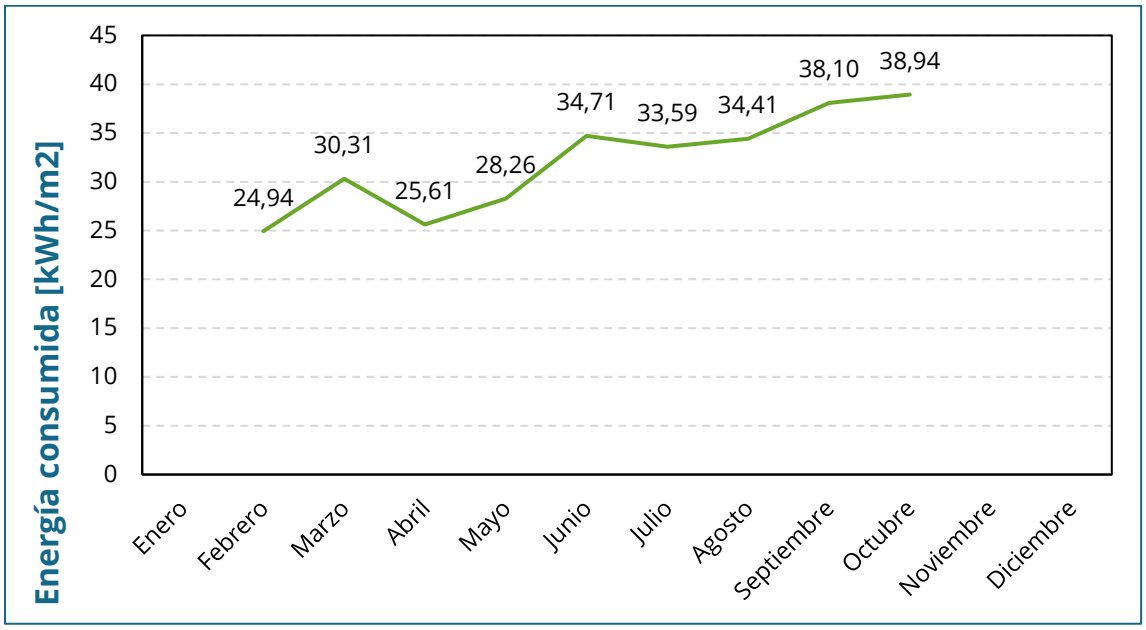
## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según

la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 39.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2) = \frac{CEEM_n\ (\text{kWh/mes})}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 39. Consumo de energía eléctrica mensual del edificio Victoria Chaar




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica del edificio Victoria Chaar con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 288,87 kWh/año/m² para el edificio Victoria Chaar. Cabe mencionar que después de contar con mínimo 12 datos representativos (1 de cada mes) se debe recalcular este indicador de la LBEn.

$$\text{CEEAS (kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n \text{ (kWh/mes/m}^2) \quad (8)$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico del edificio Victoria Chaar en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \quad (9)$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \quad (10)$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ítem 13, correspondiente al Edificio Victoria Chaar, presenta un perfil de consumo energético dominado por la climatización y oportunidades de mejora en eficiencia y confort, derivadas de los hallazgos de la auditoría:

- El aire acondicionado es el principal uso final de energía, representando el 55% del consumo total estimado, identificándolo como el área de mayor impacto para implementar medidas de ahorro y optimización.
- Se evidenció un incumplimiento generalizado de los niveles de iluminancia reglamentarios (RETILAP) en todas las áreas de trabajo inspeccionadas, lo que afecta las condiciones visuales adecuadas y sugiere ineficiencia en el sistema de alumbrado actual.
- La inspección termográfica del tablero principal identificó una condición de "posible deficiencia" según la norma ANSI/NETA, con diferenciales de temperatura que, aunque aceptables, recomiendan revisión en el próximo mantenimiento preventivo.

- El análisis de facturación mostró un consumo estable y un excelente factor de potencia (próximo a 1), lo que evitó cobros por energía reactiva. Sin embargo, la construcción de una Línea Base Energética (LBEn) robusta se vio limitada por la escasez de datos históricos, resultando en un potencial de ahorro estimado nulo con la metodología aplicada.
- El inventario y caracterización energética permitieron identificar que los pisos superiores (4 y 5) y las oficinas son las zonas de mayor consumo relativo dentro del edificio.

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 13 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 13 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** ***CORPORACION EMA.***
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Página Web:* www.erasmus.com.co

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

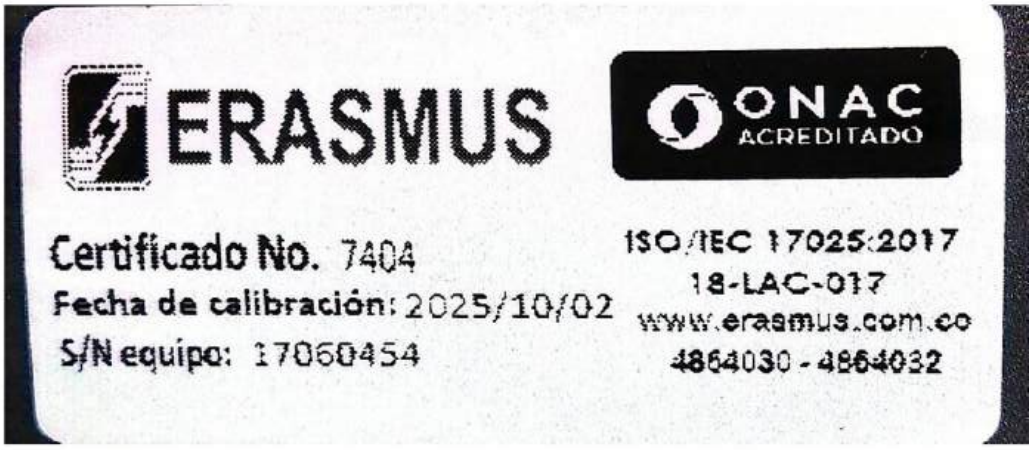
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas. | Elena P. Prieto Rodríguez. |
| Metrólogo del laboratorio. | Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMOGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ilac-MRA
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad:** Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

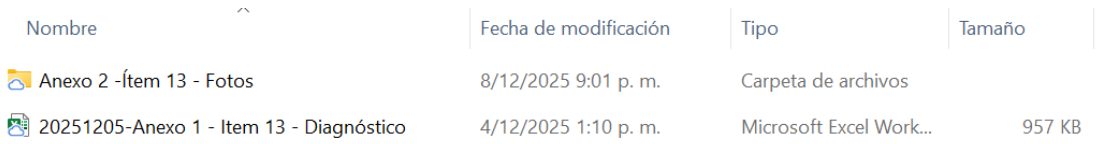
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 13.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2 -Ítem 13 - Fotos | 8/12/2025 9:01 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 13 - Diagnóstico | 4/12/2025 1:10 p. m. | Microsoft Excel Work... | 957 KB |



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

# Consorcio

## Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

### Ítem 14 - Edificio Morindó piso 4

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 7
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 8
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 9
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 9
2.2 Áreas útiles ..... 10
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 11
3.1 Generalidades de alimentación ..... 11
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 11
3.3 Inventario ..... 12
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 14
4.1 Temperatura y humedad ..... 15
4.2 Cámara termográfica ..... 15
4.3 Iluminancia ..... 16
4.4 Mediciones eléctricas ..... 17
4.5 Curva de carga ..... 21
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 23
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 25
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 28
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 31
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 37
6.1 Metodología ..... 37
6.2 Resultados ..... 38
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 39
7. INDICADORES ..... 40
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 40
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 41
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 41

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS).....42
7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 43
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....43
Bibliografía .....45
ANEXOS.....46

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Piso 4 del Edificio Morindó....10
Figura 2. Longitudes para cálculo de áreas....10
Figura 3. Tablero principal....11
Figura 4. Equipos de aire acondicionado en el piso 4 del edificio Morindó....12
Figura 5. Equipos ofimáticos del piso 4 del edificio Morindó....13
Figura 6. Equipos de iluminación del piso 4 del edificio Morindó....13
Figura 7. Equipos de refrigeración del piso 4 del edificio Morindó....14
Figura 8. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663....15
Figura 9. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal....16
Figura 10. Luxómetro digital MPT1014....17
Figura 11. Instalación de equipo Metrel MI 2883....18
Figura 12. Tensiones de tablero principal....18
Figura 13. Corrientes de tablero principal....19
Figura 14. Energía activa de tablero principal....19
Figura 15. Potencias de tablero principal....20
Figura 16. Factor de potencia de tablero principal....20
Figura 17. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas....21
Figura 18. Corrientes de tablero principal....22
Figura 19. Curva de carga de tablero principal....23
Figura 20. Registro de datos clave de facturas....24
Figura 21. Consumo histórico de energía activa....25
Figura 22. Consumo histórico de energía reactiva....26
Figura 23. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada....27
Figura 24. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del piso 4 del edificio Morindó....28
Figura 25. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del piso 4 del edificio Morindó....29
Figura 26. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del piso 4 del edificio Morindó....30
Figura 27. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del piso 4 del edificio Morindó....31
Figura 28. Costo de factura histórico....31
Figura 29. Gráfico circular de costos de facturación....32
Figura 30. Costo unitario por kWh de energía....32
Figura 31. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público....34
Figura 32. Costo total de energía activa....36
Figura 33. Línea Base Energética (LBEn) del piso 4 del edificio Morindó....39
Figura 34. Consumo de energía eléctrica mensual del piso 4 del edificio Morindó....41
Figura 35. Consumo de energía eléctrica mensual del piso 4 del edificio Morindó....42

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general del Edificio Morindó Piso 4 ....8
Tabla 2. Información de actividades del Edificio Morindó Piso 4 ....8
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación ....9
Tabla 4. Áreas del piso 4 del edificio Morindó ....11
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del piso 4 del edificio Morindó ....12
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del piso 4 del edificio Morindó....12
Tabla 7. Inventario de iluminación del piso 4 del edificio Morindó....13
Tabla 8. Inventario de refrigeración del piso 4 del edificio Morindó ....13
Tabla 9. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad ....15
Tabla 10. Mediciones de iluminancia ....17
Tabla 11. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia....21
Tabla 12. Especificaciones de medición con datalogger....22
Tabla 13. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura....22
Tabla 14. Registro de consumo histórico de energía activa ....25
Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía reactiva ....26
Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada ....27
Tabla 17. Participación de consumo de energía por usos finales del piso 4 del edificio Morindó ....29
Tabla 18. Participación de consumo de energía por áreas del piso 4 del edificio Morindó ....30
Tabla 19. Costo unitario por kWh de energía activa....33
Tabla 20. Costo unitario por kWh de energía reactiva ....33
Tabla 21. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público....34
Tabla 22. Costo facturado por energía activa....35
Tabla 23. Costo facturado por energía reactiva ....35
Tabla 24. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público....36
Tabla 25. Registros para construcción de LBEn del piso 4 del edificio Morindó ....38
Tabla 26. Reporte UPME para potencial de ahorro energético ....40

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en el ítem 14, correspondiente al piso 4 del Edificio Morindó en Montería, Córdoba. El estudio se desarrolló en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que establece la obligatoriedad de ejecutar auditorías energéticas y fijar metas de ahorro del 15% para 2026.

La auditoría incluyó una evaluación integral de las condiciones arquitectónicas, inspección eléctrica detallada, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curvas de carga), análisis histórico de consumo y facturación, caracterización de usos finales, establecimiento de una línea base energética (LBEn) y cálculo de indicadores de desempeño.

Se determinó que el aire acondicionado es el principal uso final de energía, representando el 69% del consumo total. Se identificaron múltiples deficiencias con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) que comprometen la seguridad, así como niveles de iluminancia por debajo del mínimo reglamentario del RETILAP en la mayoría de las áreas evaluadas. El análisis de la Línea Base Energética conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME permitió estimar un potencial de ahorro energético significativo, indicando una amplia oportunidad para la implementación de medidas de eficiencia.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

# 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 14 corresponde al Edificio Morindó Piso 4. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general del Edificio Morindó Piso 4




| | |
|---|---|
| **Nombre de la institución** | Edificio Morindó Pisos 4 |
| **Dirección** | Cl 29 #2-45 DUP 3 |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8,756583° Longitud: -75,886117° |
| **Antigüedad [años]** | Sin información |
| **Tipo de tenencia** | Arriendo |
| **Limitaciones patrimoniales** | No |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades del Edificio Morindó Piso 4

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Administración de documentación de educación |
| **Días de operación** | Lunes a sábado |
| **Horarios de operación** | 08:00 am a 6:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | Sin información |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloque, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Edificio Morindó piso 4 (ver Figura 1).

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación




| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Suroriente |
| **Número de edificios o bloques** | 1 |
| **Número de pisos** | 3 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,4 |
| **Área construida aproximada [m²]** | 719 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 45° |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: blanco |
| | Estado de las paredes: buenas |
| | Tipo de aislamiento: ninguno |
| **Ventanas** | Material del marco: metal |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: buenas |
| **Techo** | Material: no aplica |
| | Color: no aplica |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Piso 4 del Edificio Morindó

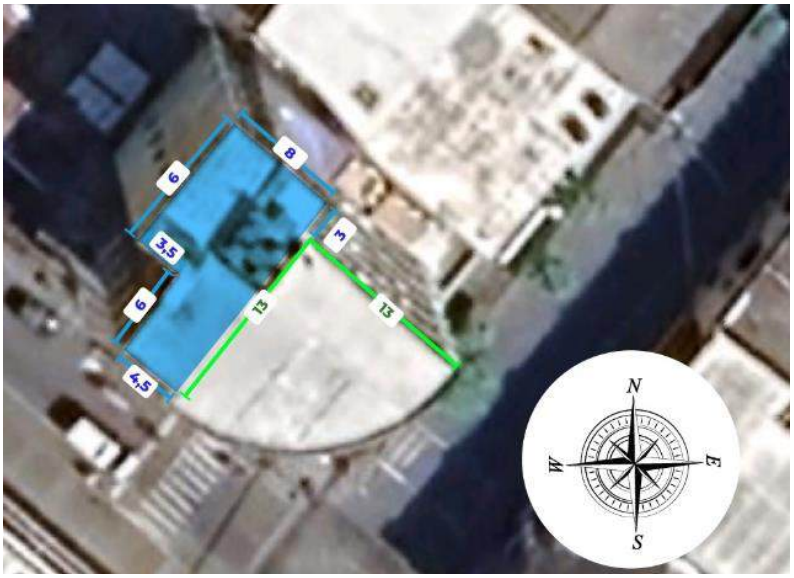



Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Áreas útiles

El área total del terreno y del área construida del piso 4 Edificio Morindó es de aproximadamente 240 $m^2$ (ver Figura 2). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que el piso 4 del edificio Morindó no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 2. Longitudes para cálculo de áreas




Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas del piso 4 del edificio Morindó

| Área | Área total [m²] | Fuente |
|---|---|---|
| Deposito 1 | 9 | Estimación |
| Deposito 2 | 20 | Estimación |
| Deposito 3 | 10 | Estimación |
| Deposito 4 | 40 | Estimación |
| Oficina archivo histórico | 24 | Estimación |

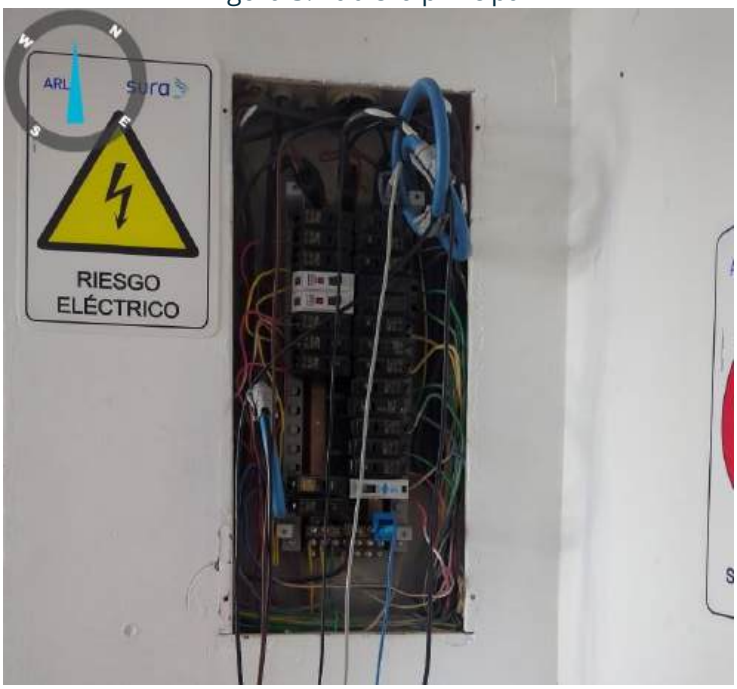
Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

El piso 4 del edificio Morindó se conecta al sistema de distribución de Afinia, donde se encuentra un único tablero de distribución ubicado en el piso 4 del edificio (ver Figura 3).

Figura 3. Tablero principal




Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones del piso 4 del edificio Morindó, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones

Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 4).

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del piso 4 del edificio Morindó

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Minisplit | 34.000 | 9.000 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Equipos de aire acondicionado en el piso 4 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 5).

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del piso 4 del edificio Morindó

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Computador | 220 | 3 |
| Impresora laser | 980 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Equipos ofimáticos del piso 4 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 6).

Tabla 7. Inventario de iluminación del piso 4 del edificio Morindó

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Fluorescente | 156 | 3 |
| Lámpara led | 72 | 19 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Equipos de iluminación del piso 4 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 8 (ver Figura 7).

Tabla 8. Inventario de refrigeración del piso 4 del edificio Morindó

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Dispensador de agua | 500 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Equipos de refrigeración del piso 4 del edificio Morindó




Fuente: Elaboración propia

## 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 8). Donde se registraron tres mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 9.

Figura 8. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663




Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 9:18 am | 28 | 80% |
| 2 | 10:00 am | 30 | 78% |
| 3 | 11:02 am | 31 | 76% |

Fuente: Elaboración propia

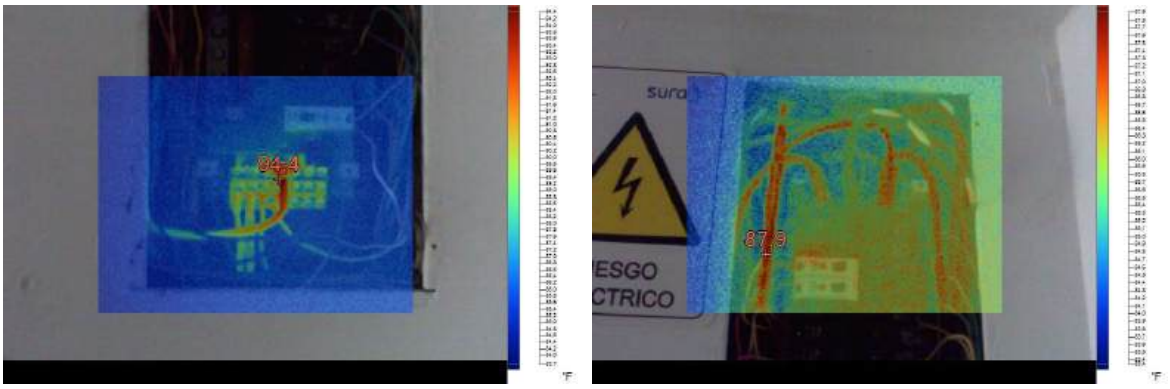
## 4.2 Cámara termográfica

Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en el tablero eléctrico principal, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 9. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 30 °C (según la Tabla

9**),** se obtiene un diferencial máximo de 14,7°C, correspondiente a la Figura 9(a) con 34,7°C (94, °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (11 °C a 20 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como "Posible deficiencia". Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar revisión en el siguiente mantenimiento preventivo.

Figura 9. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal




(a) (b)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones del piso 4 del edificio Morindó, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 10.

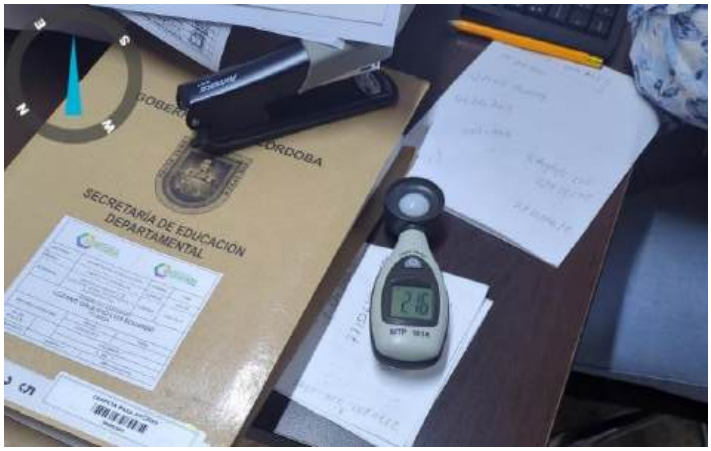
En la mayor parte de los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Tabla 10. Mediciones de iluminancia

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Deposito 1 | 6 | 643 | 500 | Cumple |
| Deposito 2 | 6 | 356 | 500 | No cumple |
| Deposito 3 | 6 | 264 | 500 | No cumple |
| Deposito 4 | 6 | 278 | 500 | No cumple |
| Archivo historia laboral | 6 | 196 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Luxómetro digital MPT1014

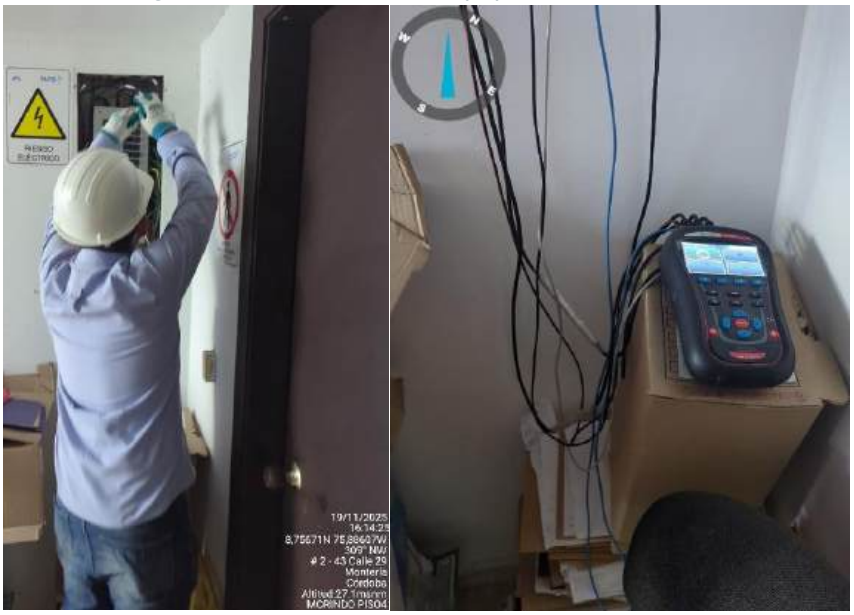



Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Mediciones eléctricas

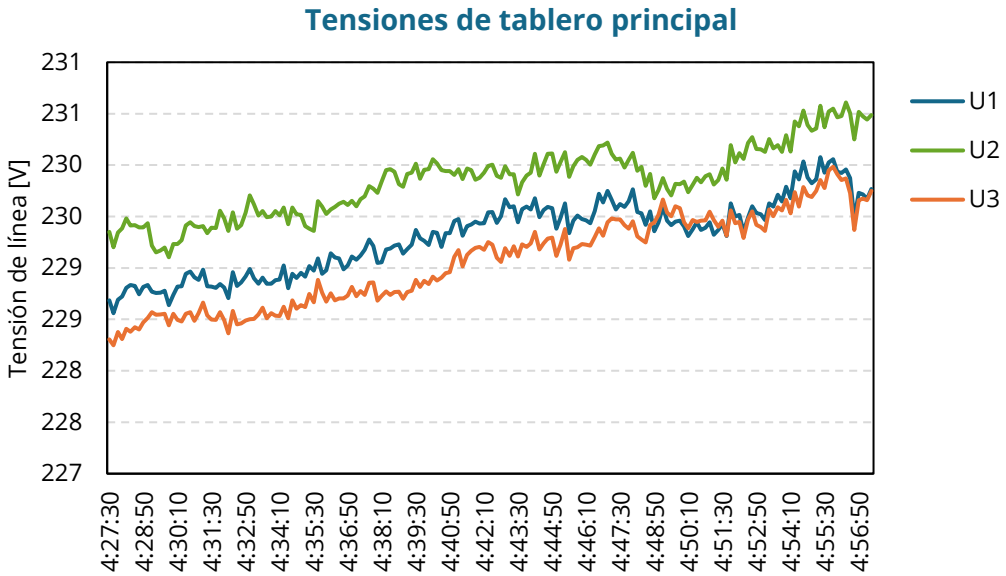
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal del piso 4 del edificio Morindó y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 11. Instalación de equipo Metrel MI 2883



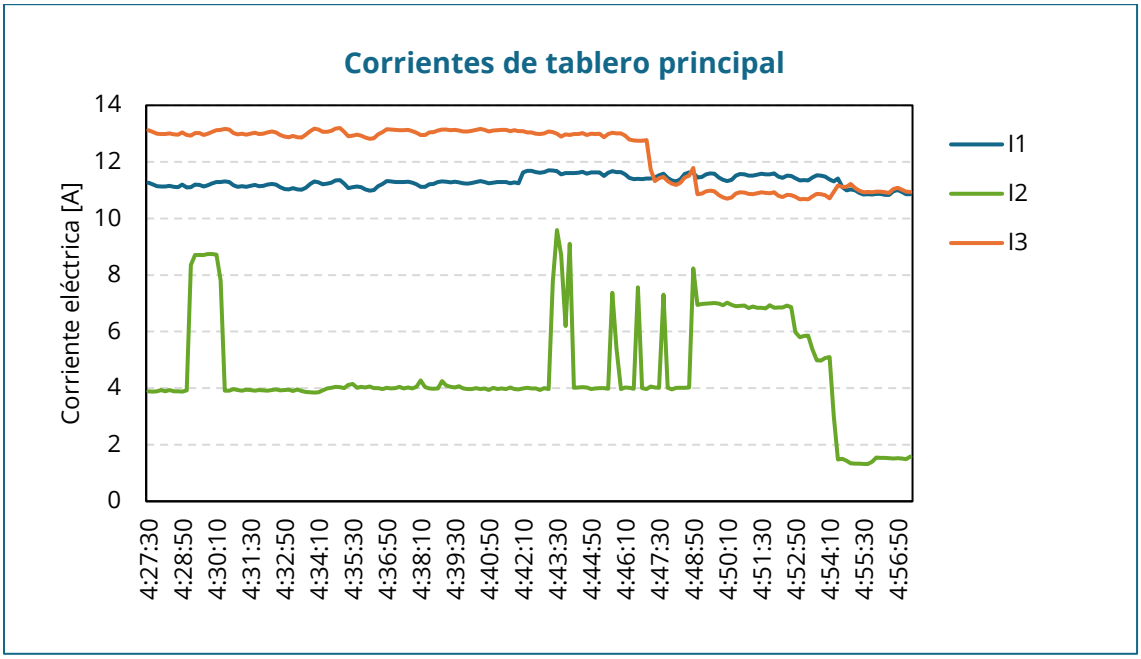
Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Tensiones de tablero principal



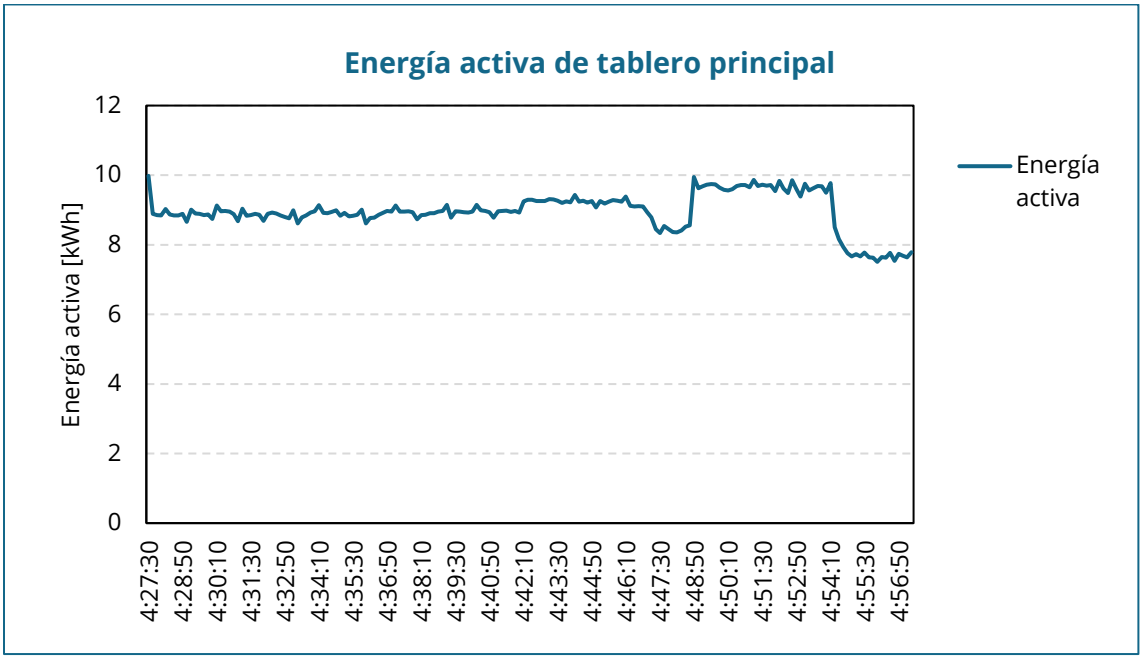

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Corrientes de tablero principal



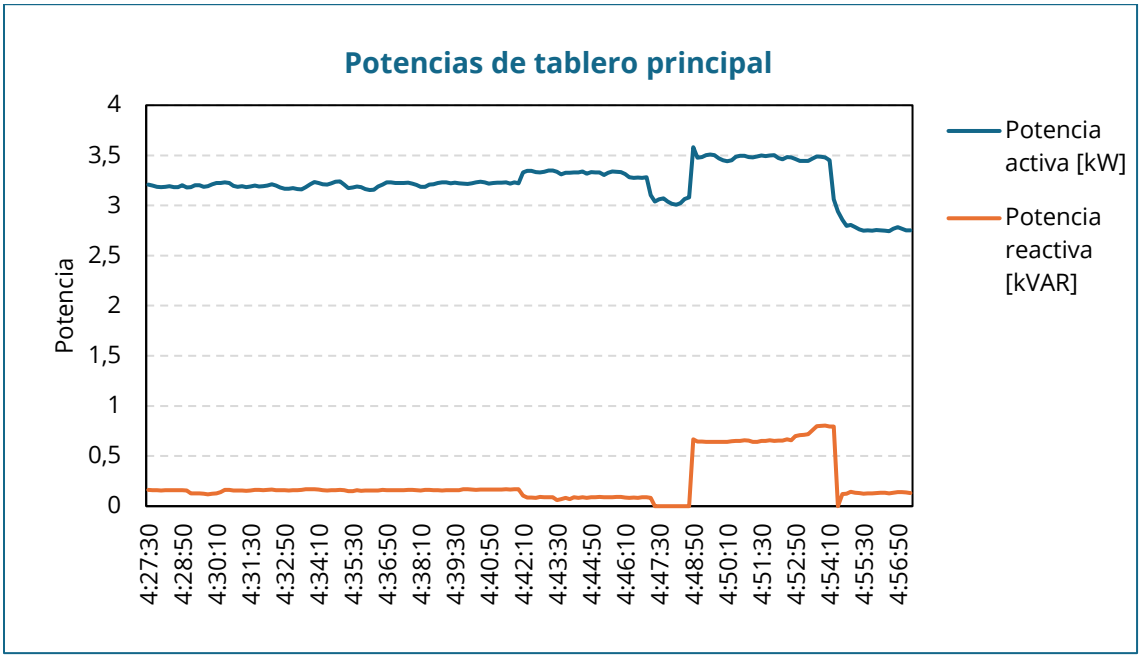

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Energía activa de tablero principal



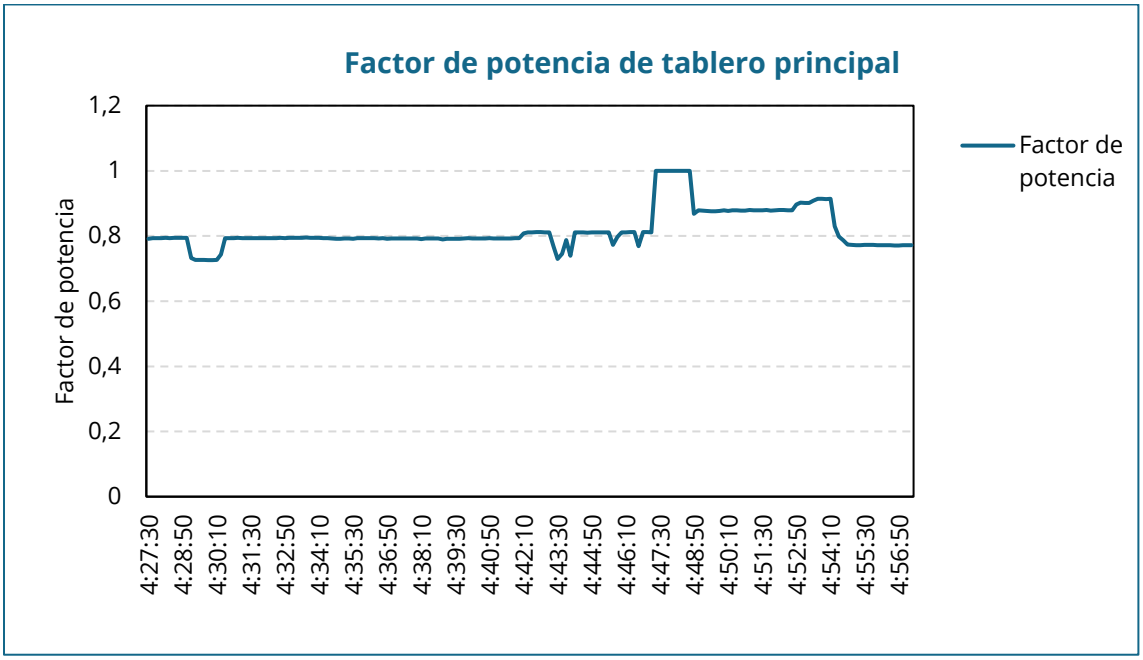

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Potencias de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Factor de potencia de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia en la Figura 16 que el factor de potencia se encuentra por debajo de los límites establecidos por la normativa colombiana (0,9 – 1). Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

## 4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa del piso 4 del edificio Morindó. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 11 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 11. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 229,31 | 0,16% |
| U23 | 229,84 | 0,15% |
| U31 | 229,06 | 0,19% |
| Factor de potencia | 0,817 | 7,29% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla *12*.

Figura 17. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas




Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Especificaciones de medición con datalogger

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 20 de noviembre de 2025 |
| **Feche final** | 21 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,15 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

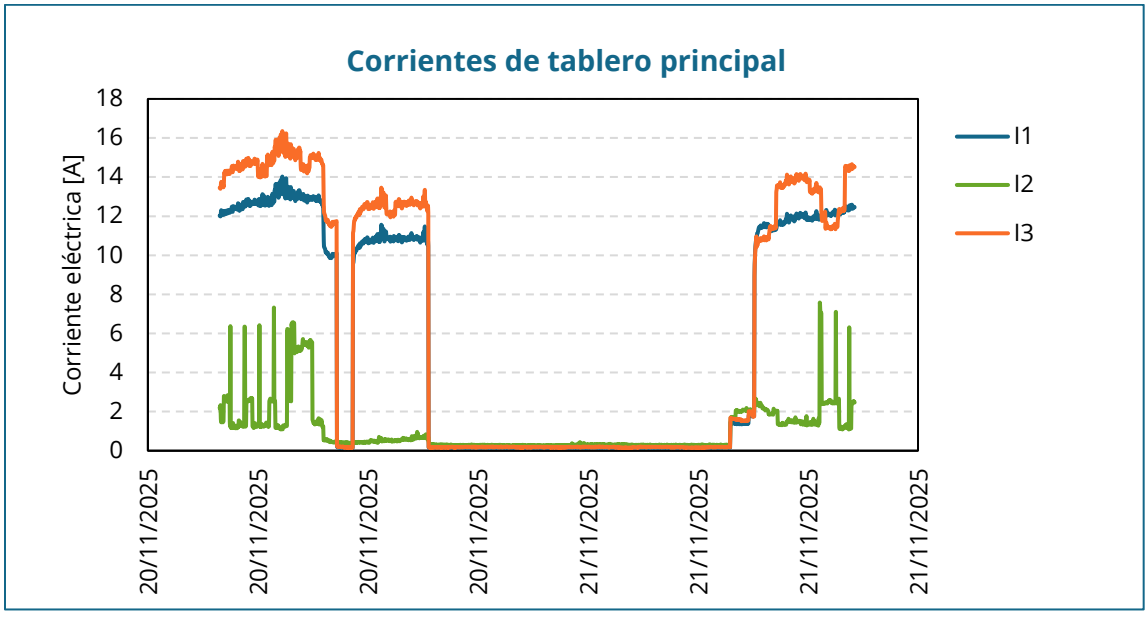
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 18 y la Figura 19. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 13.

Tabla 13. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 49 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 1.266 |
| **Energía facturada [kWh]** | 1.520 |
| **Diferencia relativa [%]** | 16,7% |

Fuente: Elaboración propia

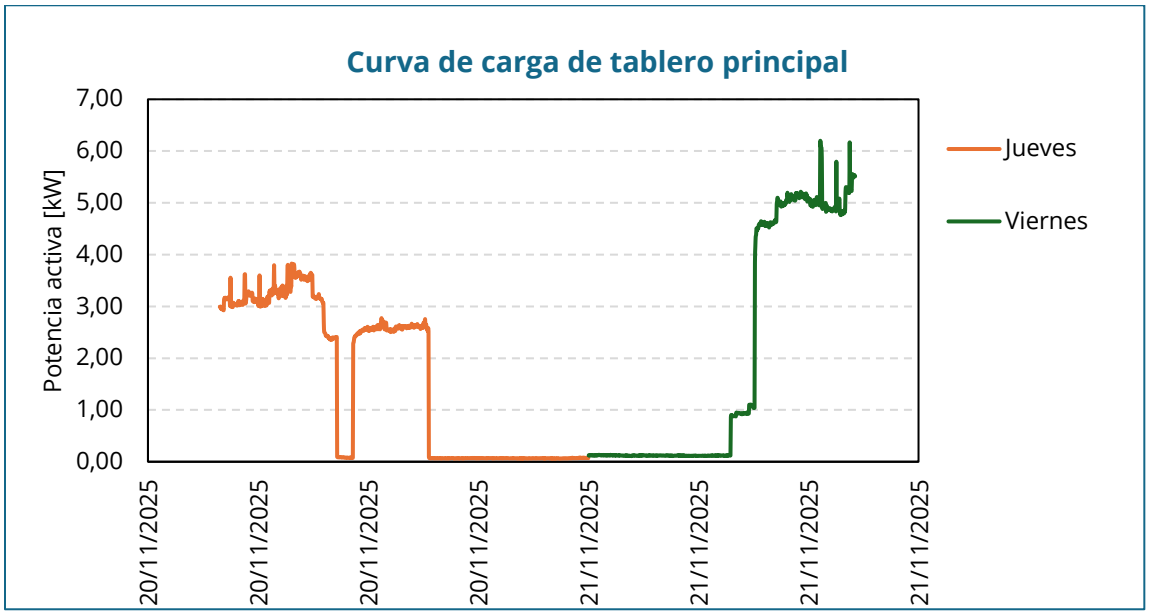
Figura 18. Corrientes de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las mediciones realizadas, se evidencia un desequilibrio en la corriente I2 de la Figura 18 con respecto a las fases restantes. Se recomienda realizar un balance de cargas que permita redistribuir uniformemente la demanda entre las tres fases, optimizando así el funcionamiento del sistema eléctrico y previniendo posibles daños.

Figura 19. Curva de carga de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

## 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 20).

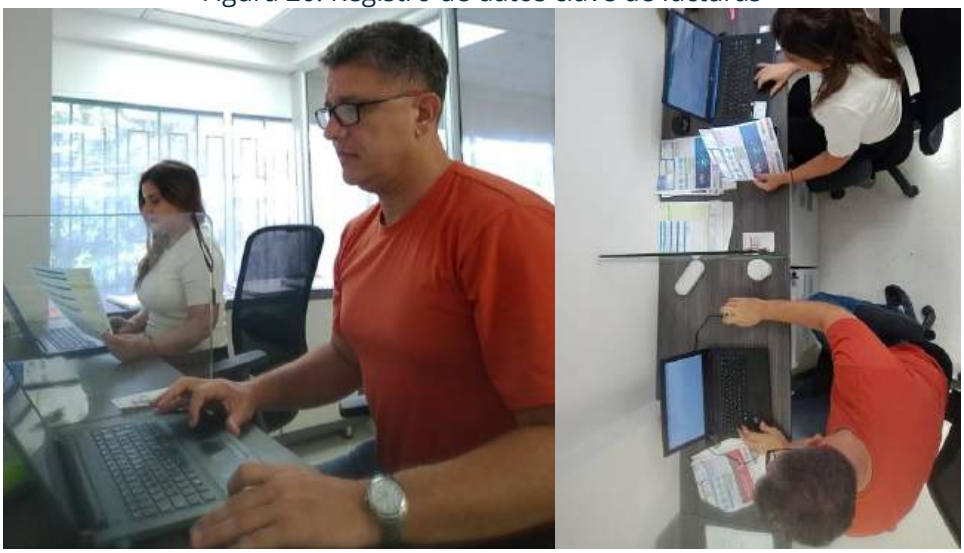
Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final

del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana**: Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

Figura 20. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Archivo de Educación, Edificio Monrindo piso 4 - NIC: 4551439 - Medidor: 53034217*

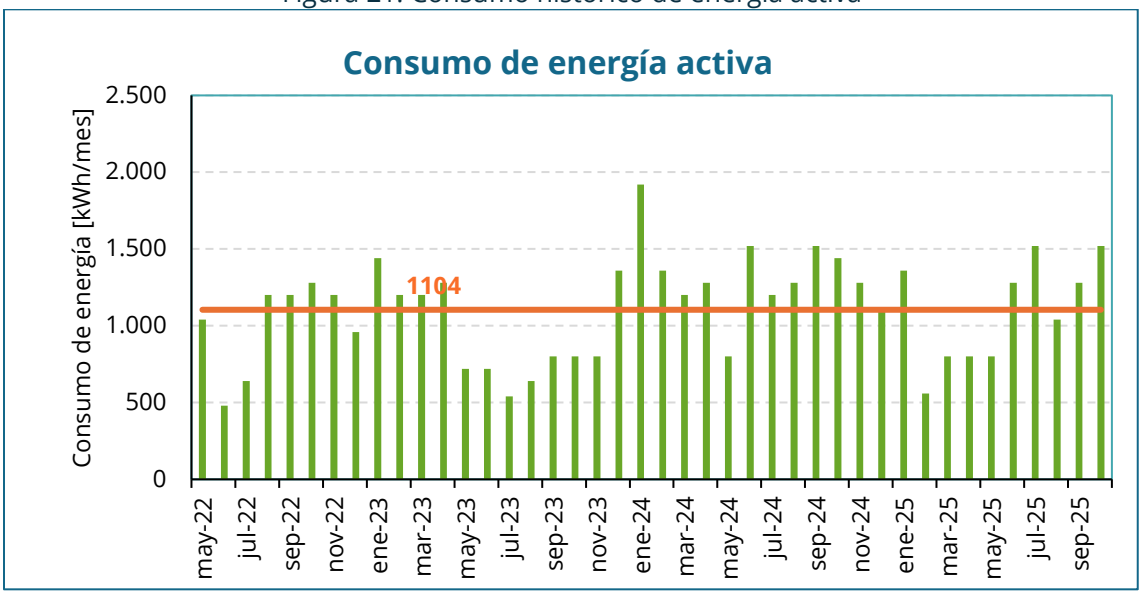
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 14, con el cual se construyó la Figura 21. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 14. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.440 | 1.920 | 1.360 |
| Febrero | Sin información | 1.200 | 1.360 | 560 |
| Marzo | Sin información | 1.200 | 1.200 | 800 |
| Abril | Sin información | 1.280 | 1.280 | 800 |
| Mayo | 1.040 | 720 | 800 | 800 |
| Junio | 480 | 720 | 1.520 | 1.280 |
| Julio | 640 | 540 | 1.200 | 1.520 |
| Agosto | 1.200 | 640 | 1.280 | 1.040 |
| Septiembre | 1.200 | 800 | 1.520 | 1.280 |
| Octubre | 1.280 | 800 | 1.440 | 1.520 |
| Noviembre | 1.200 | 800 | 1.280 | |
| Diciembre | 960 | 1.360 | 1.120 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 21. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

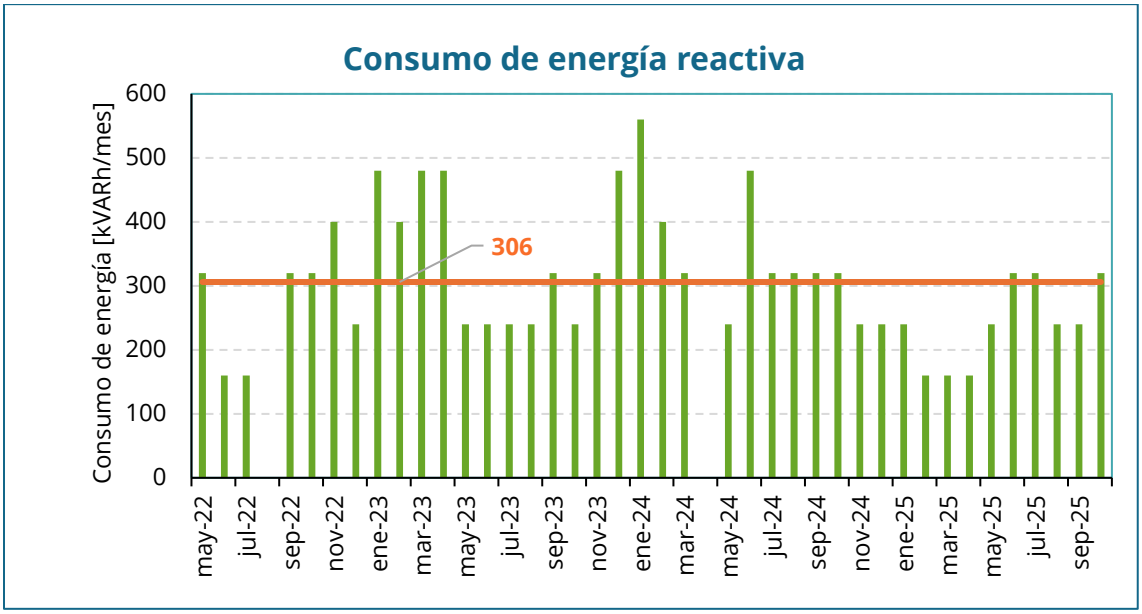
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 15, con el cual se construyó la Figura 22. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 480 | 560 | 240 |
| Febrero | Sin información | 400 | 400 | 160 |
| Marzo | Sin información | 480 | 320 | 160 |
| Abril | Sin información | 480 | Sin información | 160 |
| Mayo | 320 | 240 | 240 | 240 |
| Junio | 160 | 240 | 480 | 320 |
| Julio | 160 | 240 | 320 | 320 |
| Agosto | Sin información | 240 | 320 | 240 |
| Septiembre | 320 | 320 | 320 | 240 |
| Octubre | 320 | 240 | 320 | 320 |
| Noviembre | 400 | 320 | 240 | |
| Diciembre | 240 | 480 | 240 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 22. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

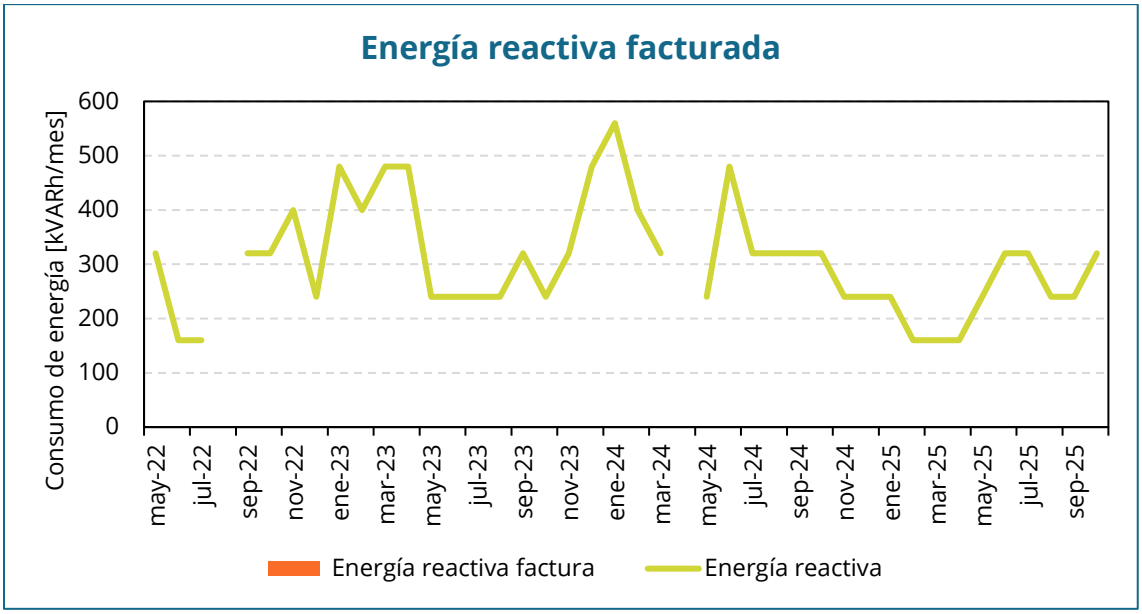
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 16, con el cual se construyó la Figura 23. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 23. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

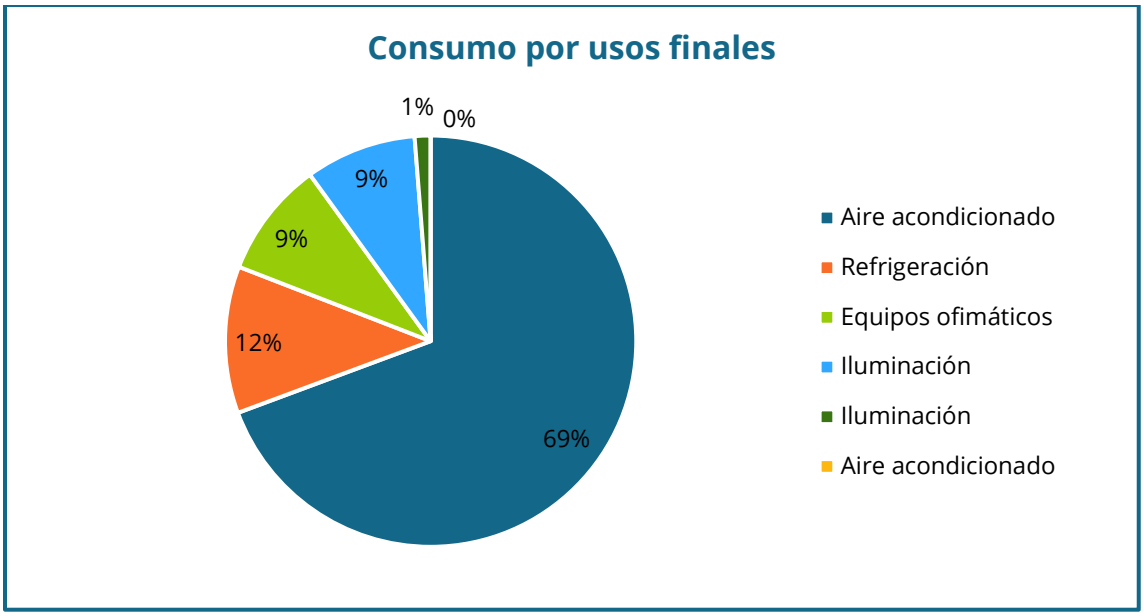
## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 1,1% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla *15*), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 17, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 24 y el diagrama de Pareto en la Figura 25.

Figura 24. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del piso 4 del edificio Morindó



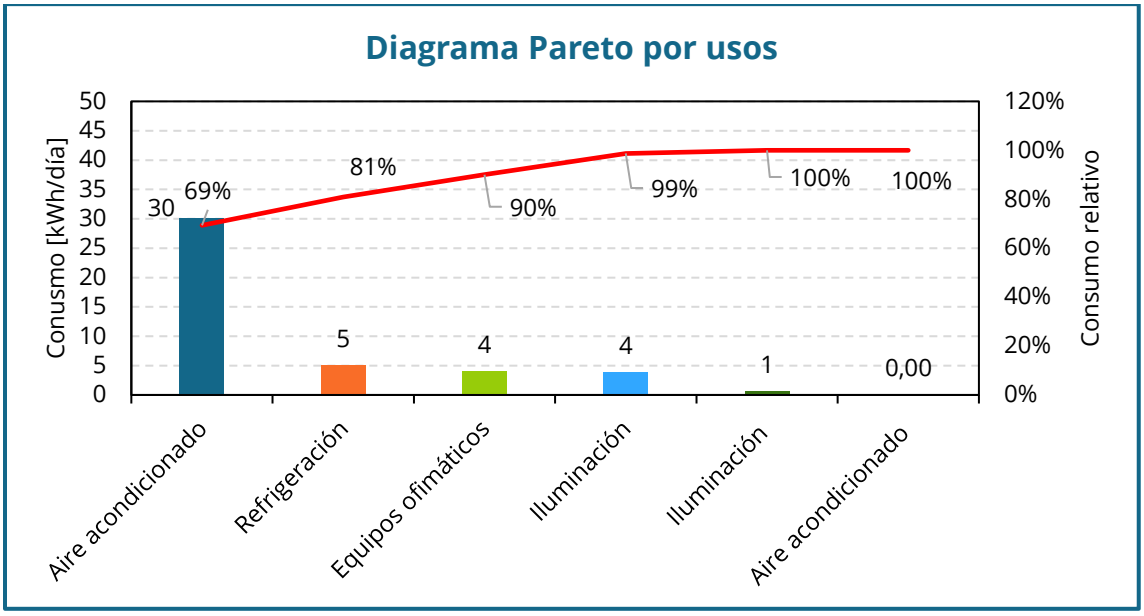

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Participación de consumo de energía por usos finales del piso 4 del edificio Morindó

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aire acondicionado | 30 | 69% |
| Refrigeración | 5 | 12% |
| Equipos ofimáticos | 3,949 | 9% |
| Iluminación | 3,78 | 9% |
| Iluminación | 0,54 | 1% |
| Aire acondicionado | 0 | 0% |
| **Total** | **43** | **100%** |

Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del piso 4 del edificio Morindó




Fuente: Elaboración propia

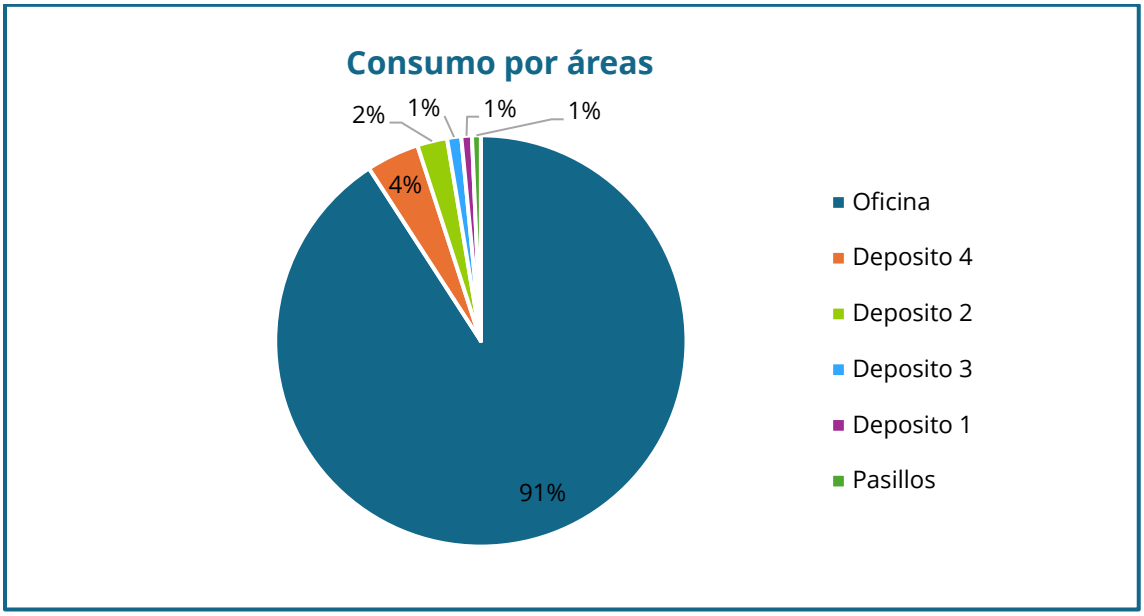
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 18, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 26 y el diagrama de Pareto en la Figura 27.

Tabla 18. Participación de consumo de energía por áreas del piso 4 del edificio Morindó

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Oficina | 39,309 | 91% |
| Deposito 4 | 1,8 | 4% |
| Deposito 2 | 1,02 | 2% |
| Deposito 3 | 0,48 | 1% |
| Deposito 1 | 0,36 | 1% |
| Pasillos | 0,3 | 1% |
| **Total** | **43** | **100%** |

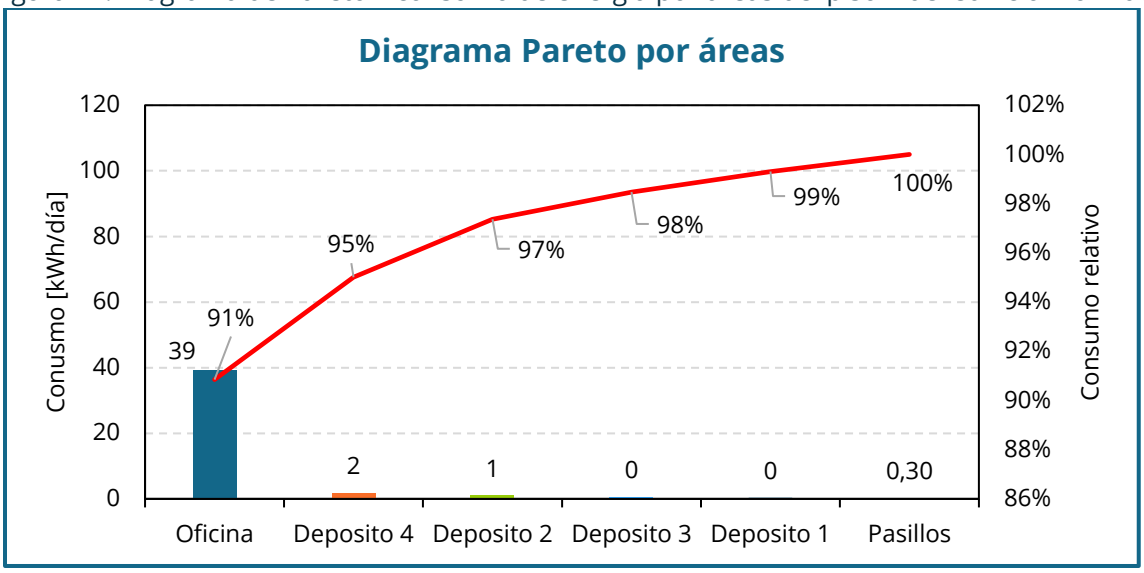
Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del piso 4 del edificio Morindó




Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del piso 4 del edificio Morindó



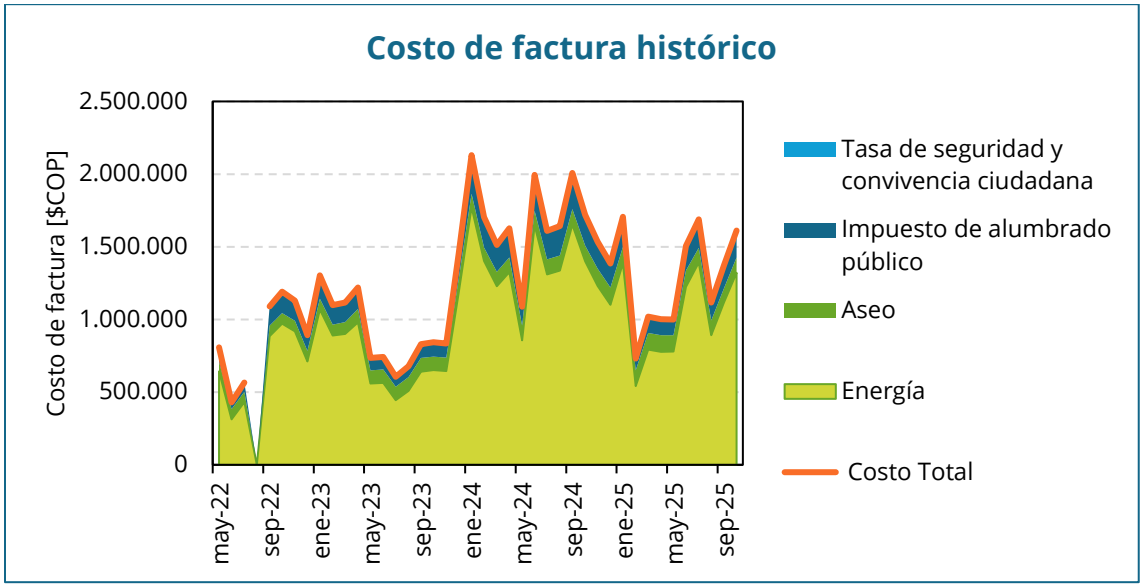

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Archivo de Educación, Edificio Monrindo piso 4 - NIC: 4551439 - Medidor: 53034217*

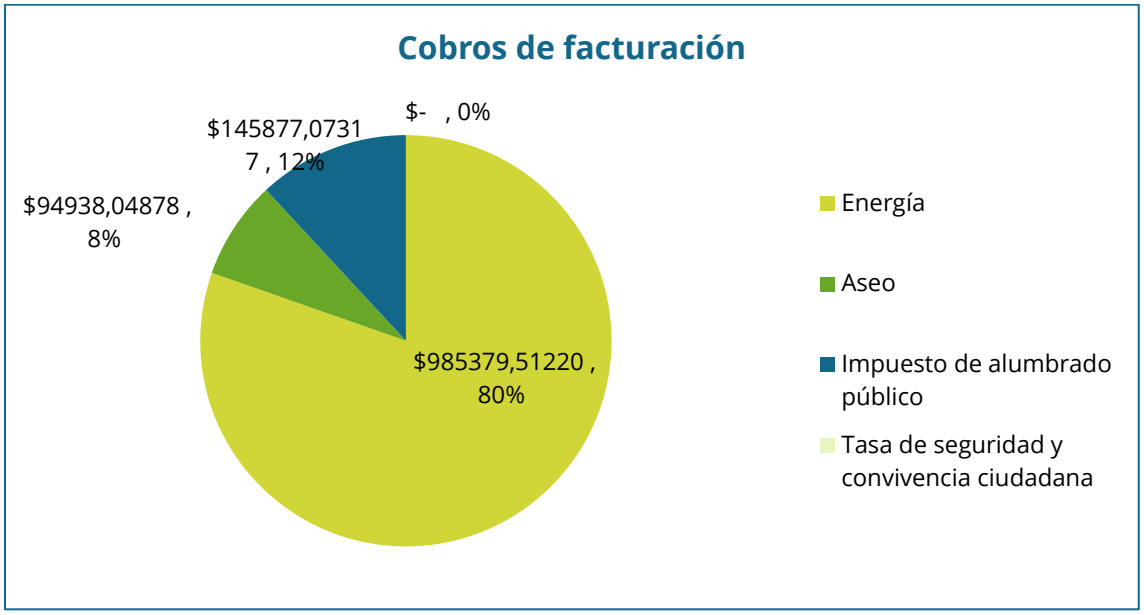
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 28 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 29.

Figura 28. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

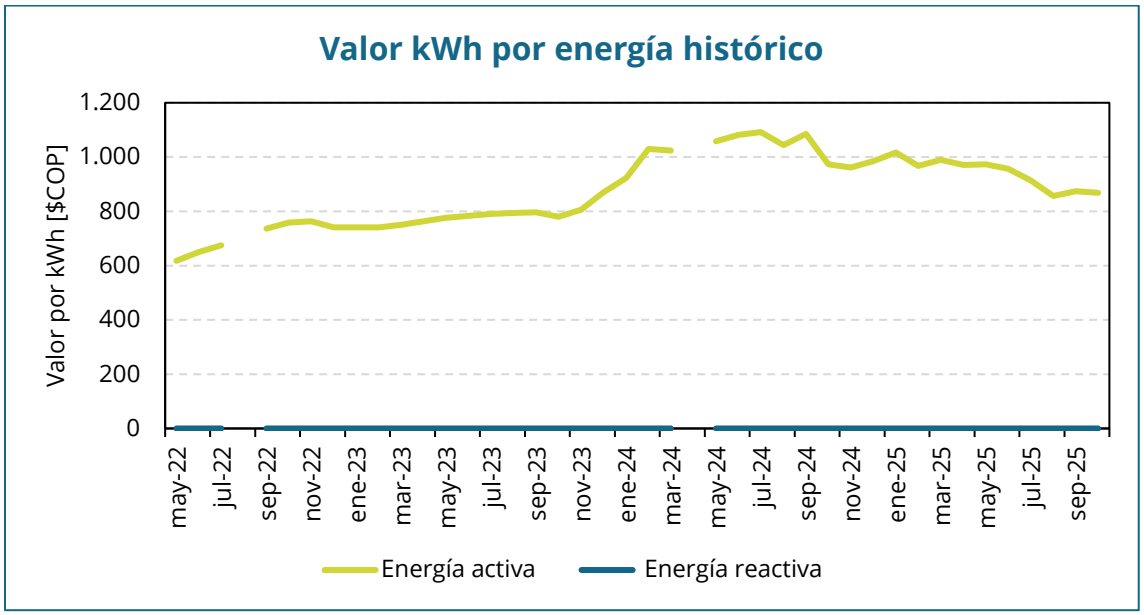
Figura 29. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 30 (ver registros en la Tabla 19 y la Tabla 20).

Figura 30. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 741 | 923 | 1.017 |
| Febrero | Sin información | 741 | 1.030 | 967 |
| Marzo | Sin información | 750 | 1.024 | 990 |
| Abril | Sin información | 763 | Sin información | 971 |
| Mayo | 618 | 776 | 1.059 | 974 |
| Junio | 650 | 784 | 1.082 | 957 |
| Julio | 675 | 790 | 1.092 | 914 |
| Agosto | Sin información | 794 | 1.044 | 856 |
| Septiembre | 737 | 796 | 1.086 | 874 |
| Octubre | 759 | 780 | 973 | 868 |
| Noviembre | 763 | 806 | 962 | |
| Diciembre | 741 | 871 | 985 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 20. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

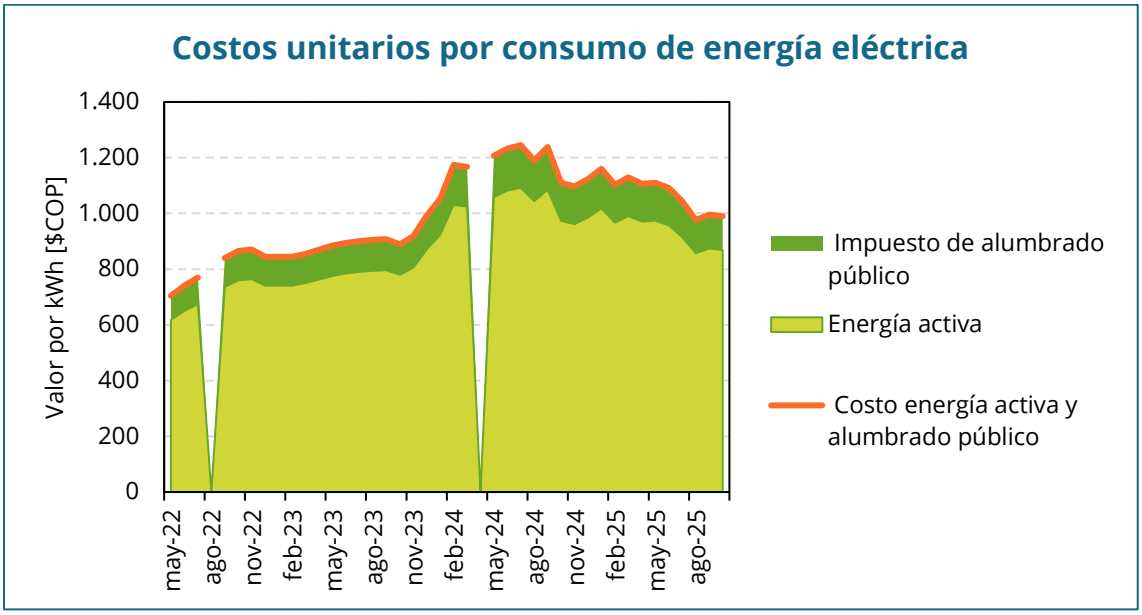
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 31 (ver registros en la Tabla 21). El promedio de este valor es de $996,94 COP.

Tabla 21. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | 0 | 844 | 1.052 | 1.160 |
| Febrero | 0 | 844 | 1.174 | 1.103 |
| Marzo | 0 | 855 | 1.168 | 1.129 |
| Abril | 0 | 870 | Sin información | 1.107 |
| Mayo | 704 | 885 | 1.207 | 1.110 |
| Junio | 741 | 894 | 1.233 | 1.091 |
| Julio | 769 | 901 | 1.245 | 1.042 |
| Agosto | 0 | 905 | 1.190 | 976 |
| Septiembre | 840 | 907 | 1.238 | 996 |
| Octubre | 865 | 889 | 1.109 | 990 |
| Noviembre | 870 | 918 | 1.096 | |
| Diciembre | 844 | 993 | 1.123 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 31. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 32. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 22, la Tabla 23 y la Tabla 24, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 22. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.066.378 | 1.772.294 | 1.383.473 |
| Febrero | Sin información | 888.648 | 1.400.909 | 541.676 |
| Marzo | Sin información | 899.856 | 1.229.052 | 792.184 |
| Abril | Sin información | 976.909 | Sin información | 776.576 |
| Mayo | 642.522 | 558.634 | 846.992 | 778.944 |
| Junio | 311.856 | 564.502 | 1.643.971 | 1.224.870 |
| Julio | 431.814 | 426.676 | 1.310.448 | 1.389.888 |
| Agosto | Sin información | 507.910 | 1.336.307 | 890.739 |
| Septiembre | 884.148 | 636.792 | 1.650.325 | 1.118.323 |
| Octubre | 971.379 | 623.984 | 1.400.990 | 1.319.983 |
| Noviembre | 916.128 | 644.456 | 1.231.104 | |
| Diciembre | 710.918 | 1.184.315 | 1.103.435 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 23. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

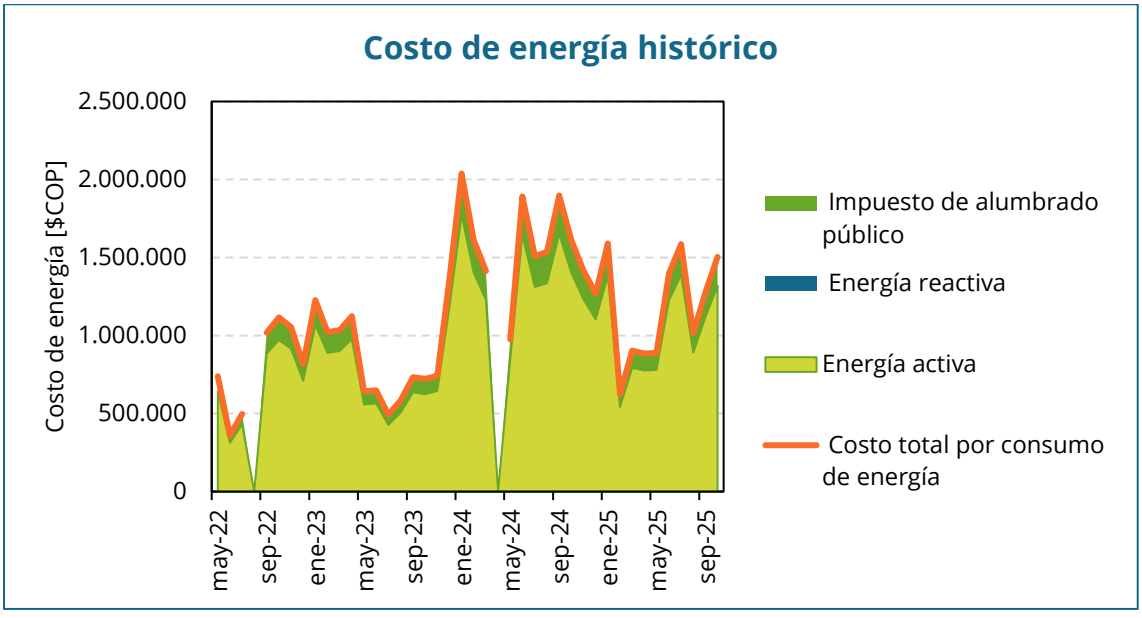
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 24. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.226.338 | 2.038.204 | 1.590.993 |
| Febrero | Sin información | 1.022.038 | 1.611.289 | 623.106 |
| Marzo | Sin información | 1.034.836 | 1.413.412 | 903.094 |
| Abril | Sin información | 1.124.469 | Sin información | 885.296 |
| Mayo | 738.952 | 642.424 | 975.712 | 887.994 |
| Junio | 358.966 | 649.182 | 1.891.271 | 1.396.350 |
| Julio | 496.684 | 493.246 | 1.507.318 | 1.586.028 |
| Agosto | Sin información | 584.100 | 1.536.757 | 1.016.119 |
| Septiembre | 1.016.768 | 732.312 | 1.898.485 | 1.275.483 |
| Octubre | 1.117.189 | 721.524 | 1.611.280 | 1.504.793 |
| Noviembre | 1.053.938 | 741.126 | 1.416.164 | |
| Diciembre | 817.778 | 1.362.075 | 1.268.455 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 32. Costo total de energía activa




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \qquad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \qquad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \qquad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *15*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 25).

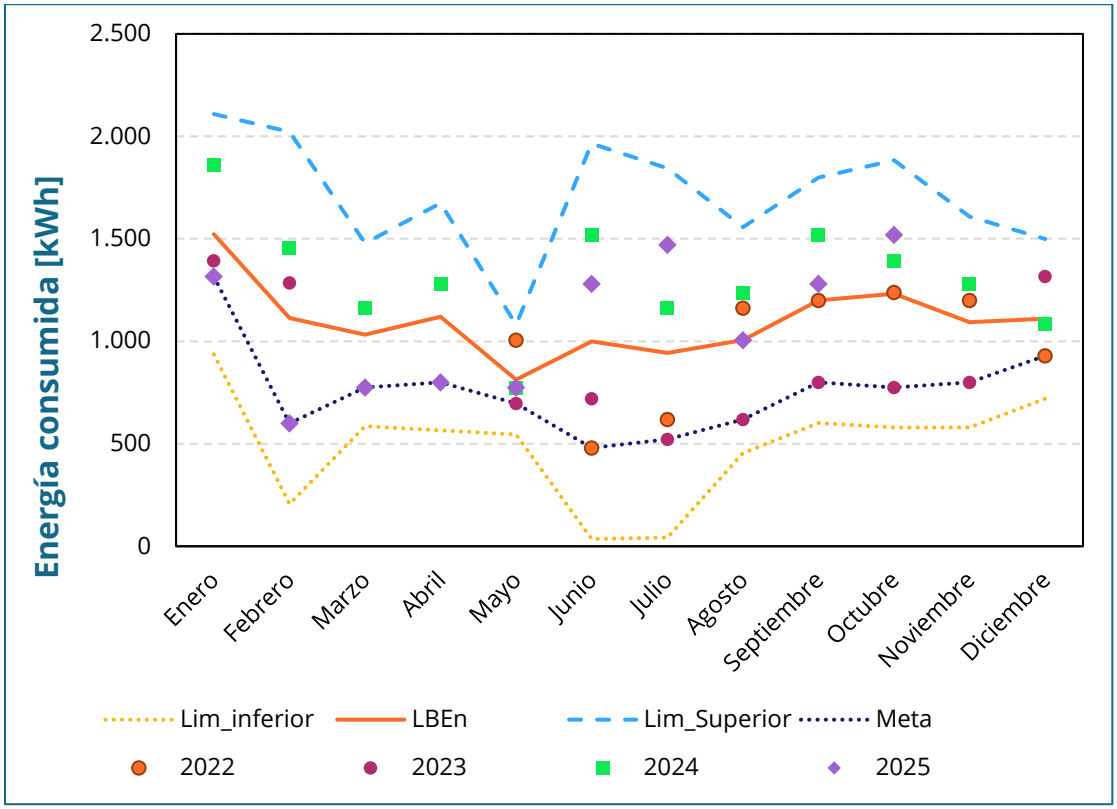
Tabla 25. Registros para construcción de LBEn del piso 4 del edificio Morindó

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 936 | 1.523 | 2.109 | 1.316 |
| Febrero | 207 | 1.114 | 2.021 | 600 |
| Marzo | 585 | 1.032 | 1.479 | 774 |
| Abril | 566 | 1.120 | 1.674 | 800 |
| Mayo | 545 | 813 | 1.081 | 697 |
| Junio | 36 | 1.000 | 1.964 | 480 |
| Julio | 43 | 944 | 1.844 | 523 |
| Agosto | 455 | 1.006 | 1.558 | 619 |
| Septiembre | 601 | 1.200 | 1.799 | 800 |
| Octubre | 580 | 1.232 | 1.883 | 774 |
| Noviembre | 579 | 1.093 | 1.608 | 800 |
| Diciembre | 720 | 1.110 | 1.499 | 929 |
| **Total** | | **13.187** | | **9.112** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 33, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 33. Línea Base Energética (LBEn) del piso 4 del edificio Morindó




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 26 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 26. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Almacenamiento y gestión de documentación | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 240 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Mayo 2022 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 42 | | | |
| Cantidad datos finales | 42 | | | |
| LBEn | Enero | | 1.523 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 1.114 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 1.032 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 1.120 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 813 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 1.000 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 944 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 1.006 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 1.200 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 1.232 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 1.093 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 1.110 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 206 | 13,6% | En kWh y % |
| | Febrero | 514 | 46,2% | En kWh y % |
| | Marzo | 258 | 25,0% | En kWh y % |
| | Abril | 320 | 28,6% | En kWh y % |
| | Mayo | 116 | 14,3% | En kWh y % |
| | Junio | 520 | 52,0% | En kWh y % |
| | Julio | 421 | 44,6% | En kWh y % |
| | Agosto | 387 | 38,5% | En kWh y % |
| | Septiembre | 400 | 33,3% | En kWh y % |
| | Octubre | 457 | 37,1% | En kWh y % |
| | Noviembre | 293 | 26,8% | En kWh y % |
| | Diciembre | 181 | 16,3% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

# 7. INDICADORES

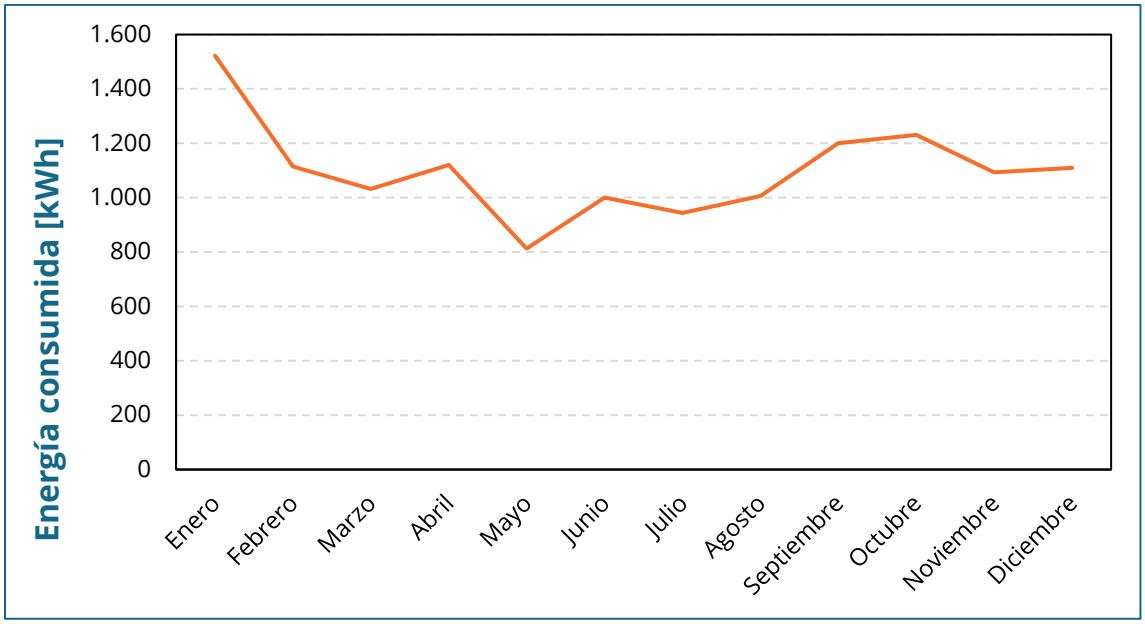
Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado del piso 4 del edificio Morindó con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza

aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 34, cuyos valores se disponen en la Tabla 26.

Figura 34. Consumo de energía eléctrica mensual del piso 4 del edificio Morindó




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por el piso 4 del edificio Morindó en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 13.187 kWh/año para el piso 4 del edificio Morindó.

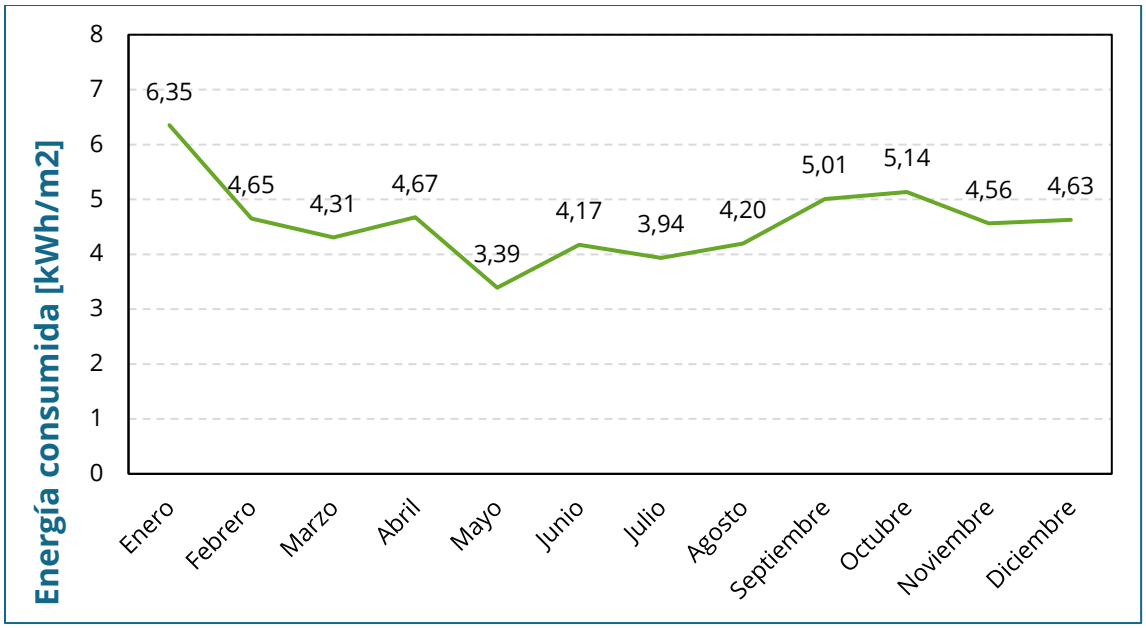
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 35.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n\ (\text{kWh/mes})}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 35. Consumo de energía eléctrica mensual del piso 4 del edificio Morindó




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica del piso 4 del edificio Morindó con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 55,01 kWh/año/m² para el piso 4 del edificio Morindó.

$$\text{CEEAS (kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \quad (8)$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico del piso 4 del edificio Morindó en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \quad (9)$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \quad (10)$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ítem 14, correspondiente al cuarto piso del Edificio Morindó, presenta condiciones operativas y de infraestructura que ofrecen oportunidades considerables para la mejora de la eficiencia energética y la seguridad eléctrica:

- El aire acondicionado es el principal uso final de energía, representando el 69% del consumo total. Esto lo identifica como el área de mayor impacto para implementar medidas de ahorro y optimización operativa.
- Se identificaron múltiples no conformidades con el RETIE durante la inspección de las instalaciones eléctricas. Se recomienda una intervención para actualizar las instalaciones, eliminar los riesgos de electrocución, incendio y garantizar la protección de los equipos y usuarios.
- Las mediciones de iluminancia en cuatro de las cinco áreas evaluadas (Depósitos 2, 3, 4 y Archivo) están por debajo del mínimo reglamentario de 500 lux establecido por el RETILAP. Se recomienda una revisión y rediseño del sistema de alumbrado para cumplir con la normativa y garantizar condiciones visuales adecuadas para las actividades de archivo y gestión documental.
- Se evidenció un factor de potencia promedio de 0,817, por debajo del rango reglamentario (0,9 - 1), y un desequilibrio notable en la corriente de la fase 2. Se recomienda realizar un estudio de calidad de energía para identificar las causas y un balance de cargas para optimizar el funcionamiento del sistema y prevenir daños en los equipos.
- La construcción de la Línea Base Energética (LBEn) conforme a la metodología de la UPME permitió cuantificar un potencial de ahorro energético significativo y variable mes

a mes, con porcentajes que superan en varios casos el 30% (por ejemplo, 52% en junio, 46,2% en febrero).

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 14 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 14 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** ***CORPORACION EMA.***
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

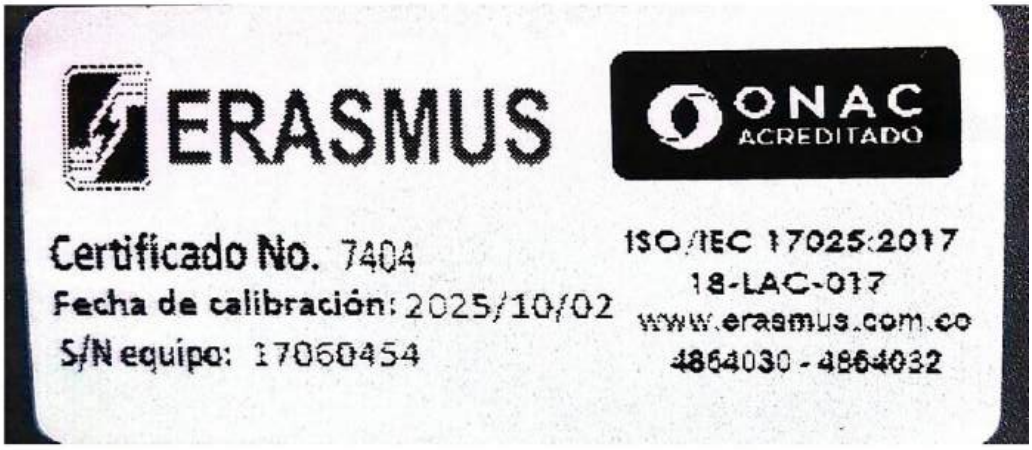
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas.<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad**: Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

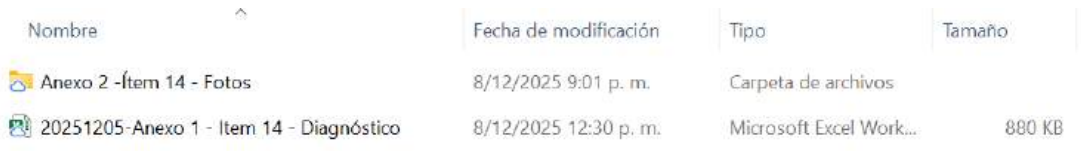
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 14.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2 -Ítem 14 - Fotos | 8/12/2025 9:01 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 14 - Diagnóstico | 8/12/2025 12:30 p. m. | Microsoft Excel Work... | 880 KB |



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

Consorcio

# Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

## Ítem 15 - Dependencias en arriendo de Hacienda Placess Mall

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 8
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 9
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 10
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 10
2.2 Áreas útiles ..... 10
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 11
3.1 Generalidades de alimentación ..... 11
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 11
3.3 Inventario ..... 12
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 15
4.1 Temperatura y humedad ..... 15
4.2 Cámara termográfica ..... 16
4.3 Iluminancia ..... 17
4.4 Mediciones eléctricas ..... 18
4.5 Curva de carga ..... 24
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 28
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 30
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 33
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 36
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 50
6.1 Metodología ..... 50
6.2 Resultados ..... 51
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 52
7. INDICADORES ..... 53
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 53
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 54
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 54

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) .....55
7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 56
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....56
Bibliografía .....57
ANEXOS.....58

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Tableros de las dependencias ..... 11
Figura 2. Acceso a tableros eléctricos obstruidos ..... 12
Figura 3. Equipos de aire acondicionado en la entidad ..... 13
Figura 4. Equipos de iluminación de las Dependencias ..... 14
Figura 5. Equipos fuera de servicio ..... 15
Figura 6. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 ..... 16
Figura 7. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal de Local 43 ..... 16
Figura 8. Luxómetro digital MPT1014 ..... 18
Figura 9. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en local 44-49 ..... 19
Figura 10. Tensiones de tablero principal del local 44-49 ..... 19
Figura 11. Corrientes de tablero principal del local 44-49 ..... 20
Figura 12. Energía activa de tablero principal del local 44-49 ..... 20
Figura 13. Potencias de tablero principal del local 44-49 ..... 21
Figura 14. Factor de potencia de tablero principal del local 44-49 ..... 21
Figura 15. Tensiones de tablero principal del local 43 ..... 22
Figura 16. Corrientes de tablero principal del local 43 ..... 22
Figura 17. Energía activa de tablero principal del local 43 ..... 23
Figura 18. Potencias de tablero principal del local 43 ..... 23
Figura 19. Factor de potencia de tablero principal del local 43 ..... 24
Figura 20. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas ..... 25
Figura 21. Corrientes de tablero principal del Local 44-49 ..... 26
Figura 22. Curva de carga de tablero principal del Local 44-49 ..... 27
Figura 23. Corrientes de tablero principal del local 43 ..... 27
Figura 24. Curva de carga de tablero principal del local 43 ..... 28
Figura 25. Registro de datos clave de facturas ..... 28
Figura 26. Consumo histórico de energía activa ..... 30
Figura 27. Consumo histórico de energía activa ..... 31
Figura 28. Consumo histórico de energía activa ..... 32
Figura 29. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de las Dependencias ..... 33
Figura 30. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de las Dependencias ..... 34
Figura 31. Porcentaje de participación de consumo de energía por locales ..... 35
Figura 32. Diagrama de Pareto – consumo de energía por locales ..... 36
Figura 33. Costo de factura histórico ..... 36
Figura 34. Gráfico circular de costos de facturación ..... 37
Figura 35. Costo unitario por kWh de energía ..... 37
Figura 36. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público ..... 39
Figura 37. Costo total de energía activa ..... 40
Figura 38. Costo de factura histórico ..... 41

Figura 39. Gráfico circular de costos de facturación .....41
Figura 40. Costo unitario por kWh de energía .....42
Figura 41. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público .....43
Figura 42. Costo total de energía activa .....45
Figura 43. Costo de factura histórico .....45
Figura 44. Gráfico circular de costos de facturación .....46
Figura 45. Costo unitario por kWh de energía .....46
Figura 46. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público .....48
Figura 47. Costo total de energía activa .....49
Figura 48. Línea Base Energética (LBEn) de las dependencias .....52
Figura 49. Consumo de energía eléctrica mensual de las Dependencias .....54
Figura 50. Consumo de energía eléctrica mensual de las Dependencias .....55

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de las Dependencias en arriendo de Hacienda Placess Mall.....9
Tabla 2. Información de actividades de las Dependencias en arriendo de Hacienda .....9
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación .....10
Tabla 4. Áreas de las dependencias.....10
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de las Dependencias .....12
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de las Dependencias .....13
Tabla 7. Inventario de iluminación de las Dependencias .....13
Tabla 8. Inventario de refrigeración de las Dependencias .....14
Tabla 9. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad .....15
Tabla 10. Mediciones de iluminancia .....18
Tabla 11. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia del Local 44-49 .....24
Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia del local 43 .....25
Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger del Local 44-49 .....25
Tabla 14. Especificaciones de medición con datalogger del local 43 .....26
Tabla 15. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del Local 44-49 .....26
Tabla 16. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del local 43 .....28
Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía activa .....30
Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía activa .....31
Tabla 19. Registro de consumo histórico de energía activa .....32
Tabla 20. Participación de consumo de energía por usos finales de las Dependencias.....34
Tabla 21. Participación de consumo de energía por locales .....35
Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía activa.....38
Tabla 23. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....38
Tabla 24. Costo facturado por energía activa.....39
Tabla 25. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....40
Tabla 26. Costo unitario por kWh de energía activa.....42
Tabla 27. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....43
Tabla 28. Costo facturado por energía activa.....44
Tabla 29. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....44
Tabla 30. Costo unitario por kWh de energía activa.....47
Tabla 31. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....47
Tabla 32. Costo facturado por energía activa.....48
Tabla 33. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....49
Tabla 34. Registros para construcción de LBEn de las dependencias .....51
Tabla 35. Reporte UPME para potencial de ahorro energético de las dependencias .....53

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en el Ítem 15: Dependencias en arriendo de Hacienda ubicadas en el Placess Mall de Montería, Córdoba. El estudio se desarrolló en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026, que obliga a las entidades públicas a ejecutar auditorías energéticas y establecer metas de ahorro de al menos el 15% para el año 2026.

La auditoría incluyó una evaluación integral de las condiciones arquitectónicas, una inspección eléctrica detallada, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curvas de carga), análisis histórico de consumo y facturación, caracterización de usos finales, establecimiento de una Línea Base Energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME, y el cálculo de indicadores clave de desempeño.

Se determinó que el aire acondicionado es el principal uso final de energía, representando el 74% del consumo total de las dependencias, seguido por equipos ofimáticos (18%) e iluminación (7%). Se identificaron no conformidades con el RETIE, como el acceso obstruido a tableros eléctricos, lo que compromete la seguridad operativa y de mantenimiento. Asimismo, los niveles de iluminancia medidos en oficinas estuvieron por debajo del mínimo reglamentario de 500 lux establecido por el RETILAP.

El análisis de la Línea Base Energética permitió estimar un potencial de ahorro energético significativo, con metas de reducción que en algunos meses superan el 10%, indicando una oportunidad clara para la implementación de medidas de eficiencia.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

# 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 15 corresponde a la Dependencias en arriendo de Hacienda Placess Mall la reglamentación y la prestación de los servicios a cargo del departamento de Córdoba. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general de las Dependencias en arriendo de Hacienda Placess Mall







| | |
|---|---|
| **Nombre de la institución** | Arriendo Dependencias Hacienda Placess Mall |
| **Dirección** | Cr 6 # 65-24 (Local 43-44-45-46-47-48-49) |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8,77628° Longitud: -75,86384° |
| **Antigüedad [años]** | 9 |
| **Tipo de tenencia** | Arriendo |
| **Limitaciones patrimoniales** | No |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades de las Dependencias en arriendo de Hacienda

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Servicios relacionados con Hacienda |
| **Días de operación** | Lunes a viernes |
| **Horarios de operación** | 08:00 am a 6:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | 65 |
| **Nombre de responsable de administración de las Dependencias** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación dos dependencias:

- Renta departamental: Locales 44-49
- Cobro coactivo: Local 43

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación

| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Suroccidente |
| **Dependencias** | 2 |
| **Número de pisos** | 1 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,5 |
| **Área construida aproximada [m²]** | 220 |
| **Inclinación cubierta [°]** | --- |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: blanco |
| | Estado de las paredes: buenas |
| **Ventanas** | Material del marco: Metal |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: buenas |

Fuente: Adaptado de Google Earth

## 2.2 Áreas útiles

El espacio destinado a las actividades de ascienda constituye una pequeña área de 220 m2 dentro de dos locales ubicadas al interior de un Centro Comercial. Donde se encuentran subáreas como las mencionadas en la Tabla 4.

Tabla 4. Áreas de las dependencias

| Área | Área total [m²] | Fuente |
|---|---|---|
| Atención al cliente-Recepción | 44 | Estimación |
| Atención Contribuyente | 16,5 | Estimación |
| Banco | 9,36 | Estimación |
| Fiscalización | 17,25 | Estimación |
| Oficina cobro coactivo | 39,92 | Estimación |
| Oficina director | 15 | Estimación |
| PQR y consumo | 48 | Estimación |
| Sistemas | 6,5 | Estimación |
| Thomas Greg And Son | 6,5 | Estimación |

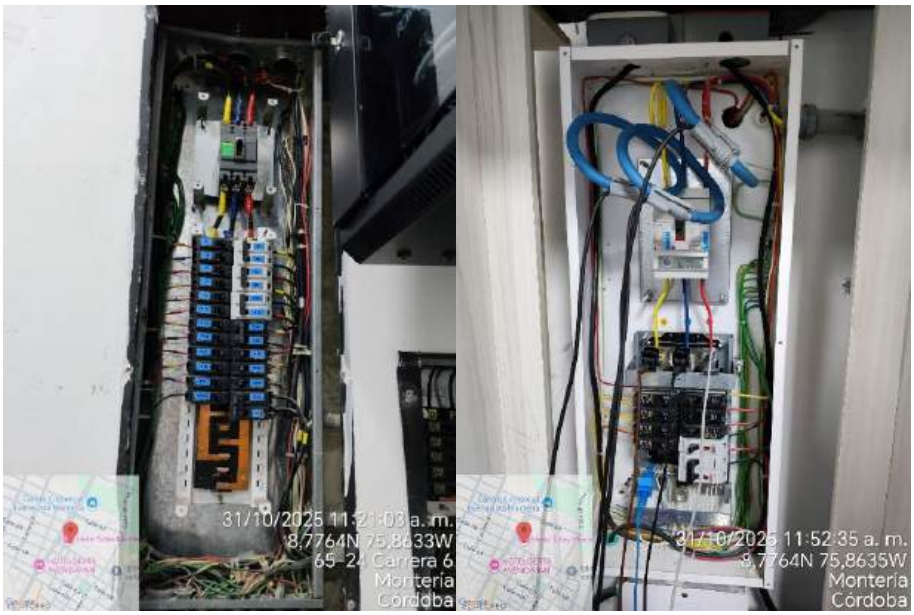
Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

Las Dependencias se conectan al sistema de distribución de Afinia a través de un transformador de 1.000 kVA propiedad del operador, desde donde la acometida llega a dos tableros que se encuentran en el interior del Centro Comercial (ver Figura 1).

Figura 1. Tableros de las dependencias




Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones de las Dependencias, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

### Dependencias Hacienda Placess Mall

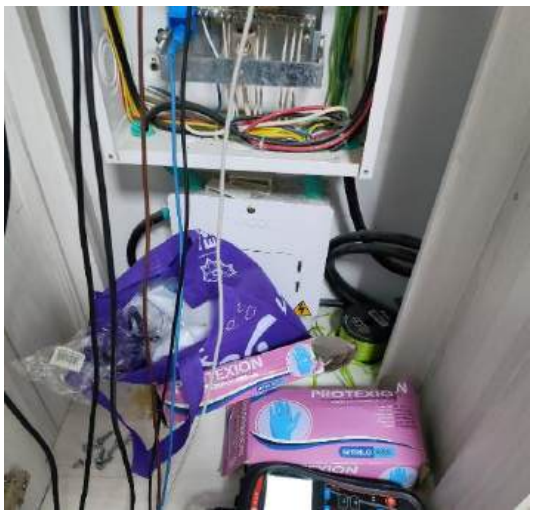
*Acceso a tableros eléctricos obstruido*

**Requisito normativo (RETIE):** "El tablero debe ser fácilmente accesible, es decir que no se requiera de elementos adicionales ni retirar obstáculos para poder acceder a él, [...] (Título 16. Trabajos con tensión o con sistemas o redes energizadas/ Artículo 3.17.8. Celdas y tableros/ literal r)

"El espacio de trabajo y las salidas de las puertas de cuartos eléctricos y bóvedas debe permanecer libre de otros equipos y obstáculos" (Título 16. Espacios para montaje de equipos y distancias mínimas de seguridad, para operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica / literal h)

**Implicación:** Se evidenció que el tablero dos presenta elementos que impiden su fácil acceso. Esta condición representa un riesgo para la operación segura, mantenimiento y actuación en caso de emergencia, al impedir el acceso inmediato al tablero y no cumplir con las distancias mínimas de trabajo establecidas por el RETIE.

Figura 2. Acceso a tableros eléctricos obstruidos



Fuente: Elaboración propia

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 3).

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de las Dependencias

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Aire central Split | | 12.800 | 3 |
| Minisplit | 12.000 | 1.100 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Equipos de aire acondicionado en la entidad




Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6.

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de las Dependencias

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Computador | 1.100 | 36 |
| Escáner | 250 | 1 |
| Impresora | 600 | 2 |
| Impresora | 700 | 2 |
| Impresora códigos | 50 | 1 |
| Impresora estampas | 250 | 1 |
| Impresora fotocopiadora | 450 | 1 |
| Portátil | 60 | 1 |
| Rack de comunicaciones | 350 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

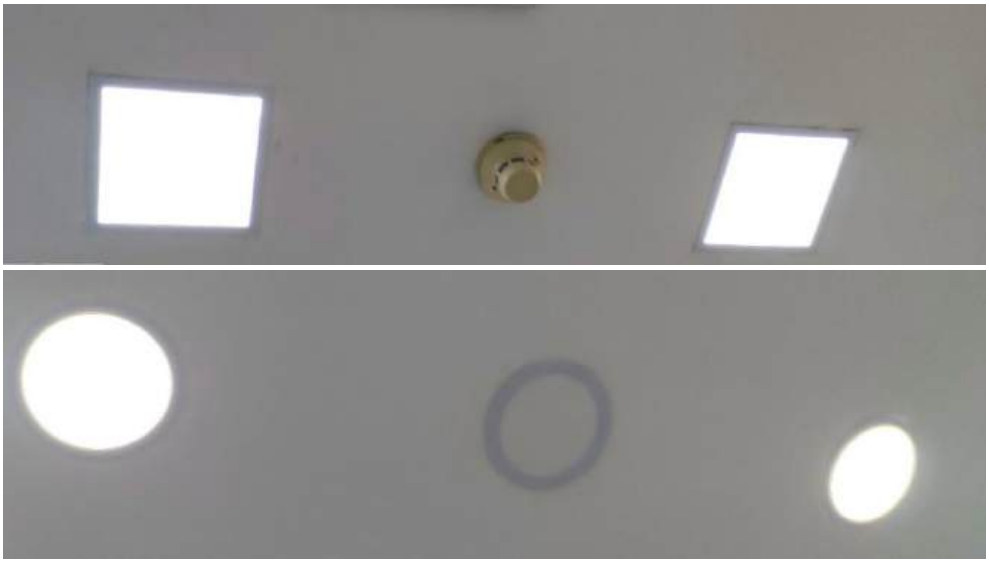
Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 4).

Tabla 7. Inventario de iluminación de las Dependencias

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Lámpara led cuadrada | 15 | 2 |
| Lámpara Led cuadrada 50 x50 | 344 | 42 |
| Lámpara Led redonda | 15 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Equipos de iluminación de las Dependencias



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 8.

Tabla 8. Inventario de refrigeración de las Dependencias

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Dispensador de agua | 240 | 2 |

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se evidenciaron equipos fuera de servicio o en mal estado (ver Figura 5):

- Un **televisor de 40”** en la recepción
- **Luminarias** en la oficina de cobro coactivo

Figura 5. Equipos fuera de servicio



Fuente: Elaboración propia

# 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables en las dependencias, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 6). Donde se registraron mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 9.

Tabla 9. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 10:52 am | 25 | 81% |
| 2 | 11:49 am | 24 | 70% |

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663



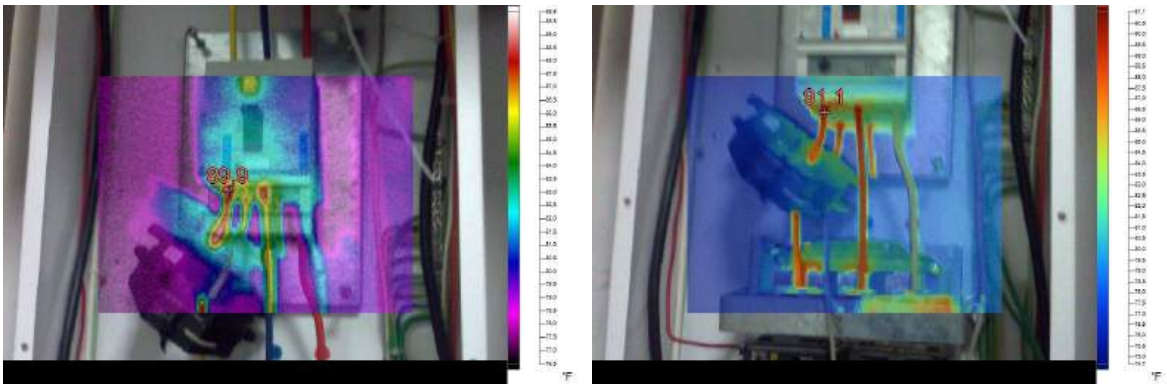

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Cámara termográfica

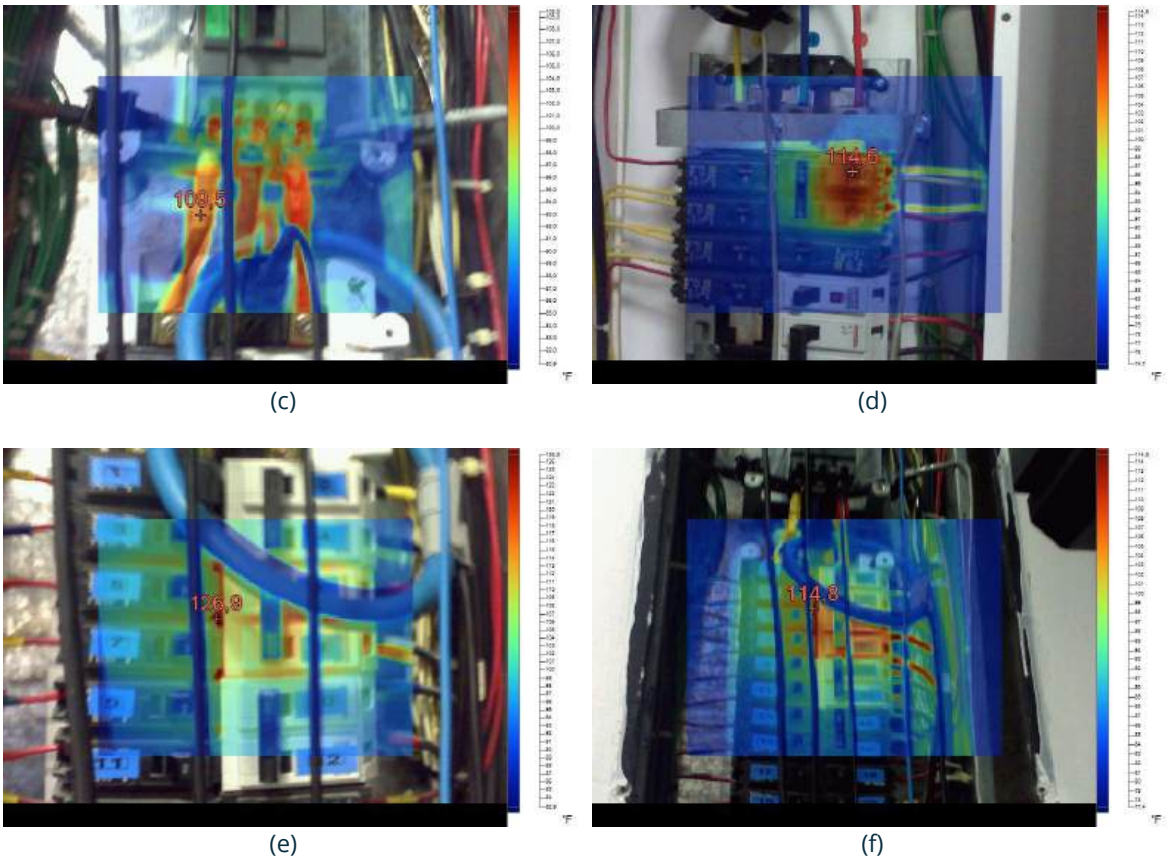
Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en los tableros eléctricos principales, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 7. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 24 °C (según la Tabla 9), se obtiene un diferencial máximo de 28,7°C, correspondiente a la Figura 7(e) con 52,7°C (126,9 °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (1 °C a 10 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “deficiencia”. Por ello, se sugiere reparar tan pronto como sea posible.

Figura 7. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal de Local 43




(a) (b)




(c) (d)

(e) (f)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones de las Dependencias, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014). En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 10.

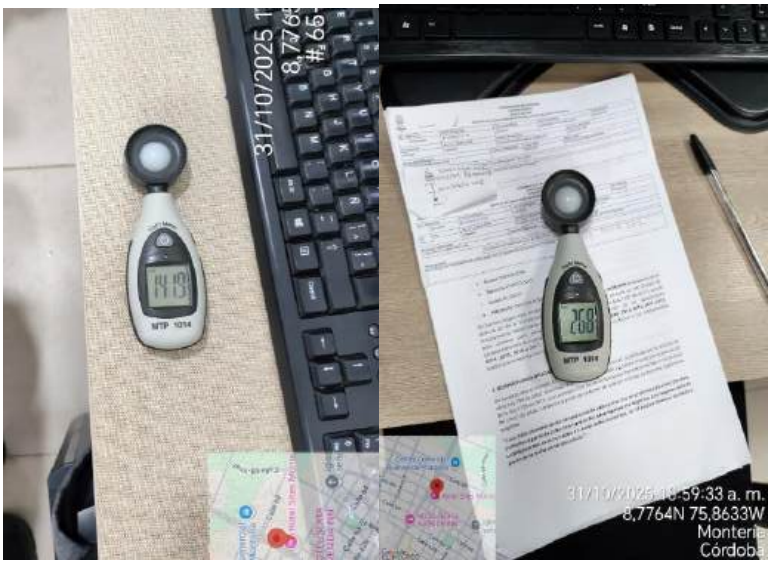
Tabla 10. Mediciones de iluminancia

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Oficina de ingeniería | 10 | 193 | 500 | No cumple |
| Segunda oficina | 7 | 121 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Figura 8. Luxómetro digital MPT1014




Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Mediciones eléctricas

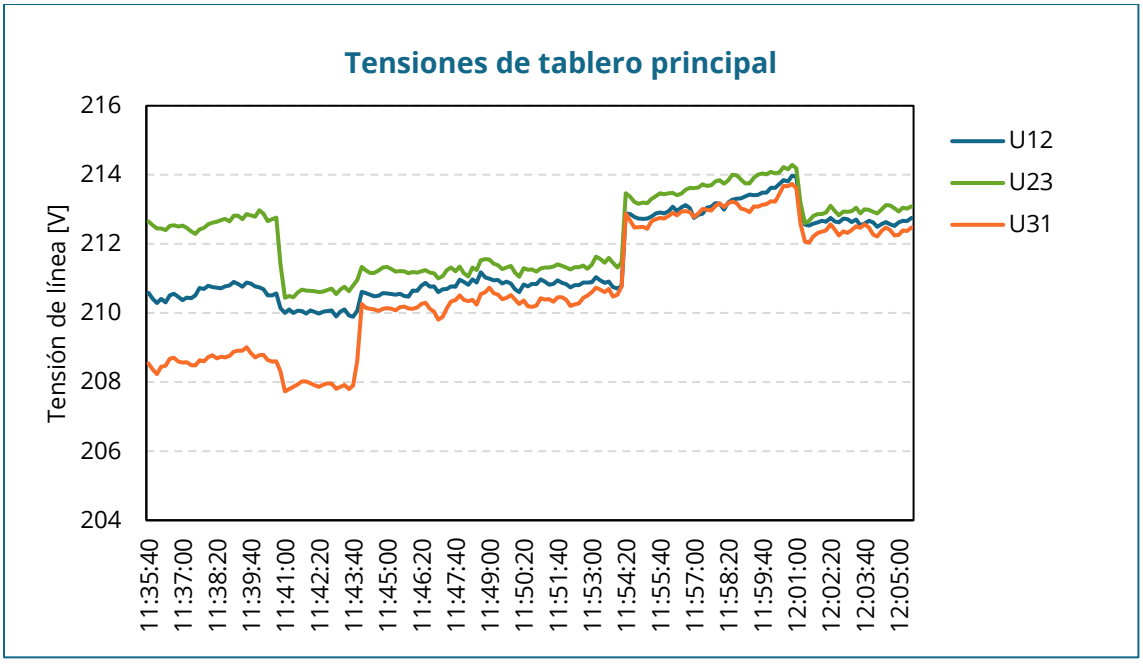
Las mediciones eléctricas del local 44-49 fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de las Dependencias y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia (NIC: 7840103 y NIC: 7840108).

Figura 9. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en local 44-49



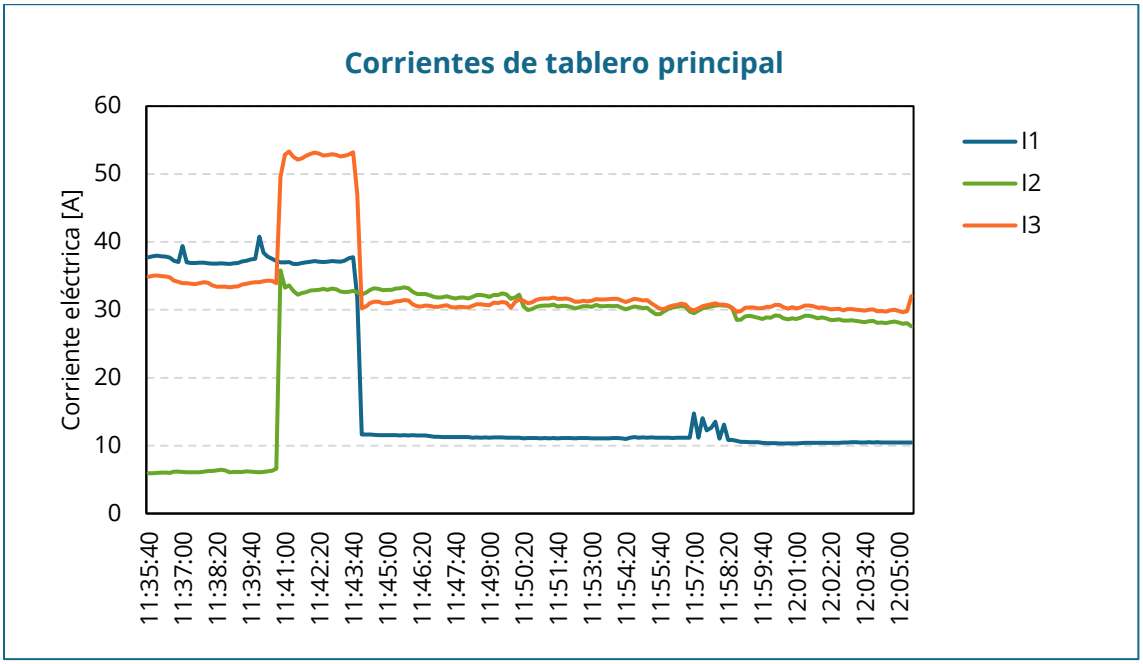
Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Tensiones de tablero principal del local 44-49



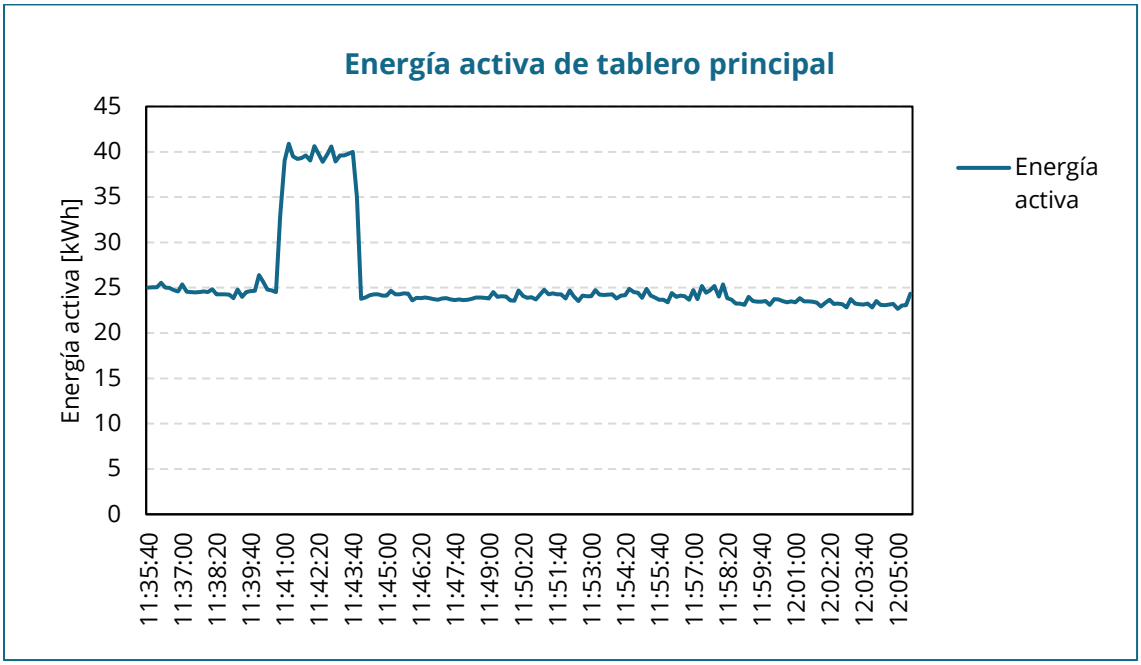

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Corrientes de tablero principal del local 44-49



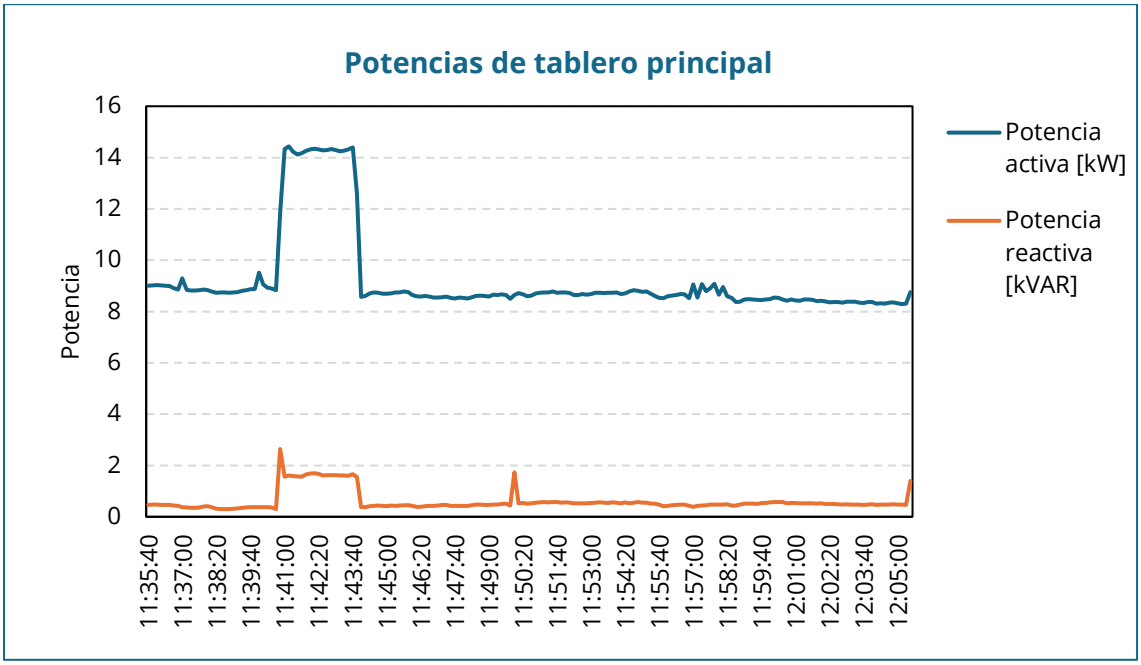

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Energía activa de tablero principal del local 44-49



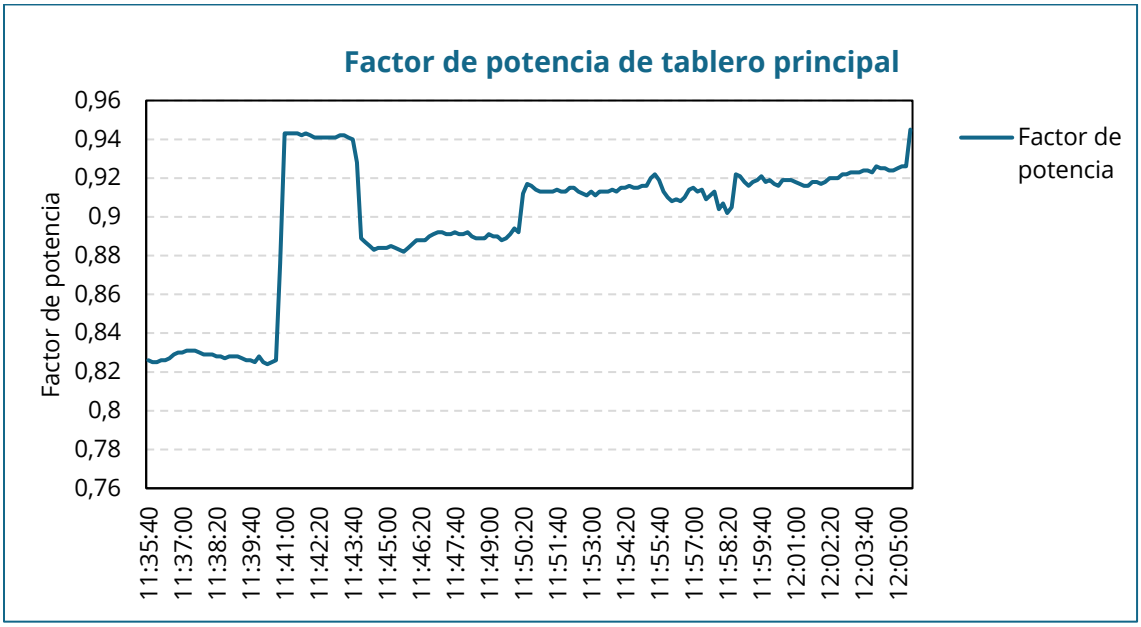

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Potencias de tablero principal del local 44-49




Fuente: Elaboración propia

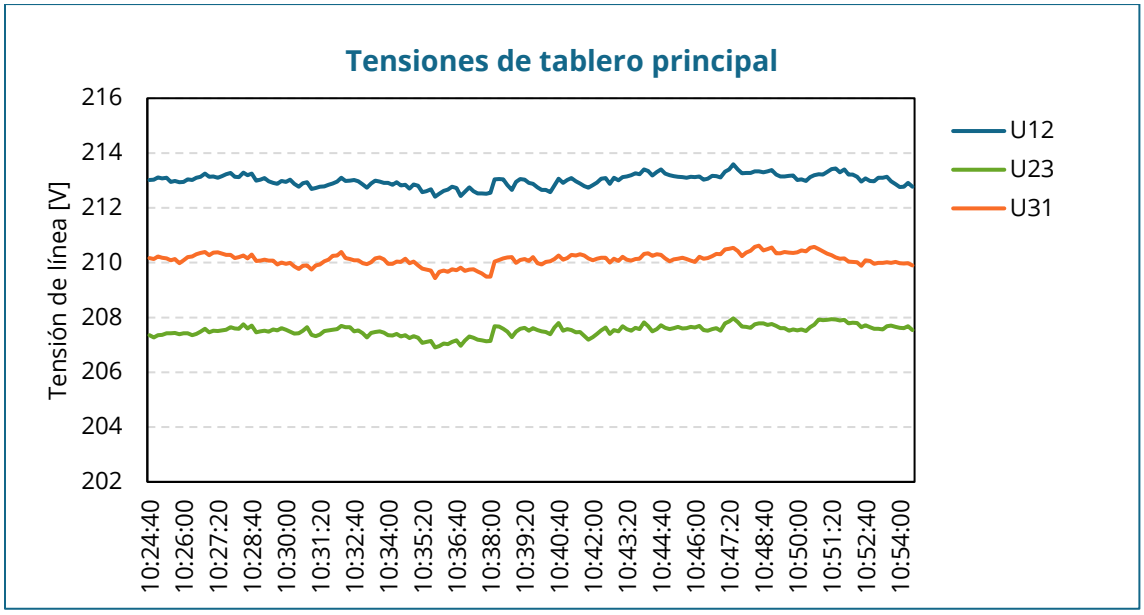
Figura 14. Factor de potencia de tablero principal del local 44-49




Fuente: Elaboración propia

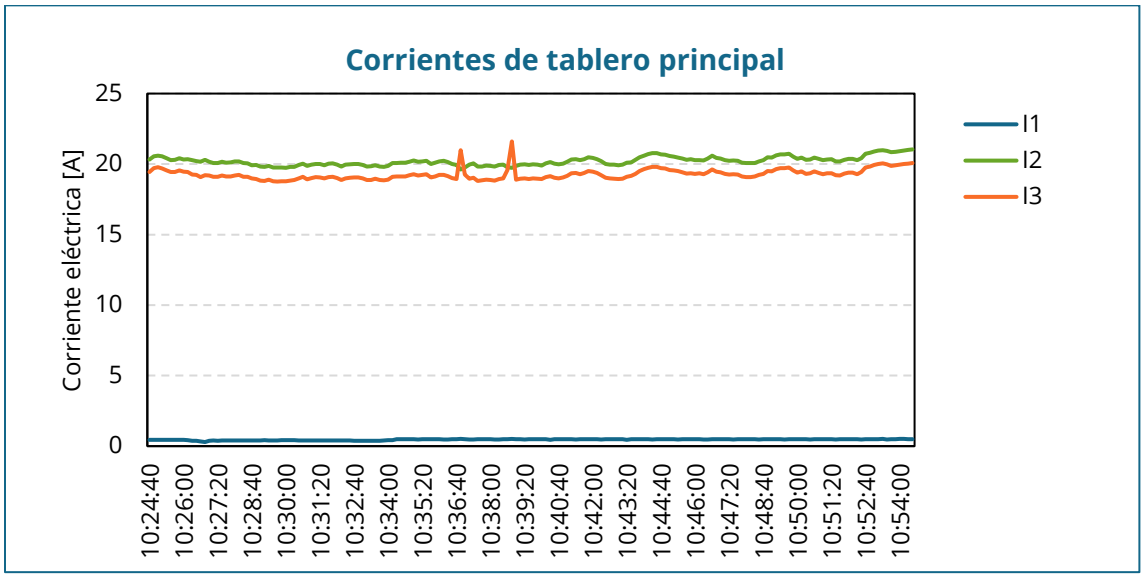
Las mediciones eléctricas del local 43 fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de las Dependencias y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia (NIC: 7840101).

Figura 15. Tensiones de tablero principal del local 43



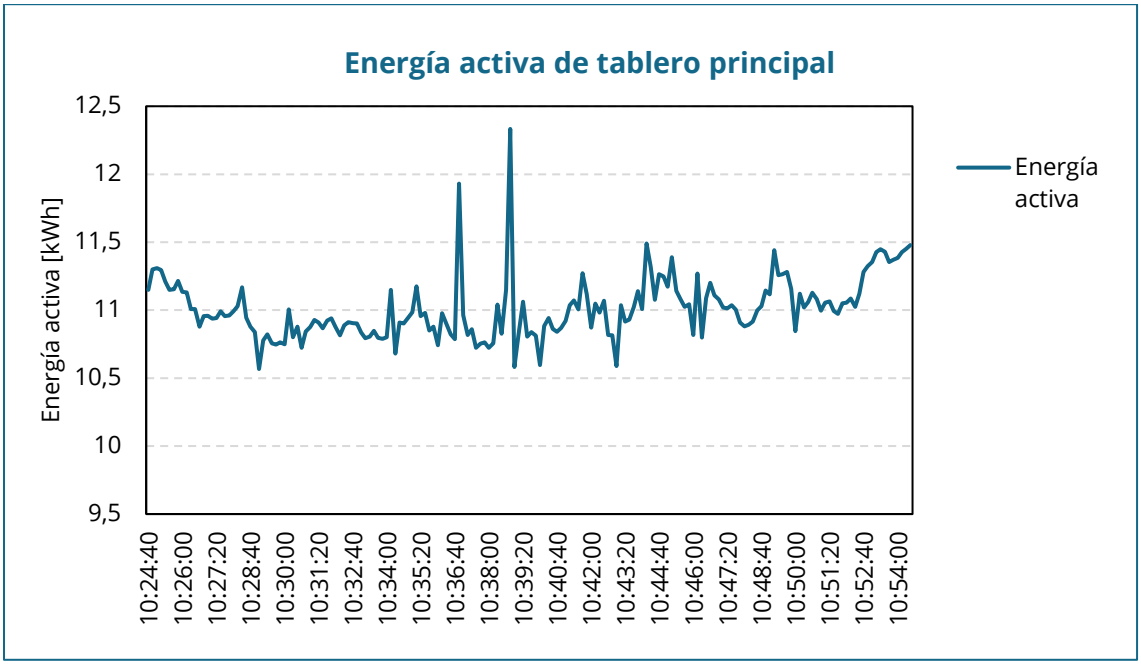

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Corrientes de tablero principal del local 43



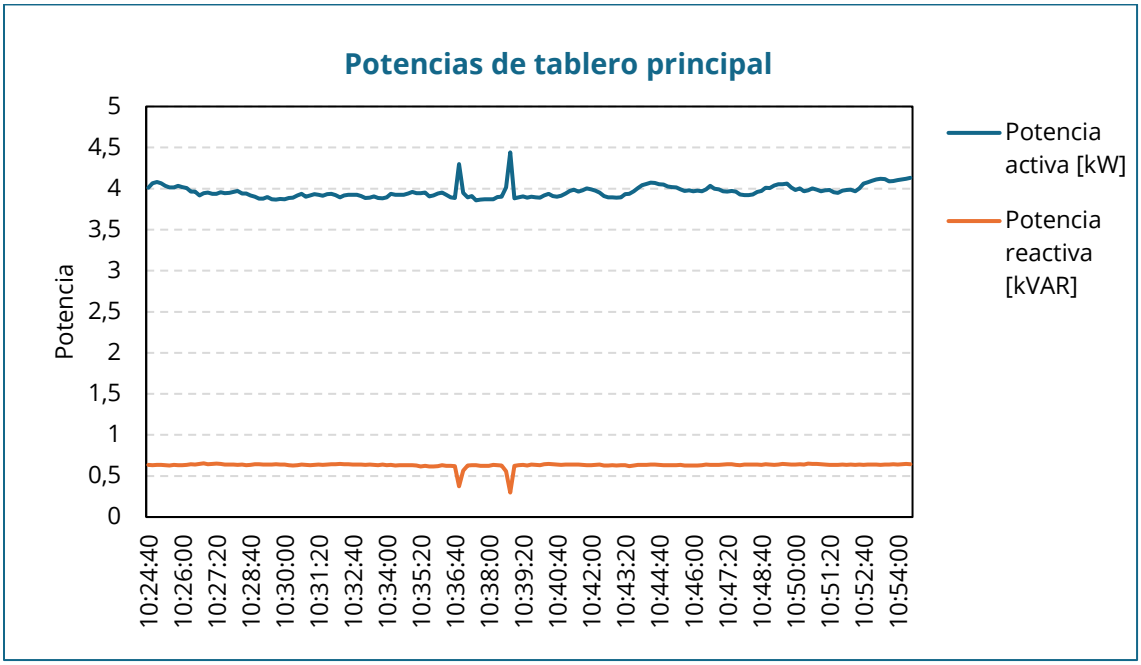

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Energía activa de tablero principal del local 43



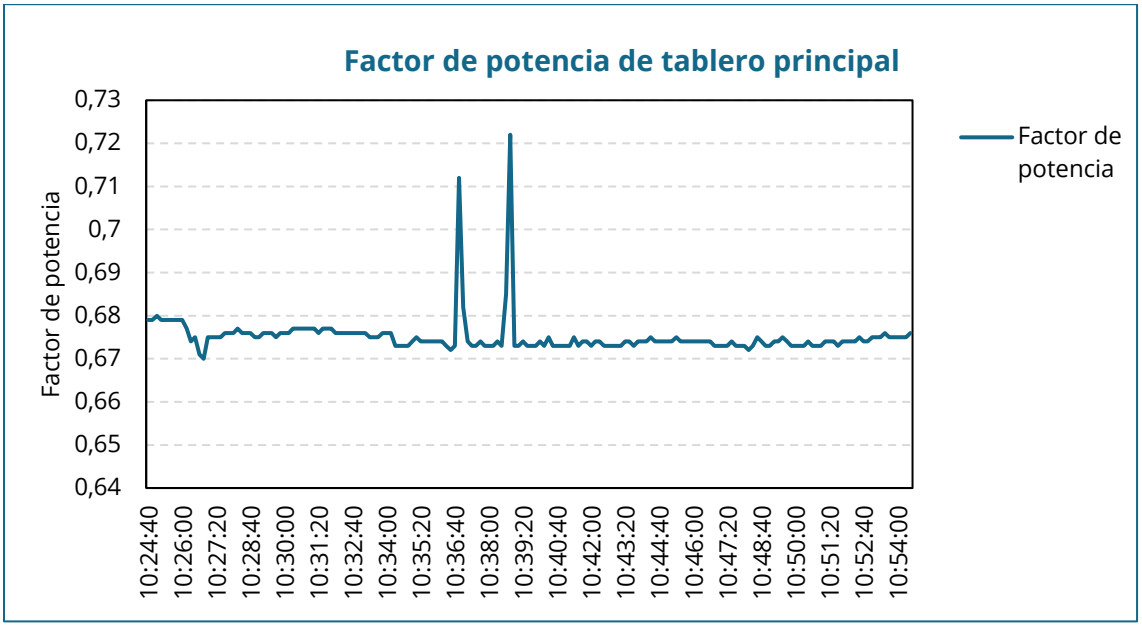

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Potencias de tablero principal del local 43




Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Factor de potencia de tablero principal del local 43




Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia en la Figura 14 y la Figura 19 que el factor de potencia de los locales se encuentra por debajo de los límites establecidos por la normativa colombiana (0,9 – 1). Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

## 4.5 Curva de carga

Las curvas de carga corresponden al perfil de potencia activa de las entidades. Dichas curvas se elaboraron considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 11 y la Tabla 12 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 11. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia del Local 44-49

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 211,50 | 0,57% |
| U23 | 212,26 | 0,52% |
| U31 | 210,71 | 0,86% |
| Factor de potencia | 0,898 | 3,97% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia del local 43

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 213,01 | 0,11% |
| U23 | 207,52 | 0,10% |
| U31 | 210,12 | 0,11% |
| Factor de potencia | 0,675 | 0,72% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 13 y la Tabla 14.

Figura 20. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger del Local 44-49

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 18 de noviembre de 2025 |
| **Feche final** | 19 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,09 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Especificaciones de medición con datalogger del local 43

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 18 de noviembre de 2025 |
| **Feche final** | 19 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,15 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

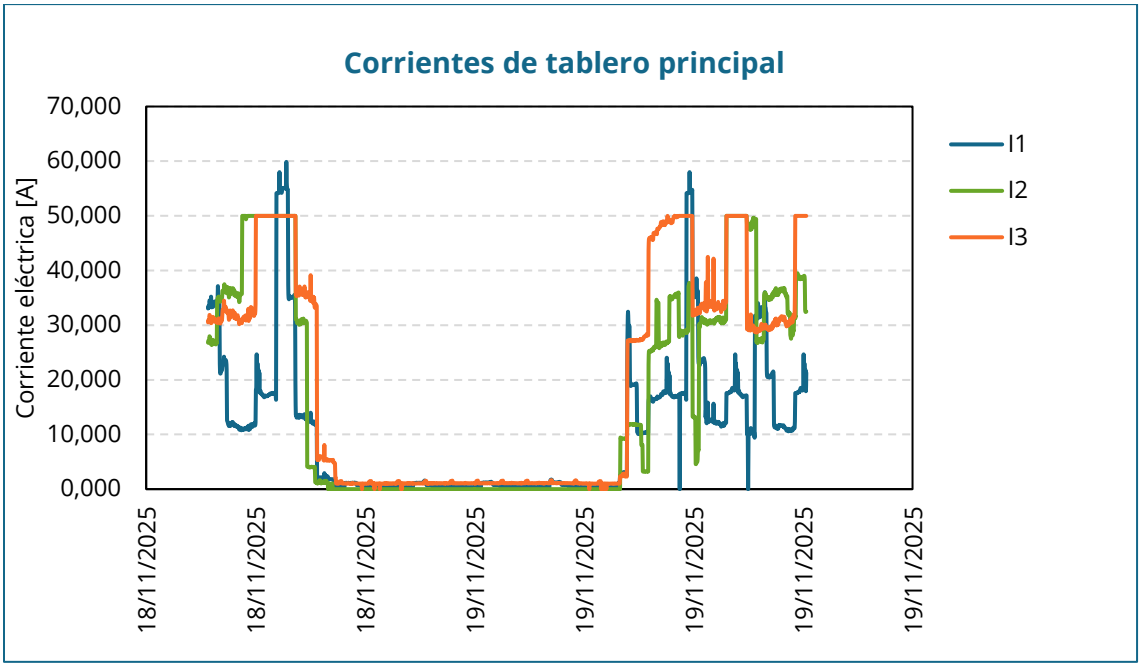
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 21 y la Figura 22 del tablero del local 44-49, así como la Figura 23 y la Figura 24 del local 43. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 15 y la Tabla 16.

Tabla 15. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del Local 44-49

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 132 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 3.630 |
| **Energía facturada [kWh]** | 3.854 |
| **Diferencia relativa [%]** | 5,8% |

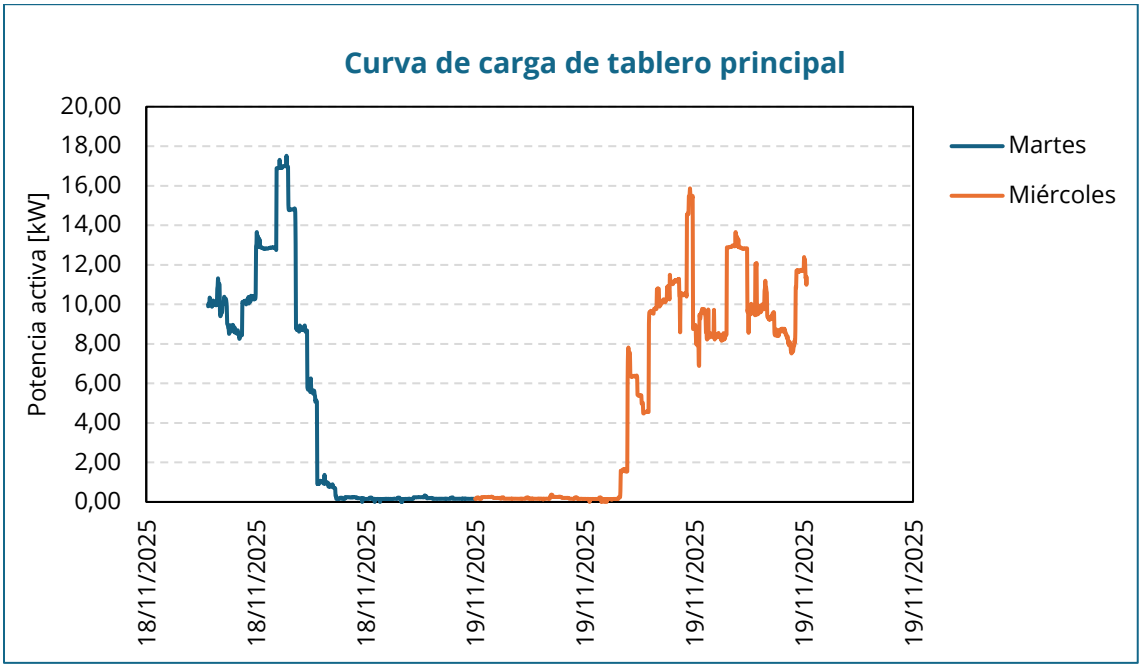
Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Corrientes de tablero principal del Local 44-49



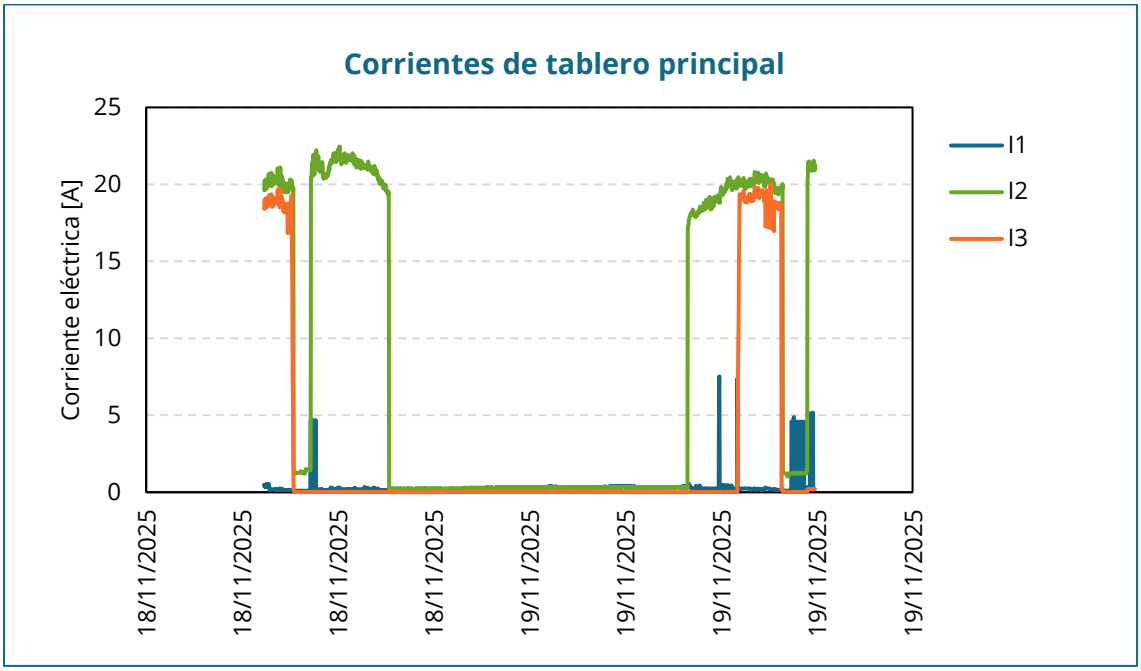

Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Curva de carga de tablero principal del Local 44-49



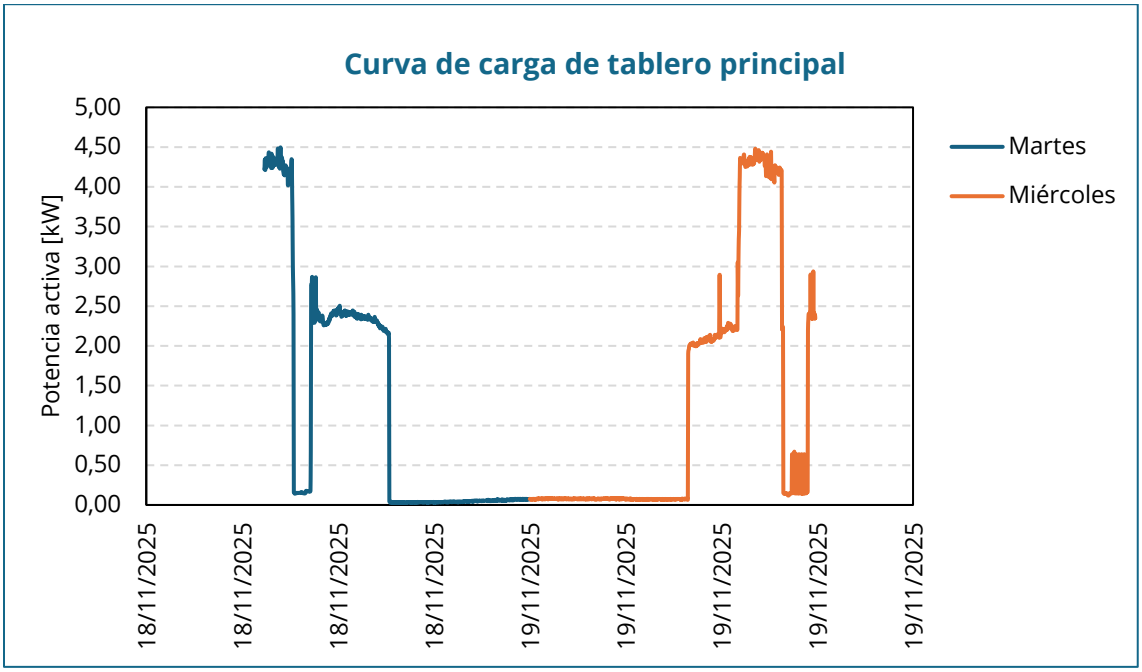

Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Corrientes de tablero principal del local 43




Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Curva de carga de tablero principal del local 43




Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del local 43

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 33 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 849 |
| **Energía facturada [kWh]** | 783 |
| **Diferencia relativa [%]** | 8,4% |

Fuente: Elaboración propia

## 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 25).

Figura 25. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico.
- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público**: Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana**: Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Dependencias Hacienda Placess Mall - NIC: 7840103 - Medidor: 1315013659*

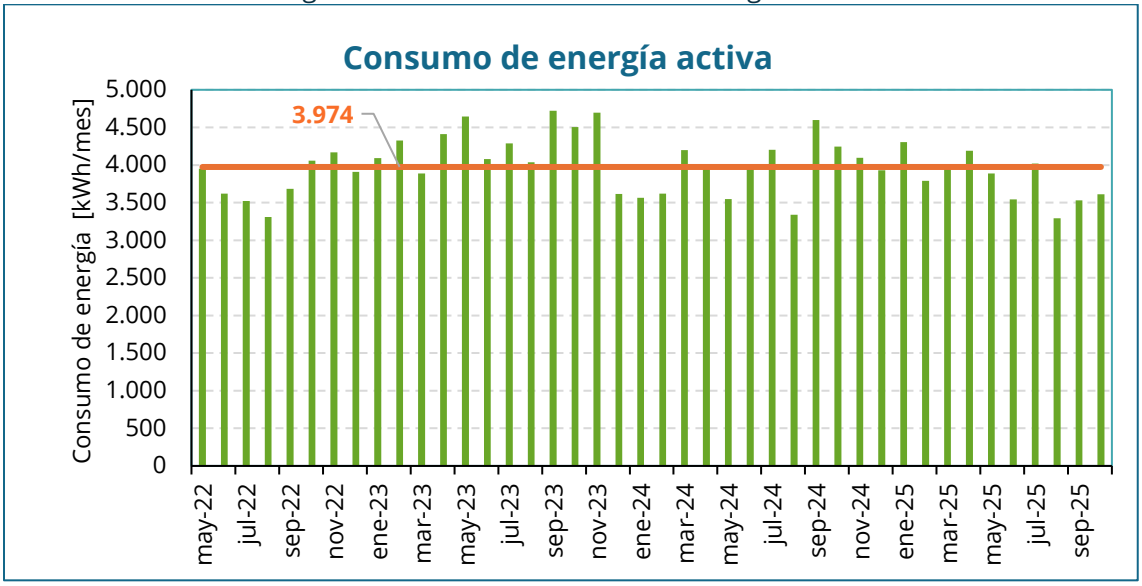
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 17, con el cual se construyó la Figura 26. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 4.092 | 3.566 | 4.306 |
| Febrero | Sin información | 4.326 | 3.620 | 3.792 |
| Marzo | Sin información | 3.889 | 4.197 | 3.947 |
| Abril | Sin información | 4.411 | 3.973 | 4.192 |
| Mayo | 3.952 | 4.645 | 3.549 | 3.886 |
| Junio | 3.620 | 4.081 | 3.964 | 3.543 |
| Julio | 3.524 | 4.289 | 4.201 | 4.020 |
| Agosto | 3.311 | 4.038 | 3.339 | 3.294 |
| Septiembre | 3.682 | 4.721 | 4.597 | 3.531 |
| Octubre | 4.058 | 4.504 | 4.245 | 3.611 |
| Noviembre | 4.168 | 4.694 | 4.096 | |
| Diciembre | 3.908 | 3.614 | 3.931 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 26. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

*Dependencias Hacienda Placess Mall - NIC: 7840108 - Medidor: 1315013651*

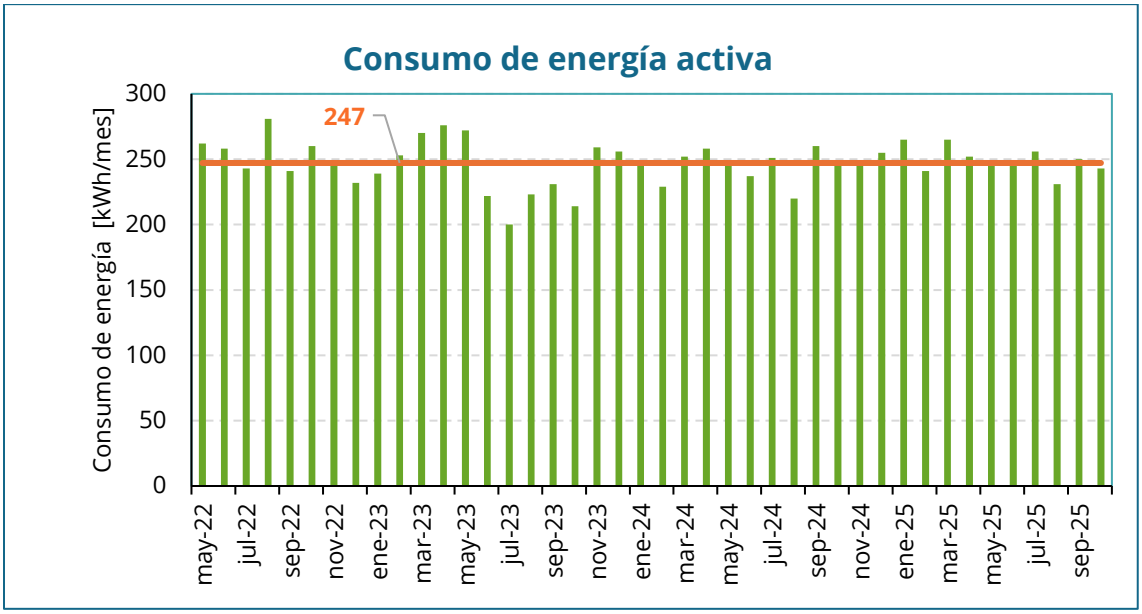
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 18, con el cual se construyó la Figura 27. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 239 | 248 | 265 |
| Febrero | Sin información | 253 | 229 | 241 |
| Marzo | Sin información | 270 | 252 | 265 |
| Abril | Sin información | 276 | 258 | 252 |
| Mayo | 262 | 272 | 245 | 245 |
| Junio | 258 | 222 | 237 | 245 |
| Julio | 243 | 200 | 251 | 256 |
| Agosto | 281 | 223 | 220 | 231 |
| Septiembre | 241 | 231 | 260 | 250 |
| Octubre | 260 | 214 | 246 | 243 |
| Noviembre | 248 | 259 | 246 | |
| Diciembre | 232 | 256 | 255 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 27. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

*Dependencias Hacienda Placess Mall - NIC: 7840101 - Medidor: 1315013625*

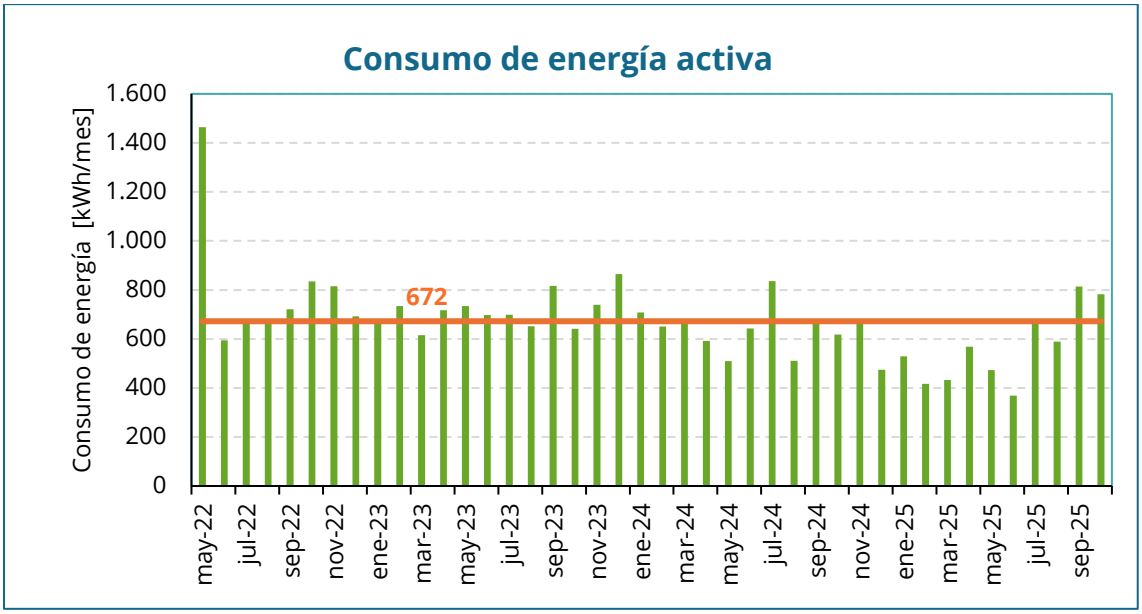
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 19, con el cual se construyó la Figura 28. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 19. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 669 | 708 | 529 |
| Febrero | Sin información | 734 | 651 | 417 |
| Marzo | Sin información | 615 | 671 | 433 |
| Abril | Sin información | 717 | 592 | 568 |
| Mayo | 1.464 | 734 | 509 | 473 |
| Junio | 594 | 697 | 643 | 368 |
| Julio | 669 | 699 | 836 | 671 |
| Agosto | 661 | 652 | 511 | 589 |
| Septiembre | 721 | 817 | 671 | 814 |
| Octubre | 835 | 642 | 618 | 783 |
| Noviembre | 815 | 740 | 674 | |
| Diciembre | 693 | 865 | 475 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 28. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

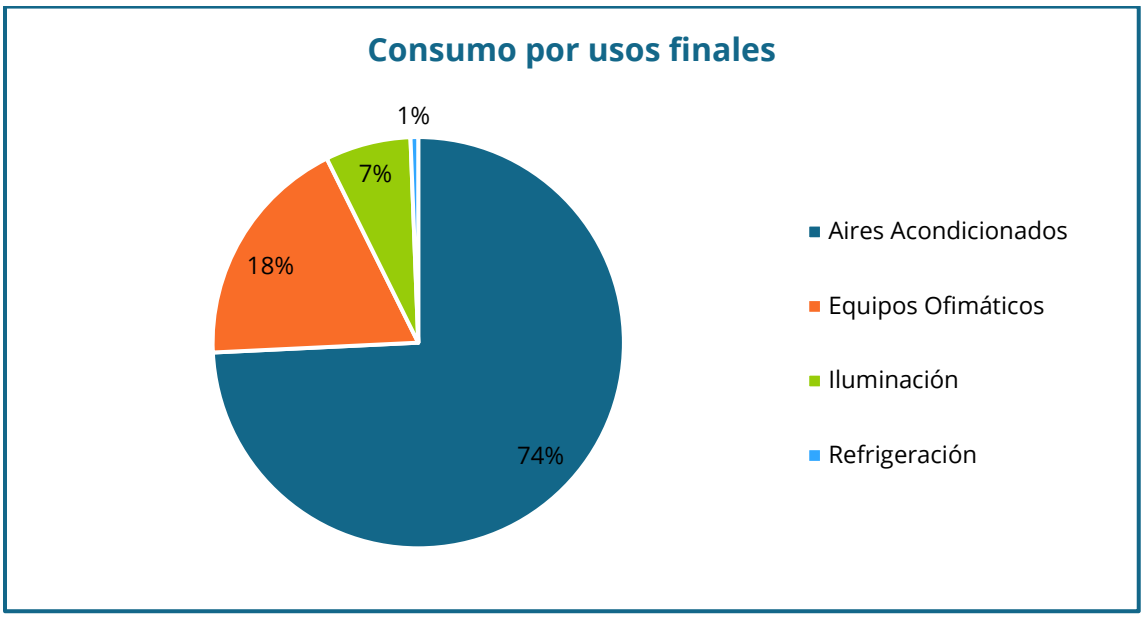
## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 6,7% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, ver Tabla *17*, Tabla *18*, Tabla *19*), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 20, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 29 y el diagrama de Pareto en la Figura 30.

Figura 29. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de las Dependencias



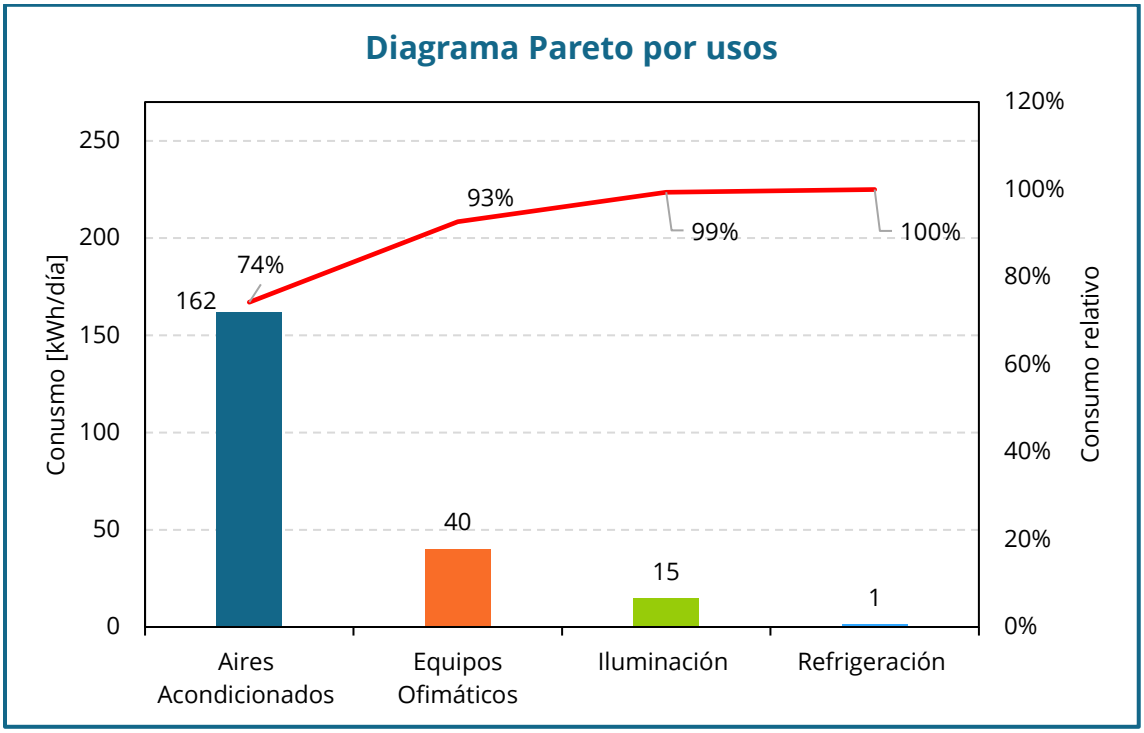

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Participación de consumo de energía por usos finales de las Dependencias

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aires Acondicionados | 161,6 | 74% |
| Equipos Ofimáticos | 40,1 | 18% |
| Iluminación | 14,656 | 7% |
| Refrigeración | 1,32 | 1% |
| **Total** | **218** | **100%** |

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de las Dependencias




Fuente: Elaboración propia

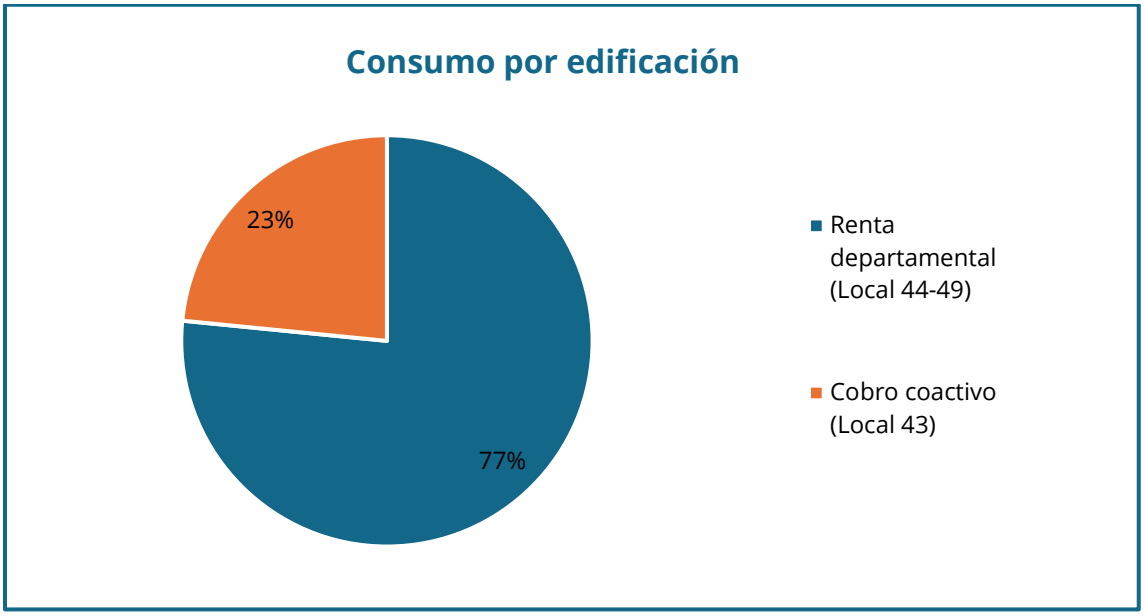
La participación de consumo por locales se sintetiza en la Tabla 21, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 31 y el diagrama de Pareto en la Figura 32.

Tabla 21. Participación de consumo de energía por locales

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Renta departamental (Local 44-49) | 166,67 | 77% |
| Cobro coactivo (Local 43) | 51,006 | 23% |
| **Total** | **218** | **100%** |

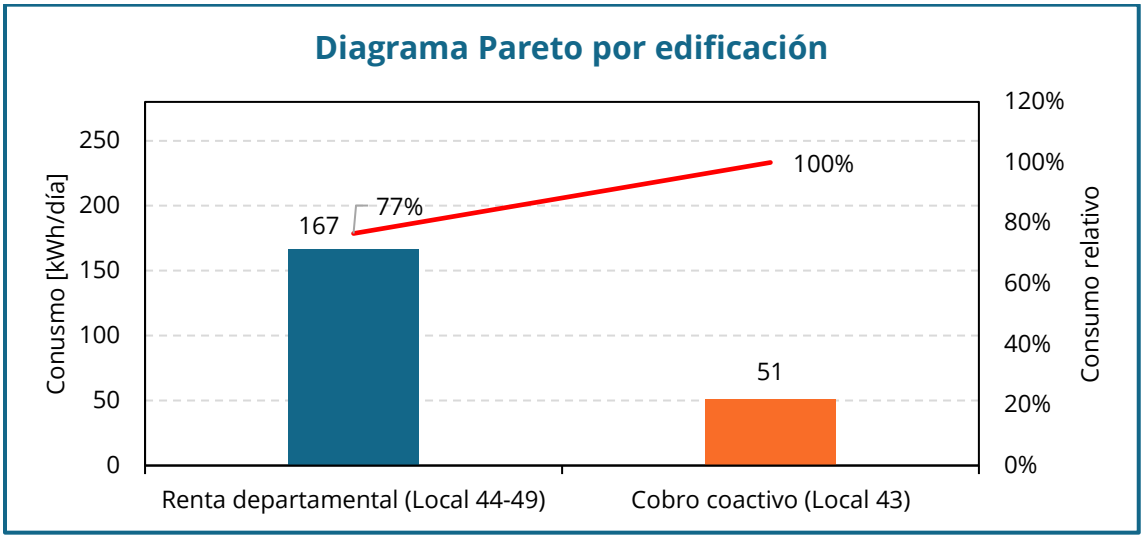
Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Porcentaje de participación de consumo de energía por locales




Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Diagrama de Pareto – consumo de energía por locales



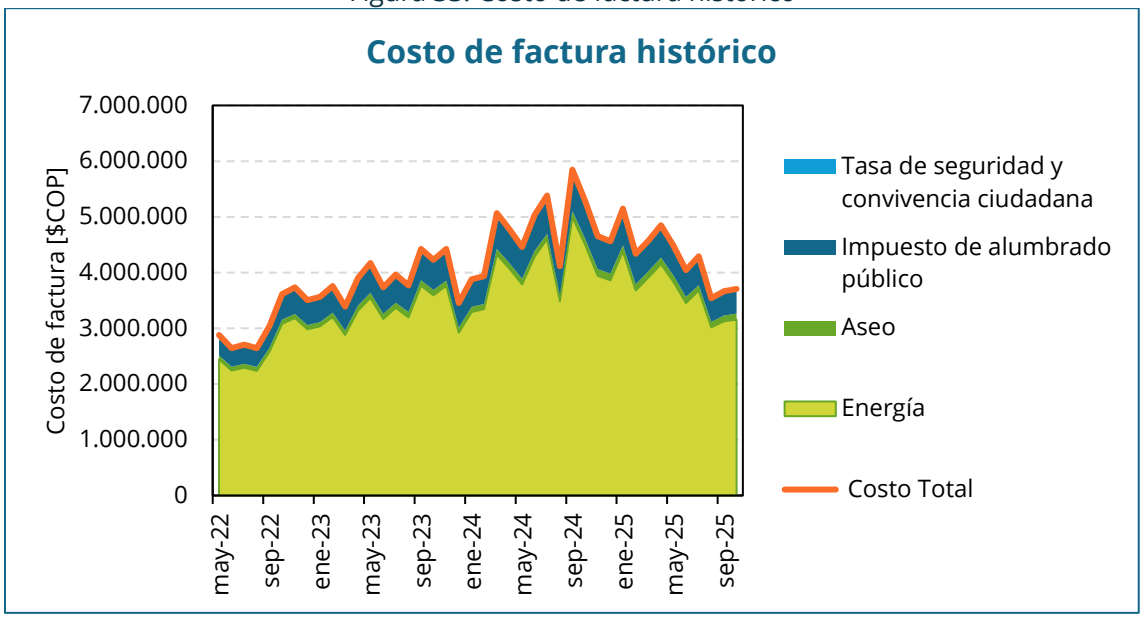

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Dependencias Hacienda Placess Mall - NIC: 7840103 - Medidor: 1315013659*

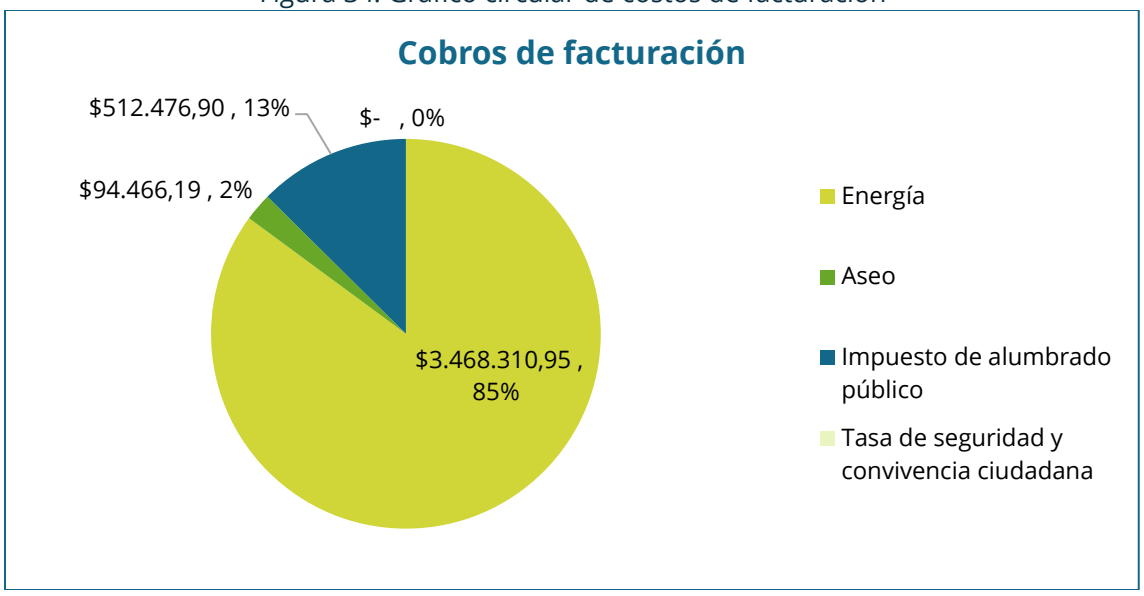
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 33 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 34.

Figura 33. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

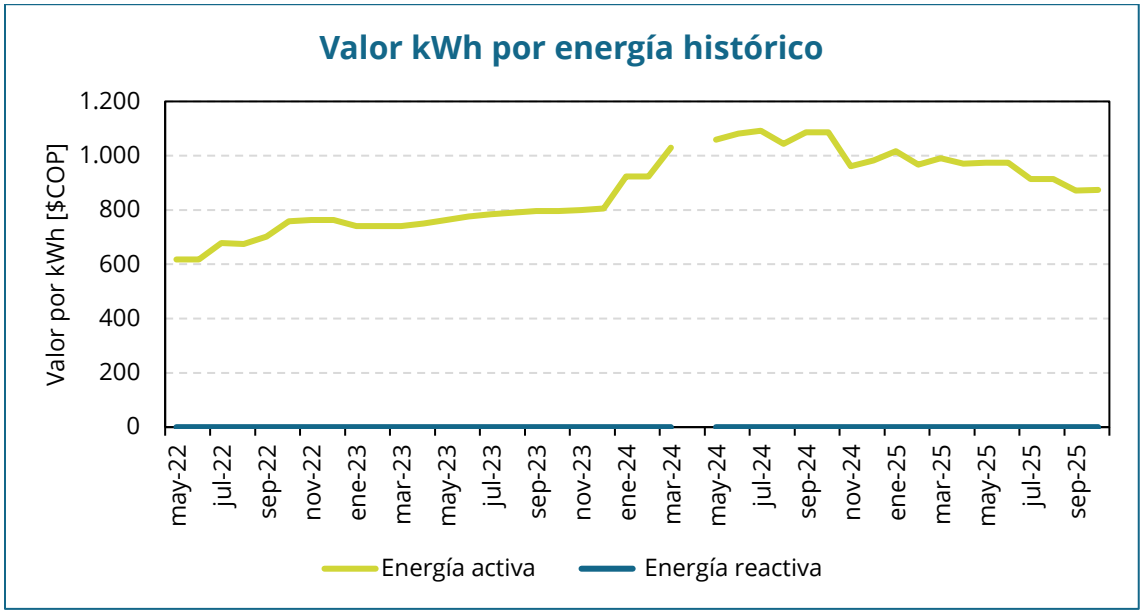
Figura 34. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa se representa en la Figura 35 (ver registros en la Tabla 22).

Figura 35. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 741 | 923 | 1.017 |
| Febrero | Sin información | 741 | 923 | 967 |
| Marzo | Sin información | 741 | 1.030 | 990 |
| Abril | Sin información | 750 | Sin información | 971 |
| Mayo | 618 | 763 | 1.059 | 974 |
| Junio | 618 | 776 | 1.082 | 974 |
| Julio | 679 | 784 | 1.092 | 914 |
| Agosto | 675 | 790 | 1.044 | 914 |
| Septiembre | 702 | 796 | 1.086 | 872 |
| Octubre | 759 | 796 | 1.086 | 874 |
| Noviembre | 763 | 800 | 962 | |
| Diciembre | 763 | 806 | 982 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

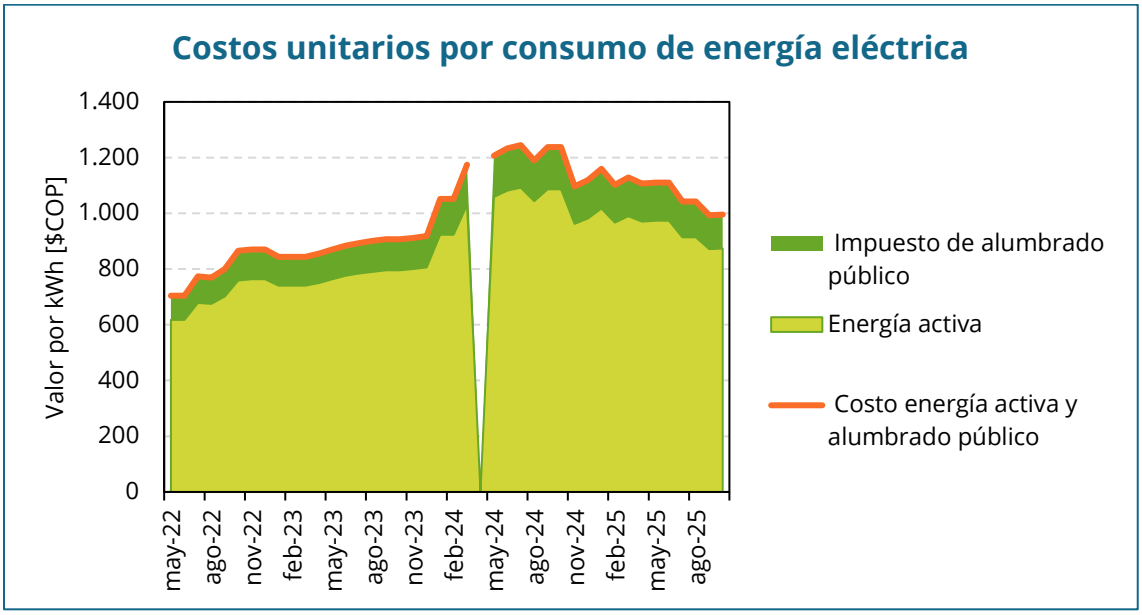
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 36 (ver registros en la Tabla 23). El promedio de este valor es de $989,68 COP.

Tabla 23. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 844 | 1.052 | 1.160 |
| Febrero | Sin información | 844 | 1.052 | 1.103 |
| Marzo | Sin información | 844 | 1.174 | 1.129 |
| Abril | Sin información | 855 | Sin información | 1.107 |
| Mayo | 704 | 870 | 1.207 | 1.110 |
| Junio | 704 | 885 | 1.233 | 1.110 |
| Julio | 774 | 894 | 1.245 | 1.042 |
| Agosto | 769 | 901 | 1.190 | 1.042 |
| Septiembre | 800 | 907 | 1.238 | 994 |
| Octubre | 865 | 907 | 1.238 | 996 |
| Noviembre | 870 | 912 | 1.096 | |
| Diciembre | 870 | 918 | 1.120 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 36. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 37. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 24 y la Tabla 25, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 24. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 3.030.290 | 3.291.668 | 4.380.321 |
| Febrero | Sin información | 3.203.576 | 3.341.513 | 3.667.925 |
| Marzo | Sin información | 2.879.960 | 4.323.246 | 3.908.437 |
| Abril | Sin información | 3.307.721 | Sin información | 4.069.258 |
| Mayo | 2.441.585 | 3.545.110 | 3.757.468 | 3.783.720 |
| Junio | 2.236.472 | 3.166.366 | 4.287.304 | 3.449.748 |
| Julio | 2.292.505 | 3.362.705 | 4.587.660 | 3.675.888 |
| Agosto | 2.233.965 | 3.190.666 | 3.485.883 | 3.012.034 |
| Septiembre | 2.583.659 | 3.757.869 | 4.991.147 | 3.077.937 |
| Octubre | 3.079.576 | 3.585.139 | 4.608.966 | 3.154.895 |
| Noviembre | 3.182.017 | 3.755.106 | 3.939.533 | |
| Diciembre | 2.983.523 | 2.911.330 | 3.861.068 | |

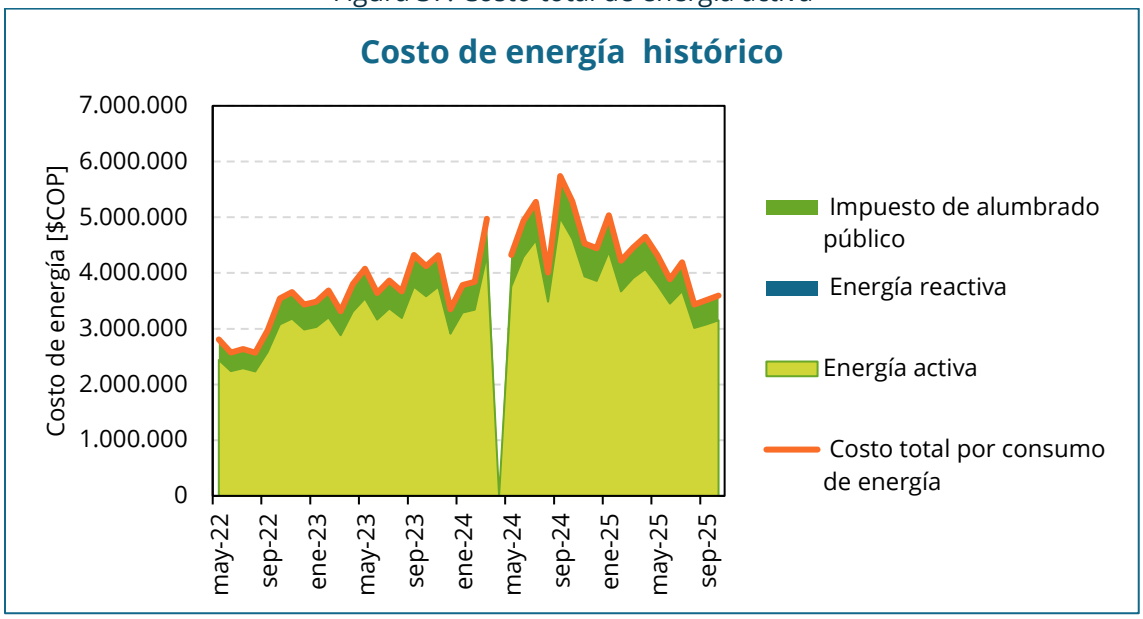
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 25. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 3.485.290 | 3.785.418 | 5.037.371 |
| Febrero | Sin información | 3.684.596 | 3.843.133 | 4.220.445 |
| Marzo | Sin información | 3.311.950 | 4.971.736 | 4.455.617 |
| Abril | Sin información | 3.803.901 | Sin información | 4.651.348 |
| Mayo | 2.808.105 | 4.077.430 | 4.325.798 | 4.319.580 |
| Junio | 2.572.652 | 3.641.316 | 4.930.414 | 3.887.758 |
| Julio | 2.636.385 | 3.867.115 | 5.276.960 | 4.190.508 |
| Agosto | 2.569.565 | 3.670.426 | 4.008.763 | 3.433.804 |
| Septiembre | 2.971.509 | 4.322.879 | 5.739.837 | 3.515.907 |
| Octubre | 3.541.966 | 4.124.469 | 5.284.016 | 3.596.575 |
| Noviembre | 3.659.327 | 4.318.396 | 4.530.463 | |
| Diciembre | 3.431.053 | 3.348.060 | 4.445.878 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 37. Costo total de energía activa

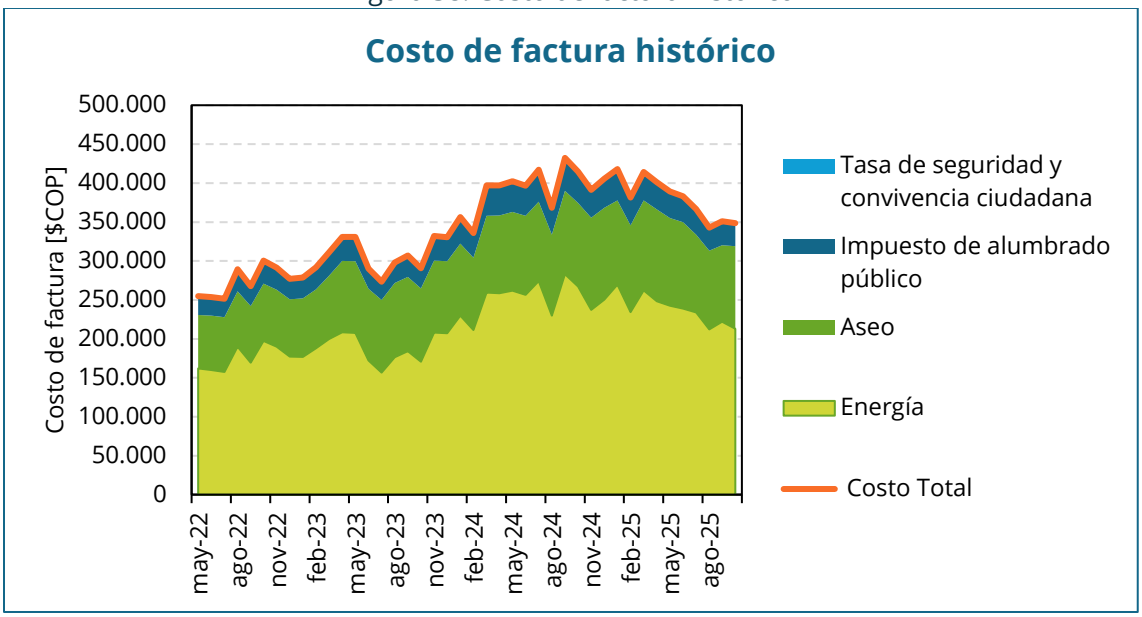



Fuente: Elaboración propia

*Dependencias Hacienda Placess Mall - NIC: 7840108 - Medidor: 1315013651*

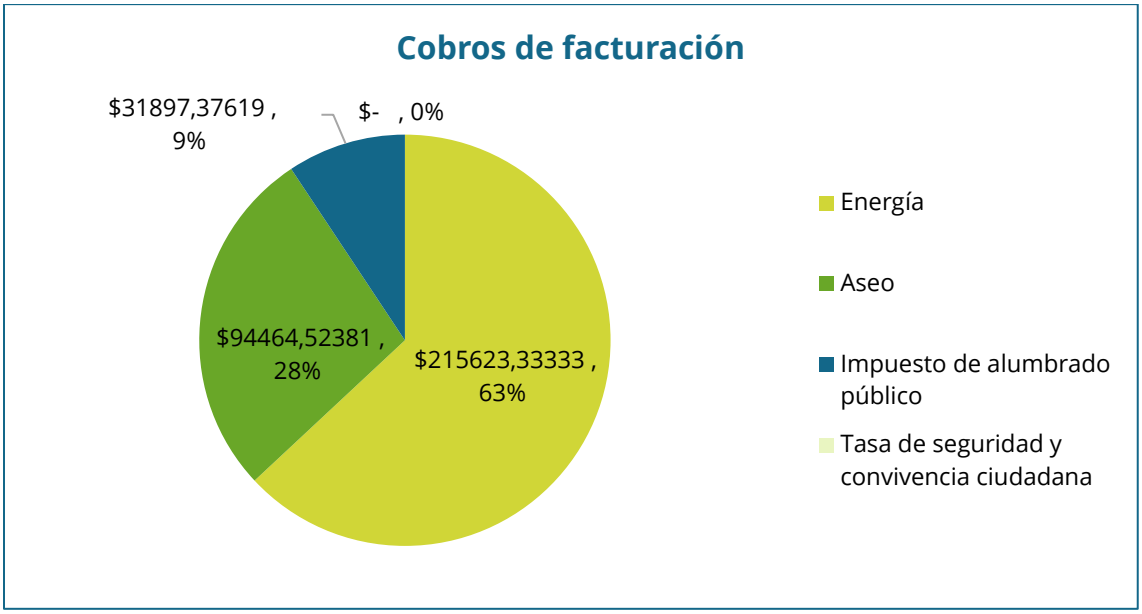
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 38 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 39.

Figura 38. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

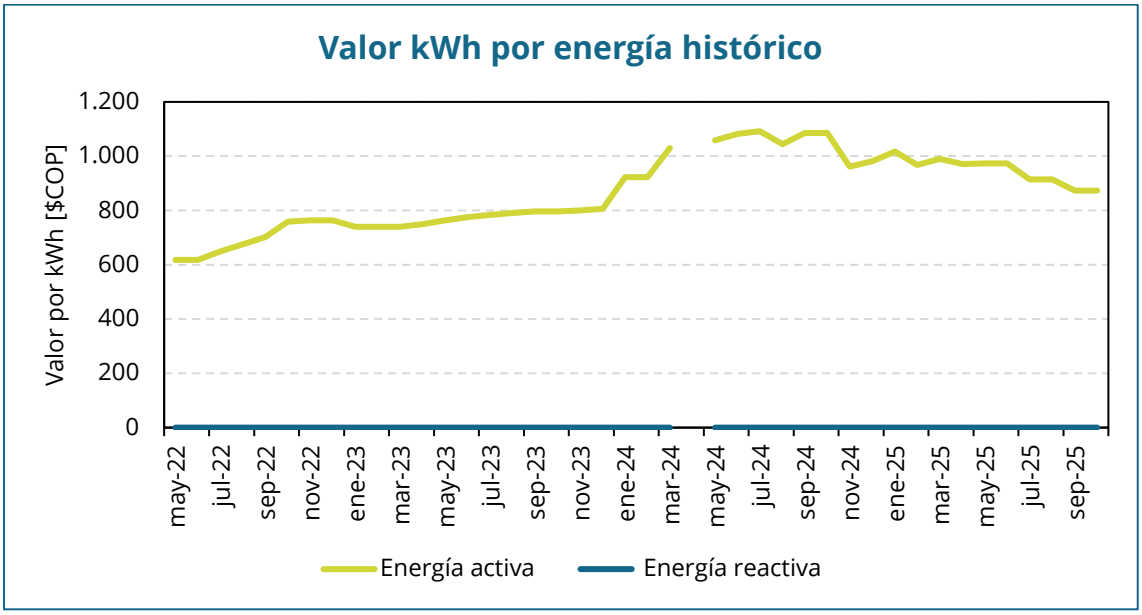
Figura 39. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa se representa en la Figura 40 (ver registros en la Tabla 26).

Figura 40. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 741 | 923 | 1.017 |
| Febrero | Sin información | 741 | 923 | 967 |
| Marzo | Sin información | 741 | 1.030 | 990 |
| Abril | Sin información | 750 | Sin información | 971 |
| Mayo | 618 | 763 | 1.059 | 974 |
| Junio | 618 | 776 | 1.082 | 974 |
| Julio | 649 | 784 | 1.092 | 914 |
| Agosto | 675 | 790 | 1.044 | 914 |
| Septiembre | 702 | 796 | 1.086 | 874 |
| Octubre | 759 | 796 | 1.086 | 874 |
| Noviembre | 763 | 800 | 962 | |
| Diciembre | 763 | 806 | 982 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

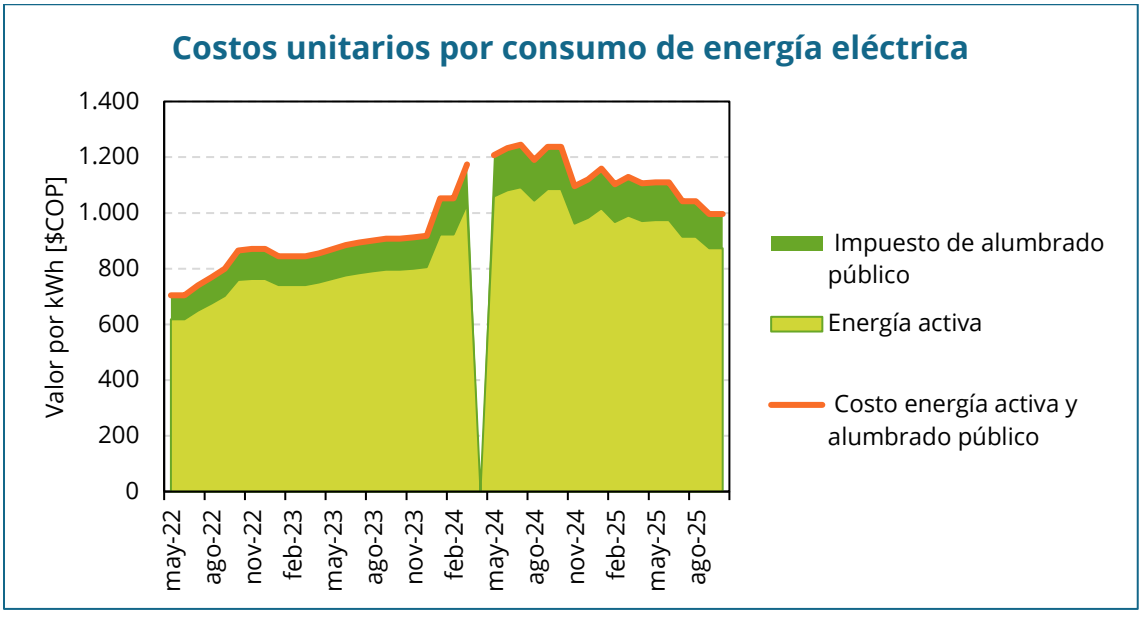
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 41 (ver registros en la Tabla 27). El promedio de este valor es de $988,90 COP.

Tabla 27. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 844 | 1.052 | 1.160 |
| Febrero | Sin información | 844 | 1.052 | 1.103 |
| Marzo | Sin información | 844 | 1.174 | 1.129 |
| Abril | Sin información | 855 | Sin información | 1.107 |
| Mayo | 704 | 870 | 1.207 | 1.110 |
| Junio | 704 | 885 | 1.233 | 1.110 |
| Julio | 740 | 894 | 1.245 | 1.042 |
| Agosto | 769 | 901 | 1.190 | 1.042 |
| Septiembre | 800 | 907 | 1.238 | 996 |
| Octubre | 865 | 907 | 1.238 | 996 |
| Noviembre | 870 | 912 | 1.096 | |
| Diciembre | 870 | 918 | 1.120 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 41. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 42. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 28 y la Tabla 29, para energía activa, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 28. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 176.989 | 228.921 | 269.573 |
| Febrero | Sin información | 187.357 | 211.383 | 233.114 |
| Marzo | Sin información | 199.946 | 259.580 | 262.410 |
| Abril | Sin información | 206.967 | Sin información | 243.650 |
| Mayo | 161.866 | 207.593 | 259.391 | 238.552 |
| Junio | 159.395 | 172.245 | 256.330 | 238.552 |
| Julio | 157.634 | 156.806 | 274.102 | 234.086 |
| Agosto | 189.594 | 176.206 | 229.677 | 211.226 |
| Septiembre | 169.110 | 183.874 | 282.292 | 218.423 |
| Octubre | 197.311 | 170.342 | 267.092 | 212.307 |
| Noviembre | 189.333 | 207.172 | 236.603 | |
| Diciembre | 177.118 | 206.226 | 250.464 | |

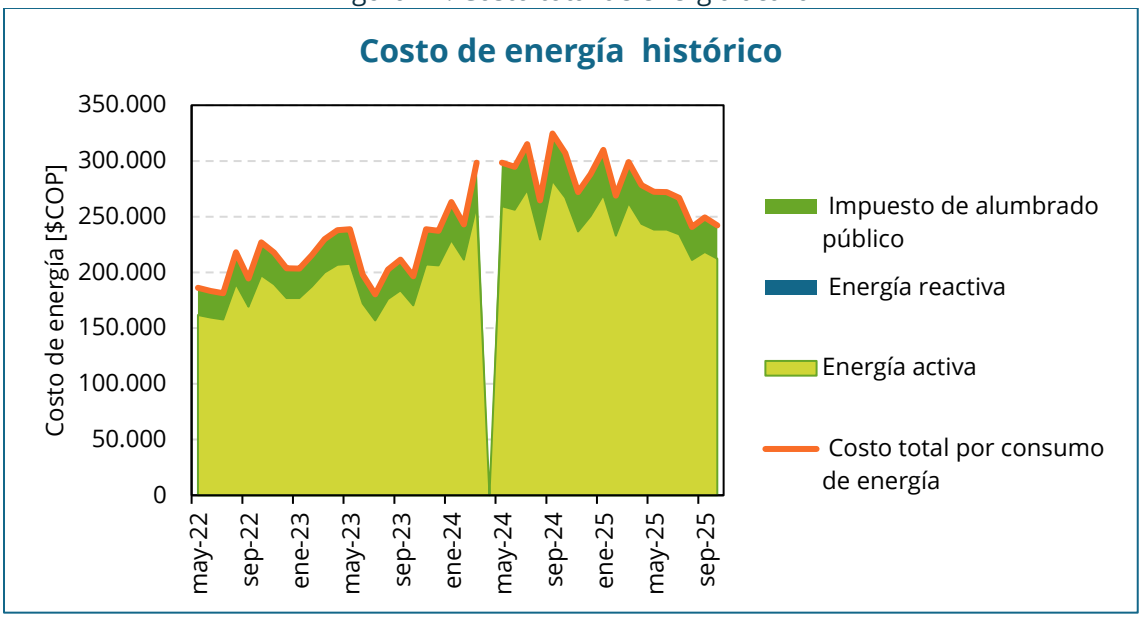
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 29. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 203.539 | 263.271 | 310.003 |
| Febrero | Sin información | 215.457 | 243.093 | 268.764 |
| Marzo | Sin información | 229.946 | 298.510 | 299.150 |
| Abril | Sin información | 238.007 | Sin información | 278.470 |
| Mayo | 186.146 | 238.733 | 298.581 | 272.362 |
| Junio | 183.305 | 198.085 | 294.780 | 271.952 |
| Julio | 181.274 | 180.326 | 315.222 | 266.856 |
| Agosto | 218.034 | 202.636 | 264.567 | 240.806 |
| Septiembre | 194.480 | 211.454 | 324.632 | 249.383 |
| Octubre | 226.911 | 196.432 | 307.162 | 242.037 |
| Noviembre | 217.733 | 238.712 | 272.093 | |
| Diciembre | 203.678 | 237.166 | 288.034 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 42. Costo total de energía activa

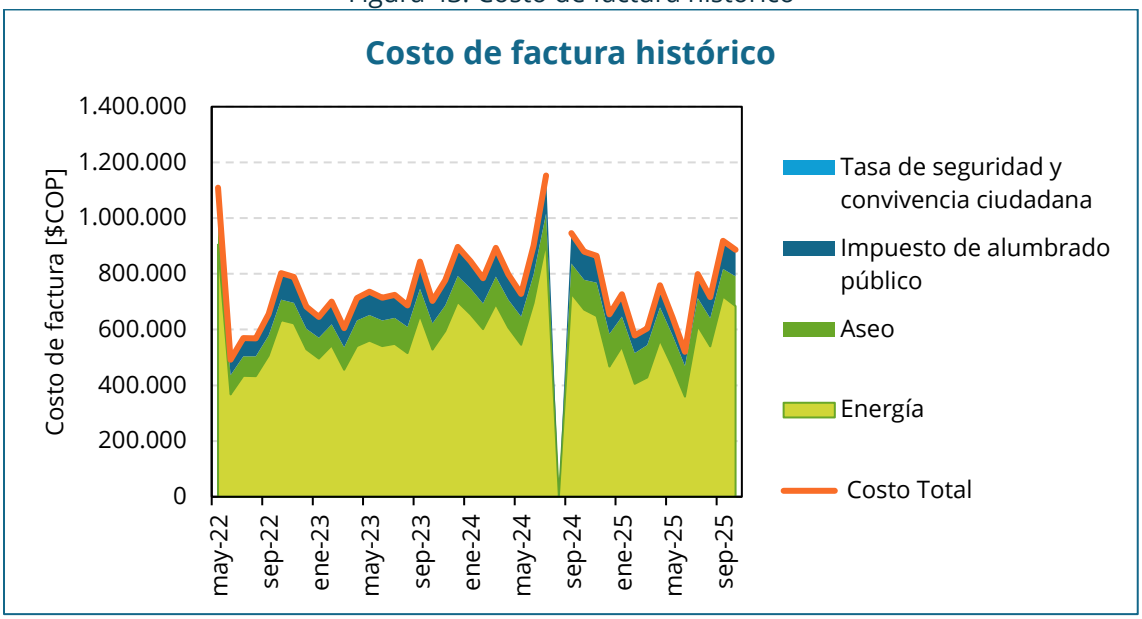



Fuente: Elaboración propia

*Dependencias Hacienda Placess Mall - NIC: 7840101 - Medidor: 1315013625*

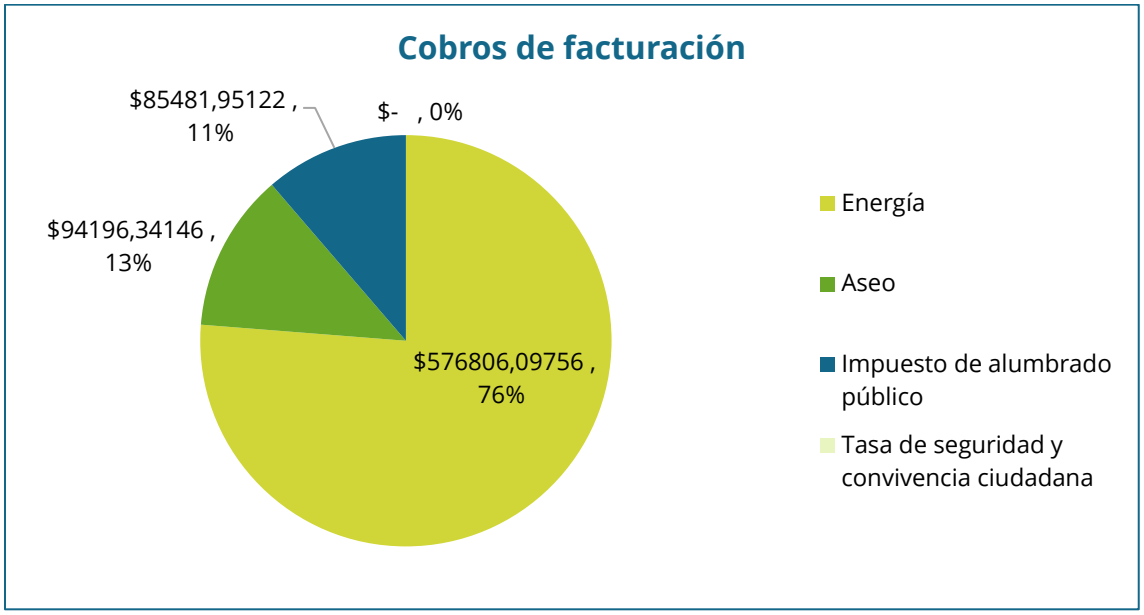
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 43 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 44.

Figura 43. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

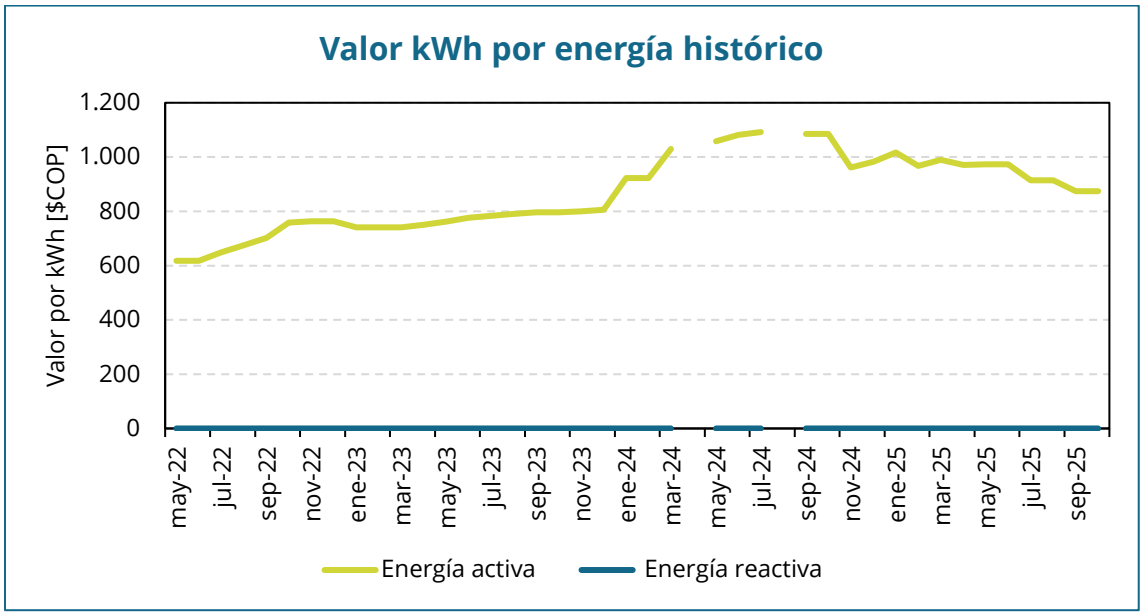
Figura 44. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa se representa en la Figura 45 (ver registros en la Tabla 30).

Figura 45. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 741 | 923 | 1.017 |
| Febrero | Sin información | 741 | 923 | 967 |
| Marzo | Sin información | 741 | 1.030 | 990 |
| Abril | Sin información | 750 | Sin información | 971 |
| Mayo | 618 | 762 | 1.059 | 974 |
| Junio | 618 | 776 | 1.082 | 974 |
| Julio | 649 | 784 | 1.092 | 914 |
| Agosto | 675 | 790 | Sin información | 914 |
| Septiembre | 702 | 796 | 1.086 | 874 |
| Octubre | 759 | 796 | 1.086 | 874 |
| Noviembre | 763 | 800 | 962 | |
| Diciembre | 763 | 806 | 982 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

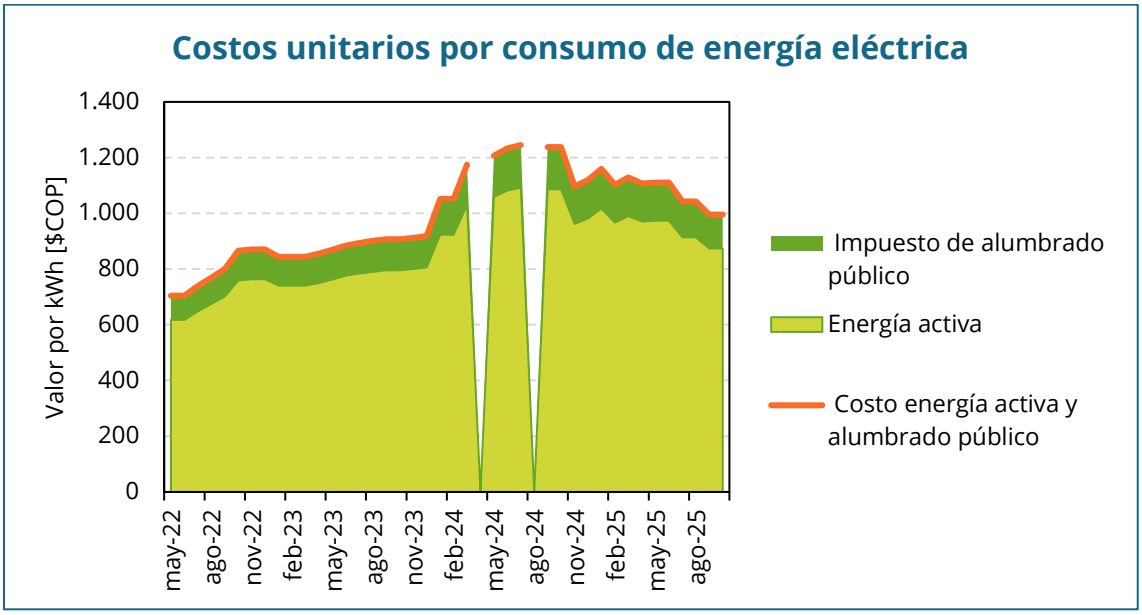
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 46 (ver registros en la Tabla 31). El promedio de este valor es de $983,85 COP.

Tabla 31. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 844 | 1.052 | 1.160 |
| Febrero | Sin información | 844 | 1.052 | 1.103 |
| Marzo | Sin información | 844 | 1.174 | 1.129 |
| Abril | Sin información | 855 | Sin información | 1.107 |
| Mayo | 704 | 869 | 1.207 | 1.110 |
| Junio | 704 | 885 | 1.233 | 1.110 |
| Julio | 740 | 894 | 1.245 | 1.042 |
| Agosto | 769 | 901 | Sin información | 1.042 |
| Septiembre | 800 | 907 | 1.238 | 996 |
| Octubre | 865 | 907 | 1.238 | 996 |
| Noviembre | 870 | 912 | 1.096 | |
| Diciembre | 870 | 918 | 1.120 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 46. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 47. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 32 y la Tabla 33, para energía activa, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 32. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 495.421 | 653.534 | 538.130 |
| Febrero | Sin información | 543.556 | 600.919 | 403.355 |
| Marzo | Sin información | 455.432 | 691.184 | 428.769 |
| Abril | Sin información | 537.664 | Sin información | 551.368 |
| Mayo | 904.474 | 559.462 | 538.899 | 460.551 |
| Junio | 366.979 | 540.788 | 695.443 | 358.314 |
| Julio | 433.980 | 548.037 | 912.945 | 613.562 |
| Agosto | 445.983 | 515.184 | 0 | 538.582 |
| Septiembre | 505.926 | 650.324 | 728.532 | 711.184 |
| Octubre | 633.673 | 511.026 | 670.987 | 684.099 |
| Noviembre | 622.204 | 591.985 | 648.253 | |
| Diciembre | 529.064 | 696.818 | 466.550 | |

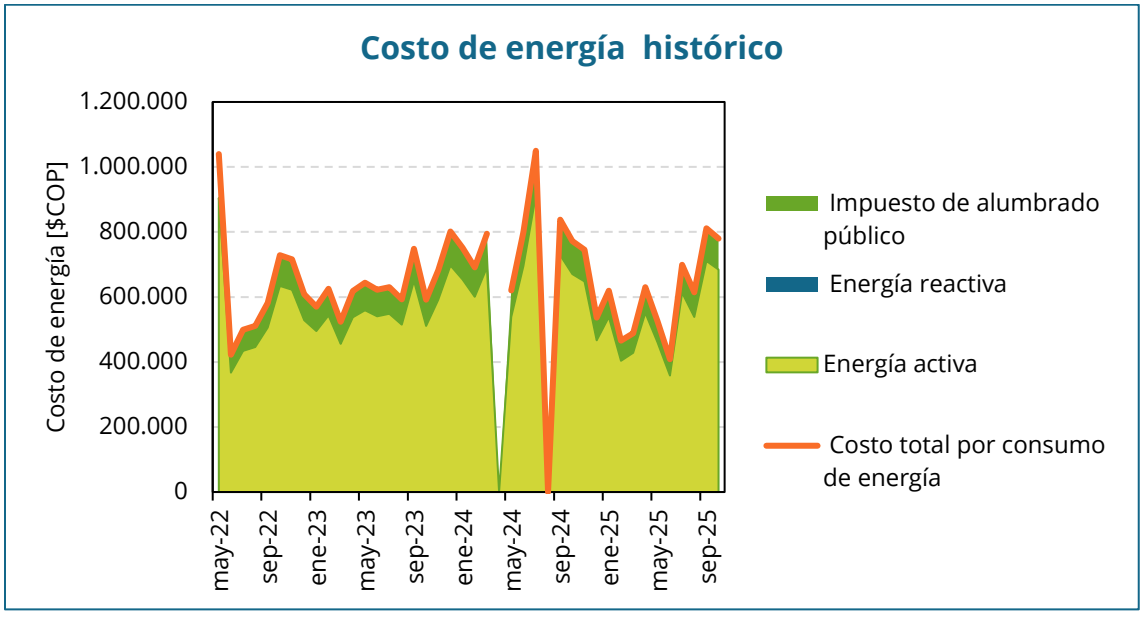
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 33. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 569.851 | 751.594 | 618.850 |
| Febrero | Sin información | 625.126 | 691.109 | 465.715 |
| Marzo | Sin información | 523.752 | 794.864 | 488.799 |
| Abril | Sin información | 618.414 | Sin información | 629.988 |
| Mayo | 1.040.144 | 643.492 | 620.489 | 525.701 |
| Junio | 422.029 | 621.908 | 799.753 | 408.484 |
| Julio | 499.080 | 630.237 | 1.049.895 | 699.462 |
| Agosto | 510.853 | 592.464 | 0 | 613.992 |
| Septiembre | 581.816 | 747.874 | 837.812 | 811.764 |
| Octubre | 728.723 | 591.626 | 771.637 | 779.869 |
| Noviembre | 715.534 | 682.425 | 745.493 | |
| Diciembre | 608.424 | 801.378 | 536.530 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 47. Costo total de energía activa




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \qquad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \qquad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \qquad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *17*, Tabla *18*, Tabla *19*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 34).

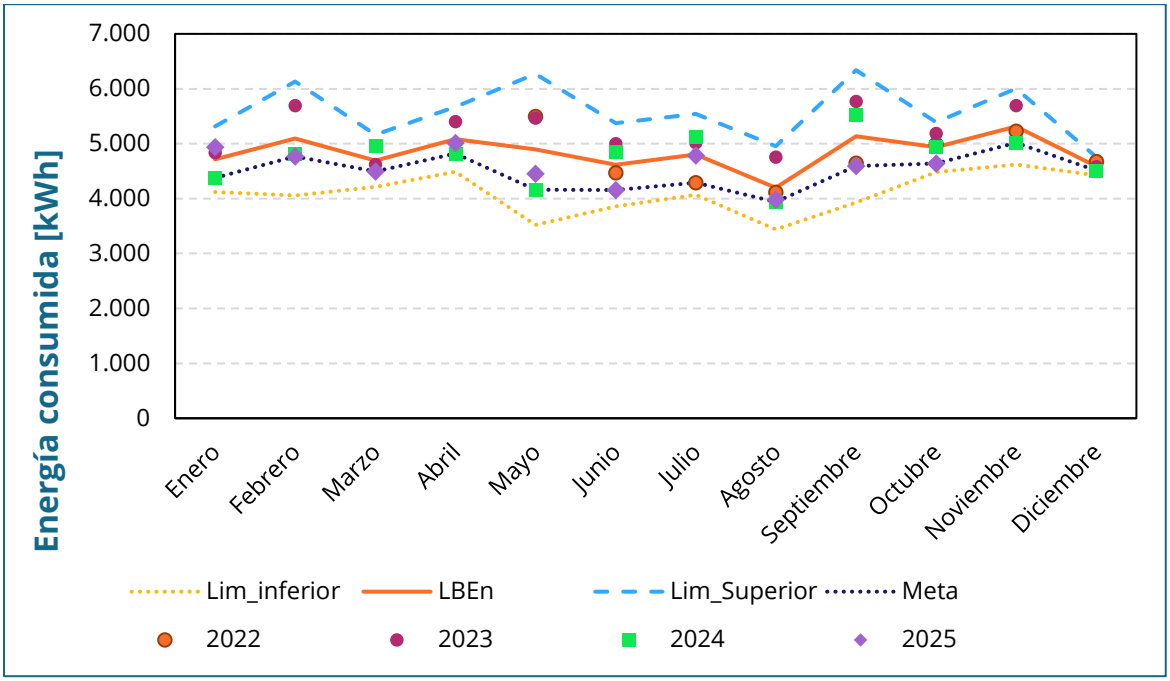
Tabla 34. Registros para construcción de LBEn de las dependencias

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 4.119 | 4.717 | 5.315 | 4.376 |
| Febrero | 4.056 | 5.094 | 6.132 | 4.768 |
| Marzo | 4.215 | 4.690 | 5.165 | 4.495 |
| Abril | 4.487 | 5.080 | 5.672 | 4.823 |
| Mayo | 3.522 | 4.896 | 6.270 | 4.164 |
| Junio | 3.859 | 4.618 | 5.377 | 4.156 |
| Julio | 4.068 | 4.805 | 5.541 | 4.293 |
| Agosto | 3.440 | 4.198 | 4.955 | 3.939 |
| Septiembre | 3.929 | 5.134 | 6.339 | 4.595 |
| Octubre | 4.484 | 4.939 | 5.393 | 4.637 |
| Noviembre | 4.621 | 5.313 | 6.005 | 5.016 |
| Diciembre | 4.423 | 4.590 | 4.757 | 4.511 |
| **Total** | | **58.072** | | **53.773** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 48, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 48. Línea Base Energética (LBEn) de las dependencias




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 35 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 35. Reporte UPME para potencial de ahorro energético de las dependencias

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Actividades administrativas de Hacienda | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 220 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Mayo 2022 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 42 | | | |
| Cantidad datos finales | 42 | | | |
| LBEn | Enero | | 4.717 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 5.094 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 4.690 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 5.080 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 4.896 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 4.618 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 4.805 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 4.198 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 5.134 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 4.939 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 5.313 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 4.590 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 341 | 7,2% | En kWh y % |
| | Febrero | 326 | 6,4% | En kWh y % |
| | Marzo | 195 | 4,2% | En kWh y % |
| | Abril | 257 | 5,1% | En kWh y % |
| | Mayo | 732 | 14,9% | En kWh y % |
| | Junio | 462 | 10,0% | En kWh y % |
| | Julio | 512 | 10,7% | En kWh y % |
| | Agosto | 259 | 6,2% | En kWh y % |
| | Septiembre | 539 | 10,5% | En kWh y % |
| | Octubre | 302 | 6,1% | En kWh y % |
| | Noviembre | 297 | 5,6% | En kWh y % |
| | Diciembre | 79 | 1,7% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

# 7. INDICADORES

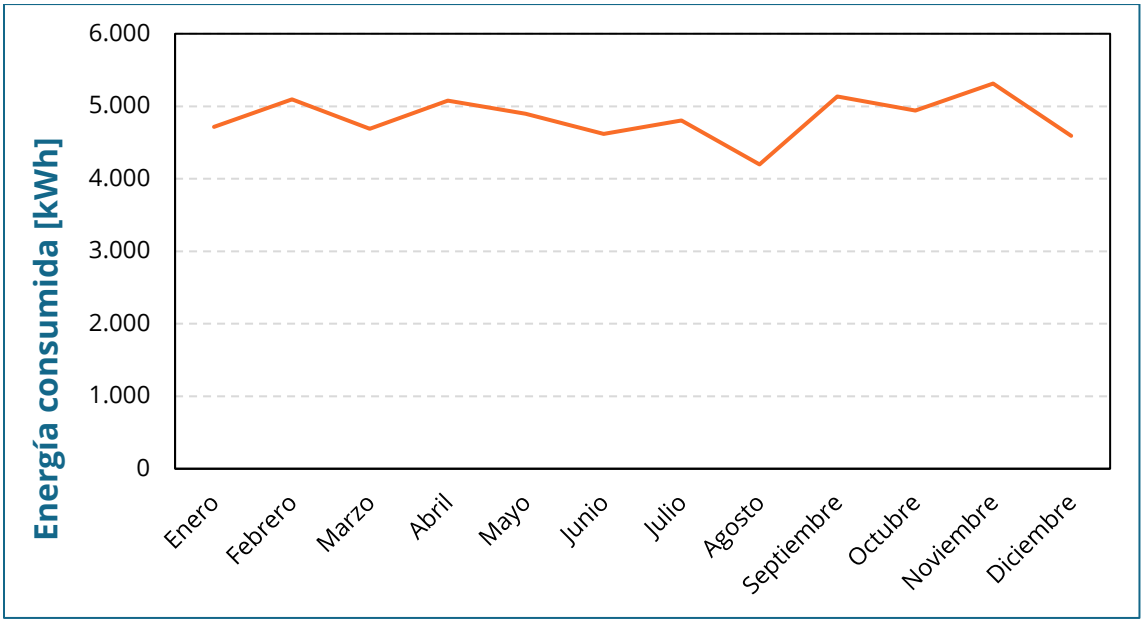
Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado de las Dependencias con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3).

Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 49, cuyos valores se disponen en la Tabla 35.

Figura 49. Consumo de energía eléctrica mensual de las Dependencias




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por la entidad en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 58.072 kWh/año para las Dependencias.

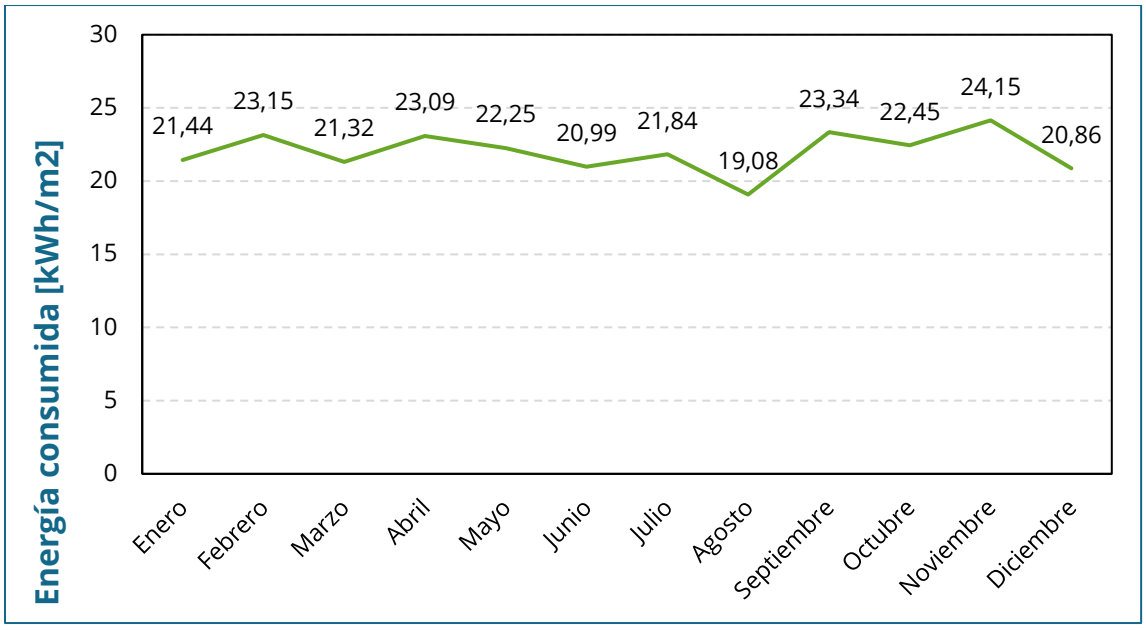
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 50.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n\ (\text{kWh/mes})}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 50. Consumo de energía eléctrica mensual de las Dependencias




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica de las Dependencias con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 263,97kWh/año/m² para las Dependencias.

$$\text{CEEAS (kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \quad (8)$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico de las Dependencias en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \quad (9)$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \quad (10)$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Ítem 15, correspondiente a las dependencias de Hacienda en arriendo ubicadas en el Centro Comercial Placess Mall, presenta condiciones operativas y de infraestructura que ofrecen oportunidades significativas para mejorar la eficiencia energética y la seguridad eléctrica:

- El aire acondicionado representa el 74% del consumo energético total, identificándose como el uso final más significativo y el área de mayor impacto para implementar medidas de ahorro y optimización.
- Se identificaron deficiencias en el cumplimiento del RETIE, principalmente el acceso obstruido a tableros eléctricos, lo que representa un riesgo para la seguridad operativa, el mantenimiento y la respuesta ante emergencias.
- Los niveles de iluminancia en áreas de oficina no cumplen con el mínimo de 500 lux exigido por el RETILAP, afectando las condiciones visuales para el trabajo y evidenciando ineficiencia en el sistema de alumbrado.
- El factor de potencia en algunos locales se encuentra por debajo del límite reglamentario (0,9), lo que sugiere la necesidad de un estudio de calidad de energía para identificar causas y corregir posibles penalizaciones en la facturación.
- La construcción de la Línea Base Energética (LBEn) conforme a la metodología de la UPME permitió cuantificar un potencial de ahorro energético apreciable, con metas de reducción que en varios meses superan el 6% y alcanzan hasta el 14,9%.

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 15 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 15 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** ***CORPORACION EMA.***
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

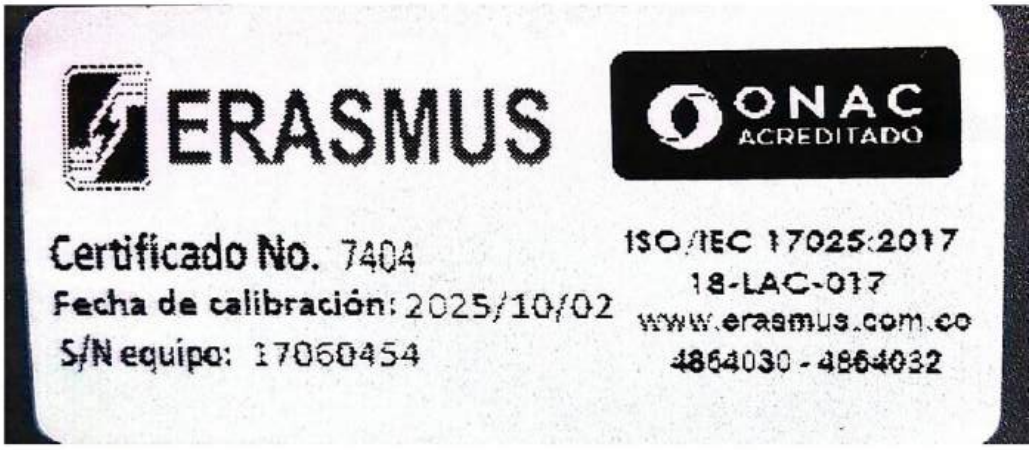
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas.<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad**: Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

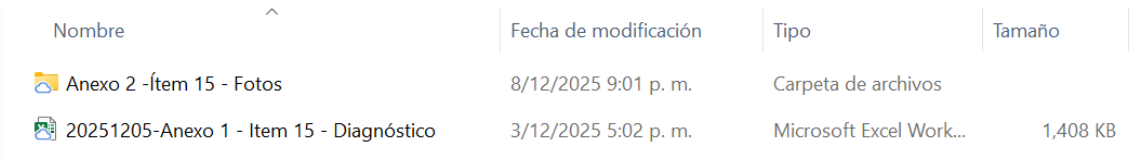
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 15.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2 -Ítem 15 - Fotos | 8/12/2025 9:01 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 15 - Diagnóstico | 3/12/2025 5:02 p. m. | Microsoft Excel Work... | 1,408 KB |



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

Consorcio

# Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

## Ítem 6- Secretaría de Movilidad Dirección de Tránsito y Transporte

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 8
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 9
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 10
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 10
2.2 Áreas útiles ..... 13
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 14
3.1 Generalidades de alimentación ..... 14
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 16
3.3 Inventario ..... 20
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 24
4.1 Temperatura y humedad ..... 24
4.2 Cámara termográfica ..... 25
4.3 Iluminancia ..... 26
4.4 Mediciones eléctricas ..... 28
4.5 Curva de carga ..... 31
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 33
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 35
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 38
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 43
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 50
6.1 Metodología ..... 50
6.2 Resultados ..... 51
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 52
7. INDICADORES ..... 53
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 53
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 54
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 54
7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) ..... 55

7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 56
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....56
Bibliografía ....58
ANEXOS....59

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Dirección TT ....11
Figura 2. Kiosko....11
Figura 3. Archivo ....12
Figura 4. Deterioro arquitectónico....12
Figura 5. Longitudes para cálculo de área del terreno ....13
Figura 6. Longitudes para cálculo de área construída ....14
Figura 7. Conexión física de la red a la edificación ....15
Figura 8. Tablero principal ....15
Figura 9. Muestra de tableros eléctricos de la edificación ....16
Figura 10. Tablero eléctrico sin tapa y exposición de cableado....17
Figura 11. Deficiencia en cajas de paso....17
Figura 12. Exposición de tubería plástica y caja de con exposición de cables....18
Figura 13. Celdas en subestación sin rótulos y sin unifilares....19
Figura 14. Equipos de aire acondicionado en la Secretaría de Movilidad ....20
Figura 15. Equipos ofimáticos de la Secretaría de Movilidad....21
Figura 16. Equipos de iluminación de la Secretaría de Movilidad ....22
Figura 17. Equipos de refrigeración de la Secretaría de Movilidad ....23
Figura 18. Otros equipos de la Secretaría de Movilidad ....24
Figura 19. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663....25
Figura 20. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal....26
Figura 21. Medición con luxómetro digital MPT1014....27
Figura 22. Instalación de equipo Metrel MI 2883....28
Figura 23. Tensiones de tablero principal....28
Figura 24. Corrientes de tablero principal ....29
Figura 25. Energía activa de tablero principal ....29
Figura 26. Potencias de tablero principal....30
Figura 27. Factor de potencia de tablero principal....30
Figura 28. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas....31
Figura 29. Corrientes de tablero principal ....32
Figura 30. Curva de carga de tablero principal ....33
Figura 31. Registro de datos clave de facturas....34
Figura 32. Consumo histórico de energía activa....36
Figura 33. Consumo histórico de energía reactiva ....37
Figura 34. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada....38
Figura 35. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la Secretaría de Movilidad....39
Figura 36. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la Secretaría de Movilidad ....40

Figura 37. Porcentaje de participación de consumo de energía por edificación de la Secretaría de Movilidad.....41
Figura 38. Diagrama de Pareto – consumo de energía por edificación de la Secretaría de Movilidad.....41
Figura 39. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de la Secretaría de Movilidad.....42
Figura 40. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de la Secretaría de Movilidad.....43
Figura 41. Costo de factura histórico.....43
Figura 42. Gráfico circular de costos de facturación.....44
Figura 43. Costo unitario por kWh de energía.....44
Figura 44. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público.....46
Figura 45. Costo total de energía activa.....48
Figura 46. Costo de factura histórico.....49
Figura 47. Gráfico circular de costos de facturación.....49
Figura 48. Línea Base Energética (LBEn) de la Secretaría de Movilidad.....52
Figura 49. Consumo de energía eléctrica mensual de la Secretaría de Movilidad.....54
Figura 50. Consumo de energía eléctrica mensual de la Secretaría de Movilidad.....55

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de la S.E.M. Dirección de T/T ....9
Tabla 2. Información de actividades de la S.E.M. Dirección de T/T ....9
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación ....10
Tabla 4. Áreas de la Secretaría de Movilidad ....13
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de la Secretaría de Movilidad ....20
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de la Secretaría de Movilidad ....21
Tabla 7. Inventario de iluminación de la Secretaría de Movilidad ....22
Tabla 8. Inventario de refrigeración de la Secretaría de Movilidad ....22
Tabla 9. Inventario de ventilación de la Secretaría de Movilidad ....23
Tabla 10. Inventario de otros equipos de la Secretaría de Movilidad ....23
Tabla 11. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad ....24
Tabla 12. Mediciones de iluminancia ....27
Tabla 13. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia ....31
Tabla 14. Especificaciones de medición con datalogger ....32
Tabla 15. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura ....32
Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía activa ....35
Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva ....36
Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada ....37
Tabla 19. Participación de consumo de energía por usos finales de la Secretaría de Movilidad 39
Tabla 20. Participación de consumo de energía por edificación de la Secretaría de Movilidad .40
Tabla 21. Participación de consumo de energía por áreas de la Secretaría de Movilidad ....42
Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía activa ....45
Tabla 23. Costo unitario por kWh de energía reactiva ....45
Tabla 24. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público ....46
Tabla 25. Costo facturado por energía activa ....47
Tabla 26. Costo facturado por energía reactiva ....47
Tabla 27. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público ....48
Tabla 28. Registros para construcción de LBEn de la Secretaría de Movilidad ....51
Tabla 29. Reporte UPME para potencial de ahorro energético ....53

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en el ítem 6, correspondiente a la Secretaría de Movilidad – Dirección de Tránsito y Transporte en Montería, Córdoba. El estudio se llevó a cabo en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que establece la obligatoriedad de ejecutar auditorías energéticas en entidades públicas y fijar metas de ahorro energético, con un objetivo mínimo del 15% para el año 2026.

La auditoría incluyó una evaluación integral de las condiciones arquitectónicas y de la envolvente, una inspección detallada de las instalaciones eléctricas, mediciones in situ de parámetros ambientales (temperatura y humedad), eléctricos (tensiones, corrientes, factor de potencia), iluminancia y curvas de carga. Asimismo, se realizó un análisis histórico del consumo y la facturación eléctrica, se caracterizaron los usos finales de la energía, se estableció una Línea Base Energética (LBEn) conforme a la metodología de la Resolución 16 de 2024 de la UPME y se calcularon indicadores clave de desempeño energético.

El análisis determinó que los sistemas de aire acondicionado constituyen el principal uso final de energía, representando aproximadamente el 67% del consumo total, seguido por los equipos ofimáticos (25%). Se identificaron múltiples no conformidades con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), como la ausencia de tapas en tableros, deficiencias en cajas de paso, exposición de tuberías y falta de rotulación, lo que representa riesgos para la seguridad operativa. Además, se verificó un incumplimiento de los niveles mínimos de iluminancia reglamentarios (RETILAP) en el área de parqueadero.

La construcción de la LBEn permitió estimar un potencial de ahorro energético promedio mensual significativo, con oportunidades que en algunos meses superan el 20%. El informe proporciona la base técnica necesaria para priorizar intervenciones que mejoren la eficiencia energética, cumplan con la normativa vigente y contribuyan al logro de los objetivos de ahorro energético establecidos legalmente.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

## 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 6 corresponde a Secretaría de Movilidad Dirección de Tránsito y Transporte la función es ejercer las atribuciones y delegaciones que en materia de Tránsito y Transporte le señale la ley y adoptar las medidas necesarias para garantizar la movilización de los habitantes del Municipio. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general de la S.E.M. Dirección de T/T






| | |
|---|---|
| **Nombre de la institución** | Dirección de T/T |
| **Dirección** | Cl 56 #5-8 / Cl 54 # 6-13 |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8,768026° Longitud: -75,86877° |
| **Antigüedad [años]** | 70 |
| **Tipo de tenencia** | En Propiedad |
| **Limitaciones patrimoniales** | No |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades de la S.E.M. Dirección de T/T

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Atribuciones y delegaciones de tránsito y transporte |
| **Días de operación** | Lunes a domingo |
| **Horarios de operación** | 06:00 am a 6:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | 30 |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con tres (3) bloques, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Secretaria de tránsito: bloque azul (ver Figura 1)
2. Kiosko: bloque verde que se usa como vestidor (ver Figura 2).
3. Archivo: bloque rojo pequeño para almacenamiento de documentación (ver Figura 3).

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación




| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Nororiente |
| **Número de edificios o bloques** | 3 |
| **Número de pisos** | 1 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,5 |
| **Área construida aproximada [m$^2$]** | 1.522 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 20° |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: blanco |
| | Estado de las paredes: regular |
| | Tipo de aislamiento: árboles alrededor |
| **Ventanas** | Material del marco: metal |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: regular |
| **Techo** | Material: fibrocemento |
| | Color: gris |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Dirección TT



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Kiosko



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Archivo



Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que, la edificación muestra un alto grado de deterioro en paredes por antigüedad de la edificación. Esta situación debe considerarse de manera prioritaria antes de evaluar cualquier propuesta de instalación de un sistema solar fotovoltaico.

Figura 4. Deterioro arquitectónico




Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Áreas útiles

El área total del terreno de la Dirección de tránsito es de aproximadamente 3.484 $m^2$ (ver Figura 5), mientras que la superficie construida, asciende a los 1.522 $m^2$ (ver Figura 6). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que la Secretaría de Movilidad no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 5. Longitudes para cálculo de área del terreno




Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas de la Secretaría de Movilidad

| Área | Área total [$m^2$] | Fuente |
|---|---|---|
| Almacén | 20 | Estimación |
| Alojamiento | 10 | Estimación |
| Armerillo | 7,5 | Estimación |
| Armerillo 1 | 7,5 | Estimación |
| Estadística y comparendo | 12,25 | Estimación |
| Jefatura seccional | 21 | Estimación |
| Prevención | 12 | Estimación |
| Recepción | 16 | Estimación |
| Unidad básica de investigación criminal | 23,4 | Estimación |

Fuente: Elaboración propi

Figura 6. Longitudes para cálculo de área construída




Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

La Secretaría de Movilidad se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13,2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo semibandera (ver Figura 7), donde la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador de 37,5 kVA propiedad del operador, desde donde la distribución continúa en configuración aérea hasta la edificación principal (ver Figura 8).

Figura 7. Conexión física de la red a la edificación




Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Tablero principal



Fuente: Elaboración propia

Desde el tablero eléctrico principal se derivan los circuitos hacia los tableros seccionales ubicados en distintas áreas de la Secretaría de Movilidad. En la Figura 9 se presentan ejemplos de estos tableros.

Figura 9. Muestra de tableros eléctricos de la edificación



Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones de las instituciones, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

### Dirección de Tránsito y Transporte

*Tablero eléctrico sin tapa*

**Requisito normativo (RETIE):** "Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas, que permita el acceso para el operario, sólo en condiciones de seguridad, mediante enclavamientos mecánicos en los aparatos de maniobra como cerraduras o candados." (Título 2. Objeto y campo de aplicación / 2.3.31.4. Requisitos para celdas de media tensión / literal d)

**Implicación:** Se evidenció un tablero sin tapa. Esta condición representa un riesgo de contacto directo con partes activas, lo que puede ocasionar descargas eléctricas al personal o usuarios

que transiten cerca del tablero. Además, la exposición prolongada puede facilitar la acumulación de polvo y humedad en el interior del tablero, afectando su funcionamiento y reduciendo la vida útil de los componentes eléctricos.

Figura 10. Tablero eléctrico sin tapa y exposición de cableado



Fuente: Elaboración propia

*Deficiencias en cajas de paso*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Las cajas utilizadas en salidas para artefactos de alumbrado (portalámparas) deben estar diseñadas para ese fin [...]".

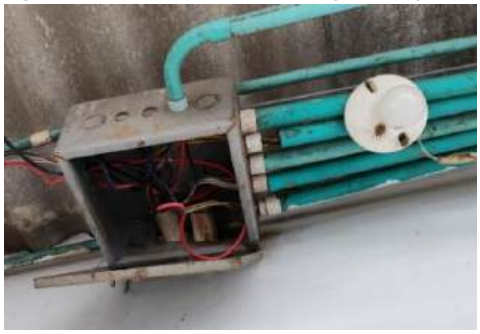
"No se deben retirar tapas de entrada de ductos no utilizadas, ni se deben hacer perforaciones adicionales."

"Las aberturas no utilizadas de las cajas deben estar cerradas para que ofrezcan una protección similar a la pared del equipo."

(Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 3.17.5 – Cajas y conduletas / literal b, e y f)

**Implicación:** Se observaron varias deficiencias en caja de paso. Estas condiciones comprometen la seguridad mecánica y eléctrica de los puntos de alumbrado, generando riesgo de contacto con partes energizadas, caída de componentes y posibles fallas eléctricas.

Figura 11. Deficiencia en cajas de paso



Fuente: Elaboración propia

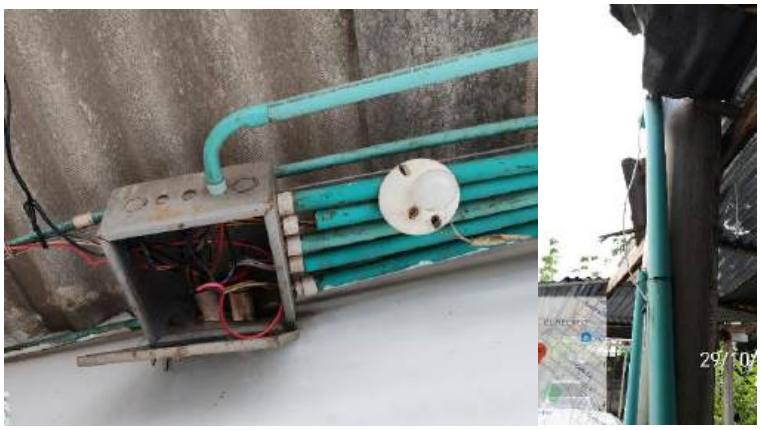
*Tubería plástica sin empotrar*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min […]" (Título 17. Requisitos de instalación de los principales productos / utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios / literal f)

**Implicación:** Se evidenció tubería plástica expuesta a la intemperie y sobre puesta en techo adicionalmente caja de paso sin tapa correspondiente. Esta tubería no garantiza la resistencia al fuego ni protección mecánica adecuada, lo que representa un riesgo de deterioro del aislamiento y propagación de incendio.

Figura 12. Exposición de tubería plástica y caja de con exposición de cables



Fuente: Elaboración propia

*Celdas y tableros sin rotulación ni diagramas unifilares*

**Requisito normativo (RETIE):** "Los tableros de baja tensión deben tener adherida de manera clara, permanente y visible, mínimo la siguiente información: […] El símbolo de riesgo eléctrico, cuadro para identificar los circuitos, posición de las palancas, diagrama unifilar, entre otros. Además, el producto debe poner a disposición del usuario instrucciones de instalación, operación y mantenimiento." (Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 2.3.31 – Tableros eléctricos y celdas / 2.3.31.2.4)

**Implicación:** Las celdas de la subestación y tableros de la instalación no cuentan con ningún tipo de rotulación ni con diagramas unifilares visibles en sitio, lo que impide la correcta identificación de sus componentes y circuitos asociados. La ausencia de esta información puede

generar riesgos operativos y de seguridad eléctrica, dificultar el mantenimiento y la operación segura del sistema.

Figura 13. Celdas en subestación sin rótulos y sin unifilares



Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Tablero de distribución sin rotulación, sin diagramas unifilares



Fuente: Elaboración propia

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 14).

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de la Secretaría de Movilidad

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Aire portátil | 9.000 | 800 | 1 |
| Minisplit | 12.000 | 10.320 | 10 |
| Minisplit | 24.000 | 2.400 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Equipos de aire acondicionado en la Secretaría de Movilidad




Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 15).

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de la Secretaría de Movilidad

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Computador | 2.200 | 17 |
| Impresora | 1.700 | 5 |
| Impresora fotocopiadora | 1.050 | 2 |
| Modem | 88 | 4 |
| Sistema cámaras | 30 | 6 |
| Televisor 32'' | 70 | 1 |
| Televisor 40" | 90 | 1 |
| Televisor 50" | 130 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Equipos ofimáticos de la Secretaría de Movilidad



Fuente: Elaboración propia

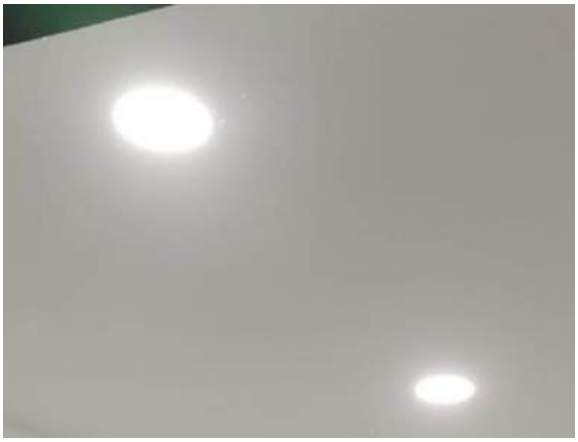
Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 16).

Tabla 7. Inventario de iluminación de la Secretaría de Movilidad

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Bombillo led | 57 | 5 |
| lampara redonda led | 15 | 4 |
| Lámpara redonda led | 88 | 23 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Equipos de iluminación de la Secretaría de Movilidad



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 17).

Tabla 8. Inventario de refrigeración de la Secretaría de Movilidad

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Dispensador de agua | 120 | 1 |
| Nevera | 150 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Equipos de refrigeración de la Secretaría de Movilidad



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de ventilación se sintetizan en la Tabla 9.

Tabla 9. Inventario de ventilación de la Secretaría de Movilidad

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Ventilador | 80 | 1 |
| Ventilador de mesa | 60 | 1 |
| Ventilador de techo | 120 | 1 |
| Ventilador pedestal | 100 | 1 |
| Ventilador portátil | 100 | 2 |

Fuente: Elaboración propia

Los equipos de otros equipos se sintetizan en la Tabla 10 (ver Figura 18).

Tabla 10. Inventario de otros equipos de la Secretaría de Movilidad

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Cafetera | 1.950 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Otros equipos de la Secretaría de Movilidad



Fuente: Elaboración propia

# 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Tabla 11. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 5:50 pm | 32 | 62% |
| 2 | 6:00 pm | 32 | 62% |
| 3 | 6:07 pm | 32 | 63% |

Fuente: Elaboración propia

Para verificar estas dos variables en la Secretaría de Movilidad, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 19). Donde se registraron tres mediciones en diferentes momentos en la recepción. Los resultados se registraron en la Tabla 11.

Figura 19. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663



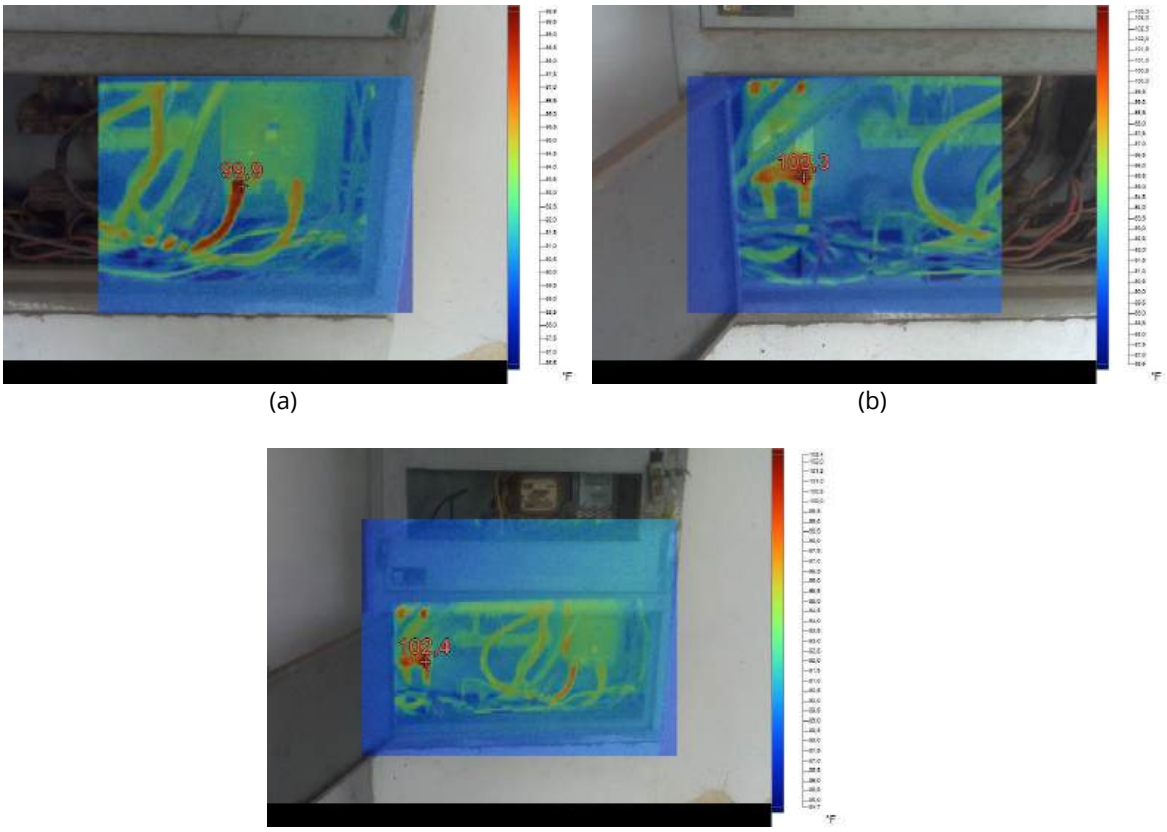

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Cámara termográfica

Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en el tablero eléctrico principal, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 20. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 32 °C (según la Tabla 11**),** se obtiene un diferencial máximo de 7°C, correspondiente a la Figura 20(b) con 39°C (103 °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (1 °C a 10 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “posible deficiencia”. Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar seguimiento periódico para detectar cualquier tendencia al sobrecalentamiento.

Figura 20. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal




(a) (b)

(c)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones de la Secretaría de Movilidad, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios que, de manera visual, presentaban niveles bajos de iluminación. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 12.

Tabla 12. Mediciones de iluminancia

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Parqueadero | 2 | 23 | 75 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, Carriles de circulación de vehículos, rampas internas y sendas peatonales adyacentes a los carriles de circulación vehicular deben contar con una iluminancia mínima de 75 lux (lx), según la referencia Ref. 34,3. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Figura 21. Medición con luxómetro digital MPT1014




Fuente: Elaboración propia

Se recomienda la instalación de reflectores específicos para exteriores que permitan uniformizar y aumentar los niveles de iluminancia en el área de parqueadero. Esta intervención persigue un doble objetivo: 1) Garantizar las condiciones de visibilidad y seguridad para las personas y los vehículos durante la noche, y 2) Actuar como una medida disuasoria contra actos de delincuencia, al eliminar zonas oscuras y mejorar la vigilancia natural del espacio. Se sugiere evaluar el uso de luminarias LED con un flujo luminoso adecuado, orientación precisa y tecnología de encendido automático mediante fotocélula para optimizar el consumo energético.

## 4.4 Mediciones eléctricas

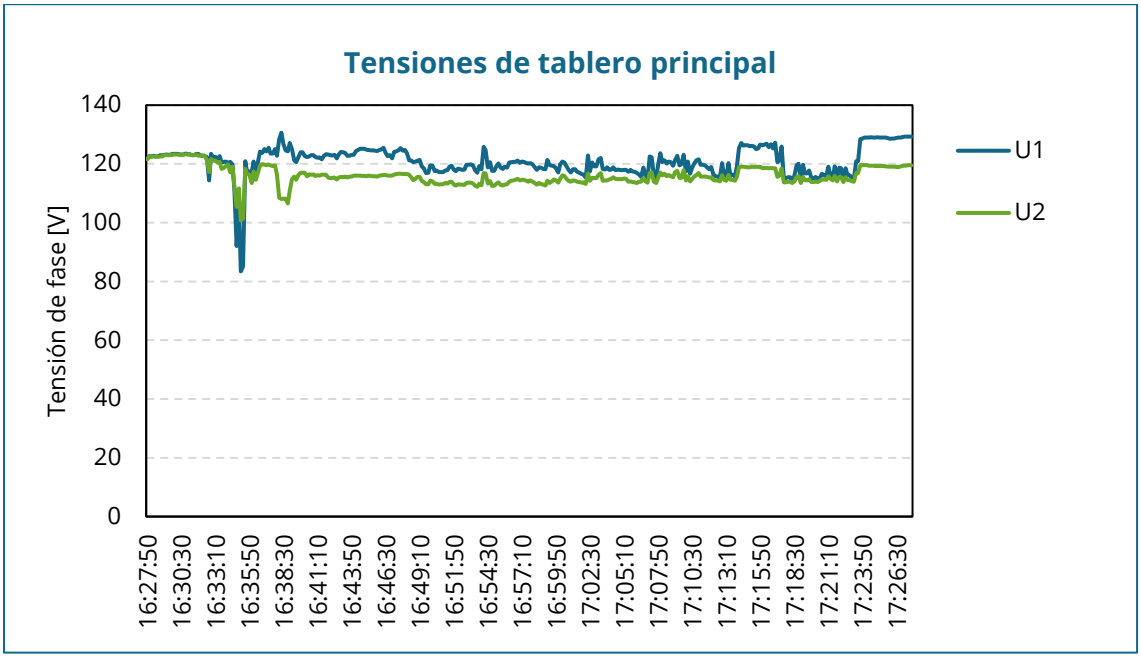
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de la Secretaría de Movilidad y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia (sistema bifásico).

Figura 22. Instalación de equipo Metrel MI 2883



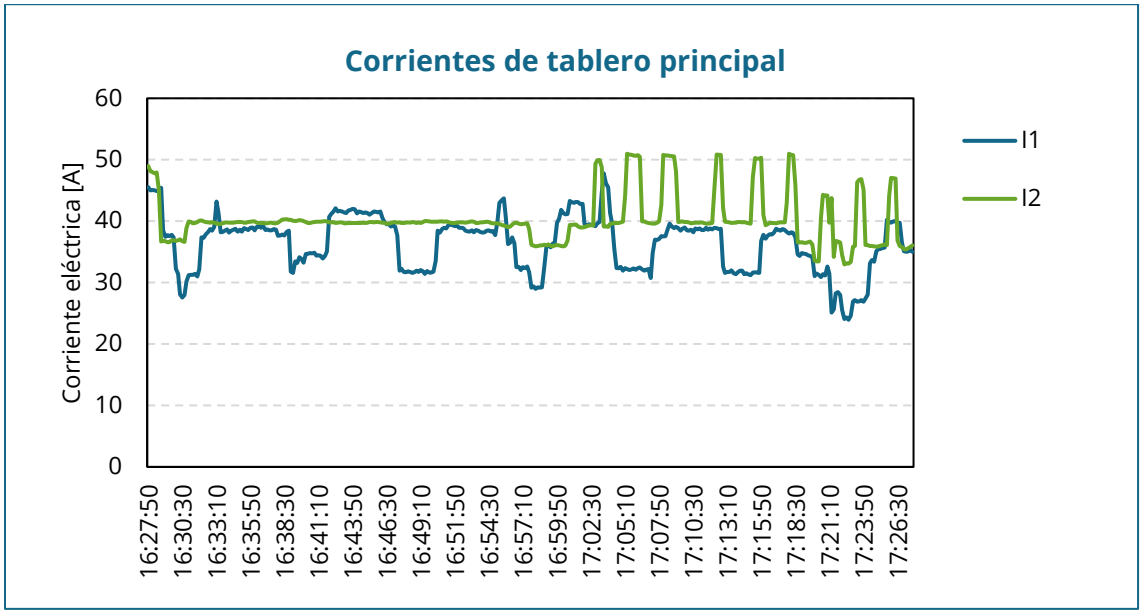
Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Tensiones de tablero principal



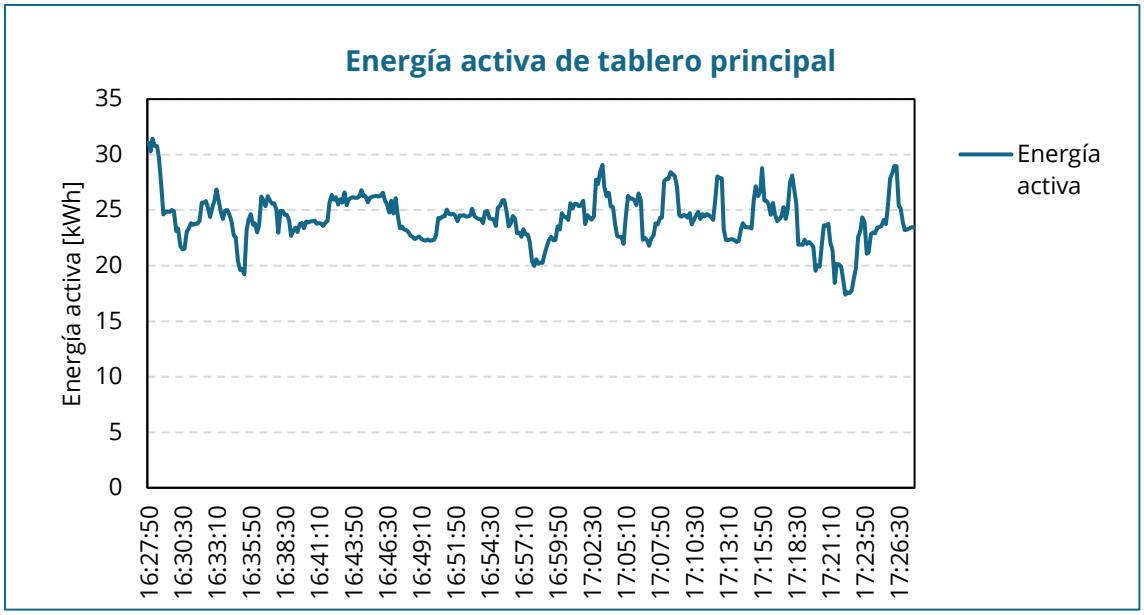

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Corrientes de tablero principal



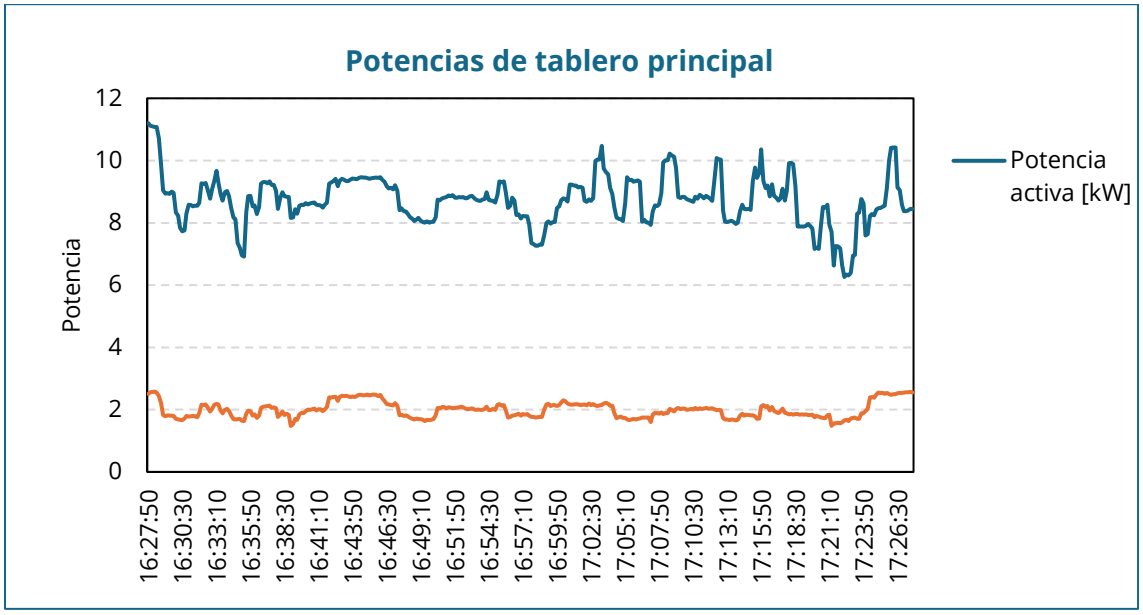

Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Energía activa de tablero principal



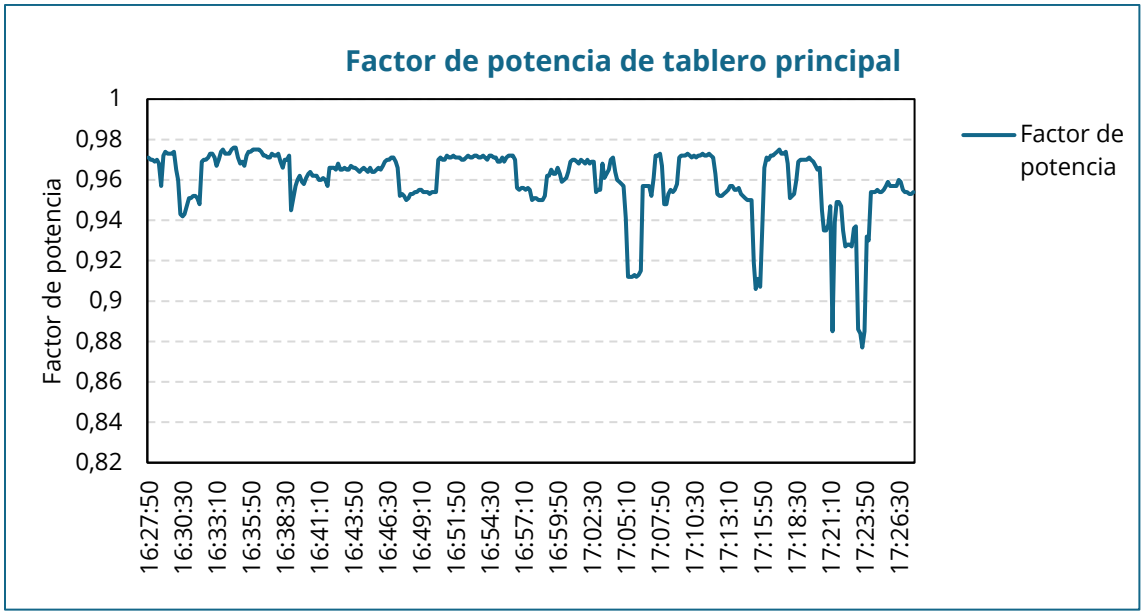

Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Potencias de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Factor de potencia de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones realizadas, se identificaron irregularidades en la calidad de la energía, específicamente fluctuaciones puntuales del factor de potencia por debajo del límite reglamentario de 0,9 (Figura 27) y la presencia de un "sag" o caída de tensión (Figura 23), lo cual puede comprometer la eficiencia energética y la integridad de los equipos; por ello, se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía para determinar las causas e implementar las correcciones necesarias.

## 4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa de la Secretaría de Movilidad. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 13 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 13. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U1 | 120,83 | 4,14% |
| U2 | 116,07 | 2,77% |
| Factor de potencia | 0,960 | 1,68% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 14.

Figura 28. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas




Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Especificaciones de medición con datalogger

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 13 de noviembre de 2025 |
| **Feche final** | 14 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,00 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

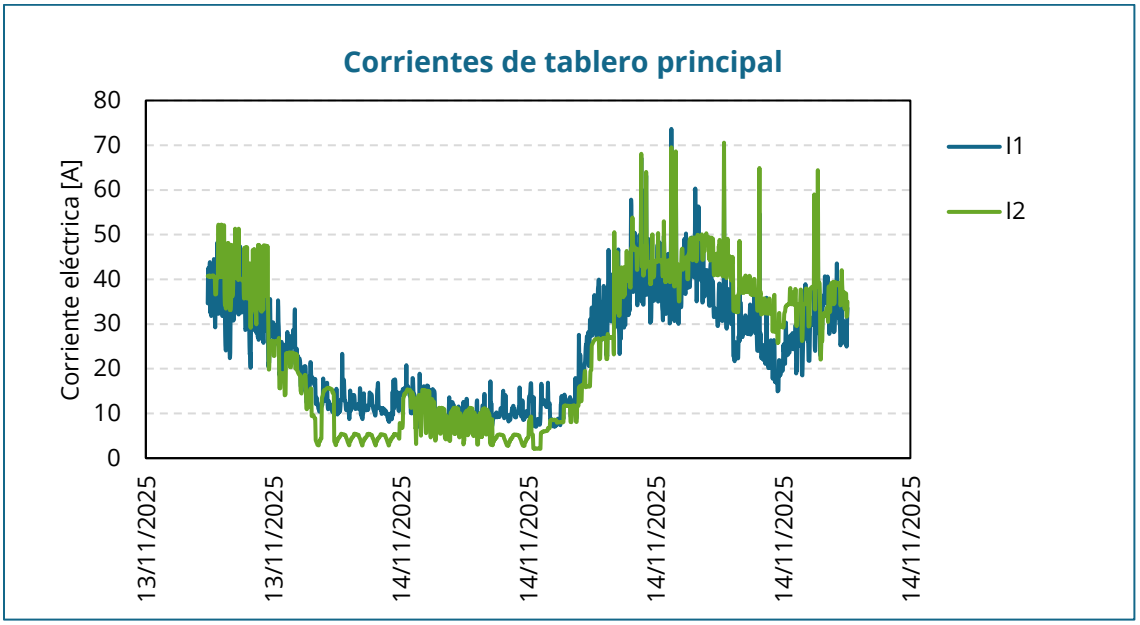
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en las la Figura 29 y la Figura 30. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 15.

Tabla 15. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 131 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 3.899 |
| **Energía facturada [kWh]** | 4.480 |
| **Diferencia relativa [%]** | 13,0% |

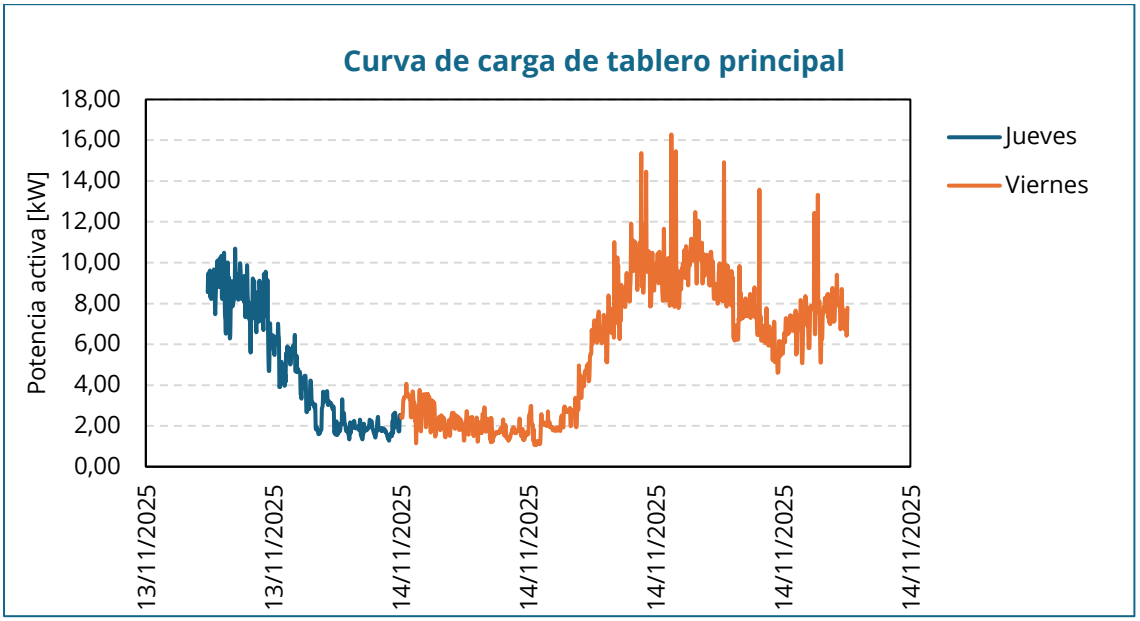
Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Corrientes de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Curva de carga de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

## 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 31).

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia. Este caso puntual ocurre con la cuenta NIC: 4553689 de la Secretaría de Movilidad Dirección de Tránsito y Transporte.

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana:** Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

Figura 31. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

Adicionalmente, para la cuenta NIC: 5923221 correspondiente a la Movilidad de la Dirección de Tránsito y Transporte, se identifica que no registra consumo energético. Por esta razón, su caracterización de costos no incluye conceptos asociados a energía eléctrica y, en consecuencia, no se presentan históricos de consumo o facturación relacionados con este servicio.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Secretaría de Movilidad Dirección de Tránsito y Transporte - NIC: 4553689 - Medidor: 63220042*

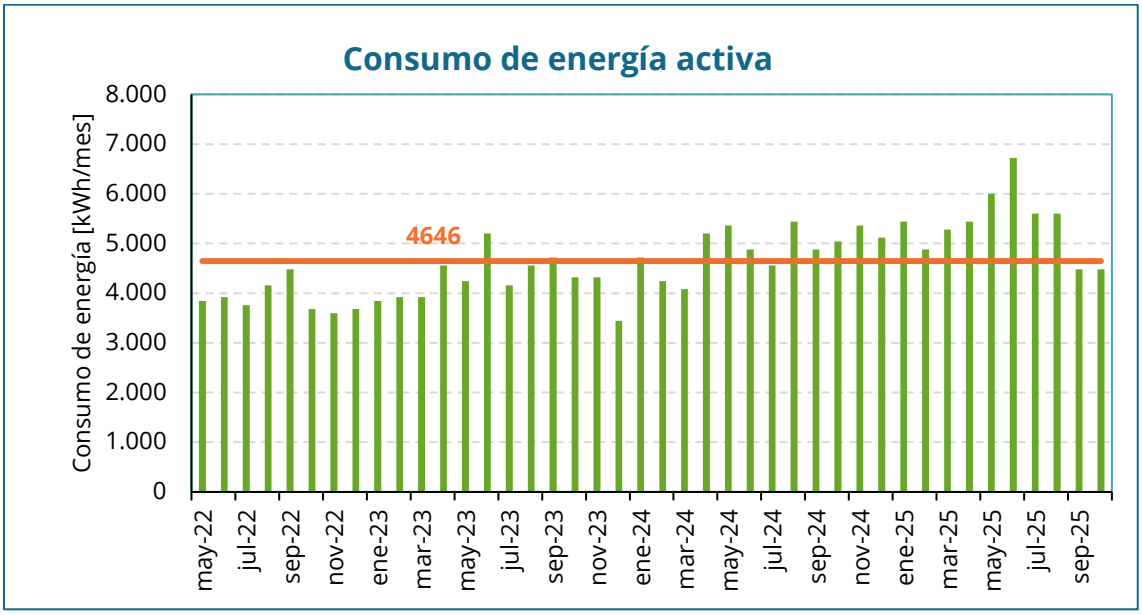
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 16, con el cual se construyó la Figura 32. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 3.840 | 4.720 | 5.440 |
| Febrero | Sin información | 3.920 | 4.240 | 4.880 |
| Marzo | Sin información | 3.920 | 4.080 | 5.280 |
| Abril | Sin información | 4.560 | 5.200 | 5.440 |
| Mayo | 3.840 | 4.240 | 5.360 | 6.000 |
| Junio | 3.920 | 5.200 | 4.880 | 6.720 |
| Julio | 3.760 | 4.160 | 4.560 | 5.600 |
| Agosto | 4.160 | 4.560 | 5.440 | 5.600 |
| Septiembre | 4.480 | 4.720 | 4.880 | 4.480 |
| Octubre | 3.680 | 4.320 | 5.040 | 4.480 |
| Noviembre | 3.600 | 4.320 | 5.360 | |
| Diciembre | 3.680 | 3.440 | 5.120 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 32. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

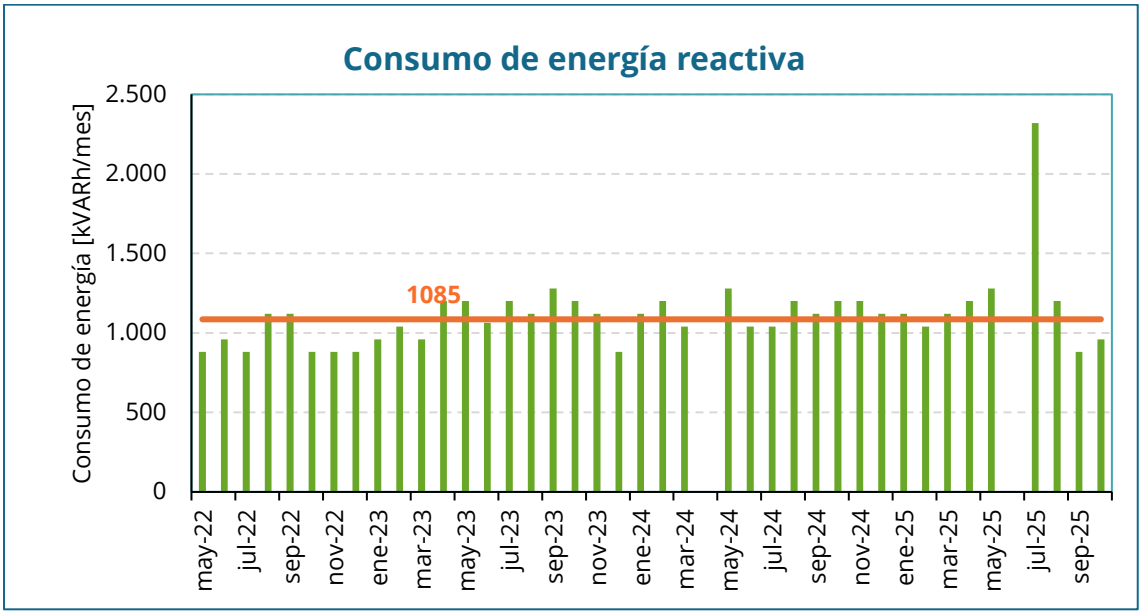
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 17, con el cual se construyó la Figura 33. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 960 | 1.120 | 1.120 |
| Febrero | Sin información | 1.040 | 1.200 | 1.040 |
| Marzo | Sin información | 960 | 1.040 | 1.120 |
| Abril | Sin información | 1.200 | Sin información | 1.200 |
| Mayo | 880 | 1.200 | 1.280 | 1.280 |
| Junio | 960 | 1.064 | 1.040 | 0 |
| Julio | 880 | 1.200 | 1.040 | 2.320 |
| Agosto | 1.120 | 1.120 | 1.200 | 1.200 |
| Septiembre | 1.120 | 1.280 | 1.120 | 880 |
| Octubre | 880 | 1.200 | 1.200 | 960 |
| Noviembre | 880 | 1.120 | 1.200 | |
| Diciembre | 880 | 880 | 1.120 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 33. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

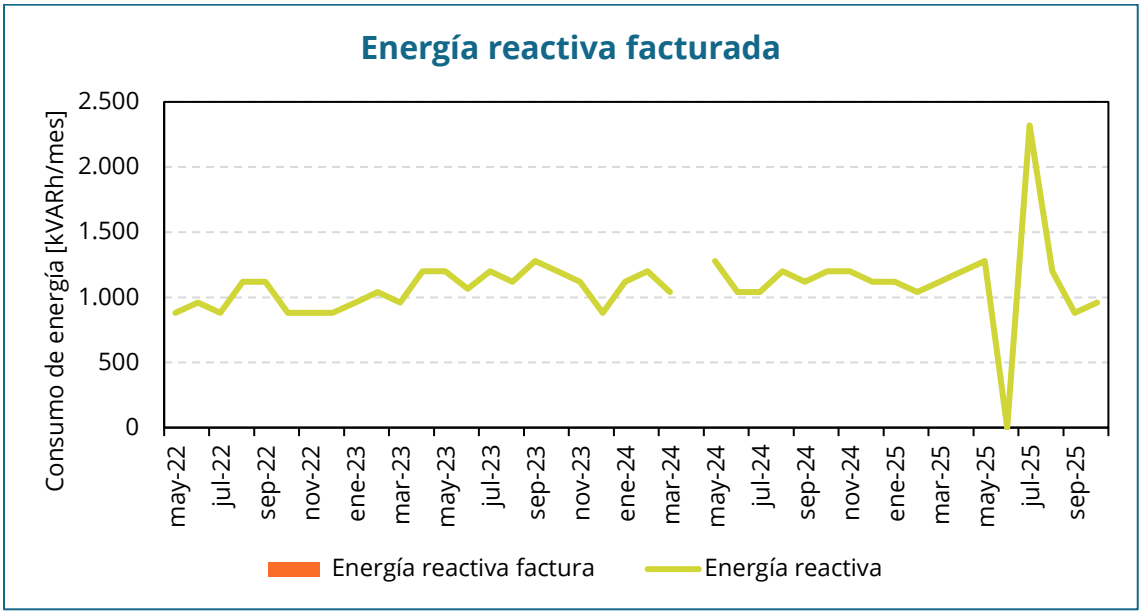
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 18, con el cual se construyó la Figura 34. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 34. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 7,0% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

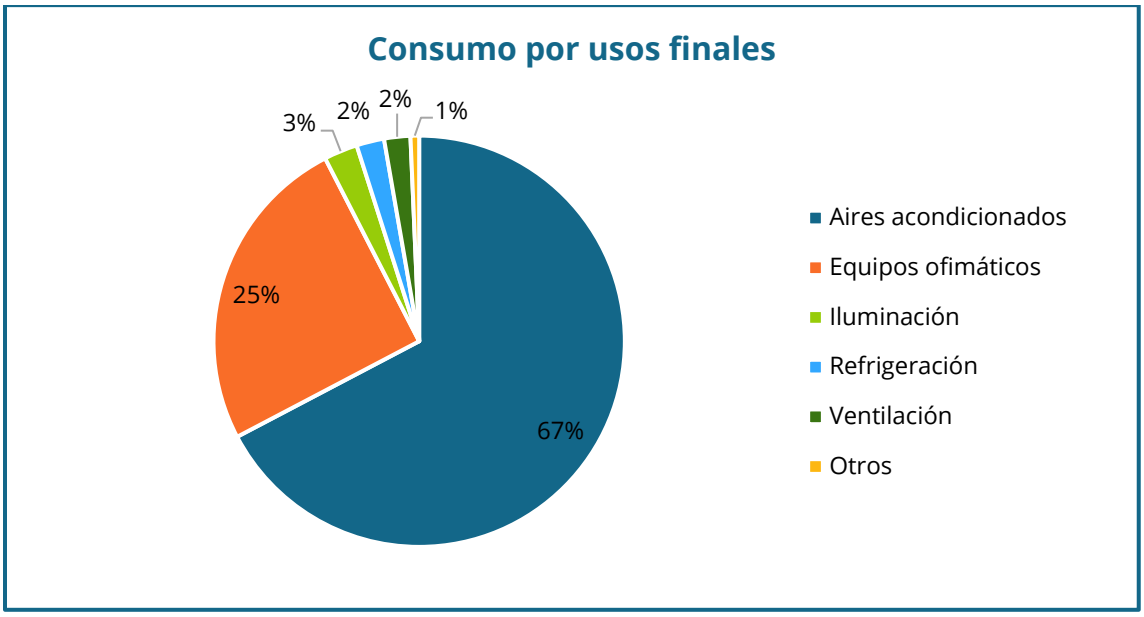
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 19, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 35 y el diagrama de Pareto en la Figura 36.

Tabla 19. Participación de consumo de energía por usos finales de la Secretaría de Movilidad

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aires acondicionados | 96,57 | 67% |
| Equipos ofimáticos | 36,067 | 25% |
| Iluminación | 3,79 | 3% |
| Refrigeración | 3,12 | 2% |
| Ventilación | 2,96 | 2% |
| **Total** | **143** | **100%** |

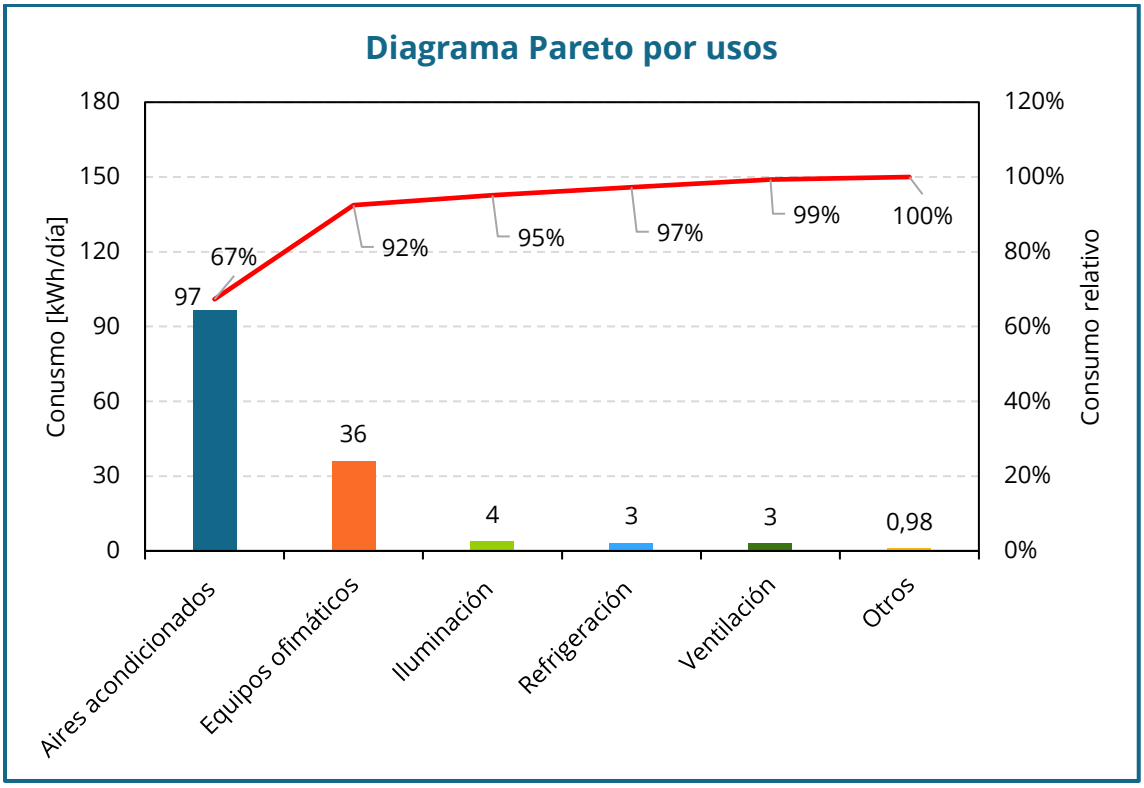
Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la Secretaría de Movilidad




Fuente: Elaboración propia

Figura 36. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la Secretaría de Movilidad




Fuente: Elaboración propia

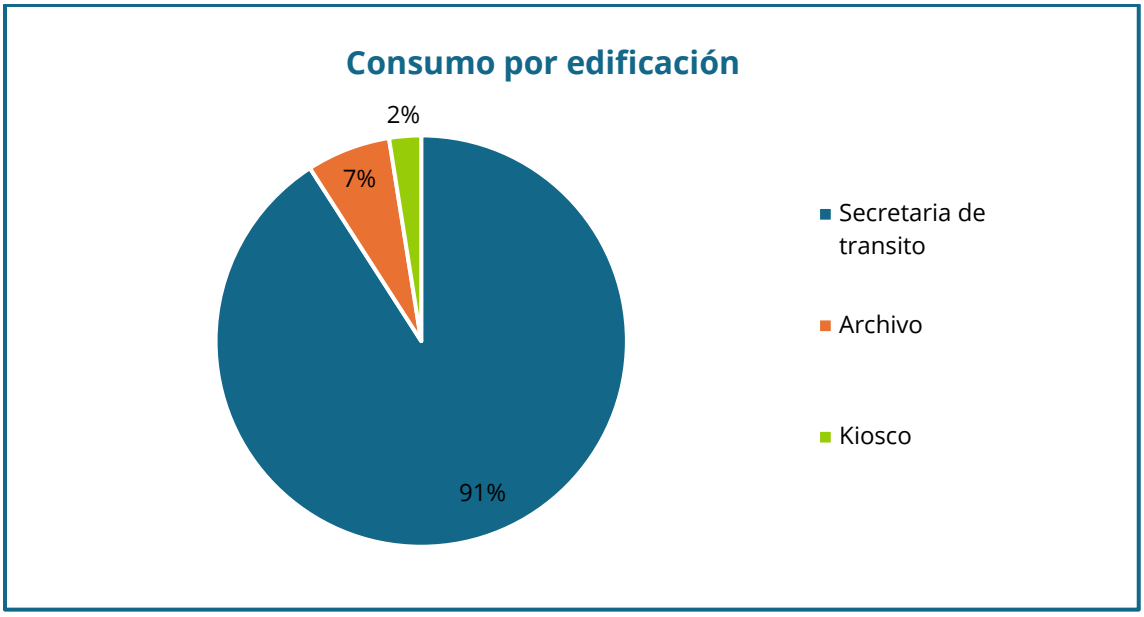
La participación de consumo por edificación se sintetiza en la Tabla 20, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 37 y el diagrama de Pareto en la Figura 38.

Tabla 20. Participación de consumo de energía por edificación de la Secretaría de Movilidad

| Edificación | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Secretaria de transito | 130,422 | 91% |
| Archivo | 9,46 | 7% |
| Kiosco | 3,6 | 3% |
| **Total** | **143** | **100%** |

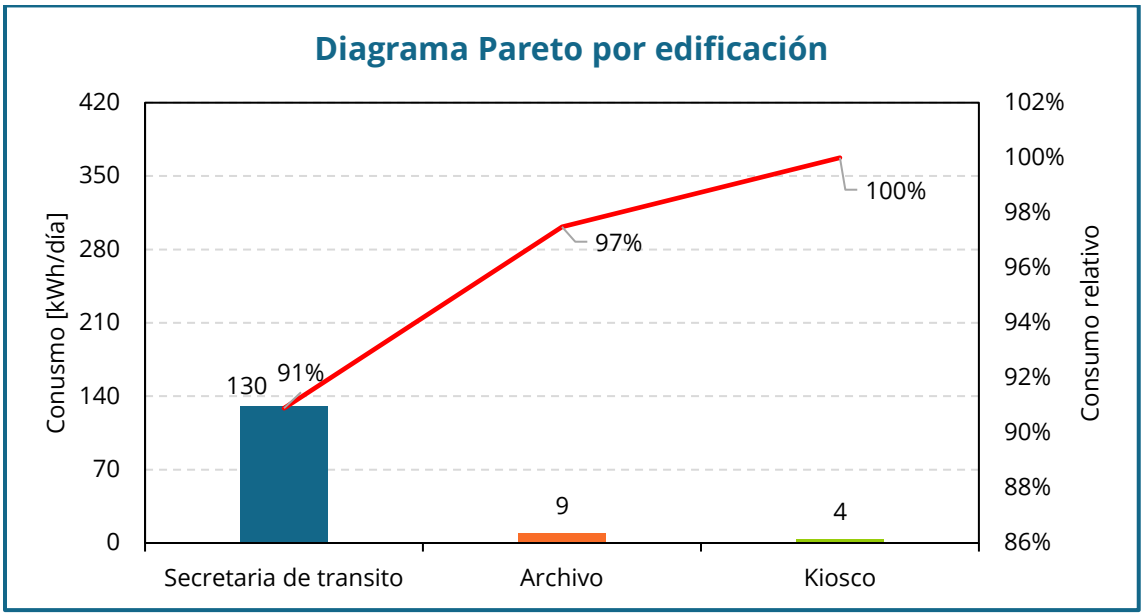
Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Porcentaje de participación de consumo de energía por edificación de la Secretaría de Movilidad




Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Diagrama de Pareto – consumo de energía por edificación de la Secretaría de Movilidad




Fuente: Elaboración propia

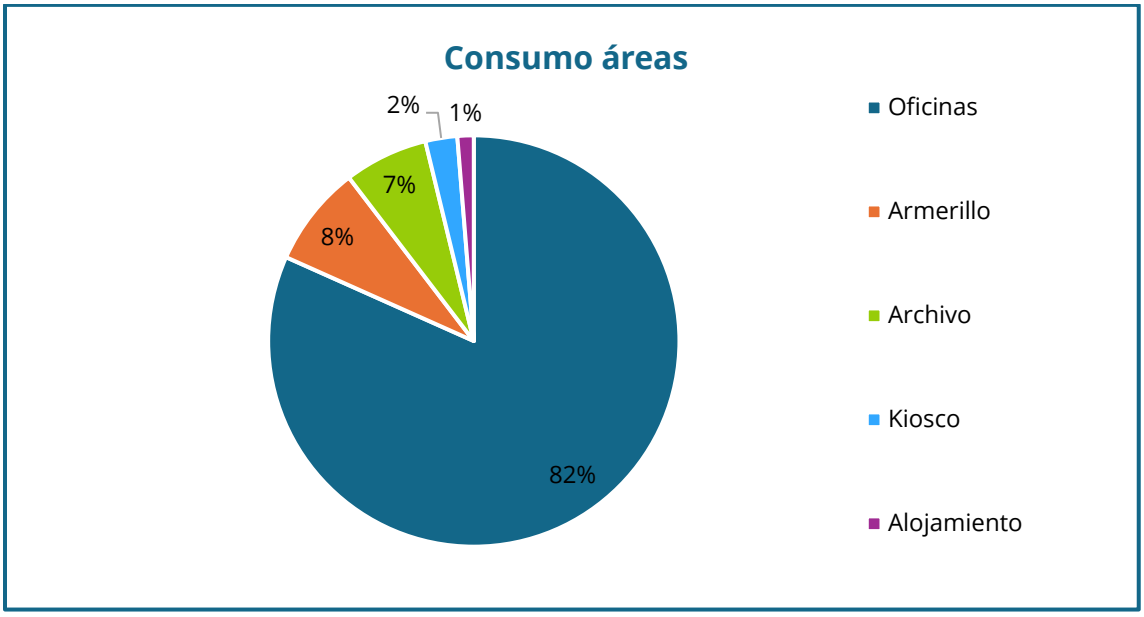
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla *21*, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura *39* y el diagrama de Pareto en la Figura *40*.

Tabla 21. Participación de consumo de energía por áreas de la Secretaría de Movilidad

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Oficinas | 117,202 | 82% |
| Armerillo | 11,38 | 8% |
| Archivo | 9,46 | 7% |
| Kiosco | 3,6 | 3% |
| Alojamiento | 1,84 | 1% |
| **Total** | **143** | **100%** |

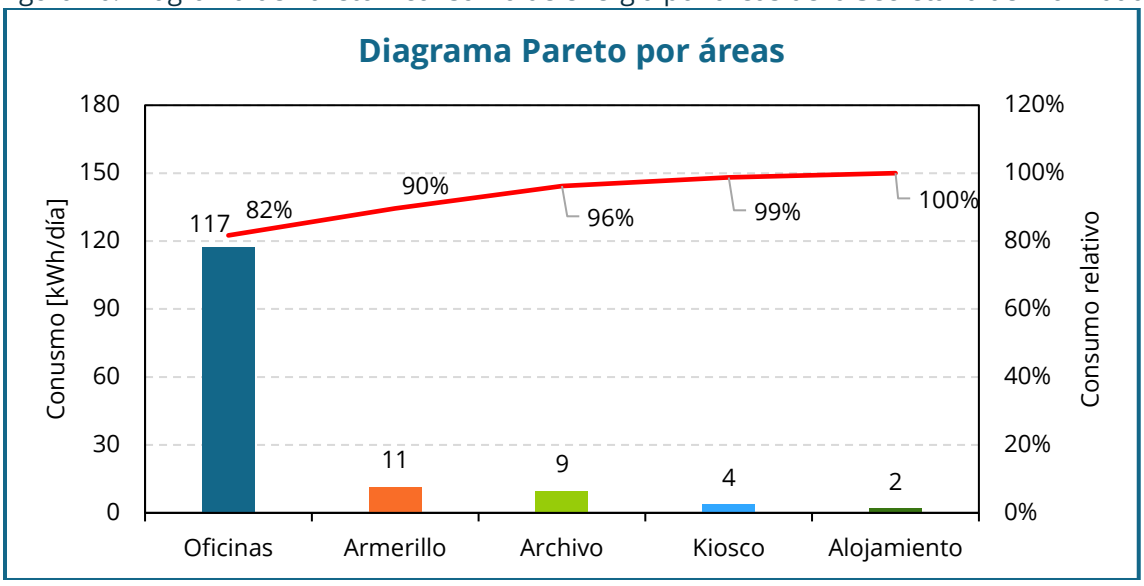
Fuente: Elaboración propia

Figura 39. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de la Secretaría de Movilidad




Fuente: Elaboración propia

Figura 40. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de la Secretaría de Movilidad



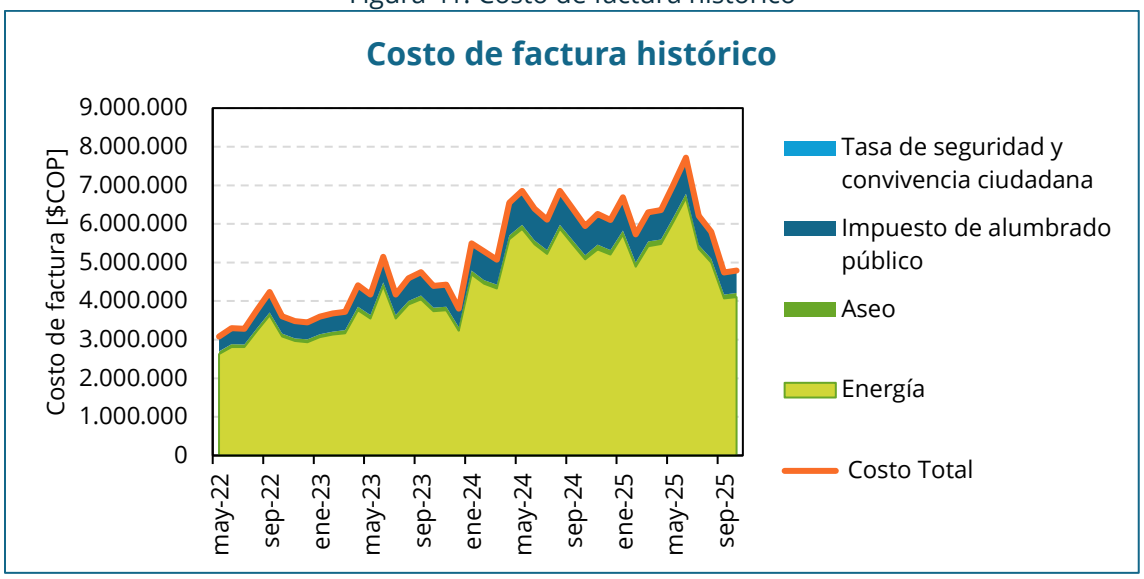

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Secretaría de Movilidad Dirección de Tránsito y Transporte - NIC: 4553689 - Medidor: 63220042*

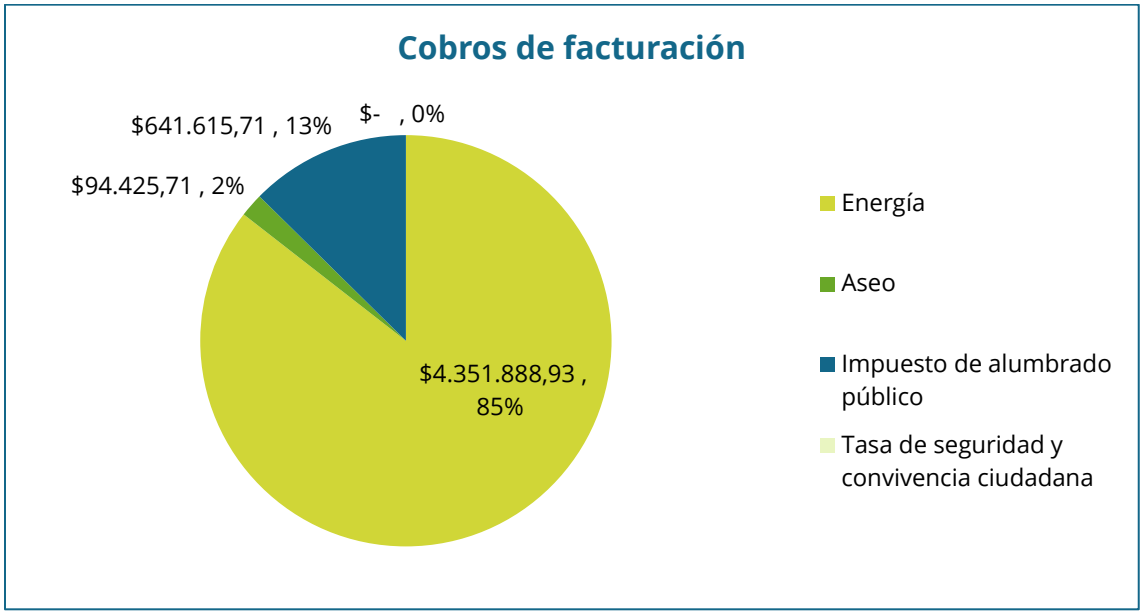
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 41 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 42.

Figura 41. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

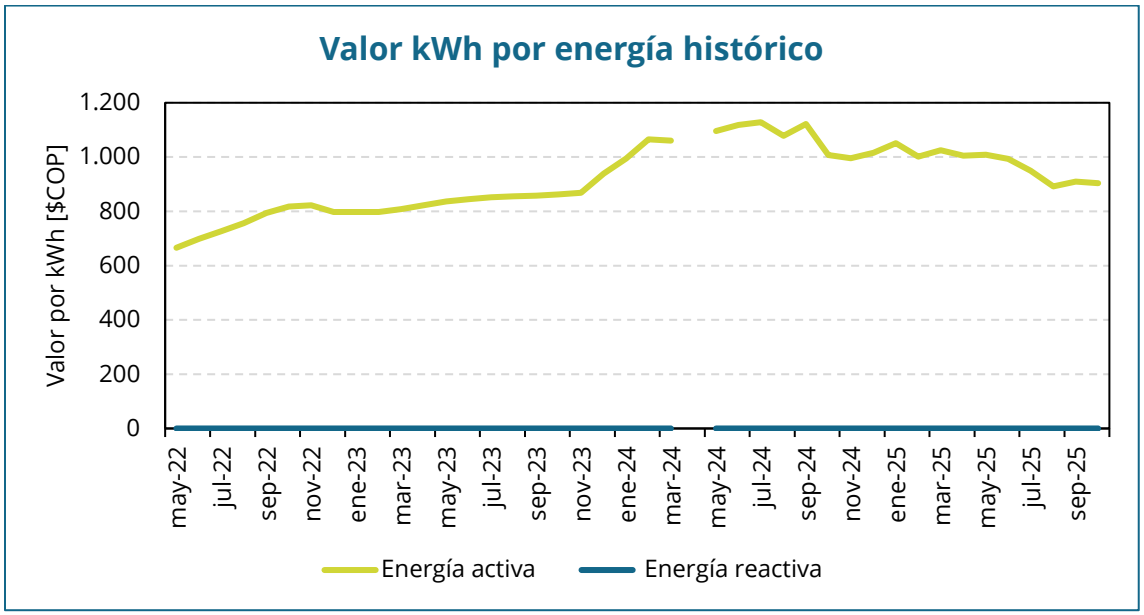
Figura 42. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 43 (ver registros en la Tabla 22 y la Tabla 23).

Figura 43. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 798 | 995 | 1.051 |
| Febrero | Sin información | 798 | 1.066 | 1.002 |
| Marzo | Sin información | 808 | 1.061 | 1.025 |
| Abril | Sin información | 823 | Sin información | 1.006 |
| Mayo | 666 | 836 | 1.096 | 1.009 |
| Junio | 699 | 845 | 1.119 | 993 |
| Julio | 727 | 852 | 1.128 | 950 |
| Agosto | 756 | 855 | 1.078 | 892 |
| Septiembre | 794 | 858 | 1.122 | 909 |
| Octubre | 818 | 862 | 1.007 | 904 |
| Noviembre | 823 | 868 | 996 | |
| Diciembre | 798 | 939 | 1.016 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 23. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

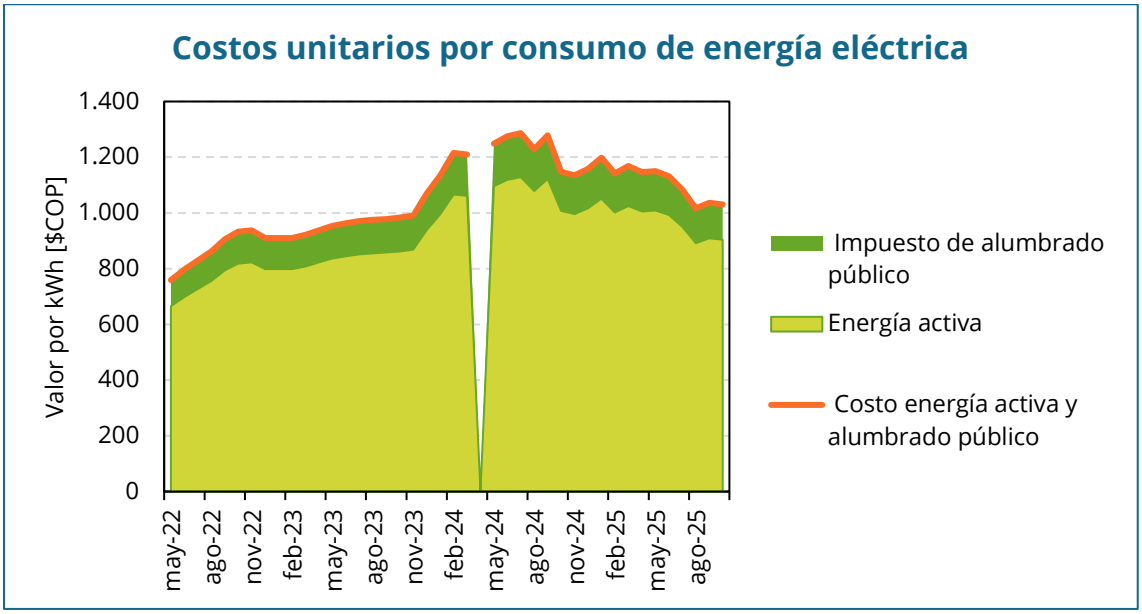
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 44 (ver registros en la Tabla 24). El promedio de este valor es de $1.046,76 COP.

Tabla 24. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 910 | 1.134 | 1.199 |
| Febrero | Sin información | 910 | 1.215 | 1.142 |
| Marzo | Sin información | 921 | 1.210 | 1.168 |
| Abril | Sin información | 938 | Sin información | 1.146 |
| Mayo | 759 | 953 | 1.249 | 1.150 |
| Junio | 797 | 963 | 1.275 | 1.132 |
| Julio | 829 | 971 | 1.286 | 1.083 |
| Agosto | 862 | 975 | 1.229 | 1.017 |
| Septiembre | 905 | 978 | 1.279 | 1.036 |
| Octubre | 932 | 983 | 1.148 | 1.030 |
| Noviembre | 938 | 990 | 1.135 | |
| Diciembre | 910 | 1.070 | 1.159 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 44. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 45. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 25, la Tabla 26 y la Tabla 27, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 25. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 3.064.781 | 4.695.692 | 5.719.616 |
| Febrero | Sin información | 3.128.630 | 4.518.398 | 4.888.637 |
| Marzo | Sin información | 3.168.105 | 4.329.247 | 5.410.944 |
| Abril | Sin información | 3.750.828 | Sin información | 5.470.464 |
| Mayo | 2.556.864 | 3.545.530 | 5.872.630 | 6.051.240 |
| Junio | 2.740.629 | 4.394.000 | 5.458.426 | 6.671.414 |
| Julio | 2.734.197 | 3.542.656 | 5.145.322 | 5.321.568 |
| Agosto | 3.146.042 | 3.900.259 | 5.865.680 | 4.995.312 |
| Septiembre | 3.557.478 | 4.049.241 | 5.475.555 | 4.072.589 |
| Octubre | 3.009.872 | 3.724.618 | 5.075.633 | 4.049.248 |
| Noviembre | 2.962.080 | 3.750.667 | 5.336.738 | |
| Diciembre | 2.937.082 | 3.228.578 | 5.203.098 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 26. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

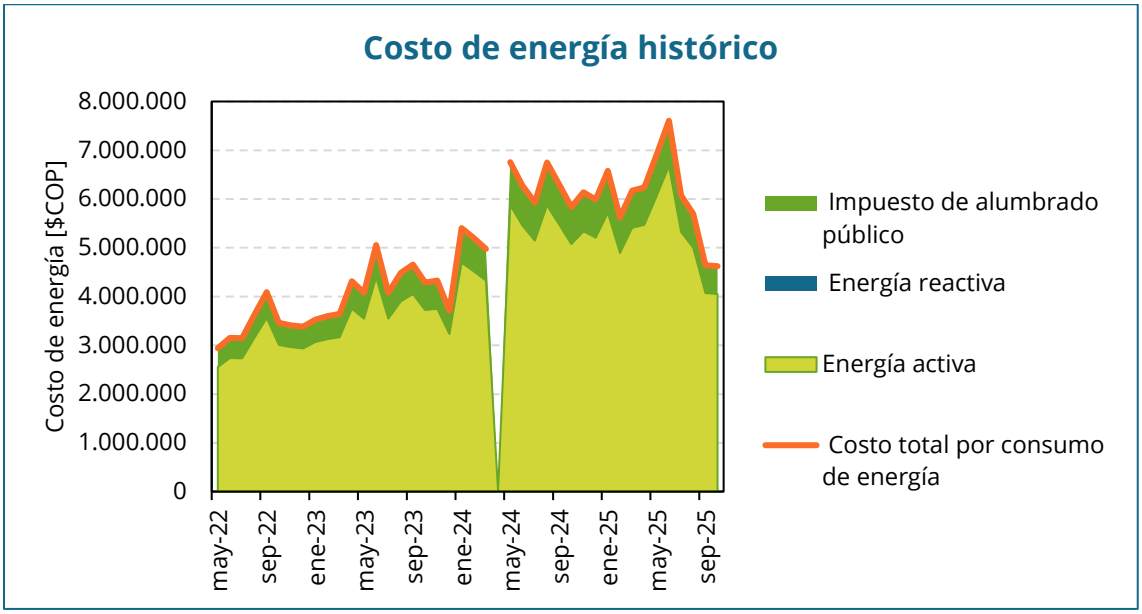
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 27. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 3.524.501 | 5.401.592 | 6.579.506 |
| Febrero | Sin información | 3.597.930 | 5.196.558 | 5.622.467 |
| Marzo | Sin información | 3.643.325 | 4.978.637 | 6.168.504 |
| Abril | Sin información | 4.313.448 | Sin información | 6.237.284 |
| Mayo | 2.940.694 | 4.077.360 | 6.753.520 | 6.898.410 |
| Junio | 3.152.529 | 5.053.100 | 6.277.276 | 7.605.414 |
| Julio | 3.144.327 | 4.074.056 | 5.929.822 | 6.069.598 |
| Agosto | 3.618.472 | 4.486.619 | 6.746.540 | 5.694.652 |
| Septiembre | 4.091.108 | 4.656.631 | 6.297.045 | 4.643.809 |
| Octubre | 3.461.352 | 4.284.938 | 5.837.243 | 4.624.068 |
| Noviembre | 3.406.390 | 4.323.487 | 6.137.848 | |
| Diciembre | 3.378.292 | 3.712.898 | 5.984.328 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 45. Costo total de energía activa

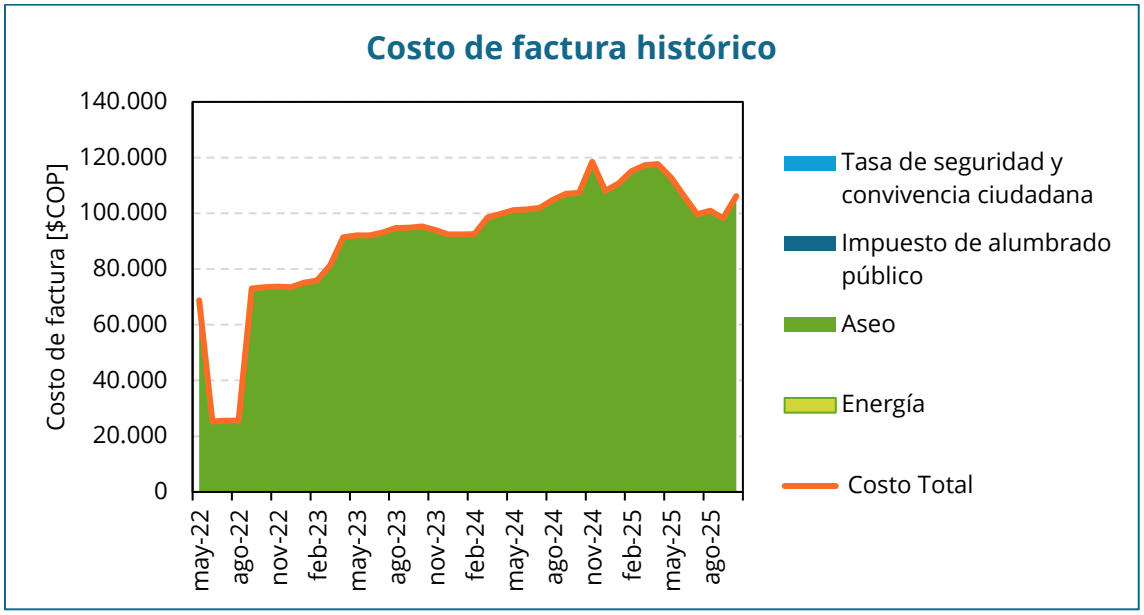



Fuente: Elaboración propia

*Secretaría de Movilidad Dirección de Tránsito y Transporte - NIC: 5923221 - Medidor: 126244*

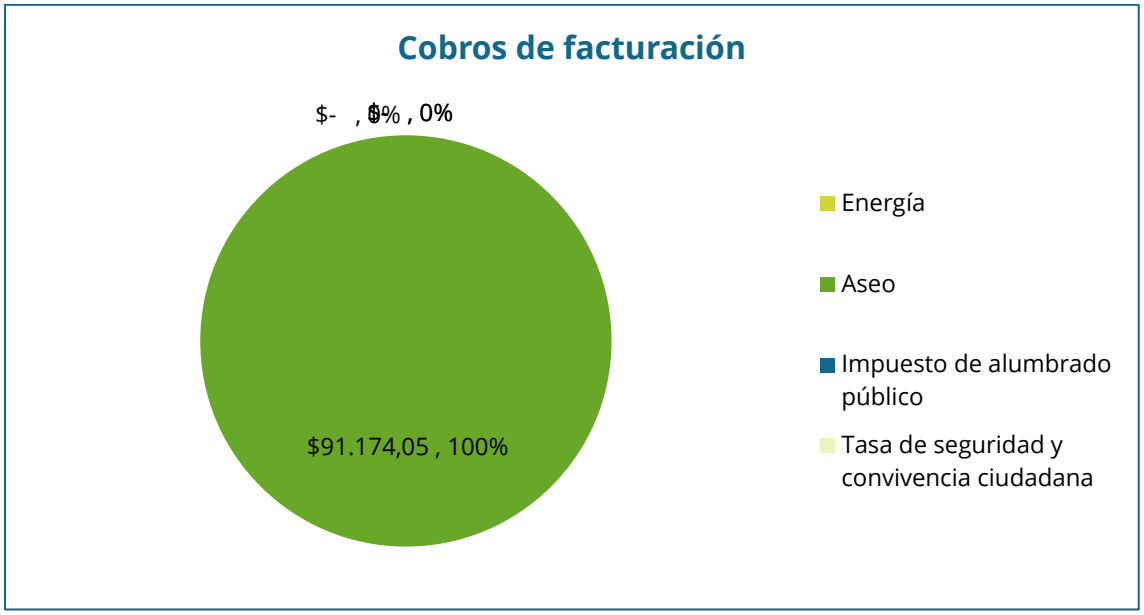
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 46 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 47.

Figura 46. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \qquad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \qquad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \qquad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *16*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 28).

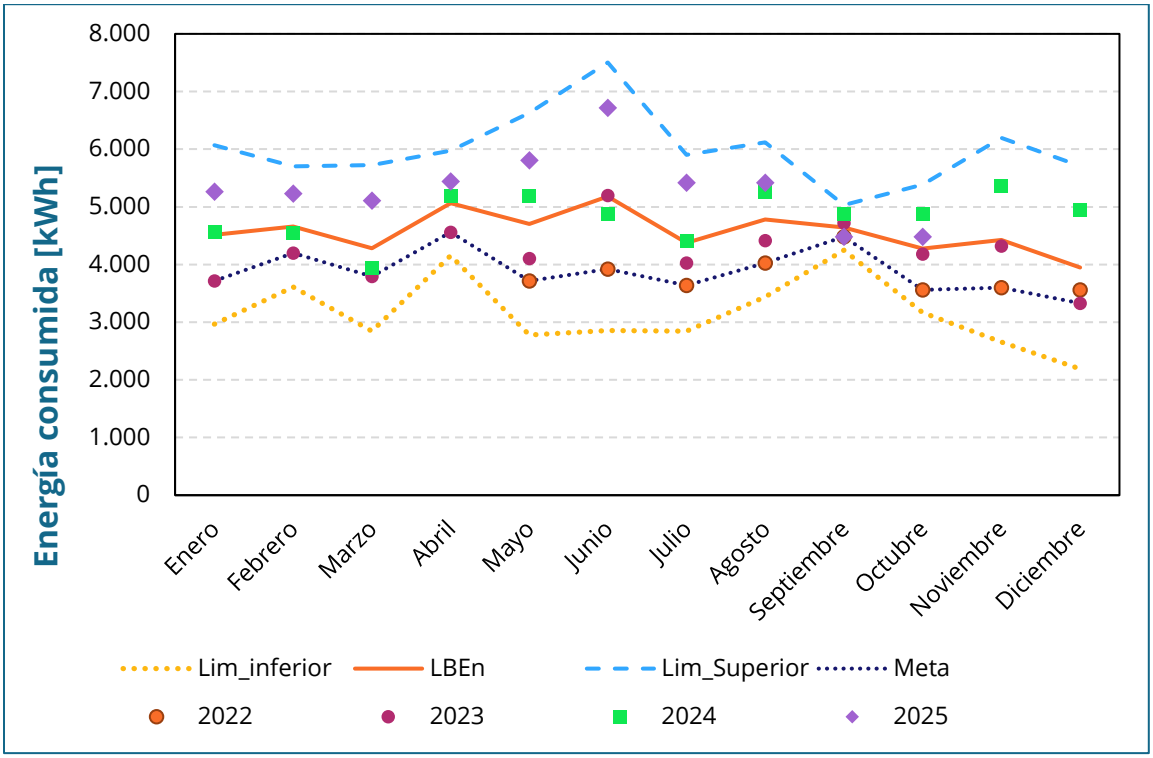
Tabla 28. Registros para construcción de LBEn de la Secretaría de Movilidad

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 2.965 | 4.516 | 6.067 | 3.716 |
| Febrero | 3.610 | 4.657 | 5.705 | 4.200 |
| Marzo | 2.845 | 4.284 | 5.723 | 3.794 |
| Abril | 4.157 | 5.067 | 5.976 | 4.560 |
| Mayo | 2.776 | 4.703 | 6.630 | 3.716 |
| Junio | 2.856 | 5.180 | 7.504 | 3.920 |
| Julio | 2.844 | 4.374 | 5.904 | 3.639 |
| Agosto | 3.440 | 4.781 | 6.121 | 4.026 |
| Septiembre | 4.248 | 4.640 | 5.032 | 4.480 |
| Octubre | 3.165 | 4.275 | 5.384 | 3.561 |
| Noviembre | 2.657 | 4.427 | 6.196 | 3.600 |
| Diciembre | 2.190 | 3.948 | 5.707 | 3.329 |
| **Total** | | **54.852** | | **46.541** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 48, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 48. Línea Base Energética (LBEn) de la Secretaría de Movilidad




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 29 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 29. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Atribuciones y delegaciones de tránsito y transporte | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 1.522 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Mayo 2022 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 42 | | | |
| Cantidad datos finales | 42 | | | |
| LBEn | Enero | | 4.516 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 4.657 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 4.284 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 5.067 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 4.703 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 5.180 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 4.374 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 4.781 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 4.640 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 4.275 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 4.427 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 3.948 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 800 | 17,7% | En kWh y % |
| | Febrero | 457 | 9,8% | En kWh y % |
| | Marzo | 490 | 11,4% | En kWh y % |
| | Abril | 507 | 10,0% | En kWh y % |
| | Mayo | 987 | 21,0% | En kWh y % |
| | Junio | 1.260 | 24,3% | En kWh y % |
| | Julio | 735 | 16,8% | En kWh y % |
| | Agosto | 755 | 15,8% | En kWh y % |
| | Septiembre | 160 | 3,4% | En kWh y % |
| | Octubre | 714 | 16,7% | En kWh y % |
| | Noviembre | 827 | 18,7% | En kWh y % |
| | Diciembre | 619 | 15,7% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

# 7. INDICADORES

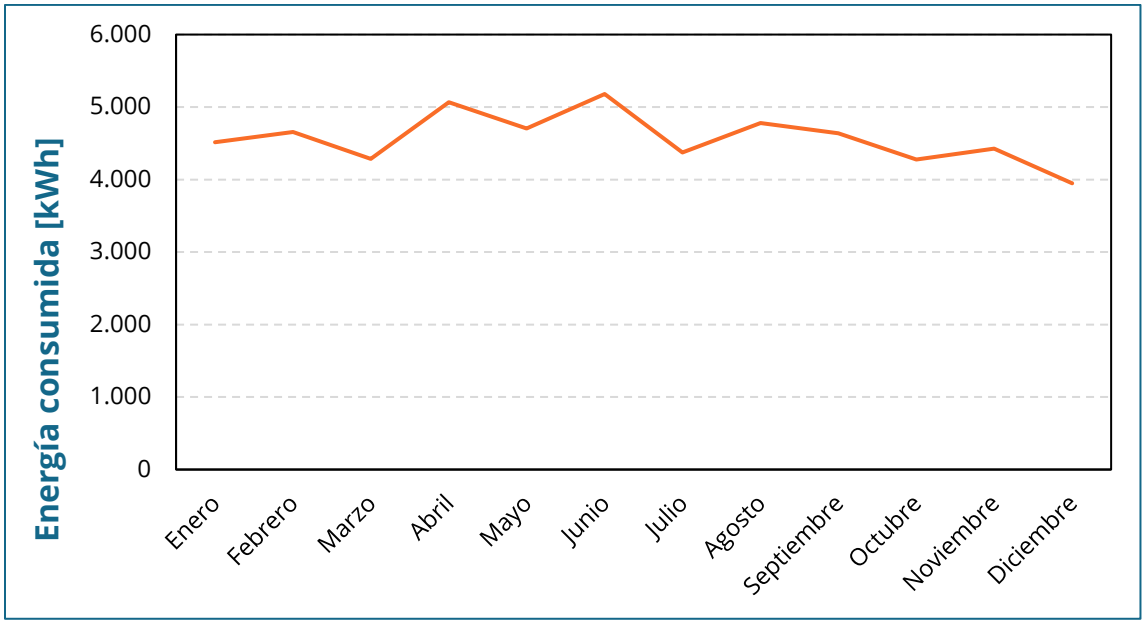
Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado de la Secretaría de Movilidad con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza

aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 49, cuyos valores se disponen en la Tabla 29.

Figura 49. Consumo de energía eléctrica mensual de la Secretaría de Movilidad




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por la Secretaría de Movilidad en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 54.852 kWh/año de la SEM de Tránsito.

$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

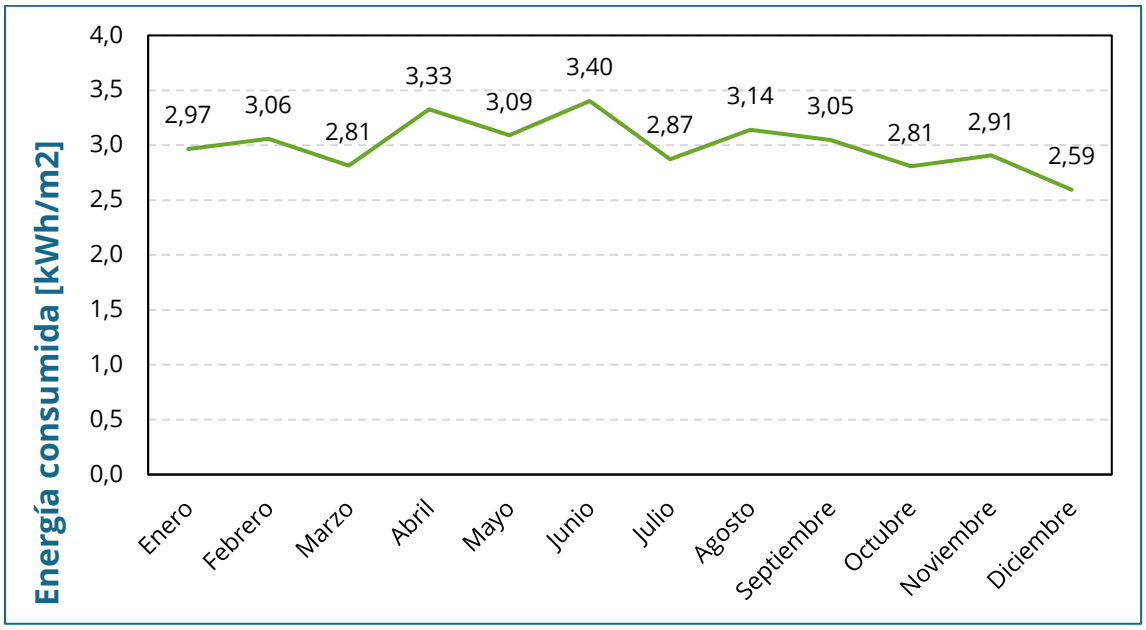
## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según

la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 50.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n\ (\text{kWh/mes})}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 50. Consumo de energía eléctrica mensual de la Secretaría de Movilidad




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica de la Secretaría de Movilidad con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 36,03 kWh/año/m² de la SEM de Tránsito.

$$\text{CEEAS}\ (\text{kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \quad (8)$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico de la Secretaría de Movilidad en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \quad (9)$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \quad (10)$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ítem 6, correspondiente a la Dirección de Tránsito y Transporte, presenta condiciones operativas y de infraestructura que ofrecen oportunidades claras para la mejora de la eficiencia energética y la seguridad de las instalaciones:

- El aire acondicionado representa el 67% del consumo energético total, identificándolo como el área de mayor impacto para la implementación de medidas de ahorro. Se recomienda priorizar acciones como el mantenimiento preventivo de los equipos, la optimización de horarios y temperaturas de operación, y la evaluación de sustituciones por equipos más eficientes.
- La inspección reveló múltiples incumplimientos al RETIE, incluyendo tableros eléctricos sin tapa, deficiencias en cajas de paso, tubería plástica expuesta y ausencia de rotulación y diagramas unifilares. Estas condiciones implican riesgos de electrocución, fallas y posibles incendios. Se recomienda de manera prioritaria la corrección de estas no conformidades para garantizar la seguridad de las personas y los bienes.
- Las mediciones de iluminancia en el área de parqueadero no cumplen con el mínimo reglamentario de 75 lux establecido por el RETILAP. Se recomienda la revisión, adecuación o reemplazo del sistema de alumbrado exterior, considerando la instalación de luminarias LED eficientes con fotocélulas para optimizar el consumo y mejorar la seguridad del espacio.

- La construcción de la Línea Base Energética (LBEn) conforme a la metodología UPME permitió cuantificar un potencial de ahorro energético mensual considerable, alcanzando en algunos meses porcentajes superiores al 20%. Esto demuestra que la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO) y medidas de eficiencia energética puede cumplir y superar la meta legal de ahorro del 15%.
- Se detectaron irregularidades puntuales en la calidad del suministro, como fluctuaciones del factor de potencia y una caída de tensión ("sag"). Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía para identificar el origen de estas perturbaciones y evaluar la implementación de correctores de factor de potencia u otras medidas de mitigación, protegiendo así la vida útil de los equipos sensibles.
- La edificación presenta un evidente deterioro arquitectónico por su antigüedad (70 años). Se recomienda que cualquier propuesta de mejora energética a largo plazo, como la instalación de un sistema fotovoltaico, esté condicionada a una evaluación estructural previa y a la priorización de las obras de reparación y mantenimiento de la infraestructura.

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 6 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 6 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** ***CORPORACION EMA.***
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Página Web:* www.erasmus.com.co

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

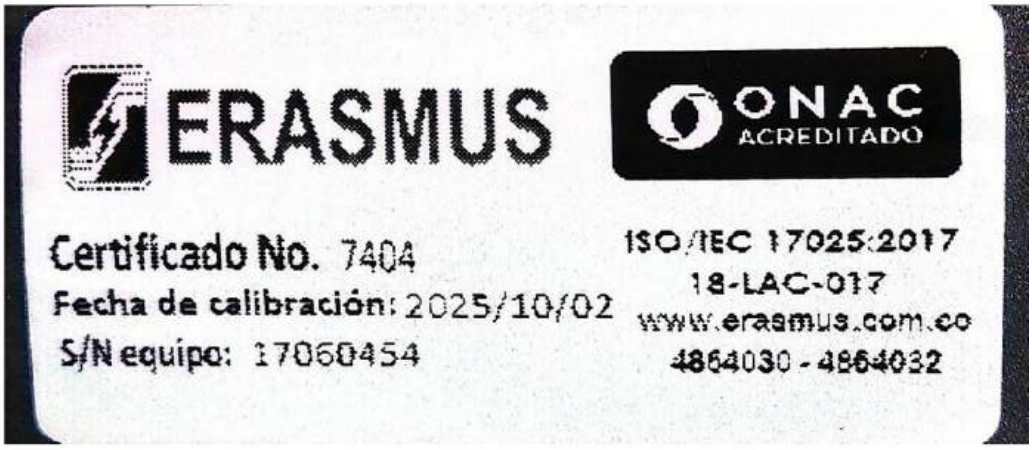
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas.<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad**: Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

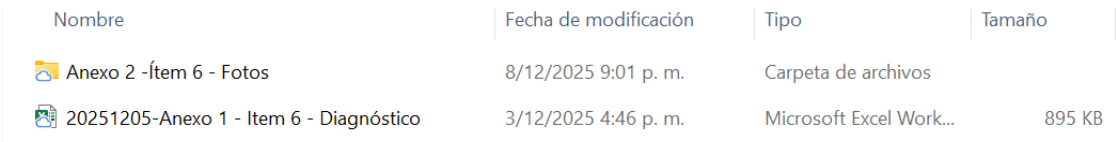
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 6.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2 -Ítem 6 - Fotos | 8/12/2025 9:01 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 6 - Diagnóstico | 3/12/2025 4:46 p. m. | Microsoft Excel Work... | 895 KB |



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

Consorcio

# Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

## Ítem 7- Secretaría de Salud Malaria

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 8
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 9
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 10
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 10
2.2 Áreas útiles ..... 12
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 13
3.1 Generalidades de alimentación ..... 13
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 17
3.3 Inventario ..... 22
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 26
4.1 Temperatura y humedad ..... 26
4.2 Cámara termográfica ..... 26
4.3 Iluminancia ..... 27
4.4 Mediciones eléctricas ..... 29
4.5 Curva de carga ..... 32
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 34
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 36
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 39
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 43
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 48
6.1 Metodología ..... 48
6.2 Resultados ..... 49
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 51
7. INDICADORES ..... 52
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 52
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 52
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 53

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS).....54
7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 54
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....54
Bibliografía .....56
ANEXOS.....57

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. SEM Malaria ....11
Figura 2. Kiosko....11
Figura 3. Deterioro arquitectónico de la edificación ....12
Figura 4. Longitudes para cálculo de área del terreno ....12
Figura 5. Longitudes para cálculo de área construída ....13
Figura 6. Conexión física de la red a la edificación ....14
Figura 7. Tablero principal ....14
Figura 8. Muestra de tableros eléctricos de la edificación ....15
Figura 9. Inundación y acometida subterránea ....16
Figura 10. Grupo electrógeno....16
Figura 11. Tubería PVC sin empotrar....17
Figura 12. Interruptores termomagnéticos utilizados como interruptores ....18
Figura 13. Interruptores sin tapa ....19
Figura 14. Tapa de caja de paso suelta ....19
Figura 15. Roseta con cuerda de tela y caja de paso sin roseta ....20
Figura 16. Cable sin canaleta ....20
Figura 17. Multitomas en suelo ....21
Figura 18. Equipos de aire acondicionado en la SEM Malaria....22
Figura 19. Equipos ofimáticos de la SEM Malaria ....23
Figura 20. Equipos de iluminación de la SEM Malaria....23
Figura 21. Equipos de refrigeración de la SEM Malaria....24
Figura 22. Equipos fuera de servicio....25
Figura 23. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663....26
Figura 24. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal....27
Figura 25. Luxómetro digital MPT1014....28
Figura 26. Instalación de equipo Metrel MI 2883....29
Figura 27. Tensiones de tablero principal....29
Figura 28. Corrientes de tablero principal ....30
Figura 29. Energía activa de tablero principal ....30
Figura 30. Potencias de tablero principal....31
Figura 31. Factor de potencia de tablero principal ....31
Figura 32. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas....32
Figura 33. Corrientes de tablero principal ....33
Figura 34. Curva de carga de tablero principal ....34
Figura 35. Registro de datos clave de facturas....35
Figura 36. Consumo histórico de energía activa ....37
Figura 37. Consumo histórico de energía reactiva ....38
Figura 38. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada....39

Figura 39. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la SEM Malaria .....40
Figura 40. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la SEM Malaria.....41
Figura 41. Porcentaje de participación de consumo de energía por edificaciones de la SEM Malaria .....42
Figura 42. Diagrama de Pareto – consumo de energía por edificaciones de la SEM Malaria.....42
Figura 43. Costo de factura histórico.....43
Figura 44. Gráfico circular de costos de facturación .....43
Figura 45. Costo unitario por kWh de energía .....44
Figura 46. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público .....46
Figura 47. Costo total de energía activa .....48
Figura 48. Línea Base Energética (LBEn) de la SEM Malaria .....50
Figura 49. Consumo de energía eléctrica mensual de la SEM Malaria .....52
Figura 50. Consumo de energía eléctrica mensual de la SEM Malaria .....53

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de la S.E.M. Malaria....9
Tabla 2. Información de actividades de la S.E.M. Malaria....9
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación....10
Tabla 4. Áreas de la SEM Malaria....13
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de la SEM Malaria....22
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de la SEM Malaria....22
Tabla 7. Inventario de iluminación de la SEM Malaria....23
Tabla 8. Inventario de refrigeración de la SEM Malaria....24
Tabla 9. Inventario de ventilación de la SEM Malaria....25
Tabla 10. Mediciones de iluminancia....28
Tabla 11. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad....26
Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia....32
Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger....33
Tabla 14. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura....33

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en el Ítem 7, correspondiente a la Secretaría de Salud Malaria (SEM Malaria) en Montería, Córdoba. El estudio se desarrolló en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que establece la obligatoriedad de ejecutar auditorías energéticas y fijar metas de ahorro del 15% para el año 2026.

La auditoría incluyó una evaluación integral de las condiciones arquitectónicas, inspección eléctrica detallada, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curvas de carga), análisis histórico de consumo y facturación, caracterización de usos finales, establecimiento de una línea base energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME, y cálculo de indicadores de desempeño.

Se determinó que el aire acondicionado es el principal uso final de energía, representando aproximadamente el 85% del consumo total. Se identificaron múltiples deficiencias con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) que comprometen la seguridad, así como niveles de iluminancia por debajo del mínimo reglamentario del RETILAP. El análisis de la LBEn evidenció que, debido a la limitación de datos históricos, el potencial de ahorro estimado es nulo bajo el modelo actual, lo que resalta la necesidad de ampliar el período de referencia para futuras evaluaciones. El informe proporciona la base técnica para priorizar intervenciones que mejoren la eficiencia energética, cumplan con la normativa y establezcan las condiciones para alcanzar los objetivos de ahorro energético exigidos por la ley.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

## 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 7 corresponde a la Secretaría de Salud Malaria es un Centro de Detección y Monitoreo (SEM) de malaria. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general de la S.E.M. Malaria







| | |
|---|---|
| **Nombre de la institución** | S.E.M Malaria |
| **Dirección** | Cl 42 #8-27 |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8,761868° Longitud: -75,875618° |
| **Antigüedad [años]** | Sin información |
| **Tipo de tenencia** | En propiedad |
| **Limitaciones patrimoniales** | No |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades de la S.E.M. Malaria

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Administración de medicamentos y vacunas para la malaria |
| **Días de operación** | Lunes a viernes |
| **Horarios de operación** | 08:00 am a 5:30 pm |
| **Cantidad de empleados** | Sin información |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con dos (2) bloques, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. SEM Malaria en azul (ver Figura 1)
2. Kiosko en verde (ver Figura 2)

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación




| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Suroccidente |
| **Número de edificios o bloques** | 2 |
| **Número de pisos** | 1 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,4 |
| **Área construida aproximada [m²]** | 1.432 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 15° |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: blanco |
| | Estado de las paredes: regulares |
| | Tipo de aislamiento: árboles alrededor |
| **Ventanas** | Material del marco: metal |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: regular |
| **Techo** | Material: fibrocemento |
| | Color: gris |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. SEM Malaria




Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Kiosko




Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que, la edificación muestra un alto grado de deterioro en paredes y techos. Además, el personal de la SEM Malaria que acompañó a los auditores durante el recorrido informó sobre los planes de demolición y reconstrucción del inmueble. Esta situación debe

considerarse de manera prioritaria antes de evaluar cualquier propuesta de instalación de un sistema solar fotovoltaico, ya que dicho proyecto de infraestructura modificaría sustancialmente las condiciones técnicas y la viabilidad de una eventual implementación.

Figura 3. Deterioro arquitectónico de la edificación




Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Áreas útiles

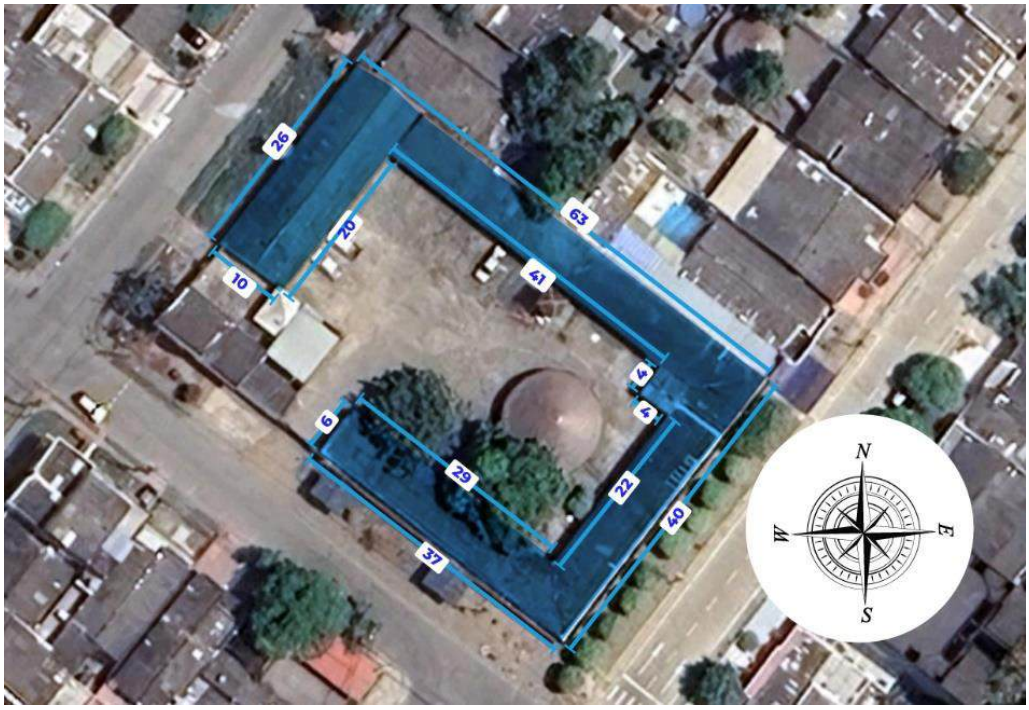
El área total del terreno de la SEM Malaria es de aproximadamente 2.268 $m^2$ (ver Figura 4), mientras que la superficie construida, asciende a los 1.432 $m^2$ (ver Figura 5). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que la SEM Malaria no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 4. Longitudes para cálculo de área del terreno




Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Longitudes para cálculo de área construída




Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas de la SEM Malaria

| Área | Área total [m²] | Fuente |
|---|---|---|
| Salud ambiental | 16 | Estimación |
| Oficina PAI | 16 | Estimación |
| Oficina ambiental II | 24 | Estimación |
| Cuarto frio de medicamentos | 92 | Estimación |

Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

La SEM Malaria se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13,2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo semibandera (ver Figura 6), donde la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador de 112,5 kVA propiedad del operador, desde donde la distribución continúa en configuración subterránea hasta la edificación principal (ver Figura 7).

Figura 6. Conexión física de la red a la edificación




Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Tablero principal



Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que, durante el proceso de la visita, se evidenció que la lluvia incidía directamente cerca del tablero principal, lo que representa un riesgo eléctrico inminente. Por lo tanto, se recomienda la construcción de un cuarto técnico que proteja el tablero de la intemperie, con el fin de prevenir posibles fallas, cortocircuitos o accidentes graves.

Desde el tablero eléctrico principal se derivan los circuitos hacia los tableros seccionales ubicados en distintas áreas de la SEM Malaria. En la Figura 8 se presentan ejemplos de estos tableros.

Figura 8. Muestra de tableros eléctricos de la edificación




Fuente: Elaboración propia

Una consideración importante sobre la acometida subterránea es que esta ingresa directamente por las oficinas, donde se rompió el piso para empotrarla. No obstante, actualmente la canalización se encuentra fisurada. Cabe destacar que, en días previos a la visita técnica de los auditores, se presentó una fuerte lluvia que inundó las oficinas con alturas entre 15 cm y 20 cm, lo que dañó varios equipos. Esta combinación de agua estancada y una acometida subterránea con fisuras representa un riesgo eléctrico grave, pudiendo generar cortocircuitos, fallas en el sistema o incluso situaciones de electrocución.

Adicionalmente, la institución alberga un cuarto frío con neveras para vacunas, lo que hace indispensable contar con una fuente de energía alterna. Para ello, se dispone de un grupo electrógeno, mostrado en la Figura 10. Sin embargo, actualmente no se lleva un control del consumo de combustible diésel, por lo que este dato no se incluye en el análisis energético. Por ello, se recomienda la instalación de un medidor de combustible para llevar un control preciso y poder integrarlo en futuros balances de energía.

Figura 9. Inundación y acometida subterránea



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Grupo electrógeno




Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones de la SEM Malaria, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

*Tubería plástica sin empotrar*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min [...]" (Título 17. Requisitos de instalación de los principales productos / utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios / literal f)

**Implicación:** Se evidenció tubería plástica sin empotrar en el kiosko y en el cuarto técnico del grupo electrógeno. Esta tubería no garantiza la resistencia al fuego ni protección mecánica adecuada, lo que representa un riesgo de deterioro del aislamiento y propagación de incendio.

Figura 11. Tubería PVC sin empotrar




Fuente: Elaboración propia

*Protecciones termomagnéticas utilizadas como interruptores*

**Requisito normativo (RETIE):** "Las instalaciones de uso final domiciliarias o similares se deben proteger contra sobrecarga y contra corto circuito; para estos fines el interruptor termomagnético es un dispositivo automático de protección de los circuitos eléctricos, donde la parte térmica actúa ante una sobrecarga del circuito y la parte magnética lo hace ante un

cortocircuito." (Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones / Artículo 3.17.19. Interruptores automáticos de baja tensión/ literal b)

**Implicación:** En diversos lugares del SEM Malaria se identificaron interruptores termomagnéticos utilizados en puntos para interruptores convencionales. Se desconoce su operación. La ausencia de interruptores manuales implica un uso inadecuado de los interruptores termomagnéticos, lo que puede afectar su vida útil, generar riesgos operacionales, dificultar la operación segura de las cargas.

Figura 12. Interruptores termomagnéticos utilizados como interruptores



Fuente: Elaboración propia

*Interruptores sin tapa o caja tapa suelta*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Los tomacorrientes y clavijas no deben tener partes energizadas expuestas."

"Las tapas o cubiertas de los tomacorrientes, destinadas a evitar el contacto directo con partes energizadas deben ser resistentes al impacto mínimo con IK 03, conforme a IEC 62262 o NTC-IEC 62262."

(Título 2. Requisitos generales para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 2.3.8 Clavijas y tomacorrientes / Literal b y e)

"Los interruptores deben ser provistos de sus respectivas tapas que impidan el contacto con partes energizadas." (Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 3.17.20 – Interruptores manuales de baja tensión / literal e)

**Implicación:** Se identificaron interruptores sin tapa que expone partes energizadas. Estas condiciones representan un riesgo eléctrico por posible contacto con partes energizadas.

Figura 13. Interruptores sin tapa




Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Tapa de caja de paso suelta




Fuente: Elaboración propia

*Deficiencias en fijación de rosetas*

**Requisito normativo (RETIE):**

"No se deben retirar tapas de entrada de ductos no utilizadas, ni se deben hacer perforaciones adicionales."

"Las aberturas no utilizadas de las cajas deben estar cerradas para que ofrezcan una protección similar a la pared del equipo."

(Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 3.17.5 – Cajas y conduletas / literal b y f)

**Implicación:** Se luminarias sueltas de la caja de paso. Estas condiciones comprometen la seguridad mecánica y eléctrica de los puntos de alumbrado, generando riesgo de contacto con partes energizadas, caída de componentes y posibles fallas eléctricas.

Figura 15. Roseta con cuerda de tela y caja de paso sin roseta




Fuente: Elaboración propia

*Canaleta rota o abierta*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Deben estar sólidamente soportadas y con encerramiento completo"

"Se debe evitar la abrasión o el corte del aislamiento de los conductores, mediante el uso de pasacables, tubos o accesorios adecuados"

(Título 16. Requisitos de instalación de los principales productos utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.4. Sistemas de canales y de ductos cerrados de sección no circular / literal g y h)

**Implicación:** Se encontró cableado sin canaleta. Estas condiciones comprometen la seguridad eléctrica al exponer los conductores a posibles daños mecánicos, abrasión o contacto involuntario, lo que puede derivar en fallas eléctricas, cortocircuitos o riesgo de electrocución.

Figura 16. Cable sin canaleta



Fuente: Elaboración propia

*Multitomas sin rótulos*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Todos los tomacorrientes de una multitoma deben tener el mismo rango de corriente y deben tener contactos de neutro y tierra separados. La capacidad de corriente de cada tomacorriente no debe ser inferior a 15 A"

"Se debe verificar la máxima corriente permanente permitida sin que se incremente la temperatura a más de 45 °C con criterios de prueba de normas IEC o de 30 °C bajo los criterios de prueba de normas UL"

"La marcación de las multitomas y extensiones debe ser permanente, claramente visible, legible e impresa en el exterior de su cuerpo. Debe contener como mínimo la siguiente información: (1) Nombre del productor o marca registrada; (2) Tensión nominal de operación en voltios; (3) Potencia máxima a conectar; (4) Máxima corriente permitida en amperios"

(Título 16. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctrica / Artículo 2.3.20. Extensiones y multitomas / literal c, h y j)

**Implicación:** Si bien se observó el uso de multitomas, estas no cuentan con la rotulación reglamentaria exigida por el RETIE. Adicionalmente, no se dispone de información que evidencie la verificación de la capacidad de corriente, ni de la temperatura máxima de operación, condiciones necesarias para evitar sobrecargas y riesgos de incendio. La ausencia de rotulación y la falta de verificación de los parámetros eléctricos de las multitomas representa un riesgo potencial de sobrecalentamiento, falla eléctrica o incendio y comprometiendo la seguridad de los usuarios.

Figura 17. Multitomas en suelo



Fuente: Elaboración propia

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 18).

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de la SEM Malaria

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Minisplit | 24.000 | 24.096 | 11 |
| Minisplit | 36.000 | 11.190 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Equipos de aire acondicionado en la SEM Malaria



Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 19).

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de la SEM Malaria

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Cámaras | 30 | 8 |
| Computador | 300 | 8 |
| Computador de mesa | 100 | 2 |
| Impresora | 3.173 | 5 |
| Televisor | 20 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Equipos ofimáticos de la SEM Malaria




Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 20).

Tabla 7. Inventario de iluminación de la SEM Malaria

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Lámpara LED | 305 | 30 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Equipos de iluminación de la SEM Malaria



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 21).

Figura 21. Equipos de refrigeración de la SEM Malaria




Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Inventario de refrigeración de la SEM Malaria

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Congelador | 175 | 2 |
| Cuarto frio | 4.400 | 1 |
| Dispensador de agua | 550 | 1 |
| Nevera | 120 | 2 |
| Congelador | 175 | 2 |

Fuente: Elaboración propia

Los equipos de ventilación se sintetizan en la Tabla 9.

Tabla 9. Inventario de ventilación de la SEM Malaria

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Ventilador de pie | 45 | 1 |
| Ventilador de techo | 120 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se evidenciaron equipos fuera de servicio o en mal estado (ver Figura 22):

- **Oficina de técnicos ETV**: Tubos led e impresora.
- **Salud ambiental y II:** Computadores, luminarias y ventiladores.
- **Oficina PAI:** Aires acondicionados y luminarias led.
- **Cuarto frío y medicamentos de control:** aires acondicionados minisplit, neveras para vacunas y luminarias.
- **Patio:** reflector sin posibilidad de apagarse.

Figura 22. Equipos fuera de servicio



Fuente: Elaboración propia

# 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables en la cocina, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 23). Donde se registraron tres mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 10.

Figura 23. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663



Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 9:18 am | 28 | 80% |
| 2 | 10:00 am | 30 | 78% |
| 3 | 11:02 am | 31 | 76% |

Fuente: Elaboración propia

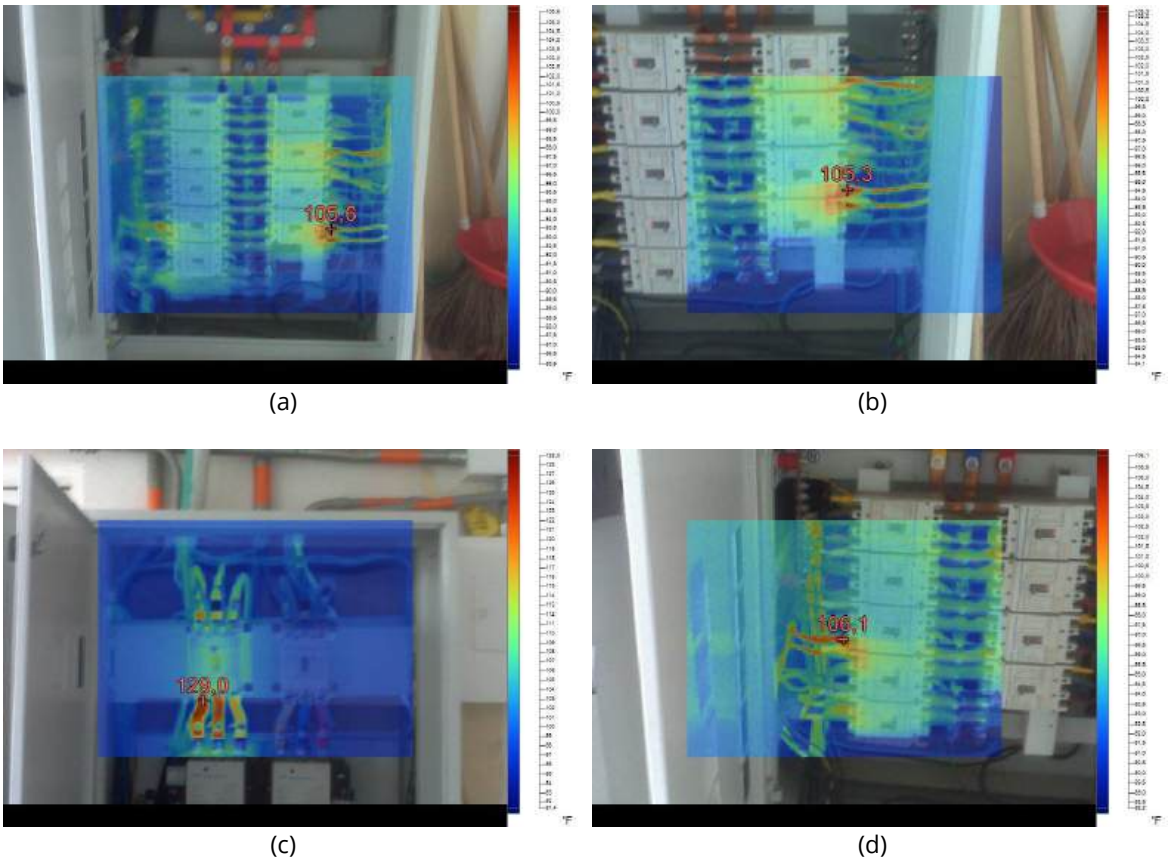
## 4.2 Cámara termográfica

Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en el tablero eléctrico principal, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 24. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 30 °C (según la Tabla

*10*), se obtiene un diferencial máximo de 23°C, correspondiente a la Figura 24(c) con 53°C (129 °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (21 °C a 40 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como "deficiencia". Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar revisión en el siguiente mantenimiento preventivo.

Figura 24. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal




(a) (b)

(c) (d)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones de la SEM Malaria, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios que, de manera visual, presentaban niveles bajos de iluminación. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 11.

Tabla 11. Mediciones de iluminancia

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Oficina técnicos ETV | 10 | 90,06 | 500 | No cumple |
| Salud ambiental | 10 | 211,01 | 500 | No cumple |
| Salud ambiental II | 10 | 273,81 | 500 | No cumple |
| Oficina PAI | 10 | 200,8 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Figura 25. Luxómetro digital MPT1014



Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Mediciones eléctricas

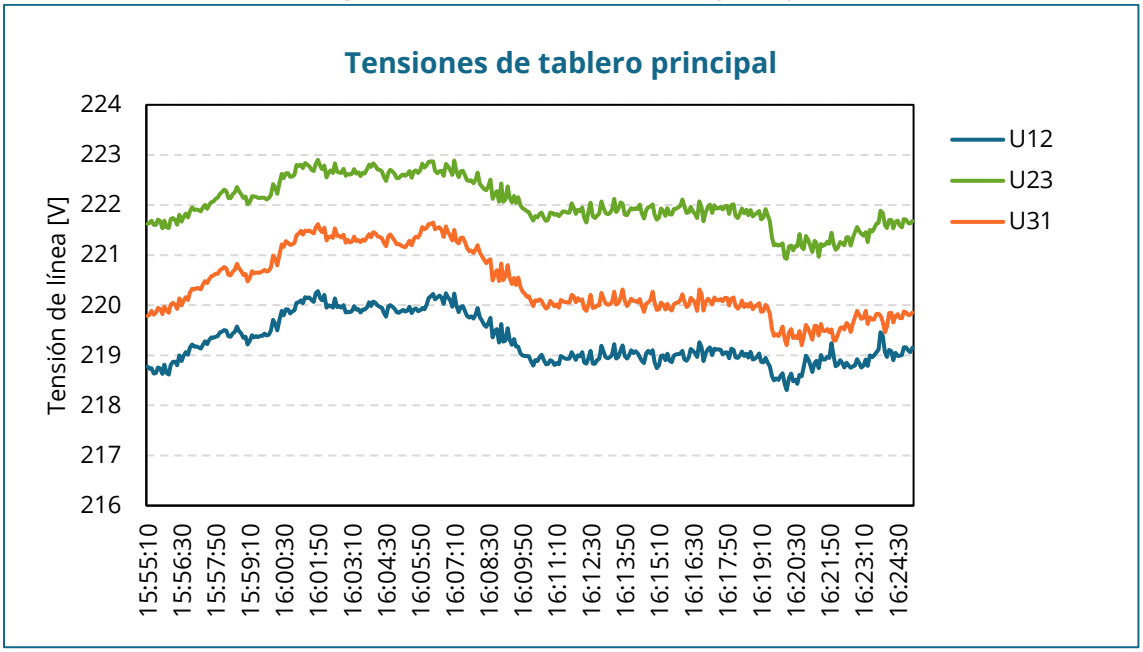
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de la SEM Malaria y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 26. Instalación de equipo Metrel MI 2883



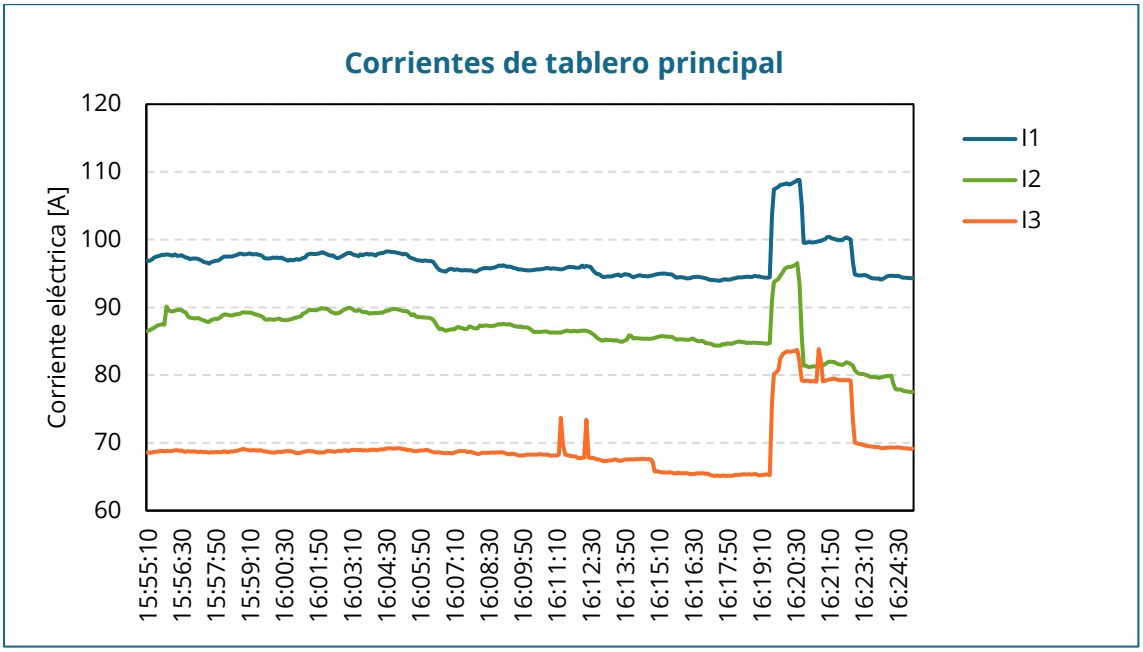

Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Tensiones de tablero principal



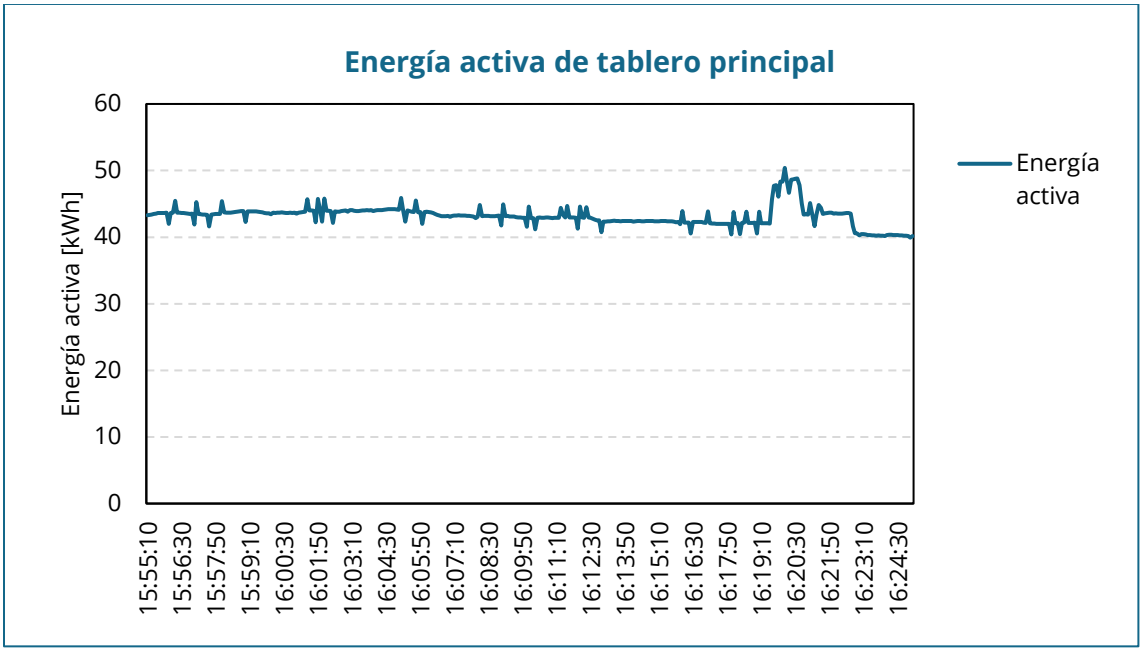

Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Corrientes de tablero principal



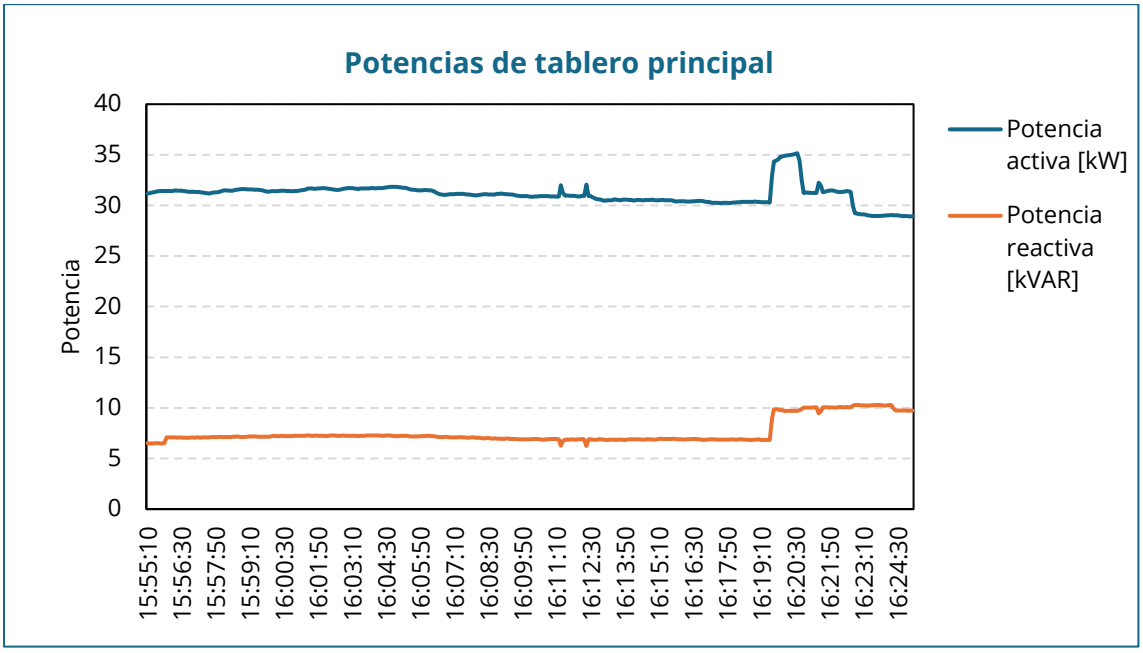

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Energía activa de tablero principal



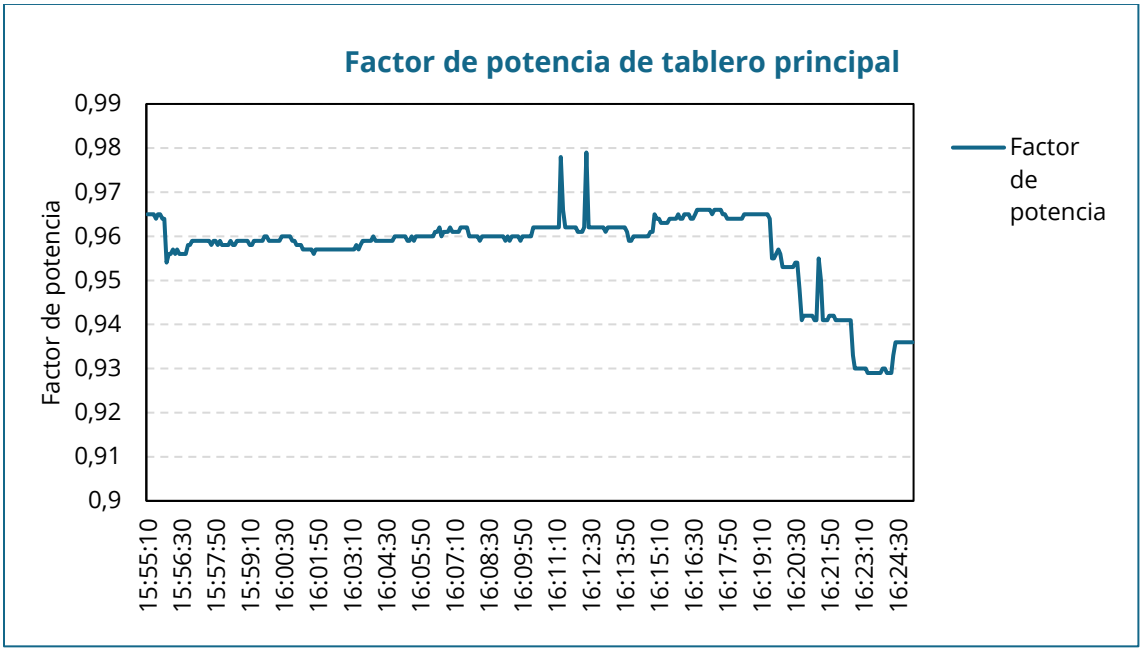

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Potencias de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Factor de potencia de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

## 4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa de la SEM Malaria. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 12 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 219,28 | 0,22% |
| U23 | 222,02 | 0,21% |
| U31 | 220,40 | 0,30% |
| Factor de potencia | 0,957 | 0,98% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 13.

Figura 32. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas




Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 24 de octubre de 2025 |
| **Feche final** | 29 de octubre de 2025 |
| **Días de medición** | 5,02 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

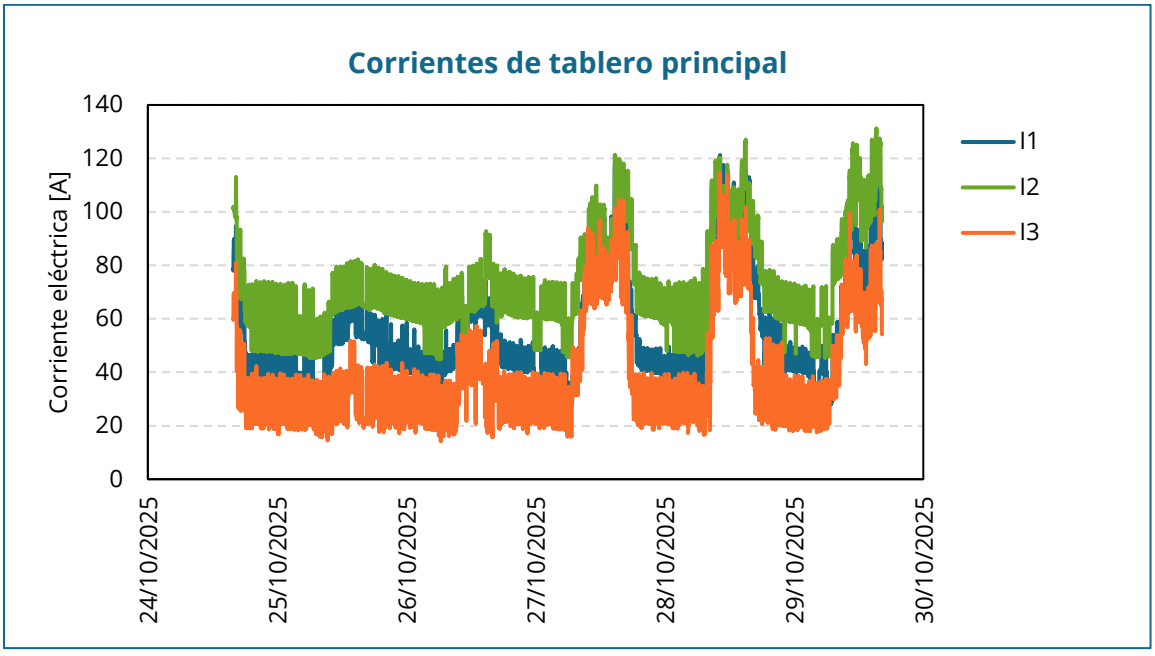
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 33 y la Figura 34. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 14.

Tabla 14. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 2.356 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 14.077 |
| **Energía facturada [kWh]** | 13.240 |
| **Diferencia relativa [%]** | 6,3% |

Fuente: Elaboración propia

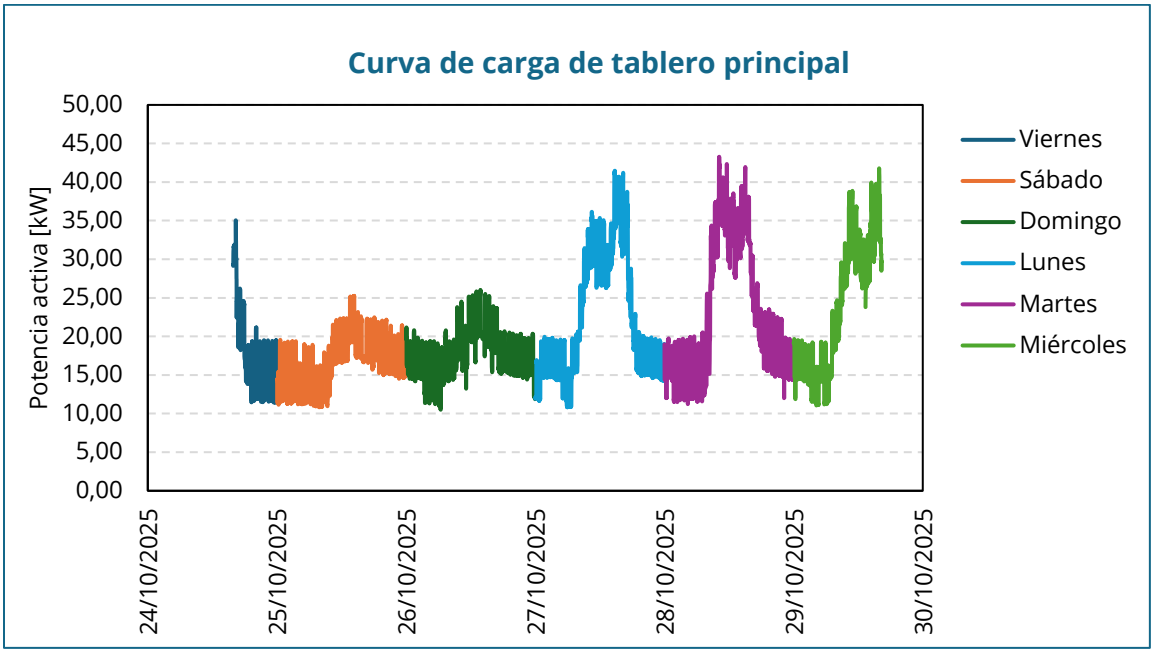
Figura 33. Corrientes de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las mediciones realizadas, se evidencia un desequilibrio en las corrientes de la Figura 33 con respecto a las fases restantes. Se recomienda realizar un balance de cargas que permita redistribuir uniformemente la demanda entre las tres fases, optimizando así el funcionamiento del sistema eléctrico y previniendo posibles daños.

Figura 34. Curva de carga de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

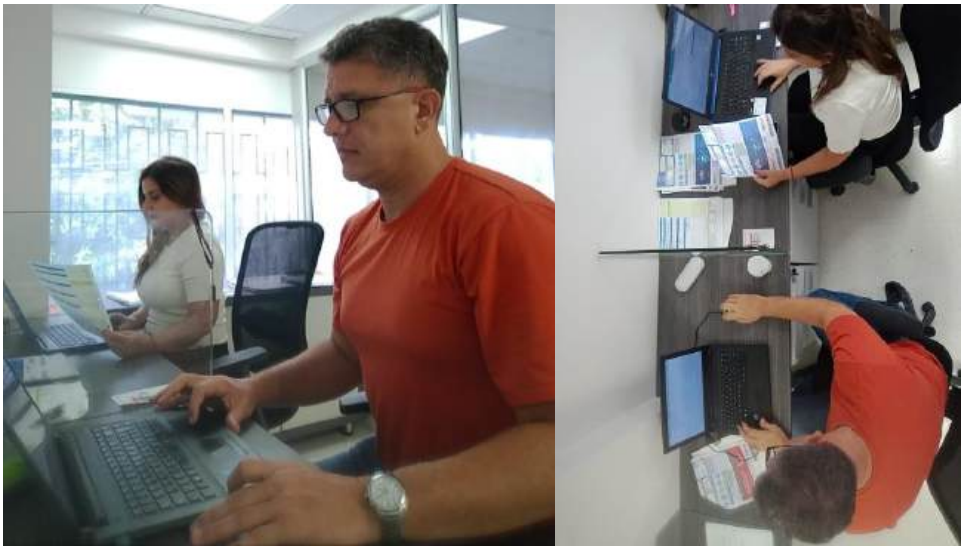
## 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en la edificación objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 35).

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:

Figura 35. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

-**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana:** Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Secretaría de Salud Malaria - NIC: 4553656 - Medidor: 13463335*

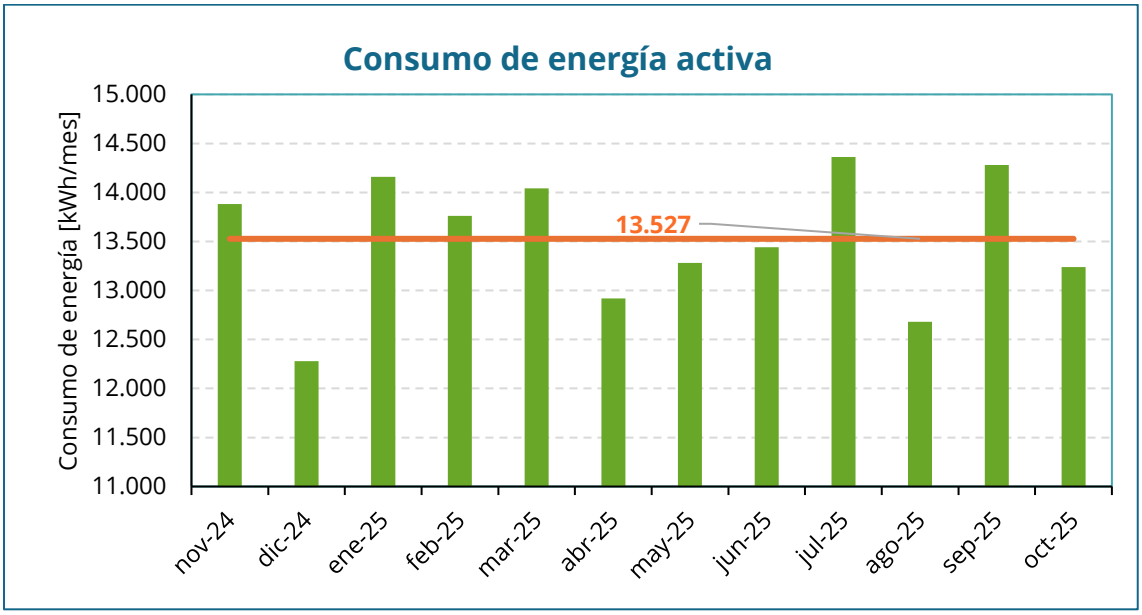
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 15, con el cual se construyó la Figura 36. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | 14.160 |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 13.760 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 14.040 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 12.920 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 13.280 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 13.440 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 14.360 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 12.680 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 14.280 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 13.240 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | 13.880 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | 12.280 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 36. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

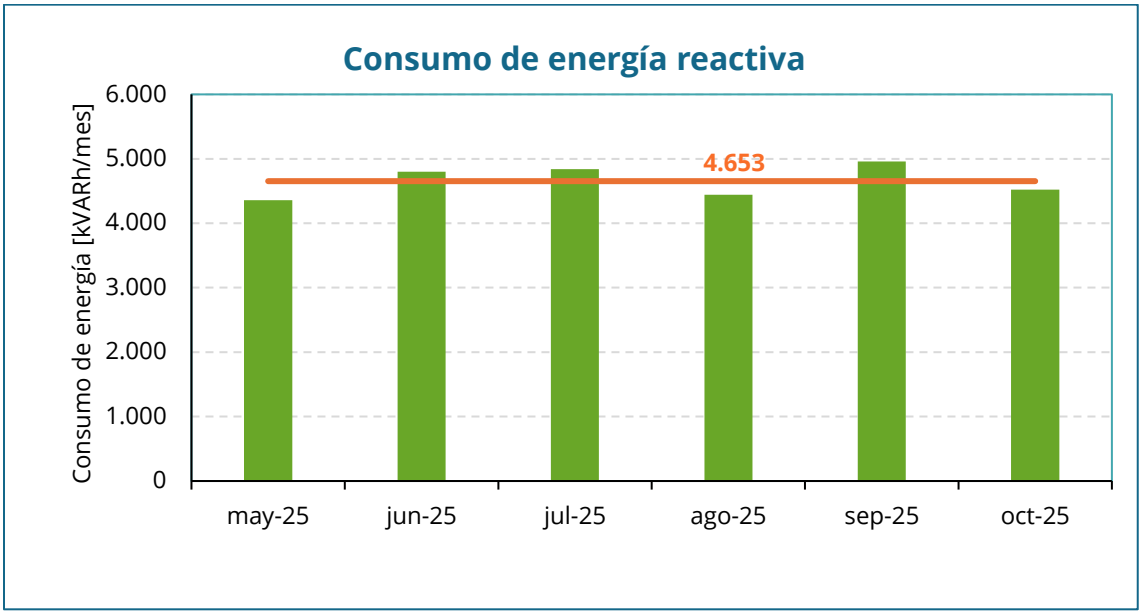
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 16, con el cual se construyó la Figura 37. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 4.360 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 4.800 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 4.840 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 4.440 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 4.960 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 4.520 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 37. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

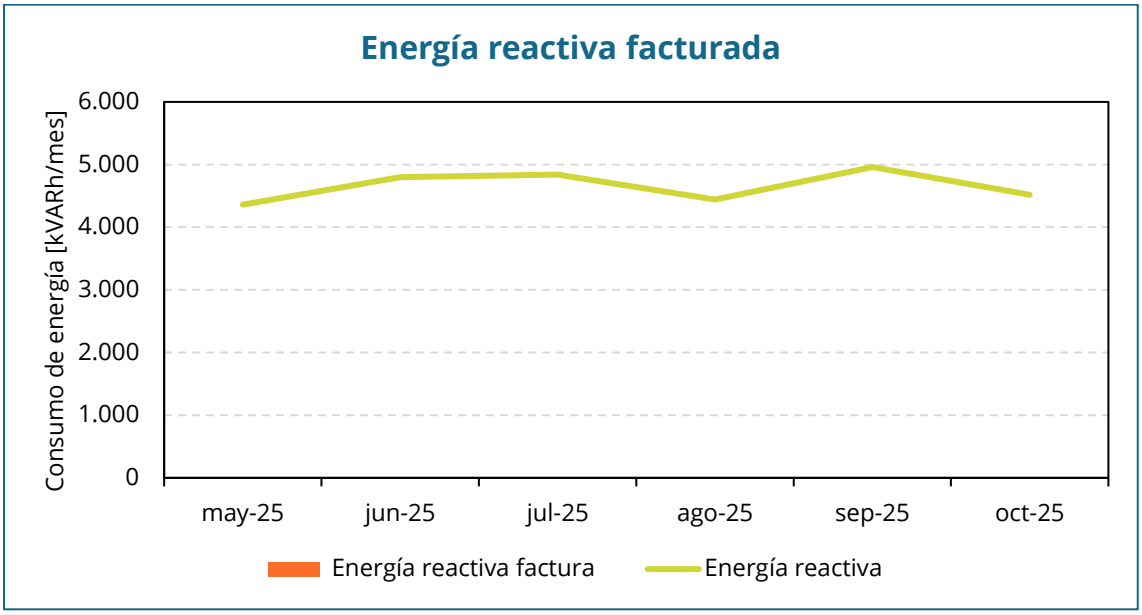
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 17, con el cual se construyó la Figura 38. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 38. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 5,9% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver sección 5.1, Tabla 14), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

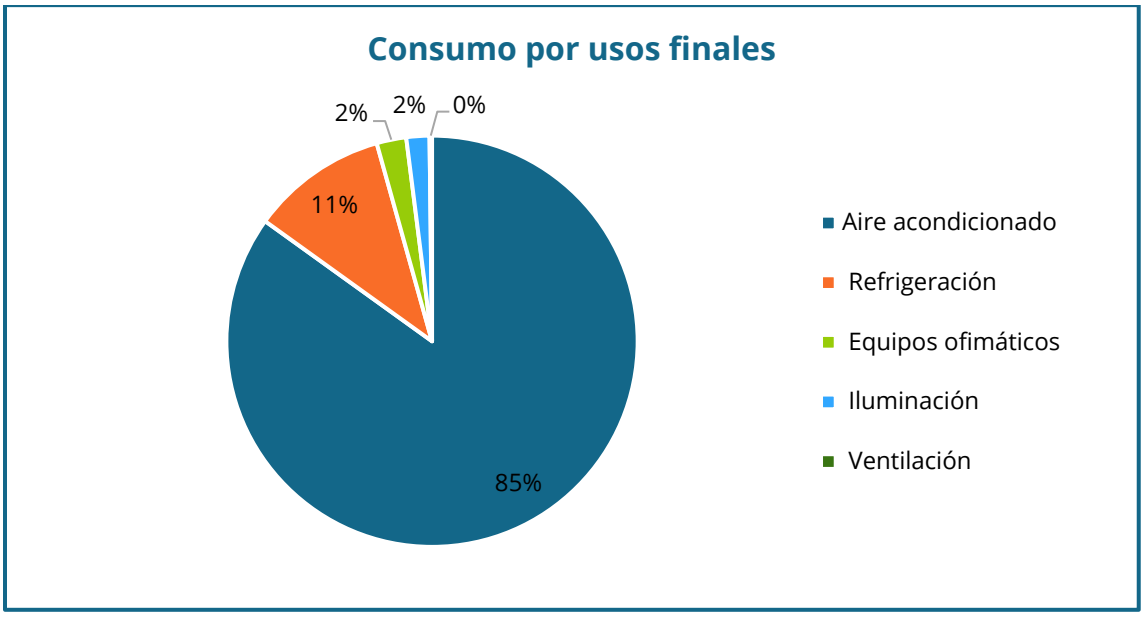
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 18, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 39 y el diagrama de Pareto en la Figura 40.

Tabla 18. Participación de consumo de energía por usos finales de la SEM Malaria

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aire acondicionado | 515 | 85% |
| Refrigeración | 65 | 11% |
| Equipos ofimáticos | 14 | 2% |
| Iluminación | 11 | 2% |
| Ventilación | 1 | 0,2% |
| **Total** | **606** | **100%** |

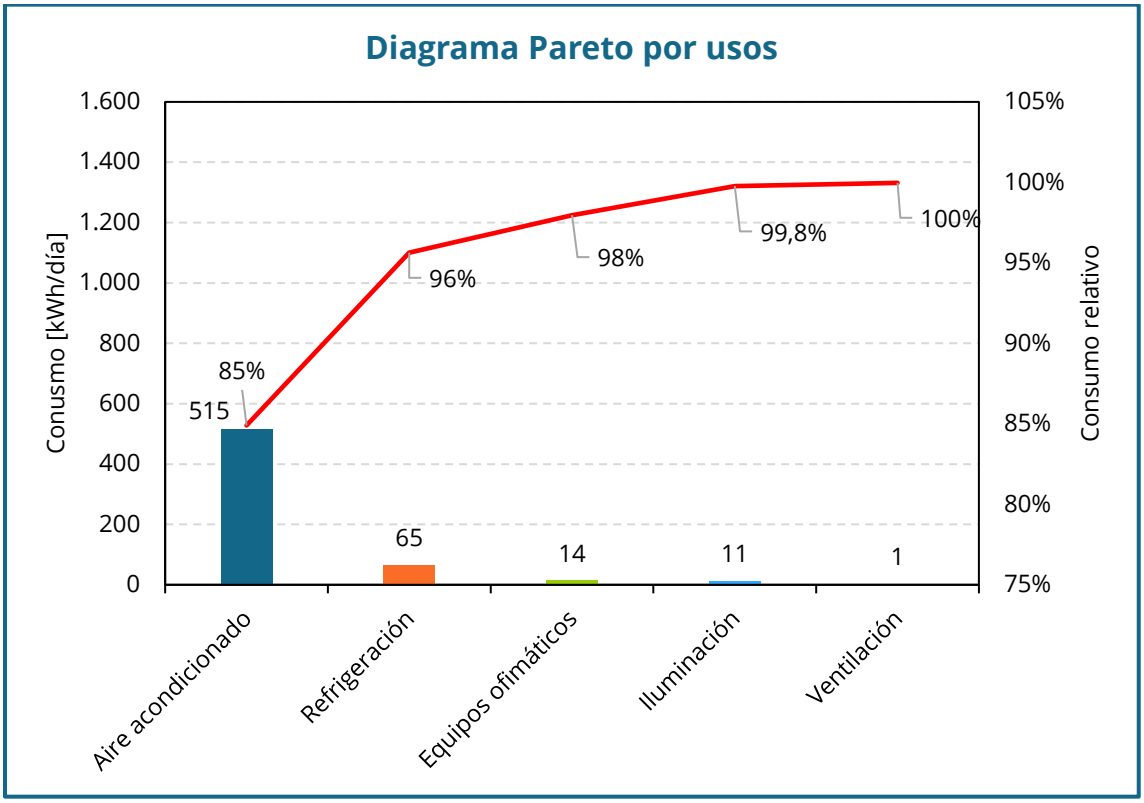
Fuente: Elaboración propia

Figura 39. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la SEM Malaria




Fuente: Elaboración propia

Figura 40. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la SEM Malaria




Fuente: Elaboración propia

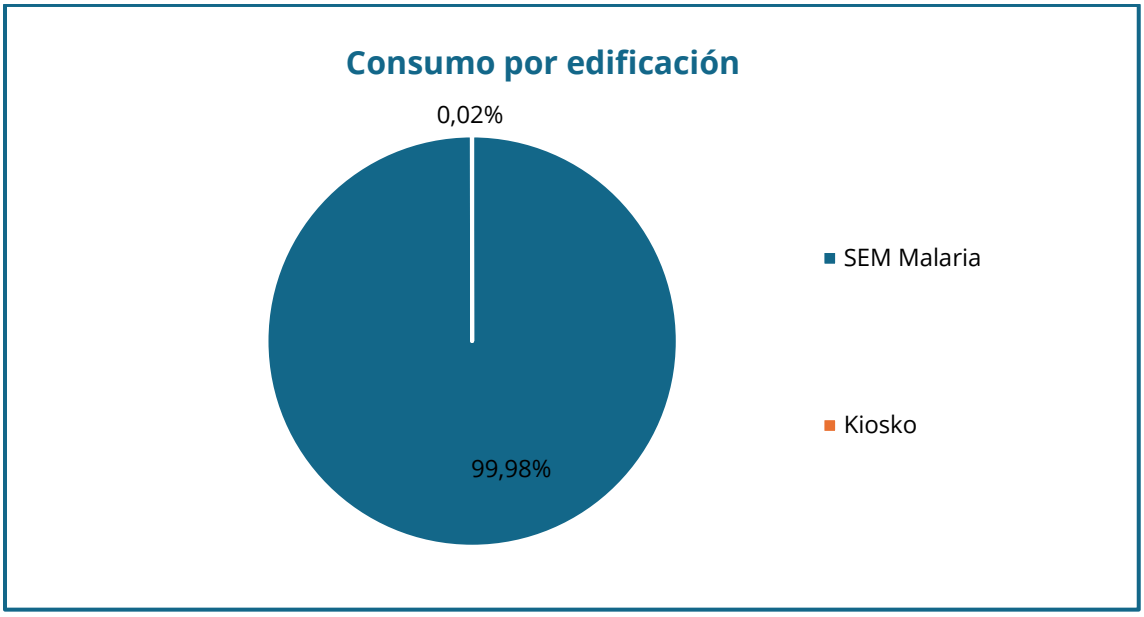
La participación de consumo por edificaciones se sintetiza en la Tabla 19, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 41 y el diagrama de Pareto en la Figura 42.

Tabla 19. Participación de consumo de energía por edificaciones de la SEM Malaria

| Edificación | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| SEM Malaria | 605,7 | 99,98% |
| Kiosko | 0,099 | 0,02% |
| **Total** | **606** | **100%** |

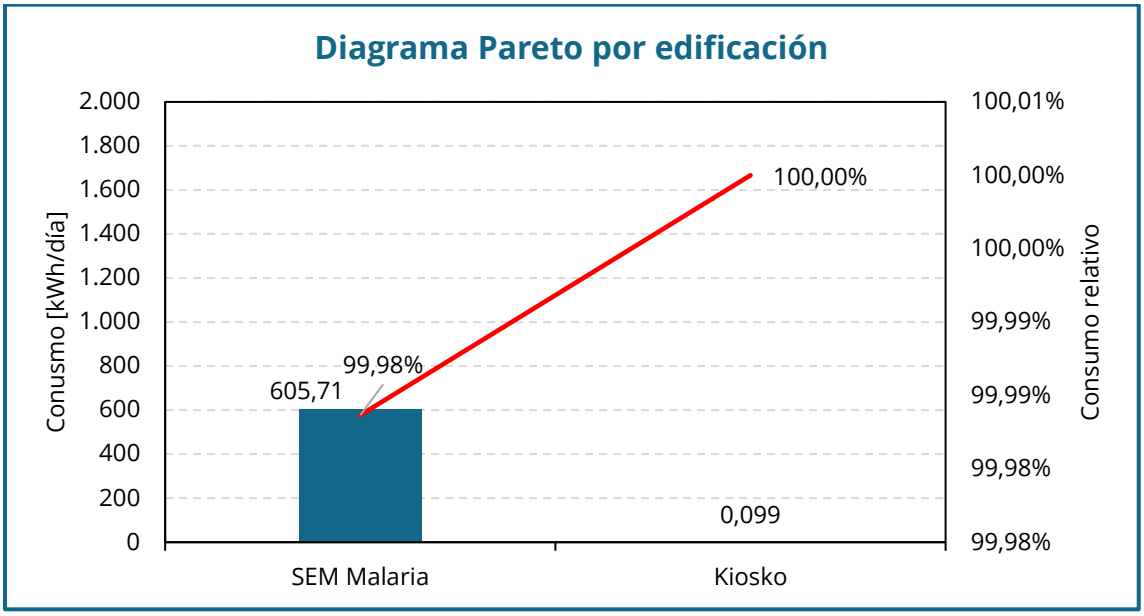
Fuente: Elaboración propia

Figura 41. Porcentaje de participación de consumo de energía por edificaciones de la SEM Malaria




Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Diagrama de Pareto – consumo de energía por edificaciones de la SEM Malaria



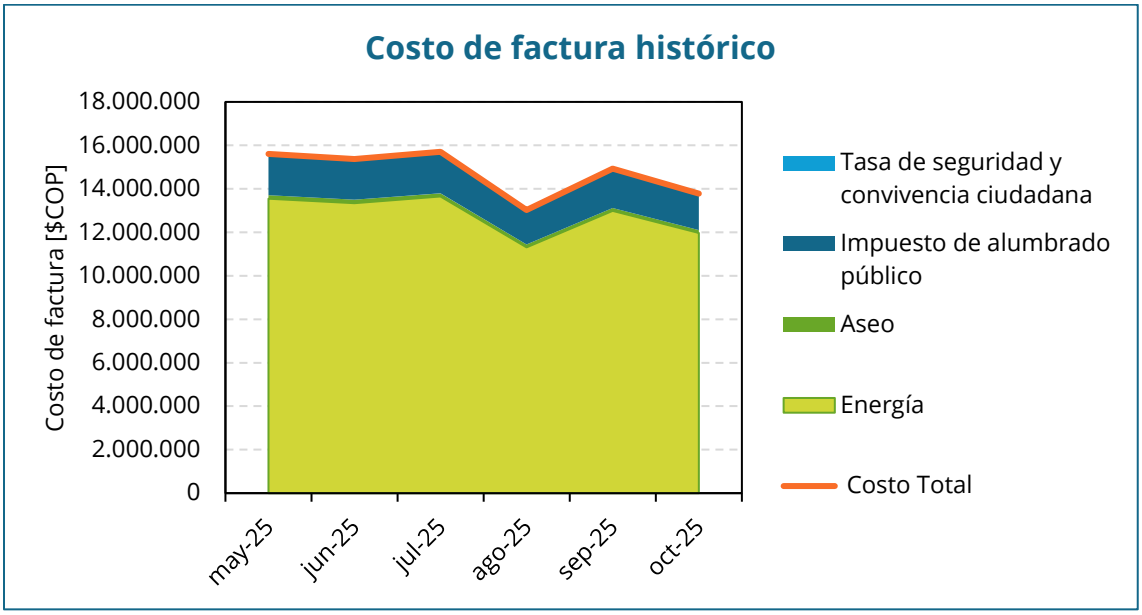

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Secretaría de Salud Malaria - NIC: 4553656 - Medidor: 13463335*

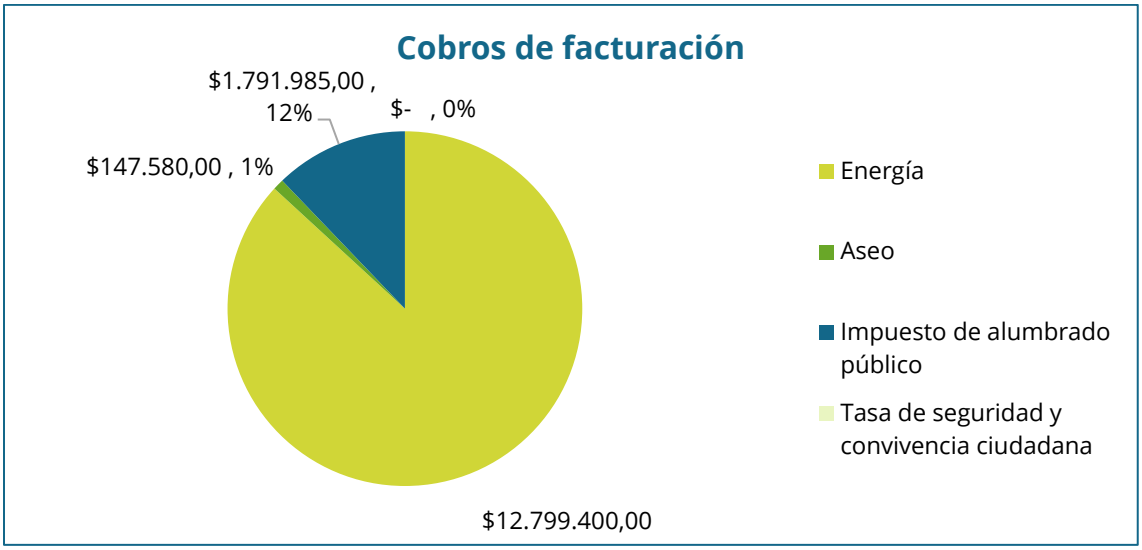
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 43 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 44.

Figura 43. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

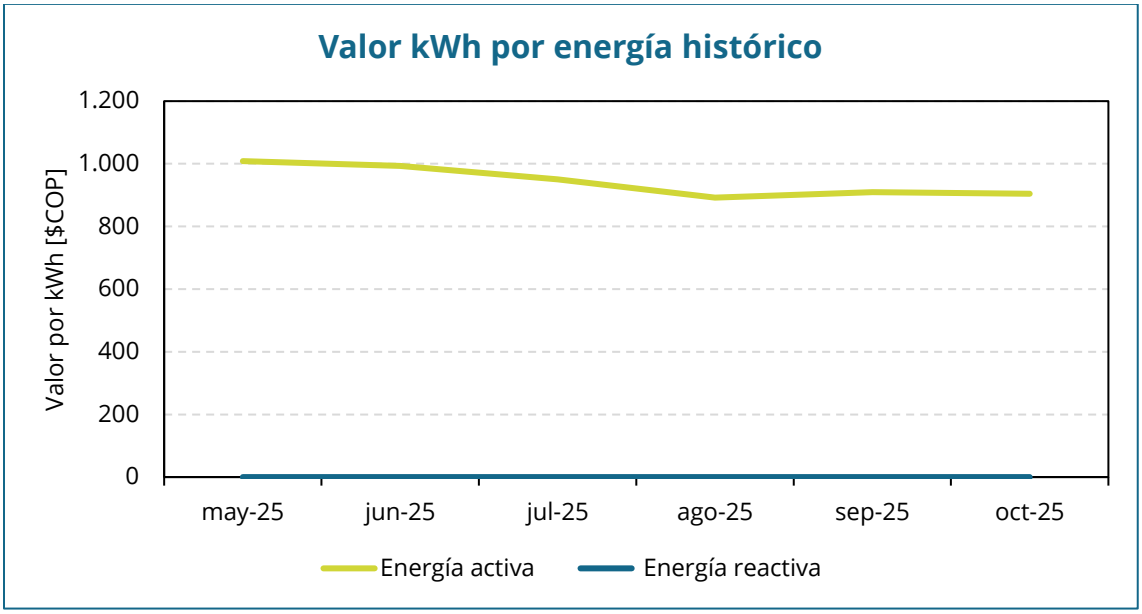
Figura 44. Gráfico circular de costos de facturación



Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 45 (ver registros en la Tabla 20 y la Tabla 21).

Figura 45. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.009 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 993 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 950 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 892 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 909 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 904 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

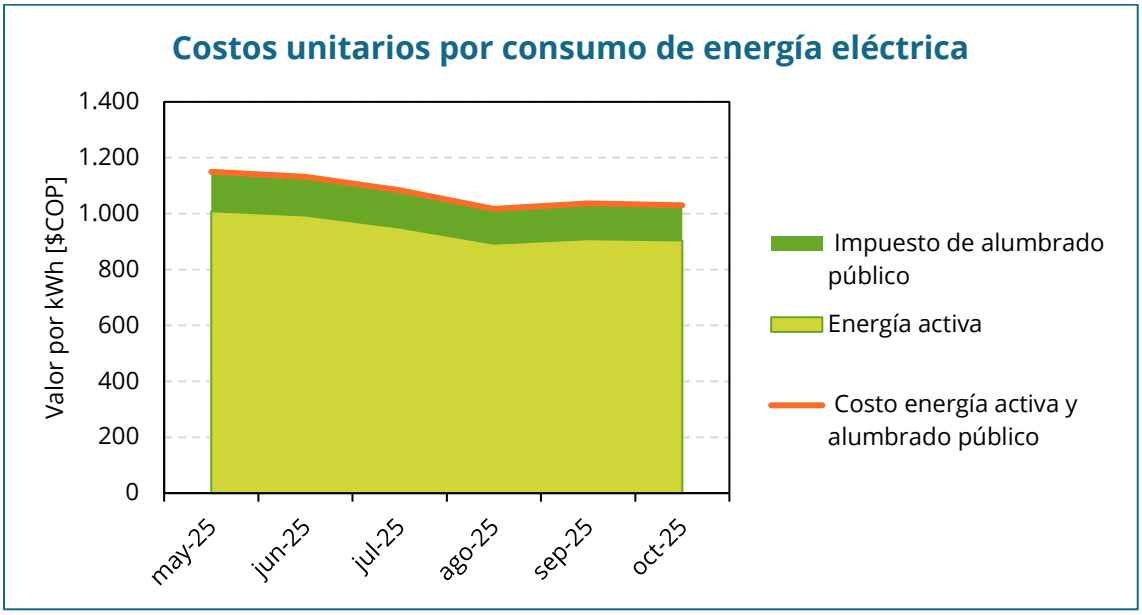
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 46 (ver registros en la Tabla 22). El promedio de este valor es de $1.074,74 COP.

Tabla 22. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.150 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.132 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.083 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 1.017 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.036 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.030 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 46. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 47. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 23, la Tabla 24 y la Tabla 25, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 23. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 13.393.411 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 13.342.829 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 13.646.021 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 11.310.814 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 12.981.377 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 11.966.974 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 24. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

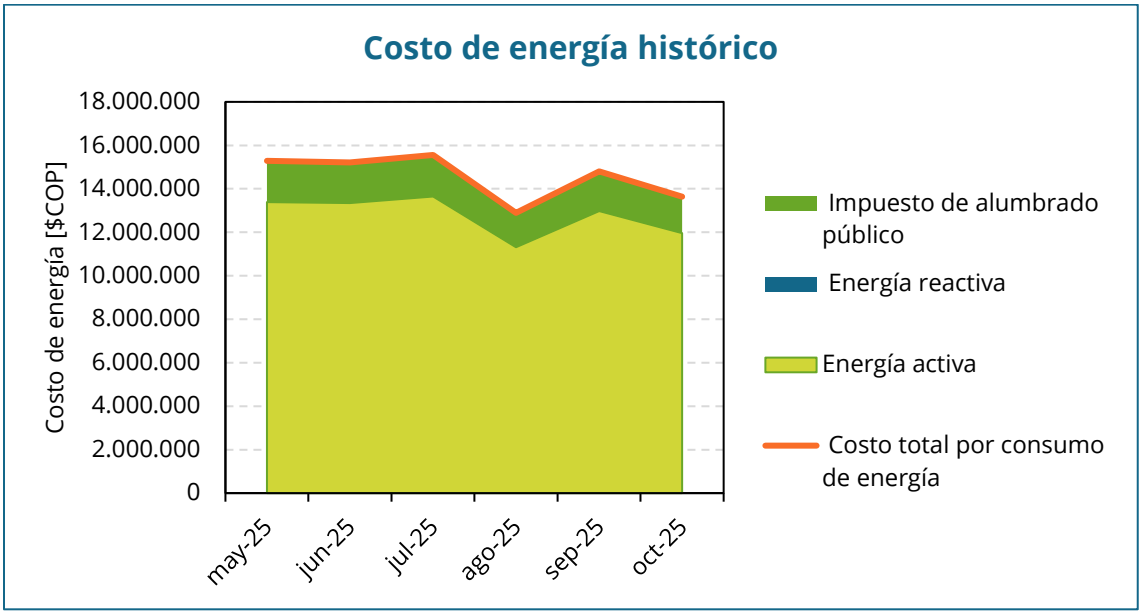
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 25. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 15.288.771 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 15.210.819 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 15.558.231 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 12.894.334 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 14.798.767 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 13.642.414 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 47. Costo total de energía activa




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \quad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \quad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \quad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *14*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 26).

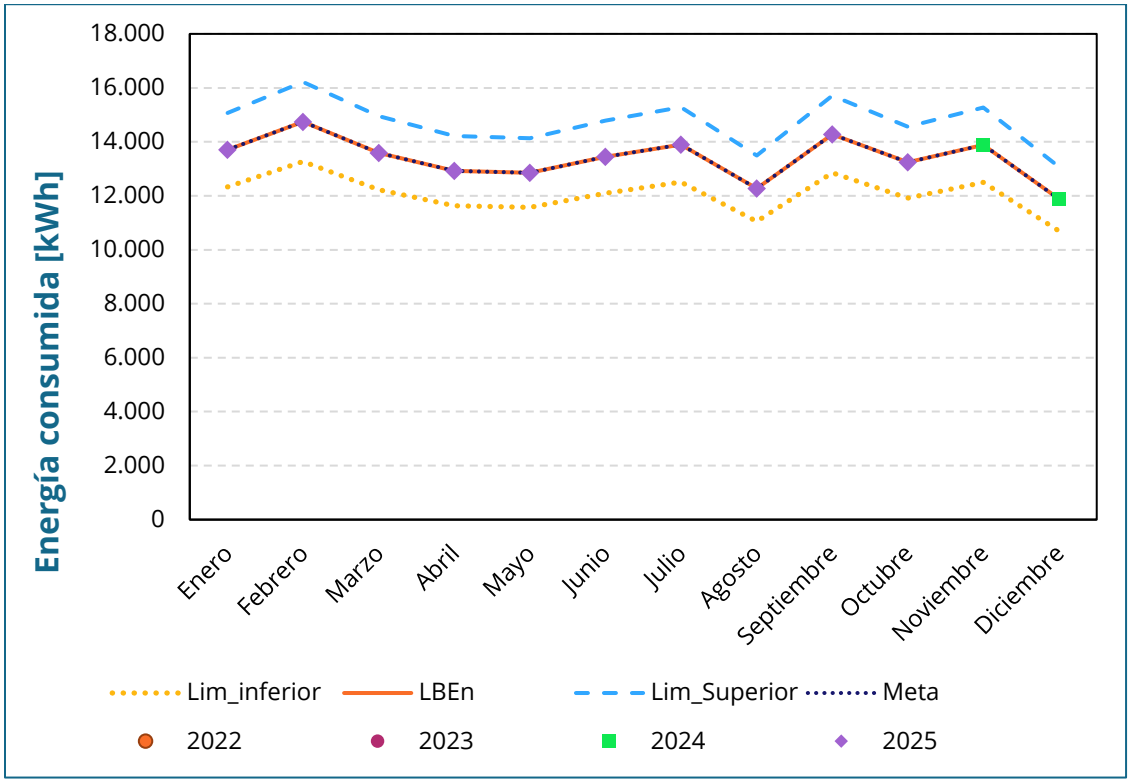
Tabla 26. Registros para construcción de LBEn de la SEM Malaria

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 12.333 | 13.703 | 15.074 | 13.703 |
| Febrero | 13.269 | 14.743 | 16.217 | 14.743 |
| Marzo | 12.228 | 13.587 | 14.946 | 13.587 |
| Abril | 11.628 | 12.920 | 14.212 | 12.920 |
| Mayo | 11.566 | 12.852 | 14.137 | 12.852 |
| Junio | 12.096 | 13.440 | 14.784 | 13.440 |
| Julio | 12.507 | 13.897 | 15.286 | 13.897 |
| Agosto | 11.044 | 12.271 | 13.498 | 12.271 |
| Septiembre | 12.852 | 14.280 | 15.708 | 14.280 |
| Octubre | 11.916 | 13.240 | 14.564 | 13.240 |
| Noviembre | 12.492 | 13.880 | 15.268 | 13.880 |
| Diciembre | 10.695 | 11.884 | 13.072 | 11.884 |
| **Total** | | **160.696** | | **160.696** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 48, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 48. Línea Base Energética (LBEn) de la SEM Malaria




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 27 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 27. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Actividades administrativas y almacenamiento de medicamentos | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 1.432 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Noviembre 2024 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 12 | | | |
| Cantidad datos finales | 12 | | | |
| LBEn | Enero | | 13.703 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 14.743 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 13.587 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 12.920 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 12.852 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 13.440 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 13.897 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 12.271 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 14.280 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 13.240 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 13.880 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 11.884 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Febrero | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Marzo | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Abril | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Mayo | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Junio | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Julio | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Agosto | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Septiembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Octubre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Noviembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Diciembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

Es importante señalar que el ahorro estimado es nulo. Esto se debe a que, para cada mes, solo se dispone de un único mes de datos como referencia. En consecuencia, el valor de energía de la línea base (LBEn) y la meta (definida como el consumo mínimo registrado en un mes dado) son idénticos.

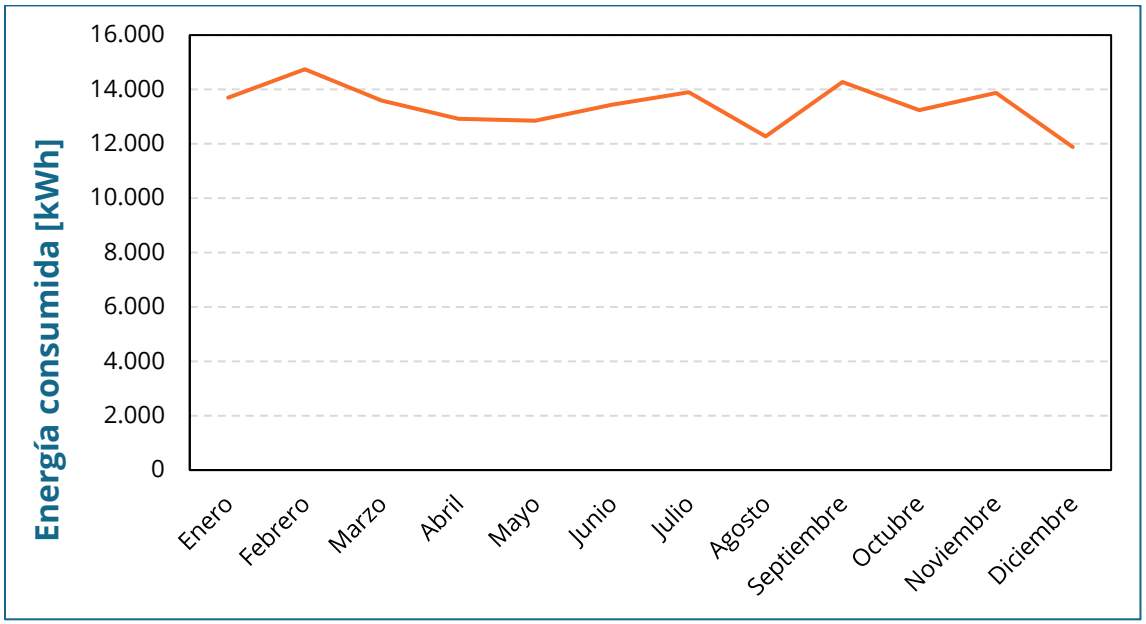
# 7. INDICADORES

Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado de la SEM Malaria con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 49, cuyos valores se disponen en la Tabla 27.

Figura 49. Consumo de energía eléctrica mensual de la SEM Malaria




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por la SEM Malaria en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el

indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 160.696 kWh/año para el SEM malaria.

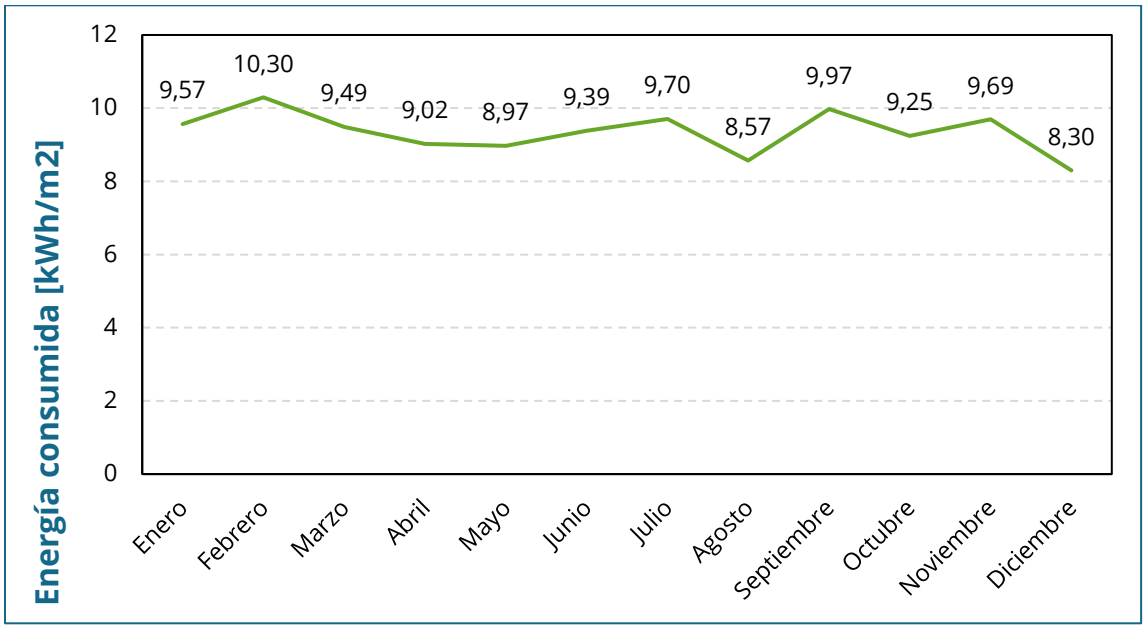
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 50.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n \text{ (kWh/mes)}}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 50. Consumo de energía eléctrica mensual de la SEM Malaria




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica de la SEM Malaria con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 112,22 kWh/año/m² para el SEM Malaria.

$$\text{CEEAS}\ (\text{kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \tag{8}$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico de la SEM Malaria en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \tag{9}$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \tag{10}$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Ítem 7, correspondiente a la Secretaría de Salud Malaria (SEM Malaria), presenta condiciones operativas y de infraestructura que requieren atención prioritaria para mejorar la eficiencia energética, la seguridad eléctrica y la sostenibilidad de sus operaciones:

- El aire acondicionado representa aproximadamente el 85% del consumo total de energía, identificándose como el uso final más significativo y el área con mayor potencial para implementar medidas de ahorro.
- Durante la inspección se identificaron múltiples incumplimientos al RETIE, entre ellos: tuberías PVC sin empotrar, interruptores termomagnéticos utilizados como

interruptores manuales, tapas faltantes en cajas y tomacorrientes, canaletas rotas o ausentes, y multitomas sin rotulación. Además, se evidenció que el tablero principal está expuesto a la intemperie y que la acometida subterránea presenta fisuras, lo que en conjunto representa un riesgo elevado de electrocución, cortocircuito e incendio.

- Las mediciones de iluminancia en áreas críticas como oficinas y áreas administrativas estuvieron por debajo del mínimo de 500 lux exigido por el RETILAP, afectando las condiciones visuales para el trabajo y reflejando ineficiencia en el sistema de alumbrado.
- Se registró un desbalance significativo entre las corrientes de fase, lo que puede afectar la vida útil de los equipos y la eficiencia del sistema eléctrico. Se recomienda realizar un balance de cargas para optimizar el funcionamiento.
- Debido a que solo se contó con un año completo de datos históricos (2025), el potencial de ahorro estimado mediante el modelo de valor absoluto de energía resultó nulo, ya que la LBEn y la meta coinciden. Esto limita la cuantificación del ahorro potencial, pero no invalida la identificación de oportunidades de mejora.
- La edificación presenta un alto grado de deterioro en techos y paredes, y se informó sobre planes de demolición y reconstrucción. Esta situación debe considerarse antes de evaluar cualquier proyecto de mejora energética estructural, como la instalación de sistemas fotovoltaicos.

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 7 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 7 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** ***CORPORACION EMA.***
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

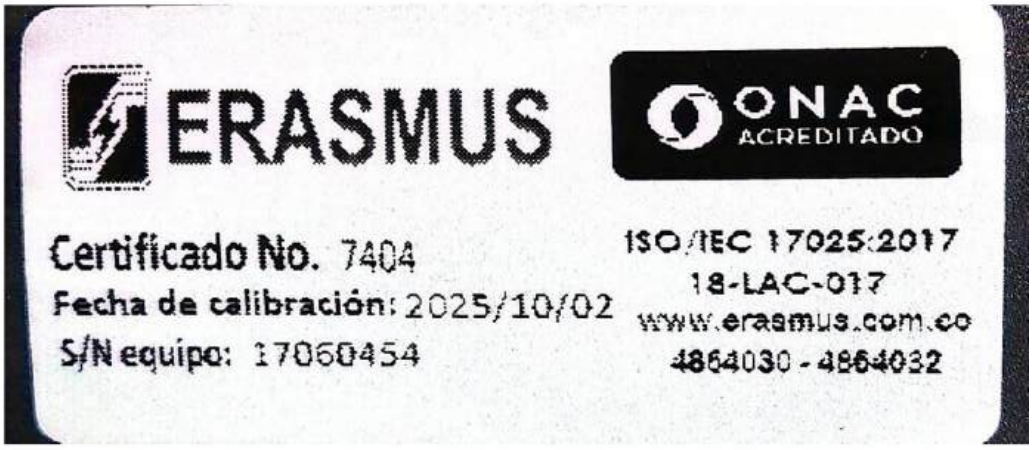
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas.<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad**: Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

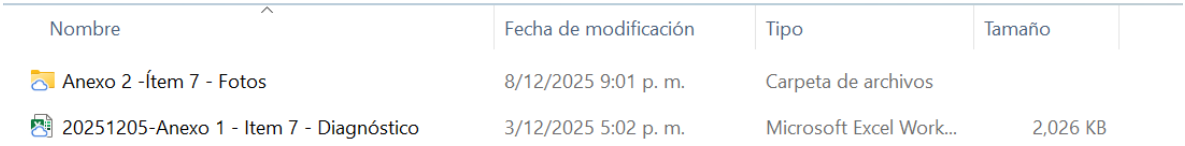
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 7.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2 -Ítem 7 - Fotos | 8/12/2025 9:01 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 7 - Diagnóstico | 3/12/2025 5:02 p. m. | Microsoft Excel Work... | 2,026 KB |



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

# Consorcio

## Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

### Ítem 8 - Coliseo Miguel Happy Lora

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 8
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 9
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 10
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 10
2.2 Áreas útiles ..... 11
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 13
3.1 Generalidades de alimentación ..... 13
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 14
3.3 Inventario ..... 16
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 19
4.1 Temperatura y humedad ..... 19
4.2 Cámara termográfica ..... 20
4.3 Iluminancia ..... 21
4.4 Mediciones eléctricas ..... 22
4.5 Curva de carga ..... 26
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 29
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 30
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 34
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 37
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 43
6.1 Metodología ..... 43
6.2 Resultados ..... 44
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 45
7. INDICADORES ..... 47
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 47
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 47
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 48

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS).....48
7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 49
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....49
Bibliografía .....51
ANEXOS.....52

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Coliseo ....11
Figura 2. Longitudes para cálculo de área del terreno ....11
Figura 3. Longitudes para cálculo de área construída ....12
Figura 4. Conexión física de la red a la edificación ....13
Figura 5. Acometida aérea al interior de la edificación y tablero principal ....13
Figura 6. Desconexión de fase en tablero principal ....14
Figura 7. Barrajes y tornillos oxidados ....15
Figura 8. Almacenamiento inadecuado delementos en la subestación ....16
Figura 9. Equipos de aire acondicionado en el Coliseo Miguel Happy Lora....17
Figura 10. Equipos de iluminación del Coliseo Miguel Happy Lora....18
Figura 11. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663....19
Figura 12. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal....20
Figura 13. Luxómetro digital MPT1014....22
Figura 14. Instalación de equipo Metrel MI 2883....23
Figura 15. Tensiones de tablero principal....23
Figura 16. Corrientes de tablero principal ....24
Figura 17. Energía activa de tablero principal ....24
Figura 18. Potencias de tablero principal....25
Figura 19. Factor de potencia de tablero principal ....25
Figura 20. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas....27
Figura 21. Corrientes de tablero principal ....28
Figura 22. Curva de carga de tablero principal ....28
Figura 23. Registro de datos clave de facturas....29
Figura 24. Consumo histórico de energía activa ....31
Figura 25. Consumo histórico de energía reactiva ....32
Figura 26. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada....33
Figura 27. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo Miguel Happy Lora ....34
Figura 28. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Coliseo Miguel Happy Lora ....35
Figura 29. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del Coliseo Miguel Happy Lora ....36
Figura 30. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del Coliseo Miguel Happy Lora ....37
Figura 31. Costo de factura histórico....37
Figura 32. Gráfico circular de costos de facturación ....38
Figura 33. Costo unitario por kWh de energía ....38

Figura 34. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público .....40
Figura 35. Costo total de energía activa .....42
Figura 36. Línea Base Energética (LBEn) del Coliseo Miguel Happy Lora .....45
Figura 37. Consumo de energía eléctrica mensual del Coliseo Miguel Happy Lora .....47
Figura 38. Consumo de energía eléctrica mensual del Coliseo Miguel Happy Lora .....48

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general del Coliseo Miguel Happy Lora .....9
Tabla 2. Información de actividades del Coliseo Miguel Happy Lora.....9
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación .....10
Tabla 4. Áreas del Coliseo Miguel Happy Lora .....12
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del Coliseo Miguel Happy Lora .....16
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del Coliseo Miguel Happy Lora .....17
Tabla 7. Inventario de iluminación del Coliseo Miguel Happy Lora .....17
Tabla 8. Inventario de refrigeración del Coliseo Miguel Happy Lora .....18
Tabla 9. Inventario de ventilación del Coliseo Miguel Happy Lora.....18
Tabla 10. Inventario de otros equipos del Coliseo Miguel Happy Lora .....19
Tabla 11. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad .....20
Tabla 12. Mediciones de iluminancia .....22
Tabla 13. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia.....26
Tabla 14. Especificaciones de medición con datalogger.....26
Tabla 15. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura.....27
Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía activa .....31
Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva .....32
Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada .....33
Tabla 19. Participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo Miguel Happy Lora .....35
Tabla 20. Participación de consumo de energía por áreas del Coliseo Miguel Happy Lora .....36
Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía activa.....39
Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía reactiva .....39
Tabla 23. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....40
Tabla 24. Costo facturado por energía activa.....41
Tabla 25. Costo facturado por energía reactiva .....41
Tabla 26. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....42
Tabla 27. Registros para construcción de LBEn del Coliseo Miguel Happy Lora.....44
Tabla 28. Reporte UPME para potencial de ahorro energético .....46

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en el Ítem 8, correspondiente al Coliseo Miguel Happy Lora en Montería, Córdoba. El estudio se ejecutó en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026, que establece la obligatoriedad de realizar auditorías energéticas y fijar metas de ahorro de al menos el 15% para el año 2026.

La auditoría comprendió una evaluación integral que incluyó: análisis de las condiciones arquitectónicas y de la envolvente, inspección detallada de las instalaciones eléctricas, mediciones in situ de temperatura, humedad, iluminancia y parámetros eléctricos, obtención de curvas de carga, revisión histórica del consumo y facturación, caracterización de los usos finales de la energía, establecimiento de una Línea Base Energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME, y el cálculo de indicadores clave de desempeño.

Los hallazgos principales determinaron que la iluminación es el principal uso final de energía en el Coliseo, representando aproximadamente el 78% del consumo total diario, seguido por los equipos de aire acondicionado con un 20%. La inspección eléctrica reveló no conformidades con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), como una fase desconectada en el tablero principal, oxidación en los barrajes de puesta a tierra y almacenamiento inadecuado en el cuarto técnico de la subestación. Asimismo, se identificaron niveles de iluminancia por debajo de los mínimos exigidos por el RETILAP en algunas áreas de oficinas.

El análisis de la Línea Base Energética permitió estimar un potencial de ahorro energético anual de 8.325 kWh, equivalente a una reducción del 6,7% respecto al consumo base. Esta estimación indica una oportunidad clara para la implementación de medidas de eficiencia energética. El informe proporciona así la base técnica para priorizar intervenciones que mejoren el desempeño energético, aseguren el cumplimiento normativo y contribuyan al logro de los objetivos de ahorro energético legalmente establecidos.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

# 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 8 corresponde al Coliseo Miguel Happy Lora es un recinto deportivo que alberga eventos de baloncesto, voleibol, boxeo y actividades culturales. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general del Coliseo Miguel Happy Lora

| | |
|---|---|
|  |  |
| **Nombre de la institución** | Coliseo Miguel Happy Lora |
| **Dirección** | Cra 14 #22-129 |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8,7472° Longitud: -75,8814° |
| **Antigüedad [años]** | 49 años |
| **Tipo de tenencia** | En Propiedad |
| **Limitaciones patrimoniales** | No |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades del Coliseo Miguel Happy Lora

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Eventos deportivos: baloncesto, voleibol, boxeo y actividades culturales |
| **Días de operación** | Lunes a Domingo |
| **Horarios de operación** | 07:00 am a 10:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | Sin información |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloque, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Coliseo (ver Figura 1)

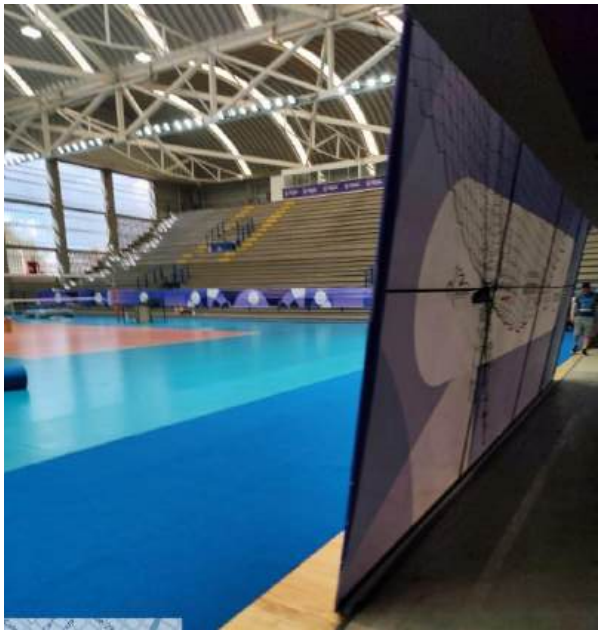
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación




| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Suroriente |
| **Número de edificios o bloques** | 1 |
| **Número de pisos** | 2 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,5 (oficinas) |
| **Área construida aproximada [m²]** | 4.366 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 0° |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo de concreto |
| | Color de muros: blanco |
| | Estado de las paredes: buenas |
| | Tipo de aislamiento: Arboles alrededor en fachas principal |
| **Ventanas** | Material del marco: metal |
| | Tipo de vidrio: sin vidrio |
| | Estado: buenas |
| **Techo** | Material: Metal |
| | Color: blanco |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Coliseo



Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Áreas útiles

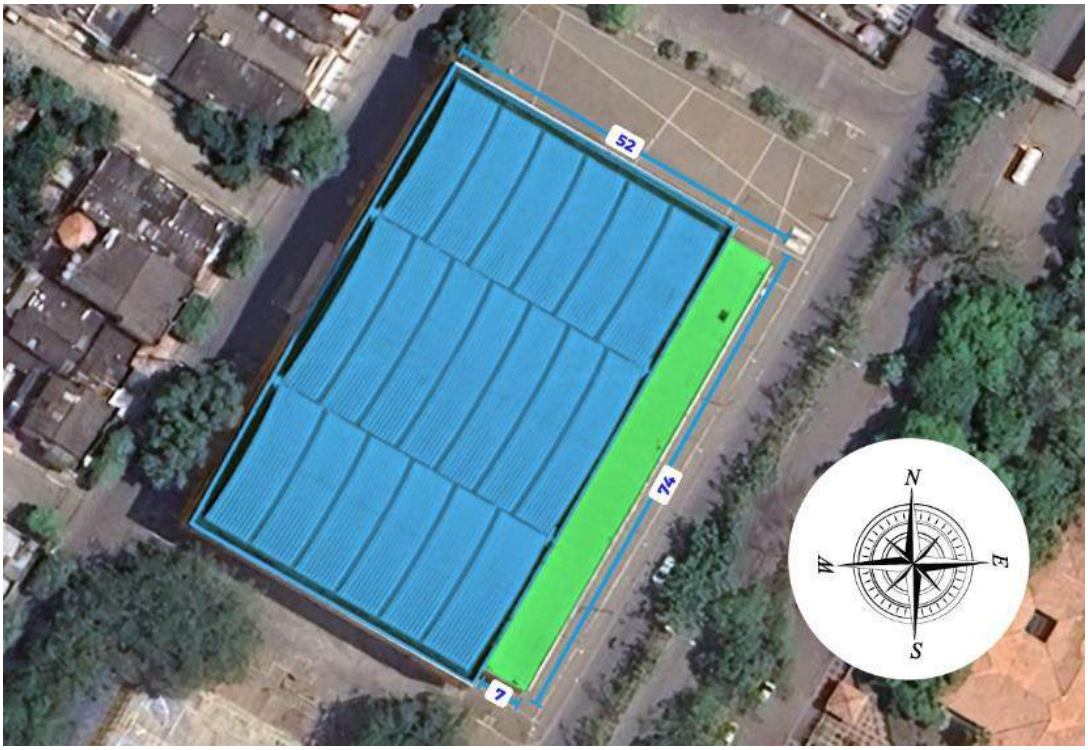
El área total del terreno del Coliseo es de aproximadamente 3.848 $m^2$ (ver Figura 2), mientras que la superficie construida, asciende a los 4.366 $m^2$ (ver Figura 3). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que el Coliseo Miguel Happy Lora no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 2. Longitudes para cálculo de área del terreno




Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Longitudes para cálculo de área construída




Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas del Coliseo Miguel Happy Lora

| Área | Área total [m²] | Fuente | Área | Área total [m²] | Fuente |
|---|---|---|---|---|---|
| Auditorio | 65,625 | Estimación | Oficina Área jurídica | 26 | Estimación |
| Baños Salón Judo | 16 | Estimación | Oficina Comunicaciones | 28 | Estimación |
| Camerino 1 | 60 | Estimación | Oficina control interno planeación | 20 | Estimación |
| Camerino 2 | 60 | Estimación | oficina fomento deportivo | 25 | Estimación |
| Cancha coliseo | 1.764 | Estimación | Salón Judo | 90,56 | Estimación |
| Entrada Coliseo zonas comunes | 336 | Estimación | Zonas comunes fondo | 330,88 | Estimación |
| Oficina alto rendimiento | 27,73 | Estimación | Zonas comunes pasillo oficinas | 168 | Estimación |
| Oficina área contable y financiera | 26 | Estimación | Oficina Área jurídica | 26 | Estimación |

Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

El Coliseo Miguel Happy Lora se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13,2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo semibandera (ver Figura 4), donde la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador de 112,5 kVA propiedad del operador, desde donde la distribución continúa en configuración subterránea hasta la edificación principal (ver Figura 5).

Figura 4. Conexión física de la red a la edificación




Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Acometida aérea al interior de la edificación y tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Durante la revisión del tablero principal se identificó una fase (cable amarillo sostenido precariamente con un guante en la Figura 6) que se encontraba desconectada, lo que interrumpe el suministro eléctrico de todos los circuitos ramales dependientes de esta fase; se recomienda de manera prioritaria la reconexión segura por personal calificado para normalizar el servicio y garantizar condiciones seguras de operación, previniendo posibles daños en equipos y riesgos asociados al desbalance del sistema eléctrico.

Figura 6. Desconexión de fase en tablero principal



Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones de las instituciones, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

### Coliseo Miguel Happy Lora

*Tornillos oxidados*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Para el conductor del electrodo de puesta a tierra o conductor a tierra, además del cobre, se pueden utilizar otros materiales conductores o aleación de ellos, siempre que se garantice su protección contra la corrosión durante la vida útil de la puesta a tierra y la resistencia del

conductor no comprometa la efectividad de la puesta a tierra." (Título 12. Sistema de puesta a tierra / Artículo 3.12.2. Componentes de los sistemas de puesta a tierra / 3.12.2.2. Conductor del Electrodo de Puesta a Tierra o Conductor a Tierra)

"Ensayo de torque." (Artículo 2.3.16. Elementos de conexión (conectores, terminales, empalmes y bornes para conductores eléctricos / 2.3.16.2. Ensayos mínimos requeridos / 2.3.16.2.1. Elementos de conexión no aislados para uso en redes / literal b)

**Implicación:** Se evidenció un avanzado estado de oxidación en los tornillos del barraje de sistema de puesta a tierra. La oxidación en los componentes del sistema de puesta a tierra y el incumplimiento del torque mínimo comprometen la continuidad eléctrica y la integridad mecánica de las conexiones, afectando gravemente la funcionalidad del sistema. Esta condición representa un riesgo para la seguridad eléctrica de las personas y puede impedir la correcta derivación de fallas a tierra.

Figura 7. Barrajes y tornillos oxidados




Fuente: Elaboración propia

*Almacenamiento inadecuado de elementos en cuarto técnico de la subestación*

**Requisito normativo (RETIE):** "El espacio de trabajo y las salidas de las puertas de cuartos eléctricos y bóvedas debe permanecer libre de otros equipos y obstáculos." (Título 4. Espacios para montaje de equipos y distancias mínimas de seguridad, para operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica / literal h).

**Implicación:** Se evidenciaron varios elementos almacenados en el piso del cuarto técnico de la subestación que no corresponden a componentes eléctricos, tales como botas, conos de señalización, elementos metálicos. La presencia de equipos y objetos no eléctricos dentro del cuarto técnico de la subestación representa un riesgo para la seguridad operativa y del personal. Estos elementos pueden obstruir los accesos a equipos eléctricos, dificultar las labores de mantenimiento y operación, generar acumulación de polvo o humedad, e incluso representar

un peligro en situaciones de emergencia al impedir una evacuación rápida o una intervención oportuna.

Figura 8. Almacenamiento inadecuado de elementos en la subestación




Fuente: Elaboración propia

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 9).

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del Coliseo Miguel Happy Lora

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Minisplit | 12.000 | 4.800 | 6 |
| Minisplit | 18.000 | 5.400 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Equipos de aire acondicionado en el Coliseo Miguel Happy Lora



Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6.

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del Coliseo Miguel Happy Lora

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Fotocopiadora | 600 | 2 |
| Impresora | 100 | 1 |
| Impresora fotocopiadora | 300 | 1 |
| Impresora pequeña | 100 | 3 |
| Portátil | 150 | 11 |
| Sistema de cámaras | 100 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

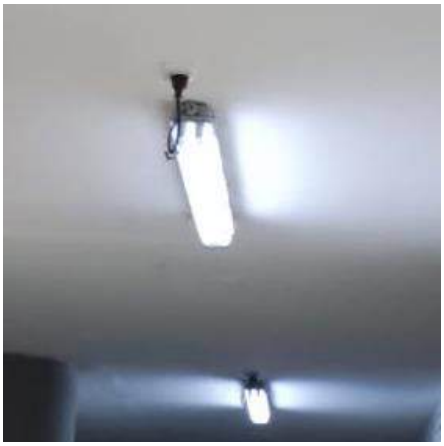
Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 10).

Tabla 7. Inventario de iluminación del Coliseo Miguel Happy Lora

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Reflectores centrales | 1.000 | 12 |
| Reflectores led | 200 | 20 |
| Reflectores metal Halide | 400 | 60 |
| Tubo led 18 W | 115 | 53 |
| Tubo LFC 18 W | 18 | 4 |
| Tubo LFC 32 W | 242 | 138 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Equipos de iluminación del Coliseo Miguel Happy Lora



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 8.

Tabla 8. Inventario de refrigeración del Coliseo Miguel Happy Lora

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Dispensador de agua | 240 | 2 |
| Nevera | 70 | 1 |
| Nevera pequeña | 80 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Los equipos de ventilación se sintetizan en la Tabla 9.

Tabla 9. Inventario de ventilación del Coliseo Miguel Happy Lora

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Ventilador pedestal | 230 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Los equipos de otros equipos se sintetizan en la Tabla 10.

Tabla 10. Inventario de otros equipos del Coliseo Miguel Happy Lora

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Cafetera | 500 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

# 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Figura 11. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663




Fuente: Elaboración propia

Para verificar estas dos variables en el Coliseo Miguel Happy Lora en el cuarto eléctrico, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 11). Donde se registraron tres mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 11.

Tabla 11. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 2:20 pm | 29 | 81% |
| 2 | 2:26 am | 30 | 78% |
| 3 | 3:00 am | 30 | 76% |

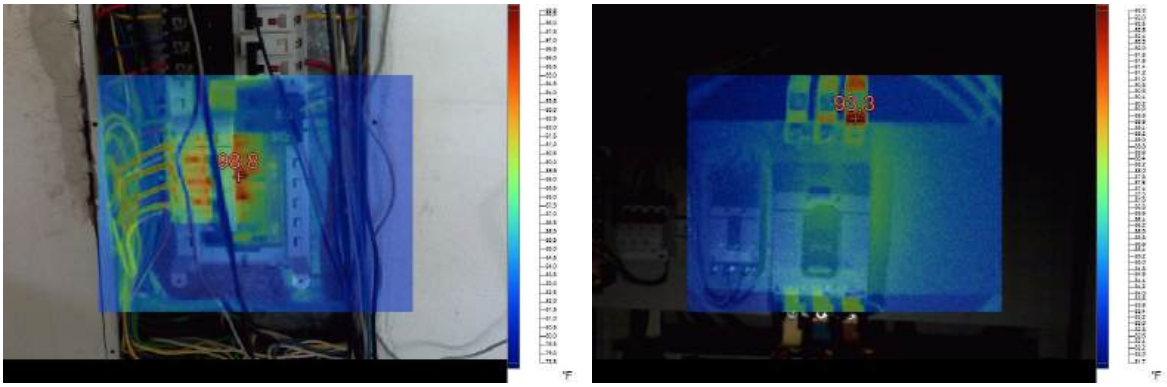
Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Cámara termográfica

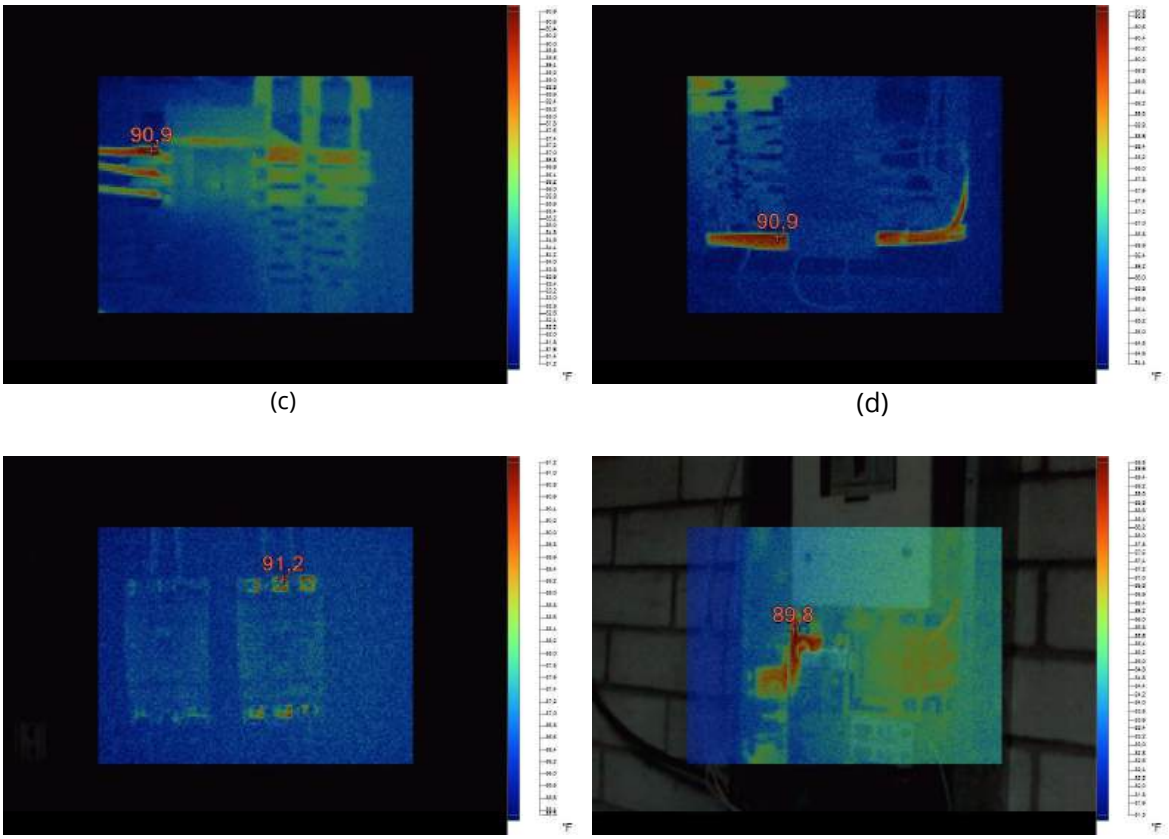
Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en el tablero eléctrico principal, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 12. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 30 °C (según la Tabla 11), se obtiene un diferencial máximo de 7°C, correspondiente a la Figura 12(a) con 37°C (98,8 °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (1 °C a 10 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “posible deficiencia”. Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar seguimiento periódico para detectar cualquier tendencia al sobrecalentamiento.

Figura 12. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal




(a) (b)




(c) (d)

(e) (f)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones del Coliseo Miguel Happy Lora, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios que, de manera visual, presentaban niveles bajos de iluminación. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 12.

Tabla 12. Mediciones de iluminancia

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Cuarto eléctrico (0 m sobre el pis) | 2 | 17 | 15 | Cumple |
| Escritorios piso 2 (0,8 m sobre el piso) | 4 | 432 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2 y la Tabla 3.2.4.5. a del RETILAP, donde los cuartos eléctricos deben contar con una iluminancia mínima de 15 lux (lx). Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Figura 13. Luxómetro digital MPT1014




Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Mediciones eléctricas

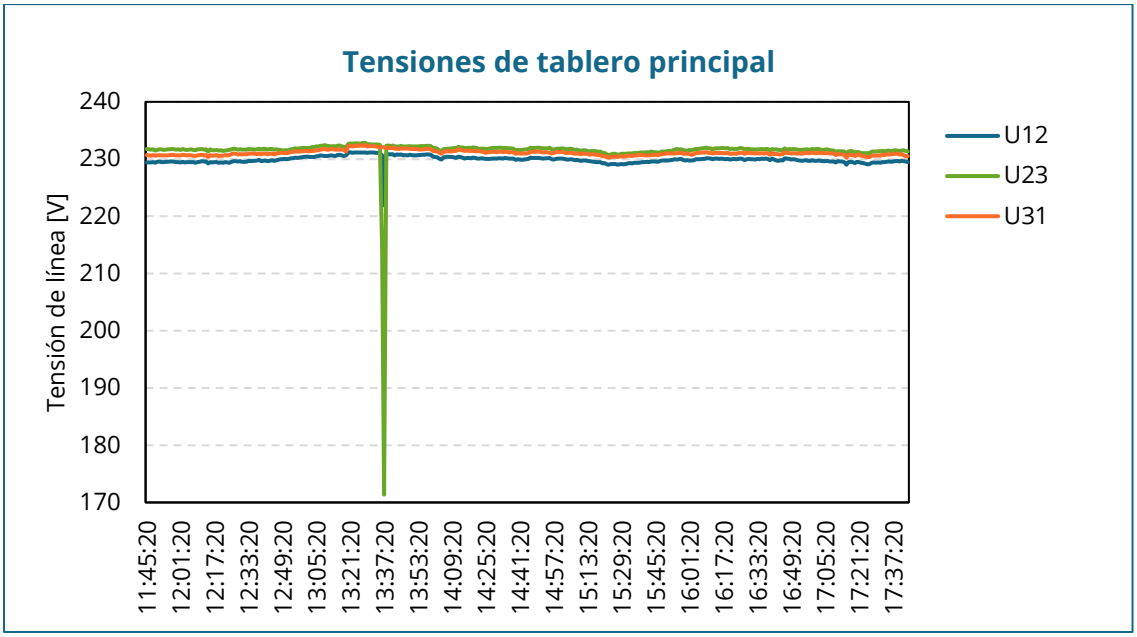
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal del Coliseo Miguel Happy Lora y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 14. Instalación de equipo Metrel MI 2883



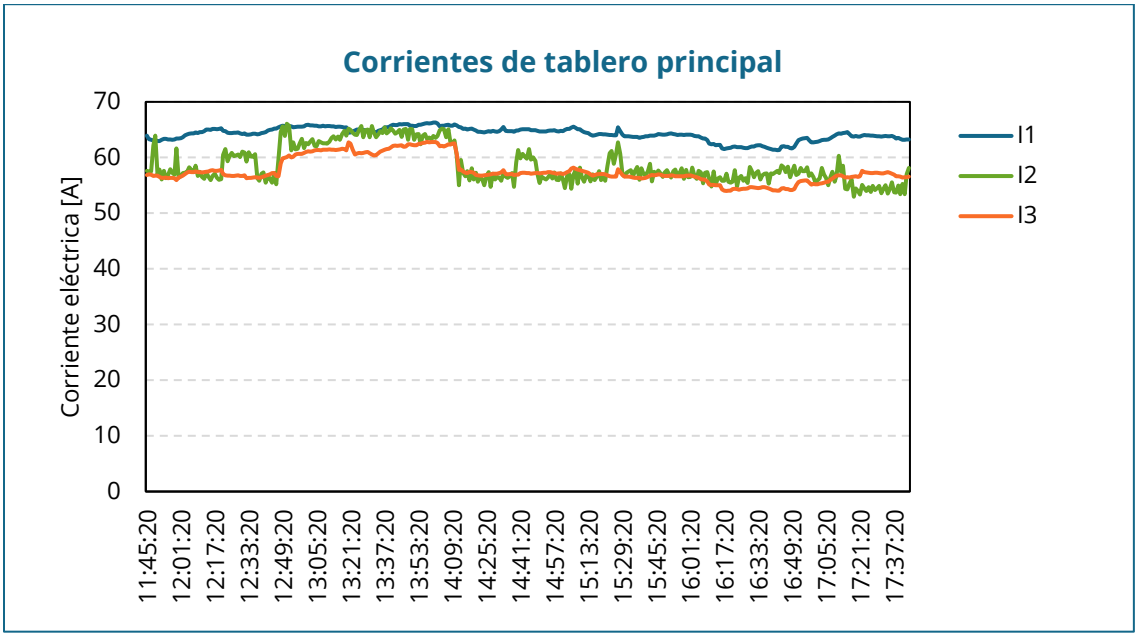
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Tensiones de tablero principal



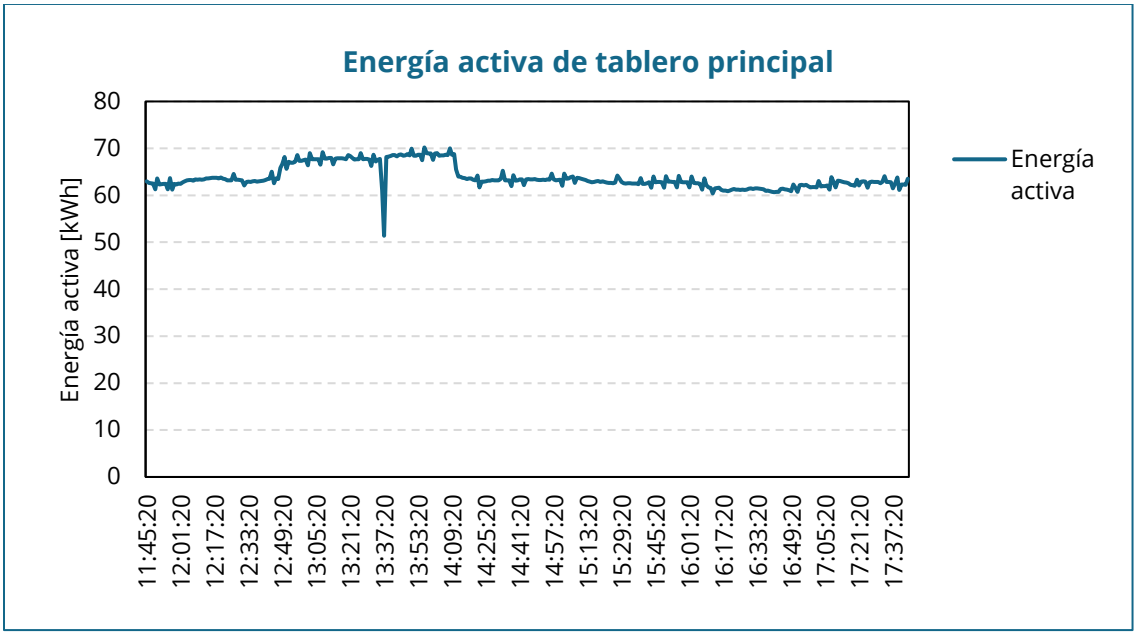

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Corrientes de tablero principal



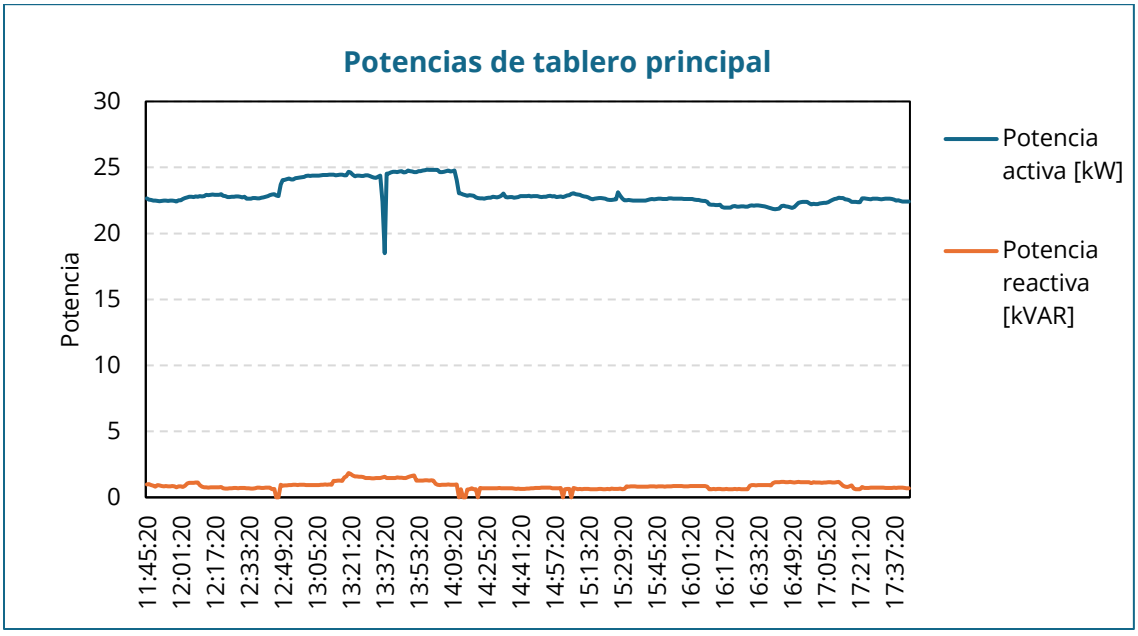

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Energía activa de tablero principal



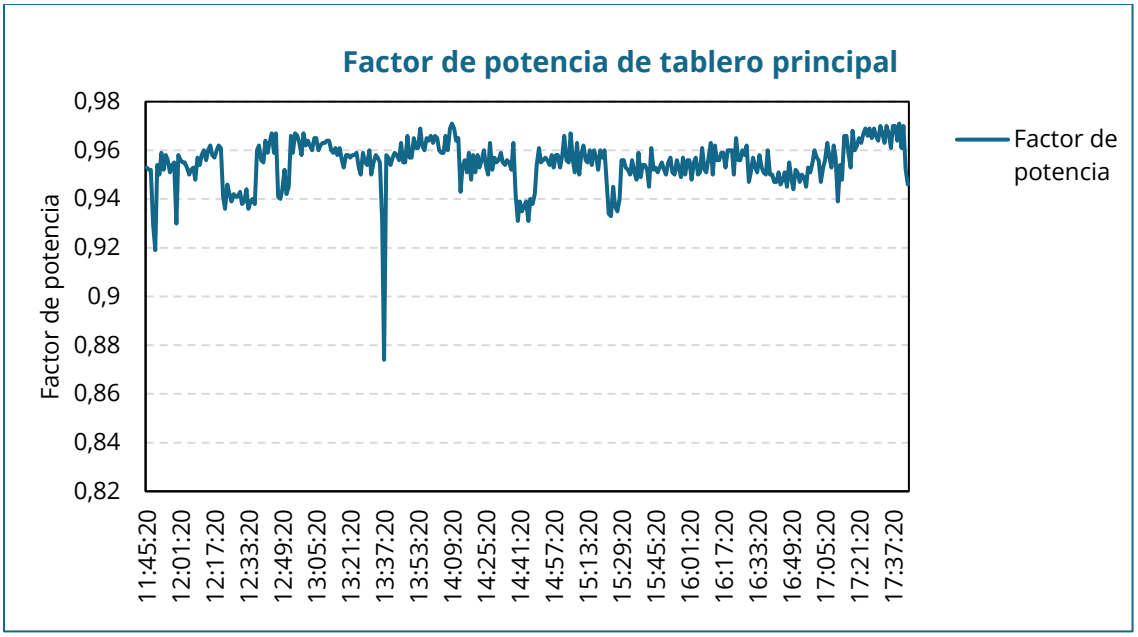

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Potencias de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Factor de potencia de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia que los niveles de tensión registrados (Figura 15) superan los límites establecidos por la normativa colombiana (187 V - 228 V), lo que puede afectar la operación adecuada de los equipos conectados. Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

## 4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa del Coliseo Miguel Happy Lora. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla *13* se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 13. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 229,91 | 0,28% |
| U23 | 231,51 | 1,44% |
| U31 | 231,08 | 0,19% |
| Factor de potencia | 0,955 | 0,99% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 14.

Tabla 14. Especificaciones de medición con datalogger

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 14 de noviembre de 2025 |
| **Feche final** | 15 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,26 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas




Fuente: Elaboración propia

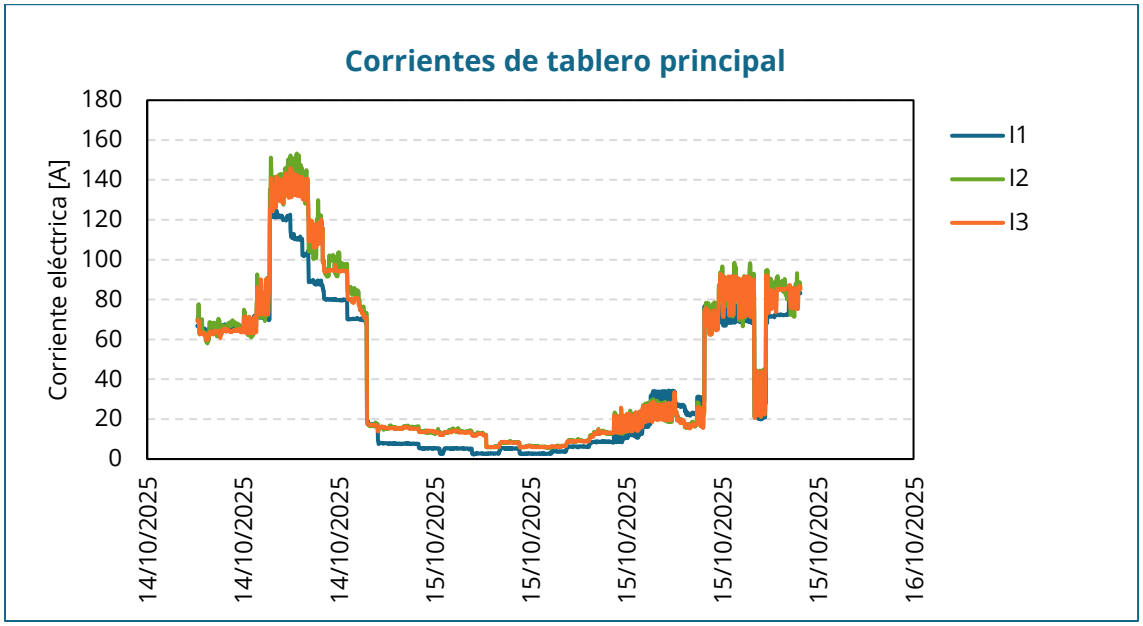
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 21 y la Figura 22. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 15.

Tabla 15. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 506 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 12.061 |
| **Energía facturada [kWh]** | 13.760 |
| **Diferencia relativa [%]** | 12,3% |

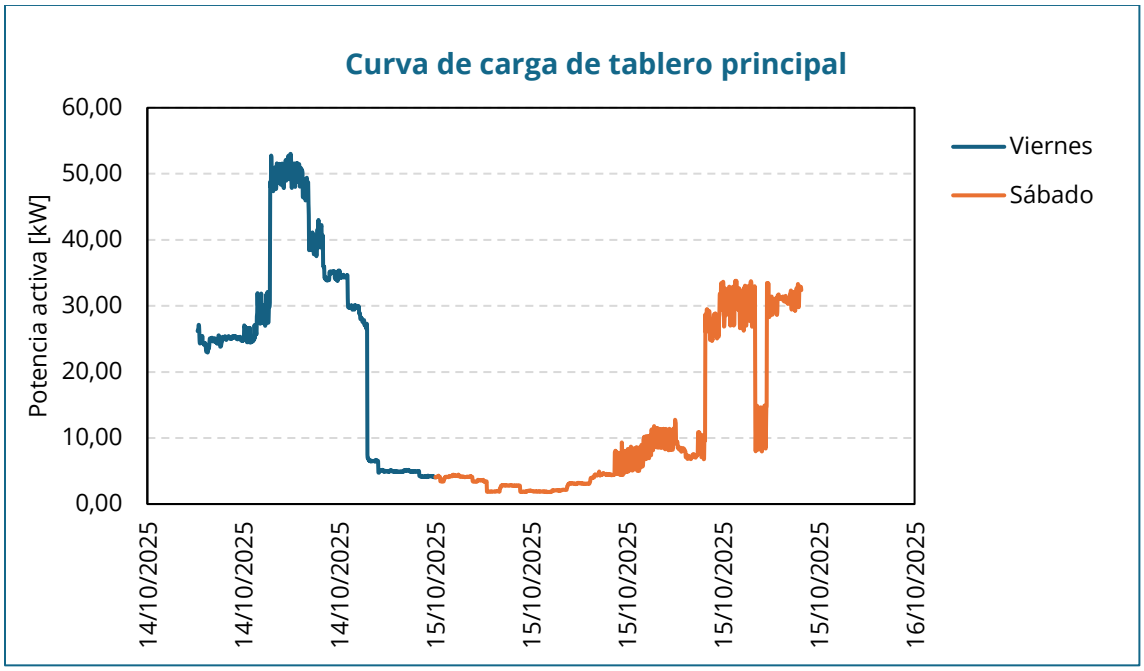
Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Corrientes de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Curva de carga de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

# 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura *23*).

Figura 23. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.
  -**Contribución (Cargo por Uso Comercial):** De acuerdo con la (Ley 142, 1994), a las instalaciones catalogadas como "comerciales" se les aplica un recargo del 20% sobre el costo total de la energía (activa y reactiva), antes de intereses u otros recargos. En el análisis presente, este valor ya se encuentra incluido en los costos unitarios y totales. En este caso particular aplica para la cuenta NIC: 5875064 del Coliseo Miguel Happy Lora.

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana:** Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Coliseo Miguel Happy Lora - NIC: 4553726 - Medidor: 13463286*

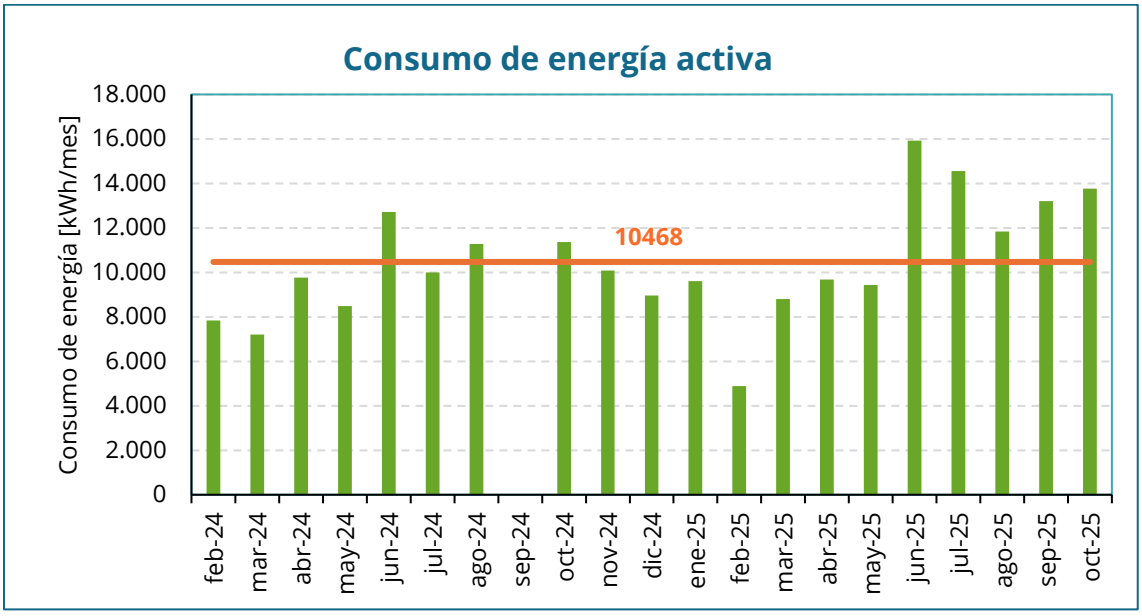
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 16, con el cual se construyó la Figura 24. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | 9.600 |
| Febrero | Sin información | Sin información | 7.840 | 4.880 |
| Marzo | Sin información | Sin información | 7.200 | 8.800 |
| Abril | Sin información | Sin información | 9.760 | 9.680 |
| Mayo | Sin información | Sin información | 8.480 | 9.440 |
| Junio | Sin información | Sin información | 12.720 | 15.920 |
| Julio | Sin información | Sin información | 10.000 | 14.560 |
| Agosto | Sin información | Sin información | 11.280 | 11.840 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 13.200 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 11.360 | 13.760 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | 10.080 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | 8.960 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 24. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

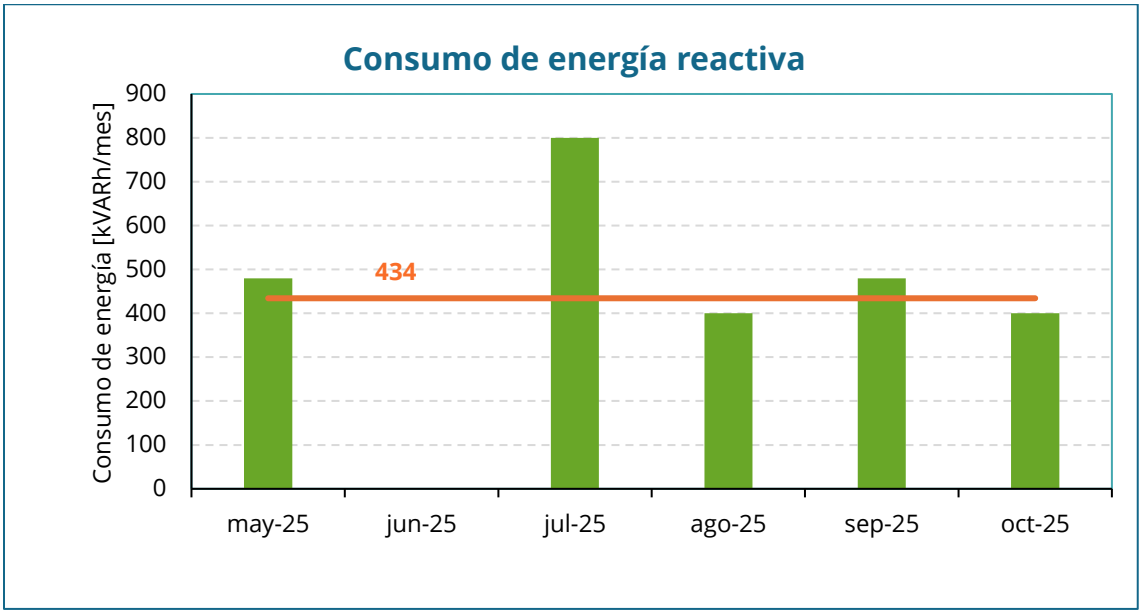
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 17, con el cual se construyó la Figura 25. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 480 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 800 |
| Agosto | Sin información | Sin información | 480 | 400 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 480 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 400 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 25. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

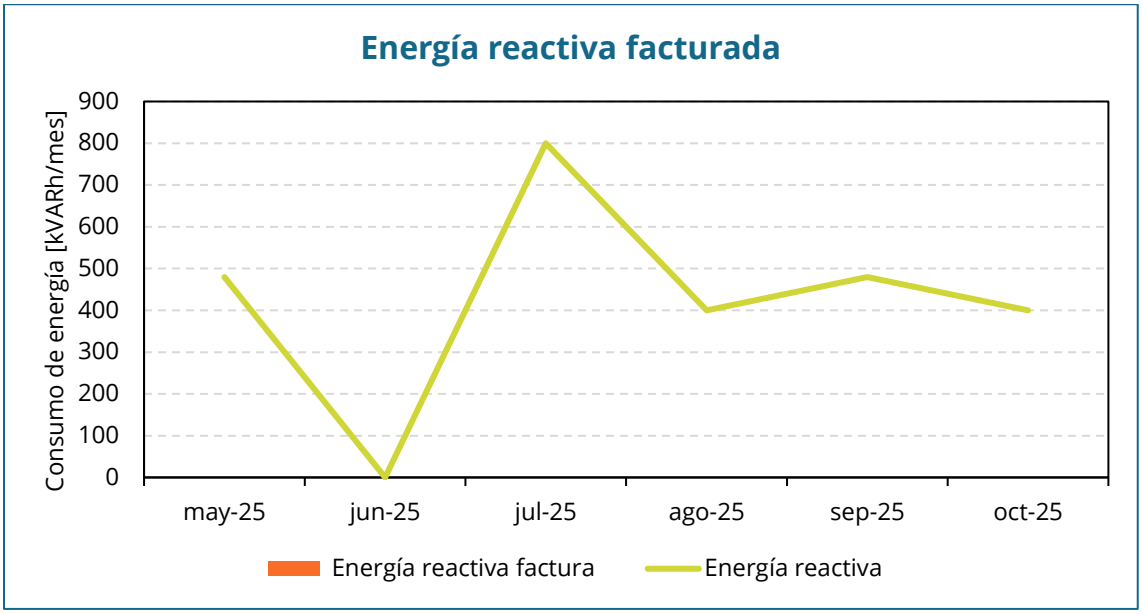
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 18, con el cual se construyó la Figura 26. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Agosto | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | 0 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 26. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

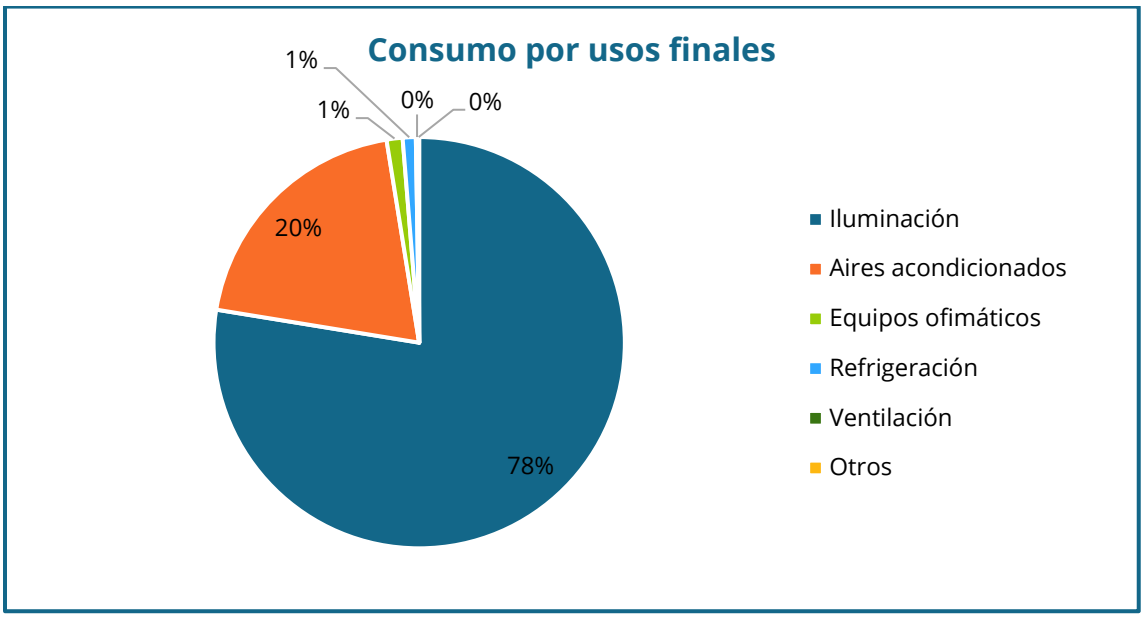
## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 3,8% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla *16*), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 19, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 27 y el diagrama de Pareto en la Figura 28.

Figura 27. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo Miguel Happy Lora



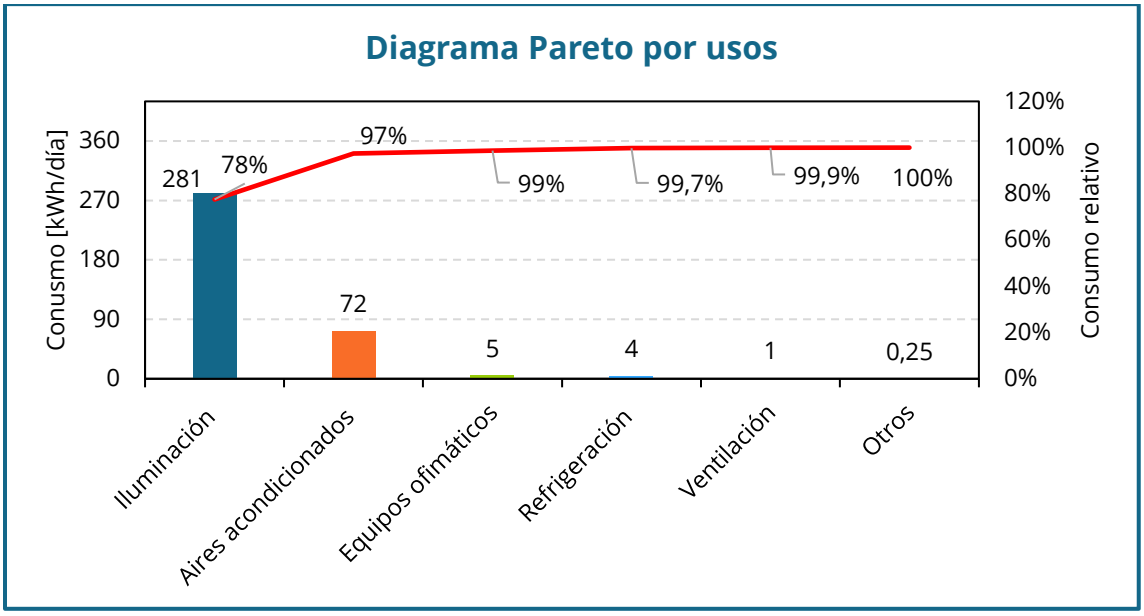

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo Miguel Happy Lora

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Iluminación | 280,88 | 78% |
| Aires acondicionados | 72 | 20% |
| Equipos ofimáticos | 4,55 | 1% |
| Refrigeración | 3,72 | 1% |
| Ventilación | 0,69 | 0,2% |
| Otros | 0,25 | 0,1% |
| **Total** | **362** | **100%** |

Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Coliseo Miguel Happy Lora




Fuente: Elaboración propia

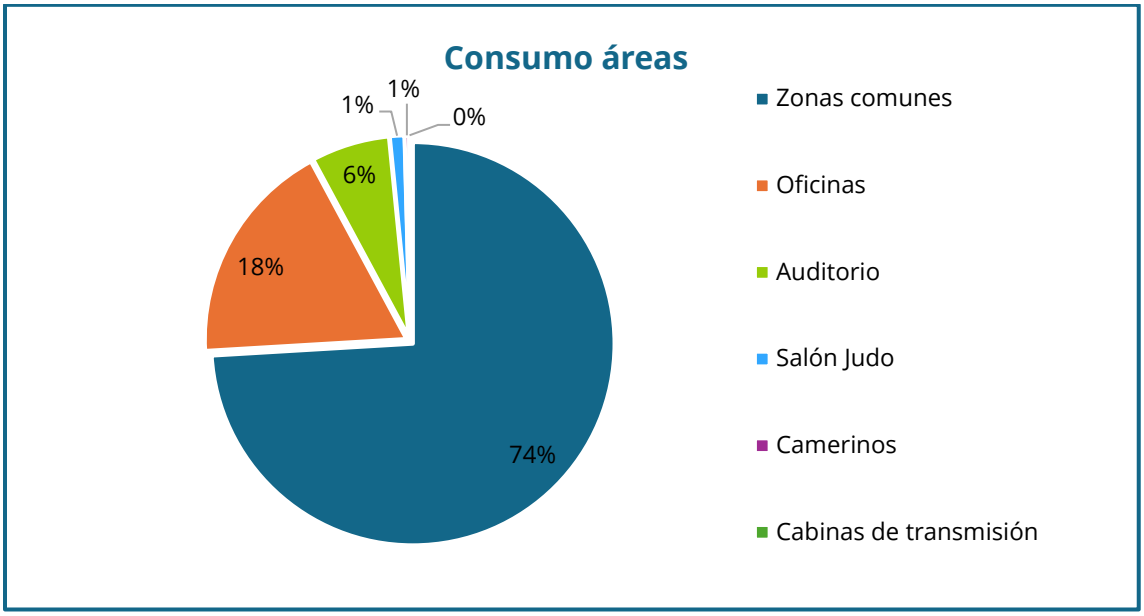
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 20, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 29 y el diagrama de Pareto en la Figura 30.

Tabla 20. Participación de consumo de energía por áreas del Coliseo Miguel Happy Lora

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Zonas comunes | 268,16 | 74% |
| Oficinas | 65,476 | 18% |
| Auditorio | 22,74 | 6% |
| Salón Judo | 4,21 | 1% |
| Camerinos | 1,28 | 0,4% |
| Cabinas de transmisión | 0,224 | 0,1% |
| **Total** | **362** | **100%** |

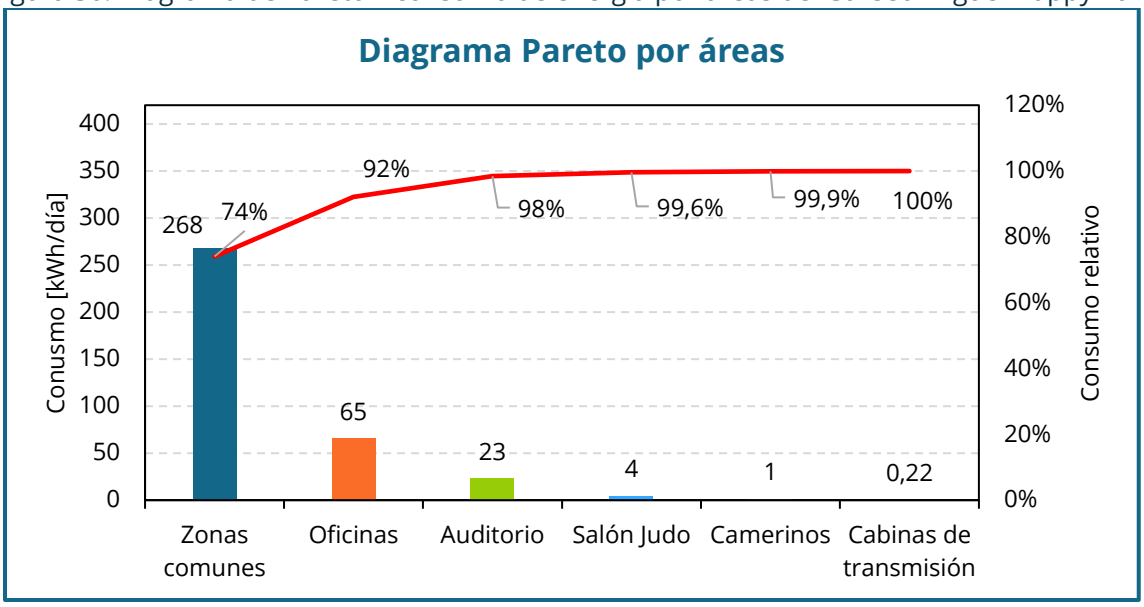
Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del Coliseo Miguel Happy Lora




Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del Coliseo Miguel Happy Lora



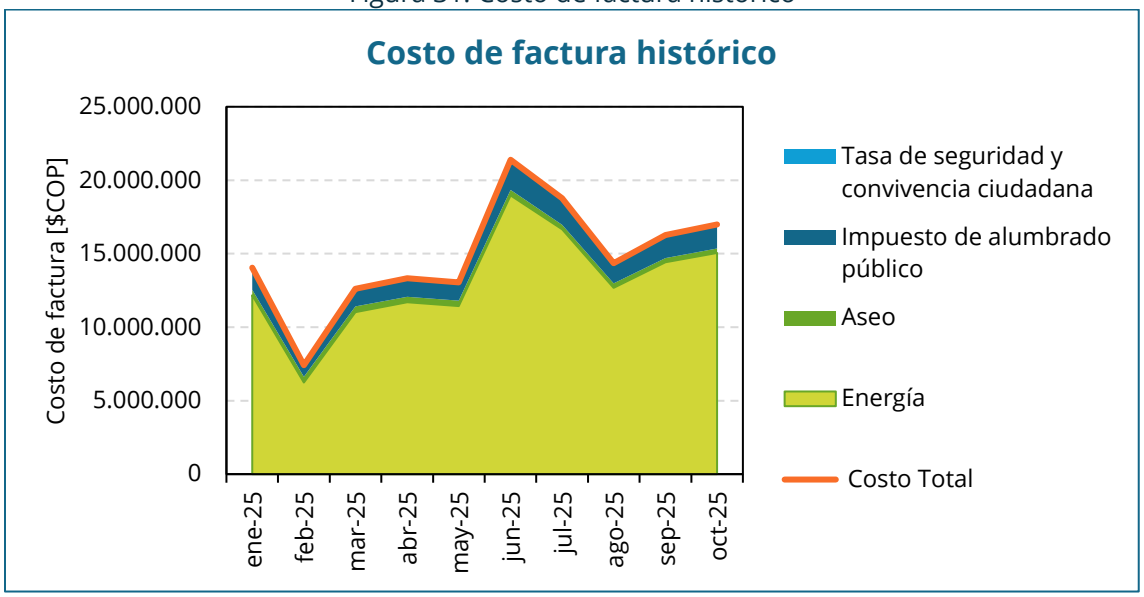

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Coliseo Miguel Happy Lora - NIC: 4553726 - Medidor: 13463286*

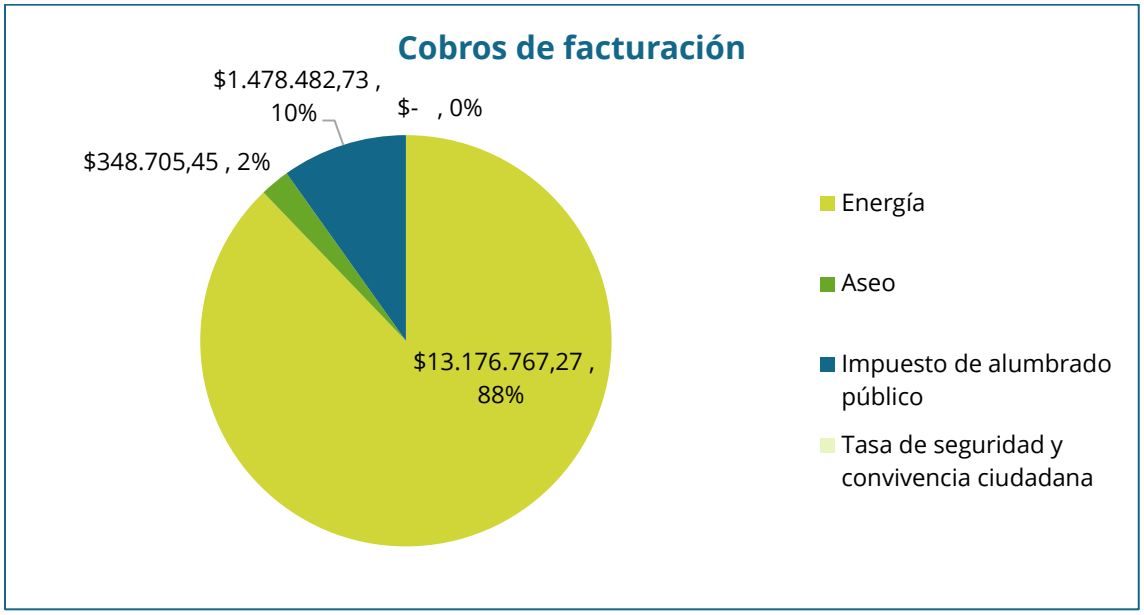
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 31 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 32.

Figura 31. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

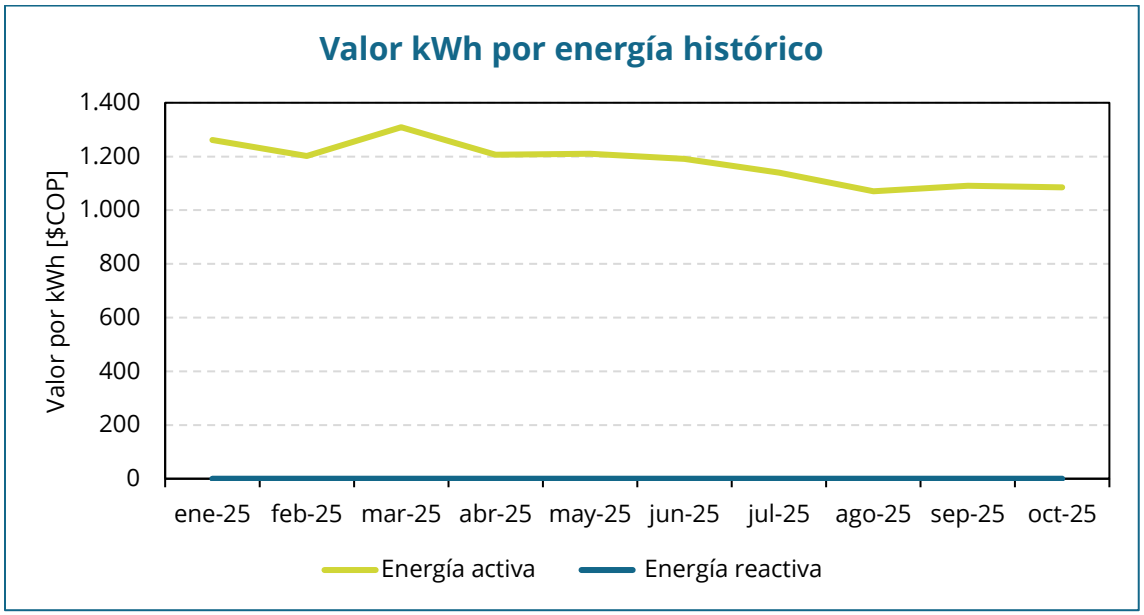
Figura 32. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 33 (ver registros en la Tabla 21 y la Tabla 22).

Figura 33. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | 1.262 |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 1.202 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.309 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 1.207 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.210 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.191 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.140 |
| Agosto | Sin información | Sin información | 1.294 | 1.070 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.091 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.085 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Agosto | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

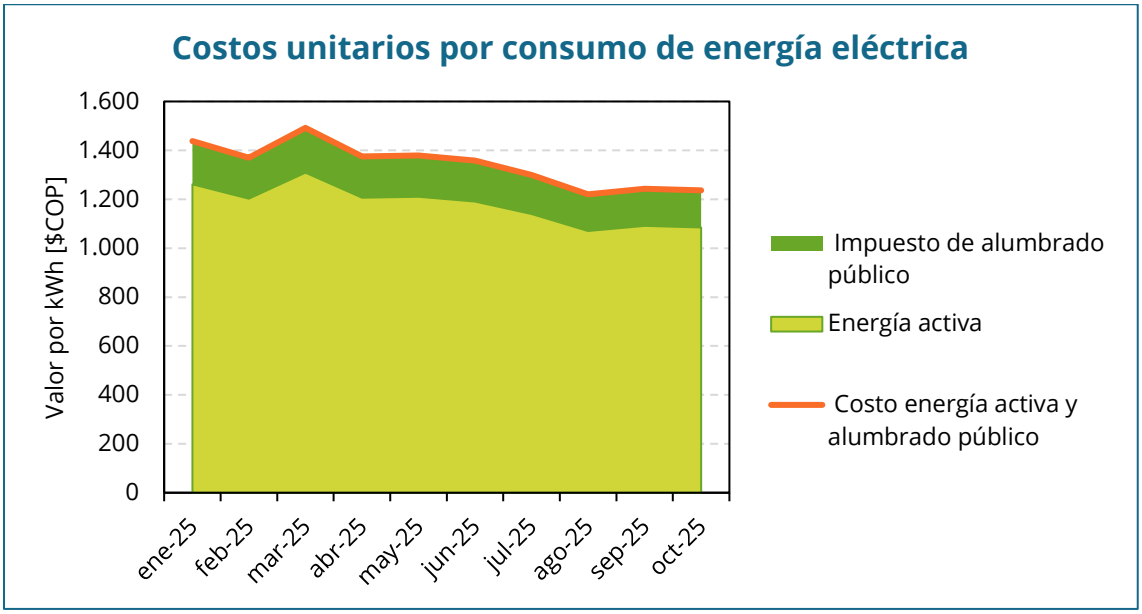
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 34 (ver registros en la Tabla 23). El promedio de este valor es de $1.353,62 COP.

Tabla 23. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | 1.438 |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 1.370 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.492 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 1.376 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.380 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.358 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.300 |
| Agosto | Sin información | Sin información | 1.475 | 1.220 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.244 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.236 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 34. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 35. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 24, la Tabla 25 y la Tabla 26, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 24. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | 12.112.128 |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 5.866.345 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 10.821.888 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 11.681.049 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 11.424.760 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 18.965.814 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 16.603.350 |
| Agosto | Sin información | Sin información | 14.595.192 | 12.673.773 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 14.399.484 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 14.924.371 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 25. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Agosto | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

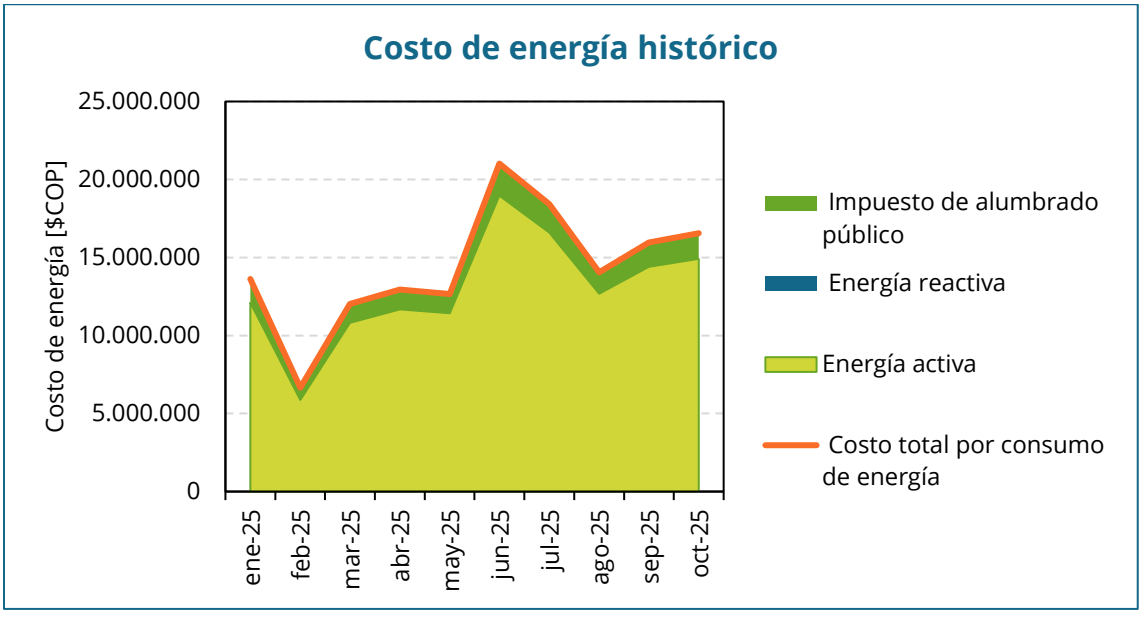
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 26. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | 13.626.148 |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 6.656.995 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 12.019.738 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 12.949.099 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 12.665.670 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 21.020.454 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 18.412.420 |
| Agosto | Sin información | Sin información | 16.419.592 | 14.046.773 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 15.959.554 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 16.555.021 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 35. Costo total de energía activa




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \qquad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \qquad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \qquad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *16*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 27).

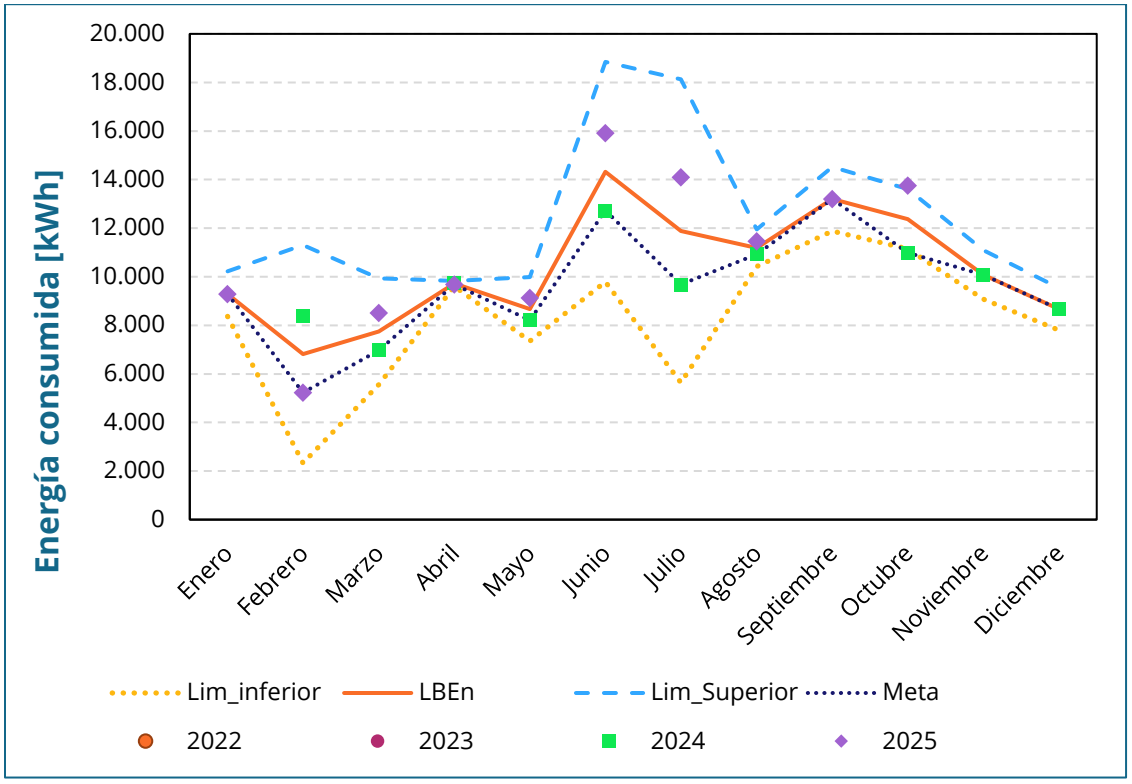
Tabla 27. Registros para construcción de LBEn del Coliseo Miguel Happy Lora

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 8.361 | 9.290 | 10.219 | 9.290 |
| Febrero | 2.329 | 6.814 | 11.299 | 5.229 |
| Marzo | 5.552 | 7.742 | 9.932 | 6.968 |
| Abril | 9.607 | 9.720 | 9.833 | 9.680 |
| Mayo | 7.357 | 8.671 | 9.985 | 8.206 |
| Junio | 9.795 | 14.320 | 18.845 | 12.720 |
| Julio | 5.643 | 11.884 | 18.125 | 9.677 |
| Agosto | 10.421 | 11.187 | 11.954 | 10.916 |
| Septiembre | 11.880 | 13.200 | 14.520 | 13.200 |
| Octubre | 11.139 | 12.377 | 13.614 | 10.994 |
| Noviembre | 9.072 | 10.080 | 11.088 | 10.080 |
| Diciembre | 7.804 | 8.671 | 9.538 | 8.671 |
| **Total** | | **123.956** | | **115.631** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 36, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 36. Línea Base Energética (LBEn) del Coliseo Miguel Happy Lora




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 28 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 28. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Eventos deportivos: baloncesto, voleibol, boxeo y actividades culturales | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 3.848 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Febrero 2024 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 20 | | | |
| Cantidad datos finales | 20 | | | |
| LBEn | Enero | | 9.290 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 6.814 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 7.742 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 9.720 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 8.671 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 14.320 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 11.884 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 11.187 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 13.200 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 12.377 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 10.080 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 8.671 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Febrero | 1.586 | 23,3% | En kWh y % |
| | Marzo | 774 | 10,0% | En kWh y % |
| | Abril | 40 | 0,4% | En kWh y % |
| | Mayo | 465 | 5,4% | En kWh y % |
| | Junio | 1.600 | 11,2% | En kWh y % |
| | Julio | 2.206 | 18,6% | En kWh y % |
| | Agosto | 271 | 2,4% | En kWh y % |
| | Septiembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Octubre | 1.383 | 11,2% | En kWh y % |
| | Noviembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Diciembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

Es importante señalar que el ahorro estimado de algunos meses es nulo. Esto se debe a que, para cada mes, solo se dispone de un único mes de datos como referencia. En consecuencia, el valor de energía de la línea base (LBEn) y la meta (definida como el consumo mínimo registrado en un mes dado) son idénticos.

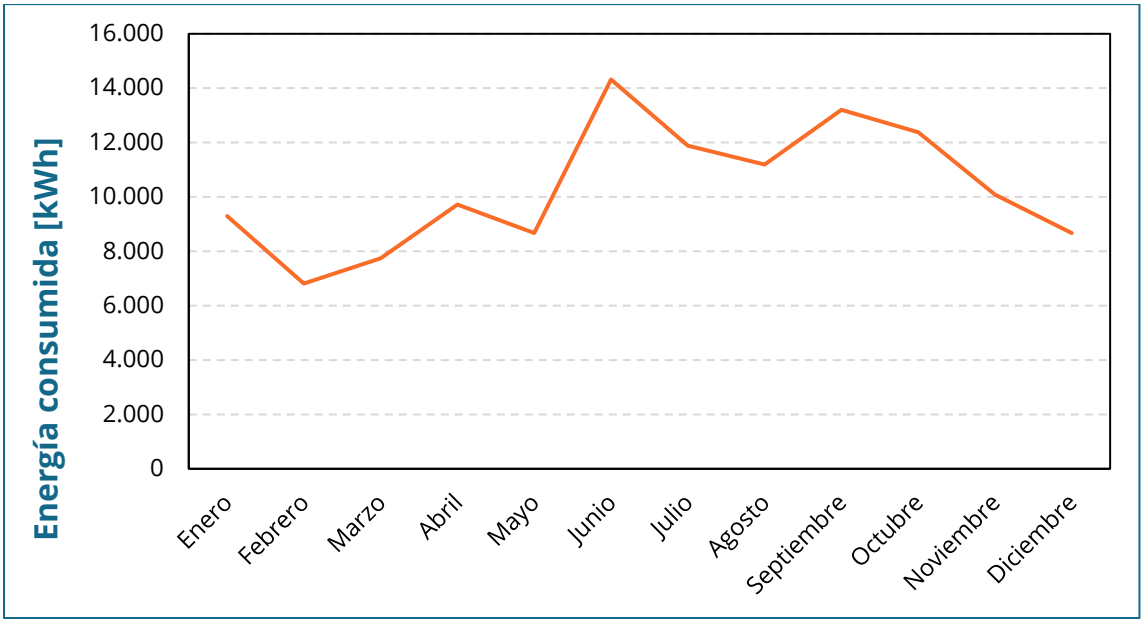
# 7. INDICADORES

Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado del Coliseo Miguel Happy Lora con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 37, cuyos valores se disponen en la Tabla 28.

Figura 37. Consumo de energía eléctrica mensual del Coliseo Miguel Happy Lora




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por el Coliseo Miguel Happy Lora en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 123.956 kWh/año para el Coliseo Happy.

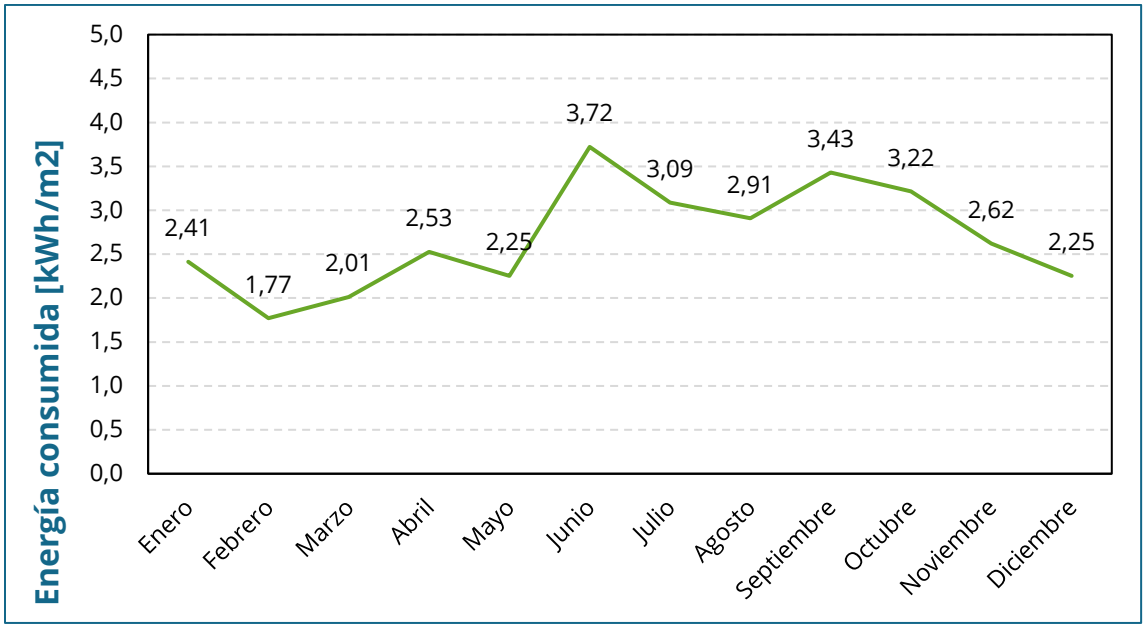
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 38.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n\ (\text{kWh/mes})}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 38. Consumo de energía eléctrica mensual del Coliseo Miguel Happy Lora




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica del Coliseo Miguel Happy Lora con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área

útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 32,21 kWh/año/m² para el Coliseo Happy.

$$\text{CEEAS}\ (\text{kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \tag{8}$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico del Coliseo Miguel Happy Lora en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \tag{9}$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \tag{10}$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Ítem 8, correspondiente al Coliseo Miguel Happy Lora, presenta condiciones operativas e infraestructura con oportunidades significativas para mejorar la eficiencia energética, la seguridad eléctrica y el cumplimiento normativo:

- La iluminación es el mayor consumidor de energía, representando el 78% del uso final, lo que la convierte en el área prioritaria para intervenciones de eficiencia.
- Se identificaron deficiencias que incumplen el RETIE, como una fase desconectada en el tablero principal, oxidación en los componentes del sistema de puesta a tierra y almacenamiento inadecuado en la subestación. Estas condiciones representan riesgos para la seguridad de las personas, la operación de los equipos y la continuidad del servicio.

- Las mediciones de iluminancia en escritorios del piso 2 estuvieron por debajo del mínimo reglamentario de 500 lux (RETILAP), afectando las condiciones visuales para el trabajo y señalando ineficiencia en el sistema de alumbrado.
- Se registraron tensiones superiores a los límites máximos establecidos en la normativa colombiana, lo que puede afectar la vida útil y el funcionamiento correcto de los equipos conectados.
- La Línea Base Energética (LBEn) establecida permite cuantificar un potencial de ahorro anual de 8.325 kWh (6,7%). Los meses con mayor oportunidad son julio (18.6%), febrero (23.3%) y junio (11.2%).

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 142. (1994). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 8 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 8 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** *CORPORACION EMA.*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

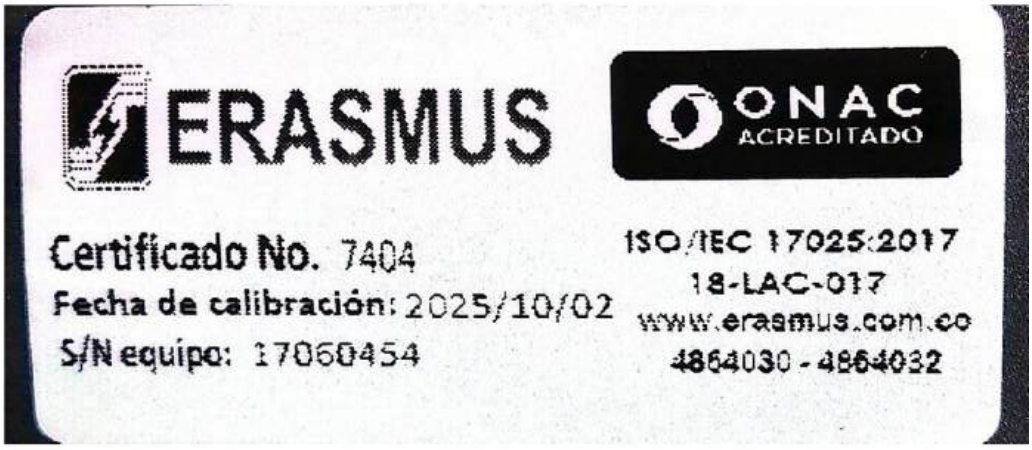
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas.<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad**: Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

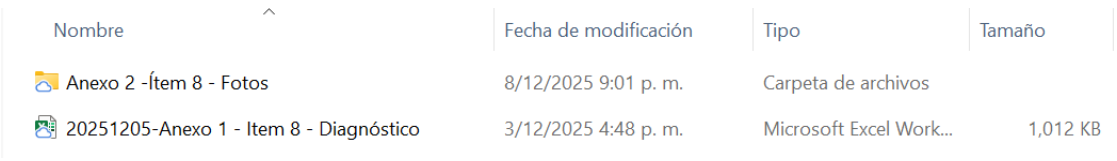
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 8.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2 -Ítem 8 - Fotos | 8/12/2025 9:01 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 8 - Diagnóstico | 3/12/2025 4:48 p. m. | Microsoft Excel Work... | 1,012 KB |



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

# Consorcio

## Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

### Ítem 9- Punta Bolívar - San Antero

**SG-CMA-001-2025**

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 8
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 9
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 10
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 10
2.2 Áreas útiles ..... 12
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 13
3.1 Generalidades de alimentación ..... 13
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 15
3.3 Inventario ..... 18
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 21
4.1 Temperatura y humedad ..... 21
4.2 Cámara termográfica ..... 22
4.3 Iluminancia ..... 23
4.4 Mediciones eléctricas ..... 24
4.5 Curva de carga ..... 27
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 29
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 30
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 34
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 38
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 44
6.1 Metodología ..... 44
6.2 Resultados ..... 45
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 47
7. INDICADORES ..... 48
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 48
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 48
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 49
7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) ..... 49

7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 50
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 50
Bibliografía ..... 52
ANEXOS ..... 53

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Bloque administrativo ....11
Figura 2. Cabañas ....11
Figura 3. Longitudes para cálculo de área construída ....12
Figura 4. Conexión física de la red a la edificación ....13
Figura 5. Tablero principal ....14
Figura 6. Muestra de tableros eléctricos de la edificación ....14
Figura 7. Tablero eléctrico sin tapa y exposición de cableado ....15
Figura 8. Deficiencia en cajas de paso ....16
Figura 9. Exposición de tubería plástica ....17
Figura 10. Tablero sin unifilares ....18
Figura 11. Equipos de iluminación de Punta Bolívar ....18
Figura 12. Equipos de refrigeración de Punta Bolívar ....19
Figura 13. Equipos de ventilación de Punta Bolívar ....20
Figura 14. Otros equipos de Punta Bolívar ....20
Figura 15. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 ....21
Figura 16. Temperatura (°F) de los tableros eléctricos ....22
Figura 17. Medición con luxómetro digital MPT1014 ....23
Figura 18. Instalación de equipo Metrel MI 2883 ....24
Figura 19. Tensiones de tablero principal ....24
Figura 20. Corrientes de tablero principal ....25
Figura 21. Energía activa de tablero principal ....25
Figura 22. Potencias de tablero principal ....26
Figura 23. Factor de potencia de tablero principal ....26
Figura 24. Corrientes de tablero principal ....28
Figura 25. Curva de carga de tablero principal ....28
Figura 26. Registro de datos clave de facturas ....29
Figura 27. Consumo histórico de energía activa ....31
Figura 28. Consumo histórico de energía reactiva ....32
Figura 29. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada ....33
Figura 30. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de Punta Bolívar ....34
Figura 31. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de Punta Bolívar ....35
Figura 32. Porcentaje de participación de consumo de energía por edificación de Punta Bolívar ....36
Figura 33. Diagrama de Pareto – consumo de energía por edificación de Punta Bolívar ....36
Figura 34. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de Punta Bolívar ....37
Figura 35. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de Punta Bolívar ....38
Figura 36. Costo de factura histórico ....39
Figura 37. Gráfico circular de costos de facturación ....39

Figura 38. Costo unitario por kWh de energía .....40
Figura 39. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público .....42
Figura 40. Costo total de energía activa .....44
Figura 41. Línea Base Energética (LBEn) de Punta Bolívar.....46
Figura 42. Consumo de energía eléctrica mensual de Punta Bolívar.....48
Figura 43. Consumo de energía eléctrica mensual de Punta Bolívar.....49

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de la Punta Bolívar -San Antero ....9
Tabla 2. Información de actividades de la Punta Bolívar -San Antero ....9
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación ....10
Tabla 4. Áreas de Punta Bolívar....12
Tabla 5. Inventario de iluminación de Punta Bolívar....18
Tabla 6. Inventario de refrigeración de Punta Bolívar....19
Tabla 7. Inventario de ventilación de Punta Bolívar ....19
Tabla 8. Inventario de otros equipos de Punta Bolívar....21
Tabla 9. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad ....22
Tabla 10. Mediciones de iluminancia ....23
Tabla 11. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia....27
Tabla 12. Especificaciones de medición con datalogger....27
Tabla 13. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura....29
Tabla 14. Registro de consumo histórico de energía activa ....31
Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía reactiva ....32
Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada ....33
Tabla 17. Participación de consumo de energía por usos finales de Punta Bolívar ....35
Tabla 18. Participación de consumo de energía por edificación de Punta Bolívar ....35
Tabla 19. Participación de consumo de energía por áreas de Punta Bolívar ....37
Tabla 20. Costo unitario por kWh de energía activa....40
Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía reactiva ....41
Tabla 22. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público....41
Tabla 23. Costo facturado por energía activa....42
Tabla 24. Costo facturado por energía reactiva ....43
Tabla 25. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público....43
Tabla 26. Registros para construcción de LBEn de Punta Bolívar ....46
Tabla 27. Reporte UPME para potencial de ahorro energético ....47

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en el ítem 9, correspondiente a Punta Bolívar en San Antero, Córdoba. El estudio se desarrolló en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que establece la obligatoriedad de ejecutar auditorías energéticas y fijar metas de ahorro energético del 15% para el año 2026.

La auditoría incluyó una evaluación integral de las condiciones arquitectónicas, inspección eléctrica detallada, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curvas de carga), análisis histórico de consumo y facturación, caracterización de usos finales, establecimiento de una línea base energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME y cálculo de indicadores de desempeño.

Se determinó que la ventilación es el principal uso final de energía en Punta Bolívar, representando el 50% del consumo total, seguido por la iluminación (26%) y la refrigeración (24%). Se identificaron deficiencias en las instalaciones eléctricas que incumplen el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), tales como tableros sin tapa, tomacorrientes expuestos y tubería plástica sin empotrar, lo que representa riesgos para la seguridad. Las mediciones de iluminancia cumplen con los mínimos reglamentarios del RETILAP, mientras que el factor de potencia medido se encuentra por debajo del límite normativo. El análisis de la Línea Base Energética permitió estimar un potencial de ahorro energético significativo, indicando una oportunidad clara para la implementación de medidas de eficiencia.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

# 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 9 corresponde a la Punta Bolívar -San Antero. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general de la Punta Bolívar -San Antero

| | |
|---|---|
|  |  |
| **Nombre de la institución** | Cl 1 Cr1 15 Punta Bolívar |
| **Dirección** | Cl 1 Cr1 15 Punta Bolívar - San Antero |
| **Municipio** | San Antero |
| **Coordenadas** | Latitud: 9,419021° Longitud: -75,7401976° |
| **Antigüedad [años]** | 40 |
| **Tipo de tenencia** | Comodato |
| **Limitaciones patrimoniales** | No |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades de la Punta Bolívar -San Antero

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Alojamiento |
| **Días de operación** | Lunes-domingo |
| **Horarios de operación** | Residencial |
| **Cantidad de empleados** | 2 |
| **Nombre de responsable de administración de entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con dos (2) bloques, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Bloque administrativo: ver en azul en tabla (ver Figura 1)
2. Cabañas: ver en verde en tabla (ver Figura 2).

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación




| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Varias |
| **Número de edificios o bloques** | 4 |
| **Número de pisos** | 1 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,5 |
| **Área construida aproximada [m$^2$]** | 1.439 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 20° |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: amarillo, verde y blanco |
| | Estado de las paredes: Buenas (administrativo), regular (cabañas) |
| | Tipo de aislamiento: árboles alrededor |
| **Ventanas** | Material del marco: metal y madera |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: regular |
| **Techo** | Material: fibrocemento (administrativo) y madera (cabañas) |
| | Color: gris (administrativo) y marrón (cabañas) |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Bloque administrativo



Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Cabañas



Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Áreas útiles

El área total del terreno de la superficie construida, asciende a los 1.439 $m^2$ (ver Figura 3). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que Punta Bolívar no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 3. Longitudes para cálculo de área construída




Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas de Punta Bolívar

| Área | Área total [$m^2$] | Fuente |
|---|---|---|
| Bloque administrativo | 1.082 | Estimación |
| Cabañas | 357 | Estimación |

Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

Punta Bolívar se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión mediante una acometida aérea con estructura tipo semibandera (ver Figura 4), donde la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador de 45 kVA propiedad del operador, desde donde la distribución continúa en configuración aérea hasta la edificación principal (ver Figura 5).

Figura 4. Conexión física de la red a la edificación




Fuente: Elaboración propi

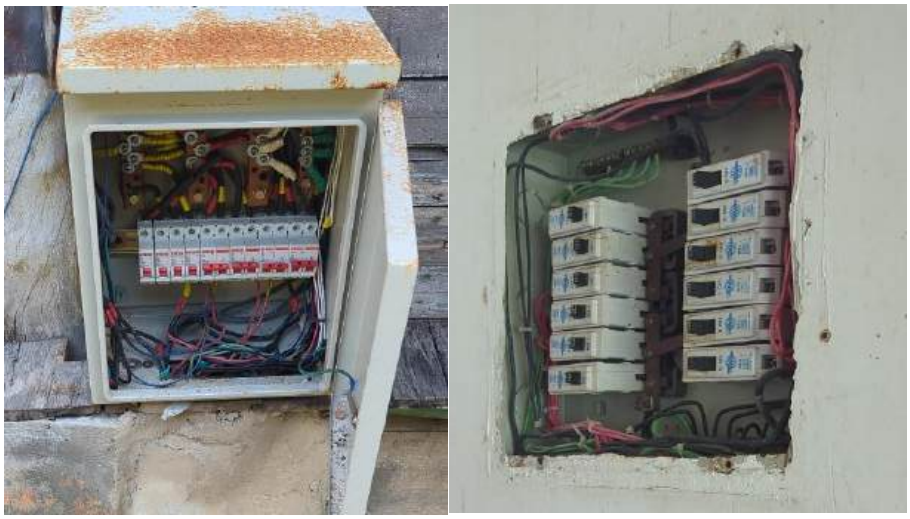
Figura 5. Tablero principal



Fuente: Elaboración propia

Desde el tablero eléctrico principal se derivan los circuitos hacia los tableros seccionales ubicados en distintas áreas de Punta Bolívar. En la Figura 6 se presentan ejemplos de estos tableros.

Figura 6. Muestra de tableros eléctricos de la edificación



Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones de las instituciones, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

### Punta Bolívar

*Tablero eléctrico sin tapa*

**Requisito normativo (RETIE):** "Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas, que permita el acceso para el operario, sólo en condiciones de seguridad, mediante enclavamientos mecánicos en los aparatos de maniobra como cerraduras o candados." (Título 2. Objeto y campo de aplicación / 2.3.31.4. Requisitos para celdas de media tensión / literal d)

**Implicación:** Se evidenció un tablero sin tapa. Esta condición representa un riesgo de contacto directo con partes activas, lo que puede ocasionar descargas eléctricas al personal o usuarios que transiten cerca del tablero. Además, la exposición prolongada puede facilitar la acumulación de polvo y humedad en el interior del tablero, afectando su funcionamiento y reduciendo la vida útil de los componentes eléctricos.

Figura 7. Tablero eléctrico sin tapa y exposición de cableado



Fuente: Elaboración propia

*Deficiencias en caja de paso*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Los tomacorrientes y clavijas no deben tener partes energizadas expuestas."

"Las tapas o cubiertas de los tomacorrientes, destinadas a evitar el contacto directo con partes energizadas, deben ser resistentes al impacto mínimo con IK 03, conforme a IEC 62262 o NTCIEC 62262."

(Título 2. Requisitos generales para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 2.3.8 Clavijas y tomacorrientes / Literal b y e)

**Implicación:** Se identificaron tomacorrientes sin tapa, situación que exhibe partes energizadas y no garantiza la resistencia mecánica mínima exigida. La falta de tapas o el deterioro de las mismas expone a los usuarios a riesgo de contacto accidental con componentes energizados.

Figura 8. Deficiencia en cajas de paso



Fuente: Elaboración propia

*Tubería plástica sin empotrar*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min [...]" (Título 17. Requisitos de instalación de los principales productos / utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios / literal f)

**Implicación:** Se evidenció tubería plástica expuesta a la intemperie. Esta tubería no garantiza la resistencia al fuego ni protección mecánica adecuada, lo que representa un riesgo de deterioro del aislamiento y propagación de incendio.

Figura 9. Exposición de tubería plástica



Fuente: Elaboración propia

*Celdas y tableros sin diagramas unifilares*

**Requisito normativo (RETIE):** "Los tableros de baja tensión deben tener adherida de manera clara, permanente y visible, mínimo la siguiente información: [...] El símbolo de riesgo eléctrico, cuadro para identificar los circuitos, posición de las palancas, diagrama unifilar, entre otros. Además, el producto debe poner a disposición del usuario instrucciones de instalación, operación y mantenimiento." (Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 2.3.31 – Tableros eléctricos y celdas / 2.3.31.2.4)

**Implicación:** EL tablero principal no cuentan con diagramas unifilares visibles en sitio, lo que impide la correcta identificación de sus componentes y circuitos asociados. La ausencia de esta información puede generar riesgos operativos y de seguridad eléctrica, dificultar el mantenimiento y la operación segura del sistema.

Figura 10. Tablero sin unifilares



Fuente: Elaboración propia

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 11).

Tabla 5. Inventario de iluminación de Punta Bolívar

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Lámpara led | 84 | 44 |
| Reflectores | 50 | 7 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Equipos de iluminación de Punta Bolívar



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 12).

Tabla 6. Inventario de refrigeración de Punta Bolívar

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Nevera | --- | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Equipos de refrigeración de Punta Bolívar



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de ventilación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 13).

Tabla 7. Inventario de ventilación de Punta Bolívar

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Ventilador de pie | 60 | 2 |
| Ventilador de techo | 160 | 15 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Equipos de ventilación de Punta Bolívar



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de otros equipos se sintetizan en la Tabla 8 (ver Figura 14).

Figura 14. Otros equipos de Punta Bolívar



Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Inventario de otros equipos de Punta Bolívar

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Bomba de agua | 746 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

# 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables en Punta Bolívar, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 15). Donde se registraron mediciones en diferentes lugares de la edificación. Los resultados se registraron en la Tabla 9.

Figura 15. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663




Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

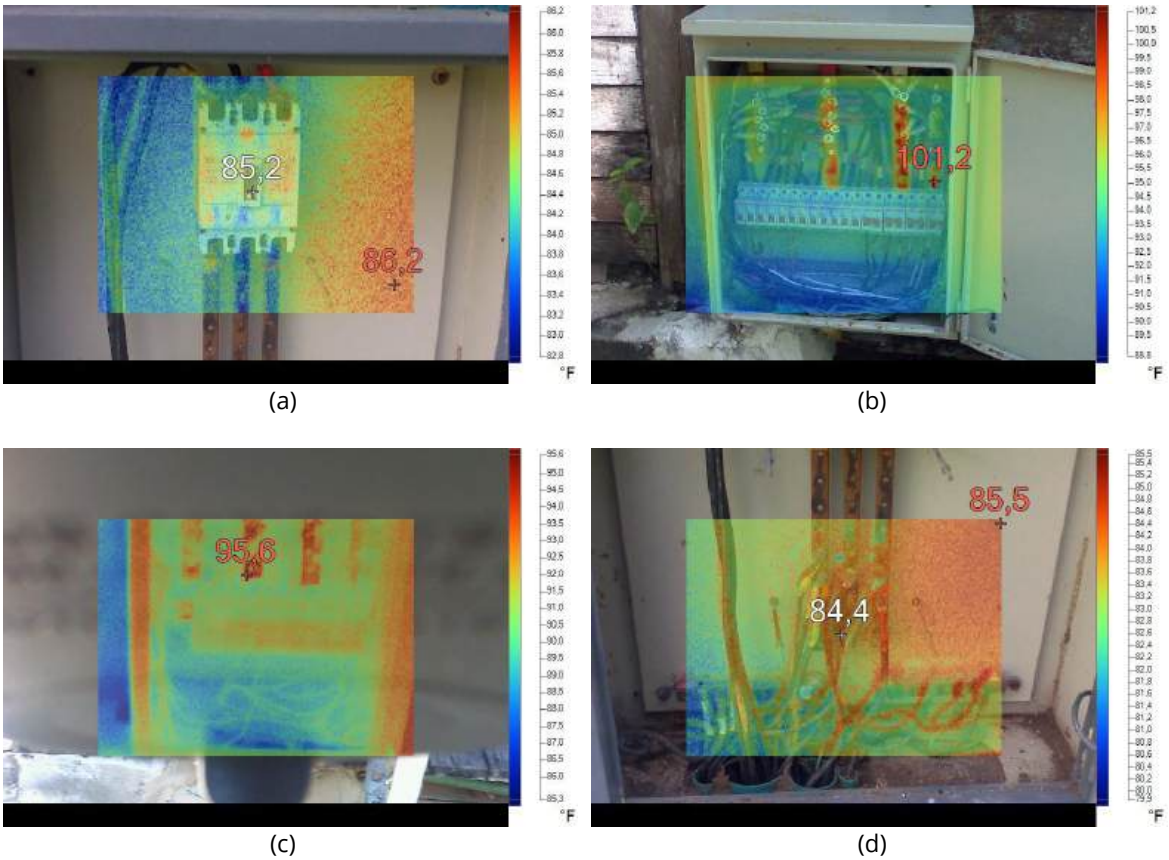
| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 10:33 am | 29 | 93% |
| 2 | 10:35 am | 30 | 87% |
| 3 | 10:36 am | 31 | 82% |
| 4 | 10:38 am | 31 | 82% |

Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Cámara termográfica

Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en el tablero eléctrico principal, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 16. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 31 °C (según la Tabla 9**),** se obtiene un diferencial máximo de 7°C, correspondiente a la Figura 16(b) con 38,4°C (101,2 °F).

Figura 16. Temperatura (°F) de los tableros eléctricos




(a) (b)

(c) (d)

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (1 °C a 10 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “posible deficiencia”. Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar seguimiento periódico para detectar cualquier tendencia al sobrecalentamiento.

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la “densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie” (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones de Punta Bolívar, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios que, de manera visual, presentaban niveles bajos de iluminación. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 10.

Tabla 10. Mediciones de iluminancia

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Zona vivienda | 8 | 503 | 100 | Cumple |
| Cocina | 4 | 101 | 100 | Cumple |
| Cabaña | 4 | 416 | 100 | Cumple |

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Medición con luxómetro digital MPT1014



Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un cumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, Corredores y zonas de circulación deben contar con una iluminancia mínima de 100 lux (lx), según la referencia Ref. 1,1.

## 4.4 Mediciones eléctricas

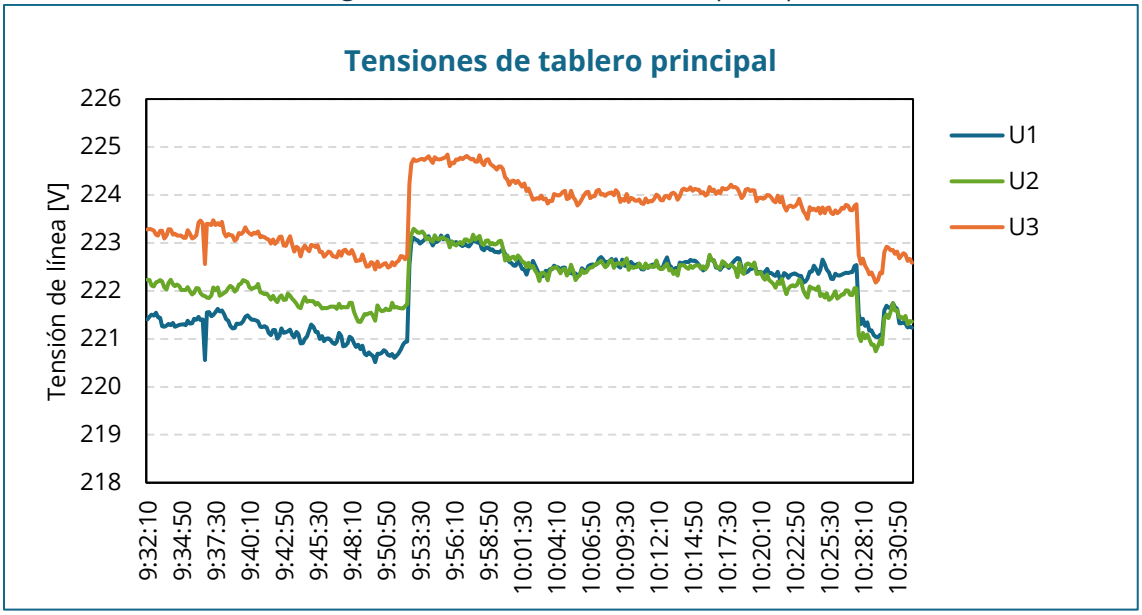
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de Punta Bolívar y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia (sistema bifásico).

Figura 18. Instalación de equipo Metrel MI 2883



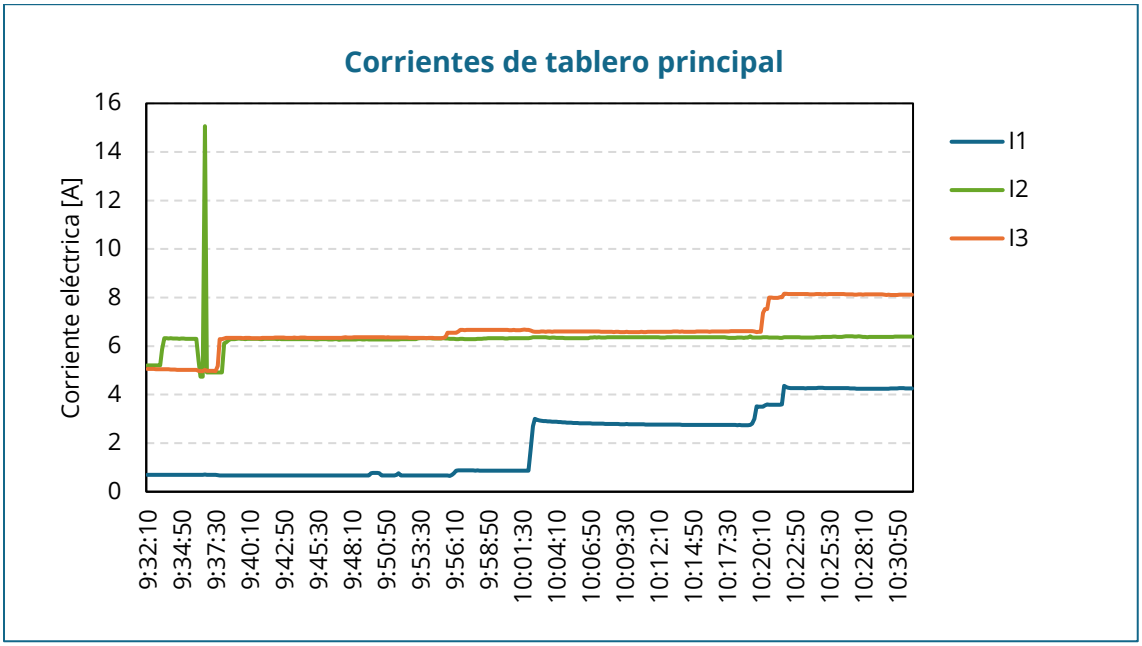
Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Tensiones de tablero principal



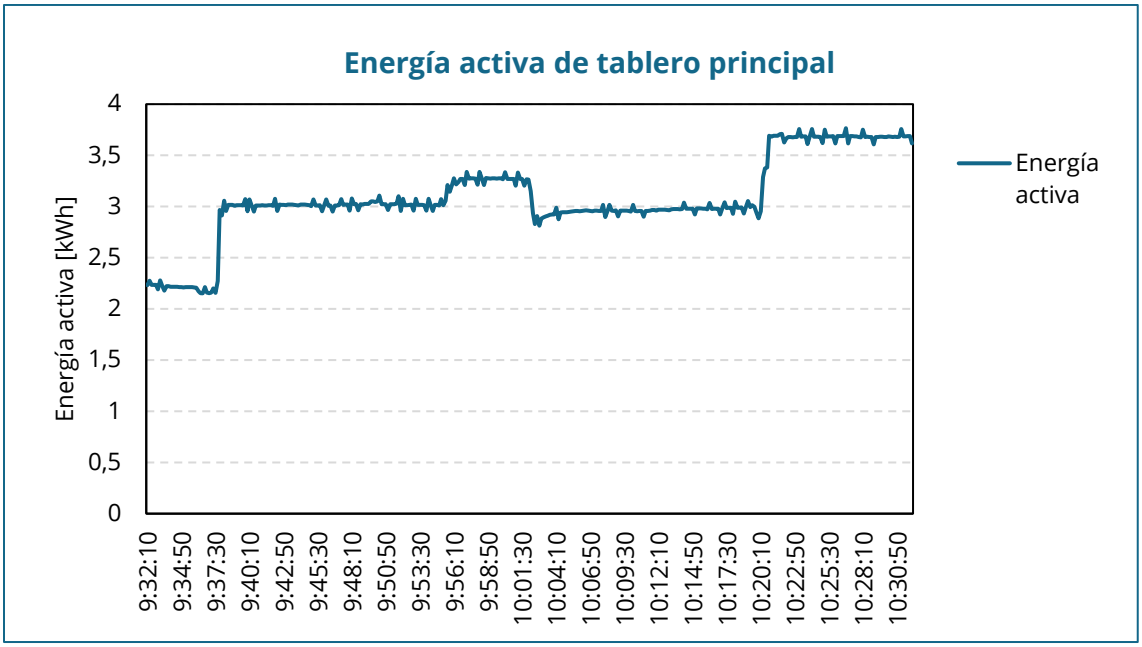

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Corrientes de tablero principal



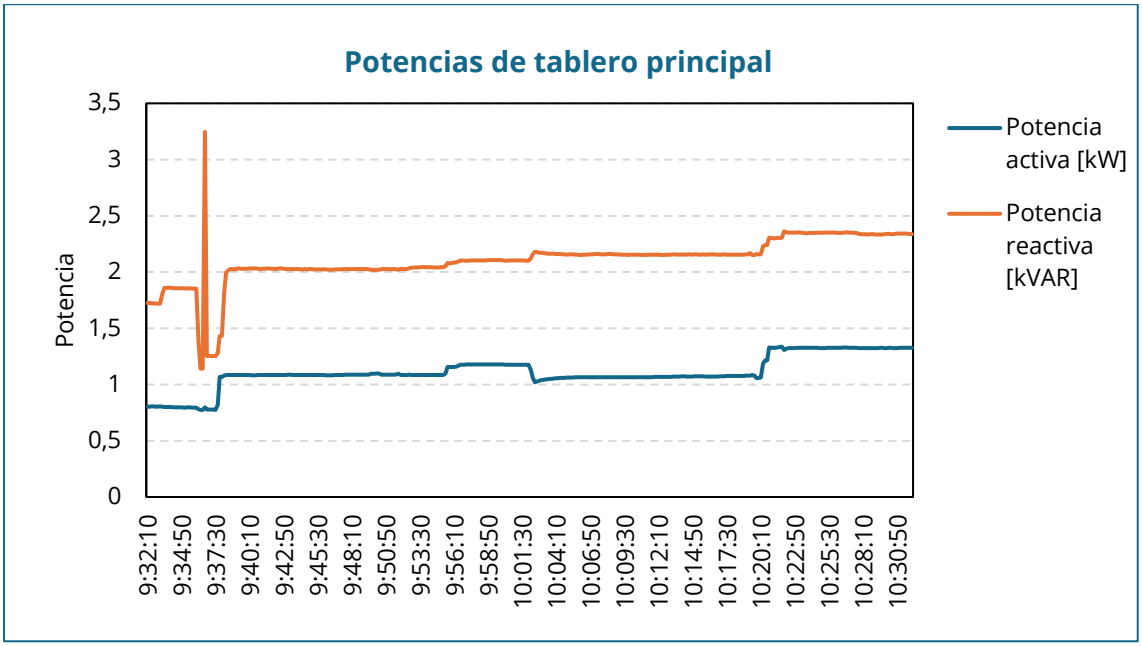

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Energía activa de tablero principal



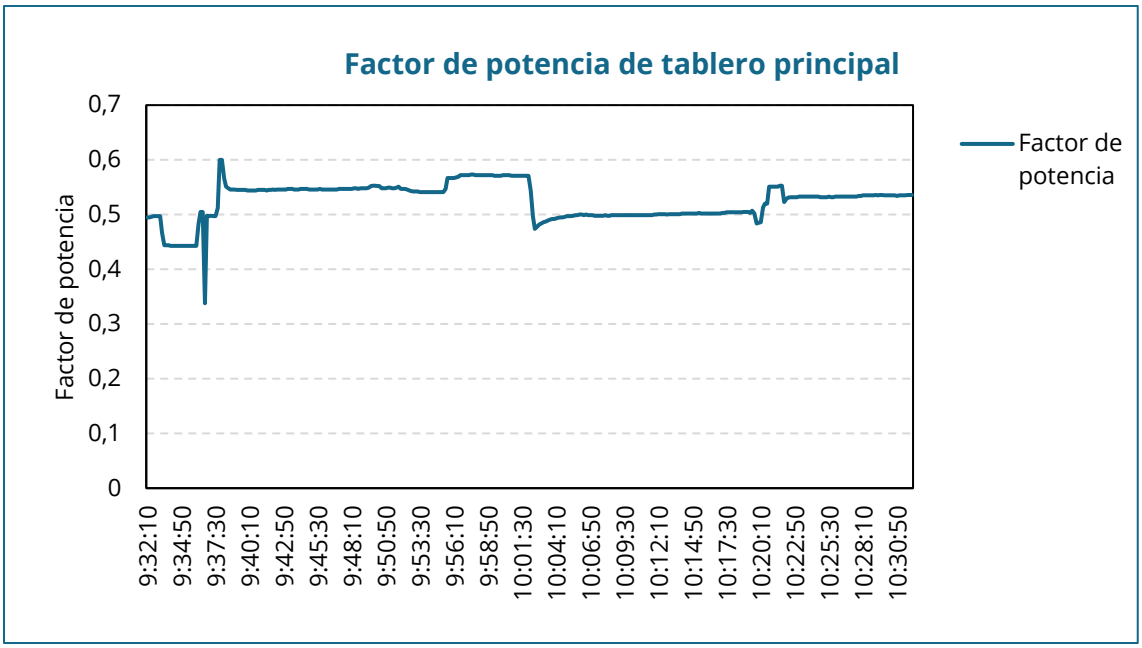

Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Potencias de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Factor de potencia de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia en la Figura 23 que el factor de potencia de los locales se encuentra por debajo de los límites establecidos por la normativa colombiana (0,9 – 1). Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

## 4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa de Punta Bolívar. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 11 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 11. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U1 | 222,00 | 0,33% |
| U2 | 222,20 | 0,23% |
| U3 | 223,62 | 0,30% |
| Factor de potencia | 0,525 | 6,27% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 12.

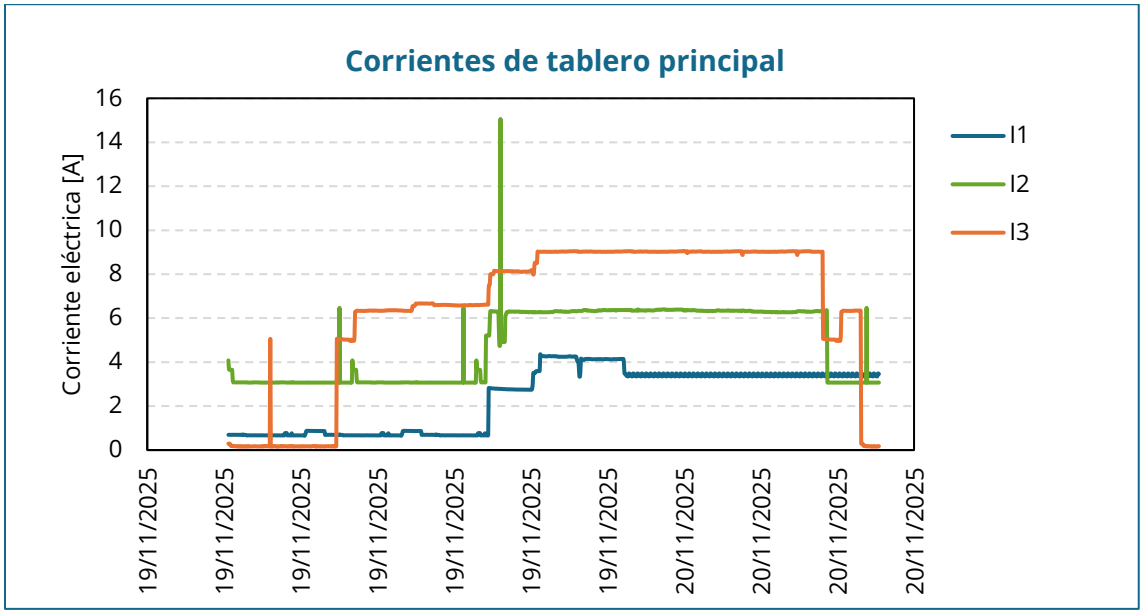
Tabla 12. Especificaciones de medición con datalogger

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 19 de noviembre de 2025 |
| **Feche final** | 20 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 0,84 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

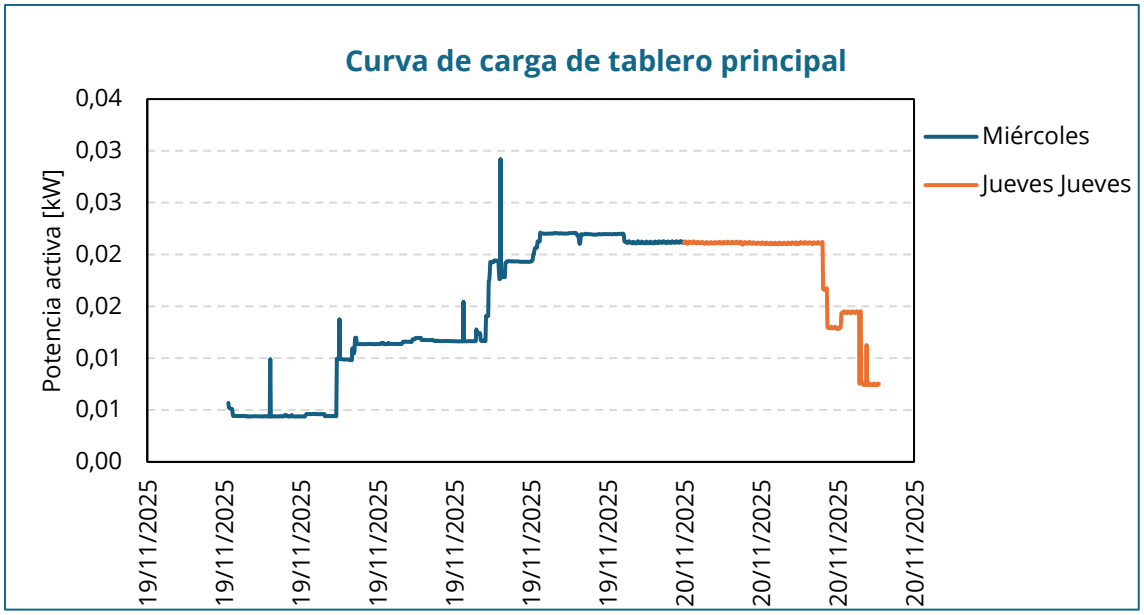
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 24 y la Figura 25. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 13.

Figura 24. Corrientes de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Curva de carga de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 19 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 661 |
| **Energía facturada [kWh]** | 720 |
| **Diferencia relativa [%]** | 8,2% |

Fuente: Elaboración propia

# 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 26).

Figura 26. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa

(equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo es de $0 COP.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana**: Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Punta Bolívar -San Antero - NIC: 5875064 - Medidor: 6310815*

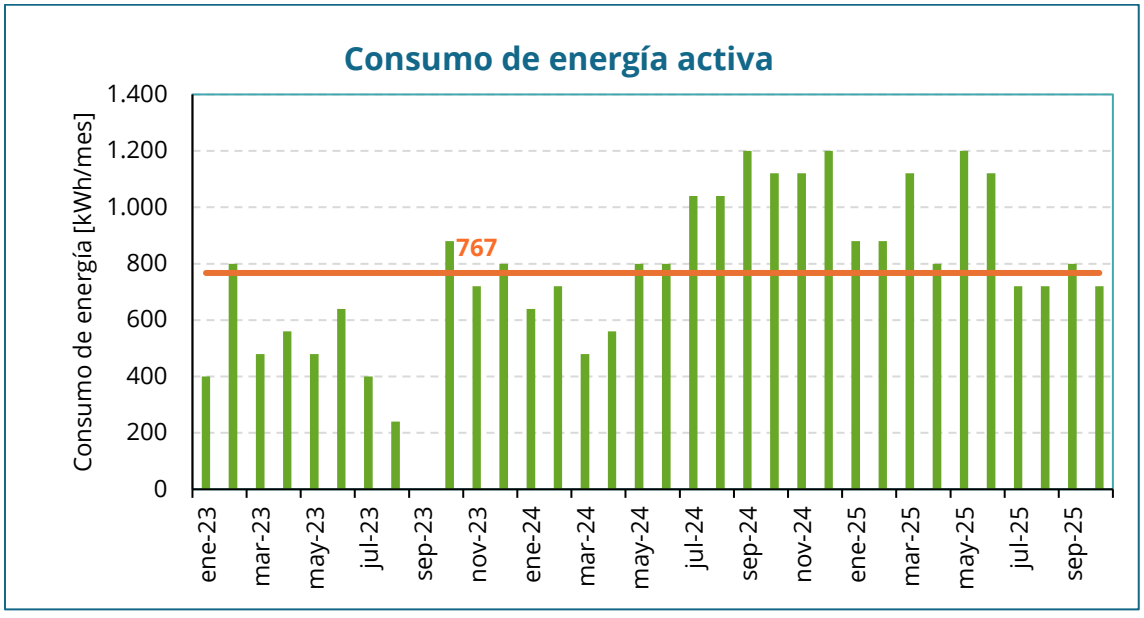
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 14, con el cual se construyó la Figura 27. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 14. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 400 | 640 | 880 |
| Febrero | Sin información | 800 | 720 | 880 |
| Marzo | Sin información | 480 | 480 | 1.120 |
| Abril | Sin información | 560 | 560 | 800 |
| Mayo | Sin información | 480 | 800 | 1.200 |
| Junio | Sin información | 640 | 800 | 1.120 |
| Julio | Sin información | 400 | 1.040 | 720 |
| Agosto | Sin información | 240 | 1.040 | 720 |
| Septiembre | Sin información | 0 | 1.200 | 800 |
| Octubre | Sin información | 880 | 1.120 | 720 |
| Noviembre | Sin información | 720 | 1.120 | |
| Diciembre | Sin información | 800 | 1.200 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 27. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

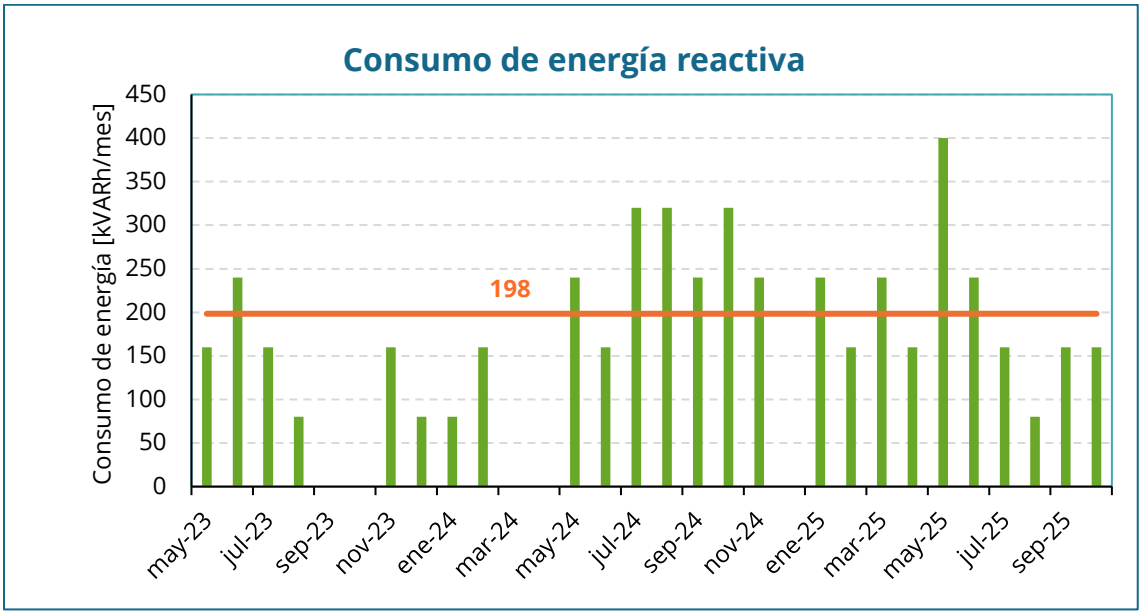
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 15, con el cual se construyó la Figura 28. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | 80 | 240 |
| Febrero | Sin información | Sin información | 160 | 160 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 240 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 160 |
| Mayo | Sin información | 160 | 240 | 400 |
| Junio | Sin información | 240 | 160 | 240 |
| Julio | Sin información | 160 | 320 | 160 |
| Agosto | Sin información | 80 | 320 | 80 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | 240 | 160 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 320 | 160 |
| Noviembre | Sin información | 160 | 240 | |
| Diciembre | Sin información | 80 | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 28. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

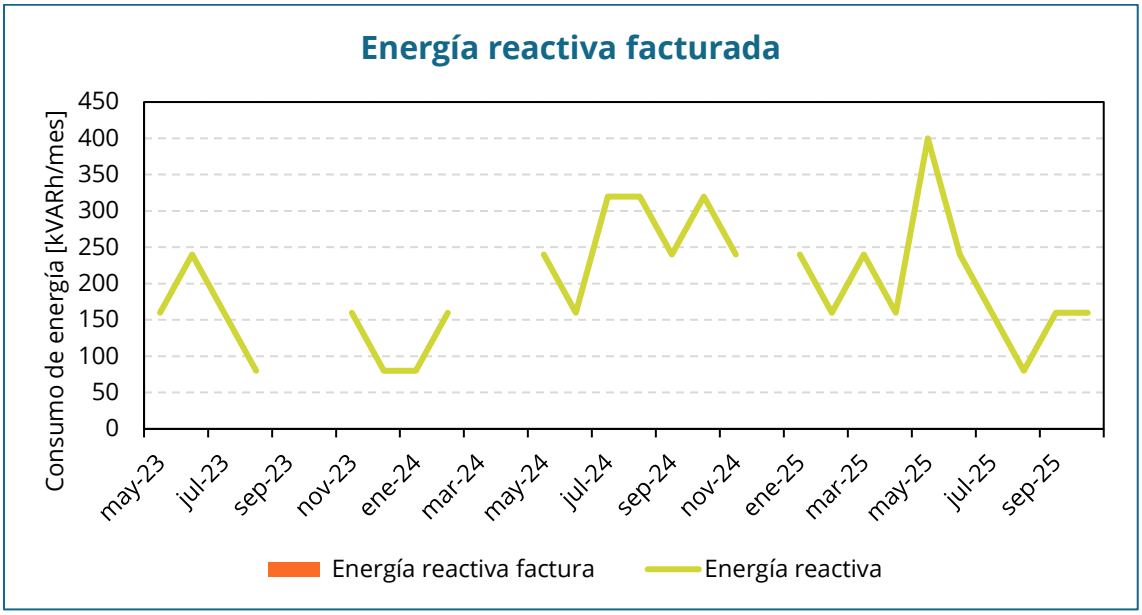
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 16, con el cual se construyó la Figura 29. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Mayo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Junio | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Julio | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Noviembre | Sin información | 0 | 0 | |
| Diciembre | Sin información | 0 | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 29. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

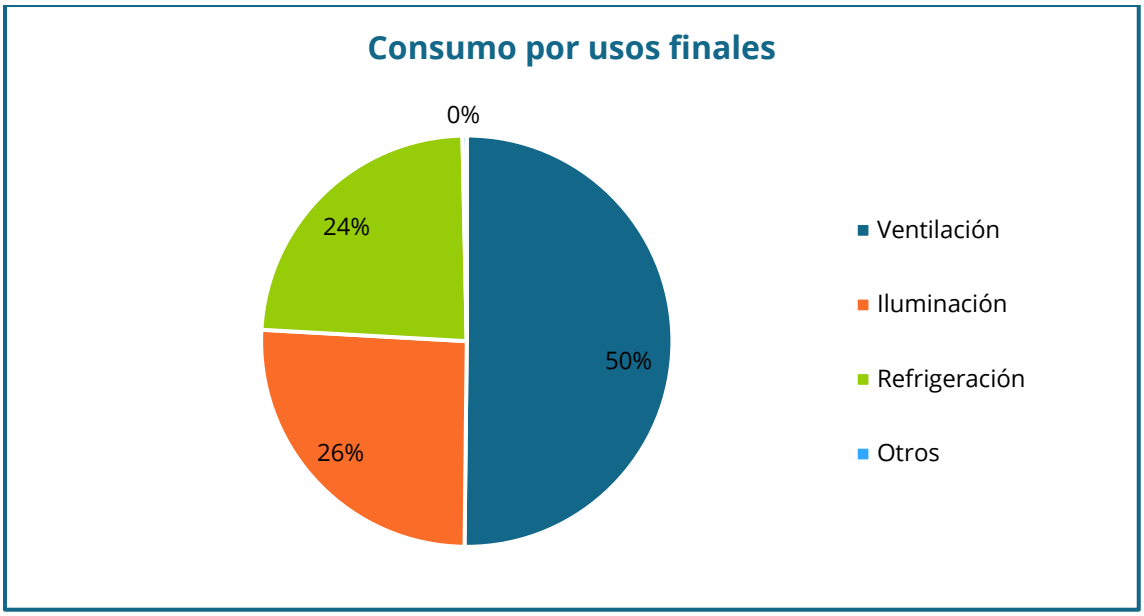
## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 3,3% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla *14*), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 17, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 30 y el diagrama de Pareto en la Figura 31.

Figura 30. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de Punta Bolívar



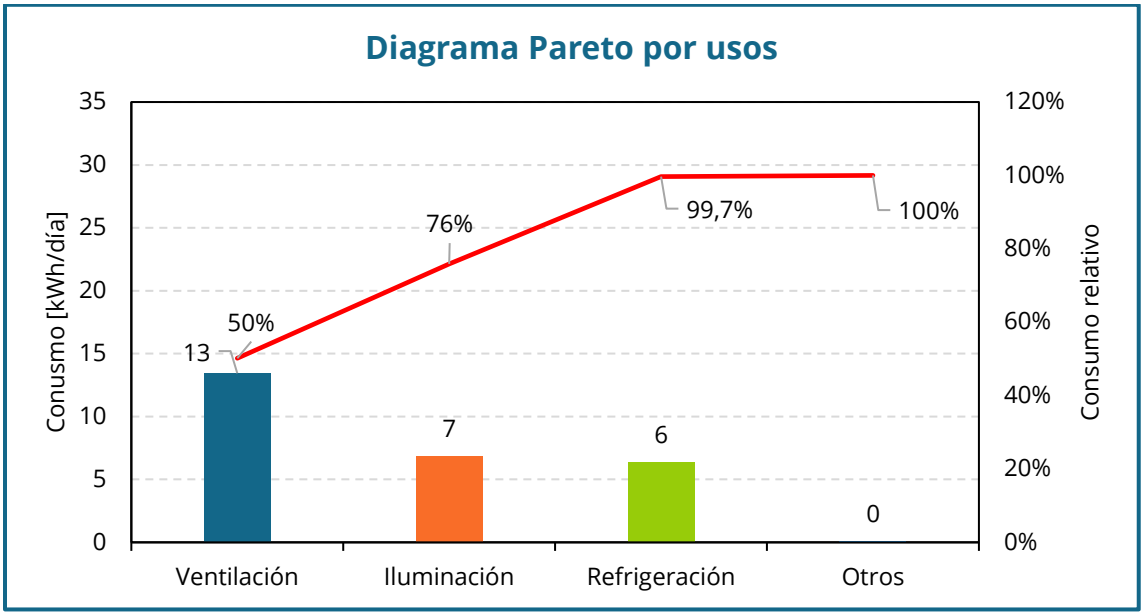

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Participación de consumo de energía por usos finales de Punta Bolívar

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Ventilación | 13 | 50% |
| Iluminación | 7 | 26% |
| Refrigeración | 6 | 24% |
| Otros | 0,09 | 0,3% |
| **Total** | **27** | **100%** |

Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de Punta Bolívar




Fuente: Elaboración propia

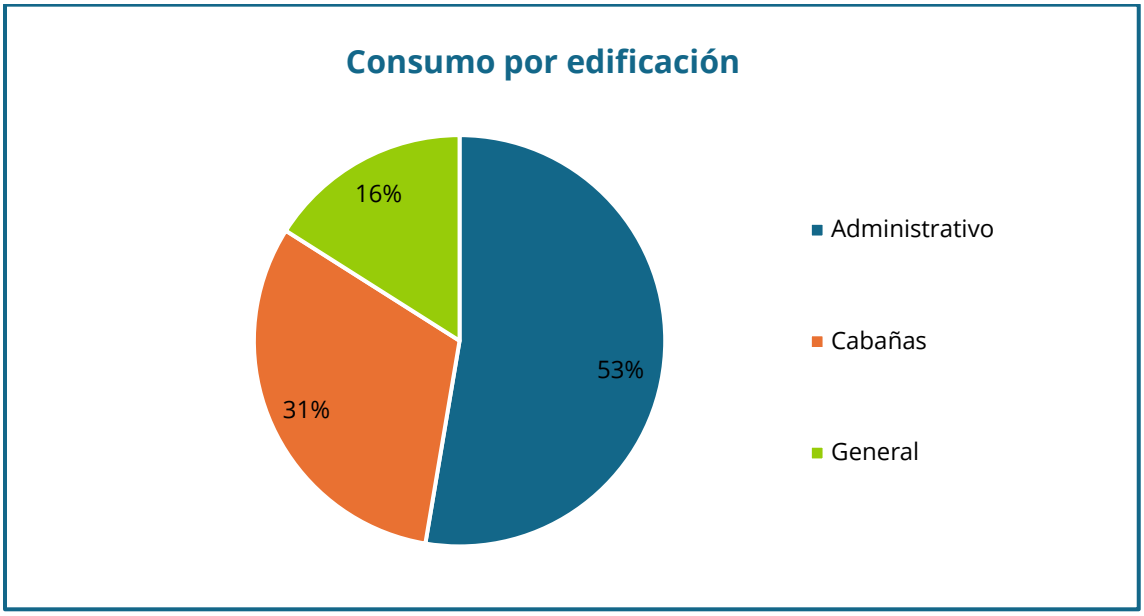
La participación de consumo por edificación se sintetiza en la Tabla 18, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 32 y el diagrama de Pareto en la Figura 33.

Tabla 18. Participación de consumo de energía por edificación de Punta Bolívar

| Edificación | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Administrativo | 14 | 53% |
| Cabañas | 8 | 31% |
| General | 4 | 16% |
| **Total** | **27** | **100%** |

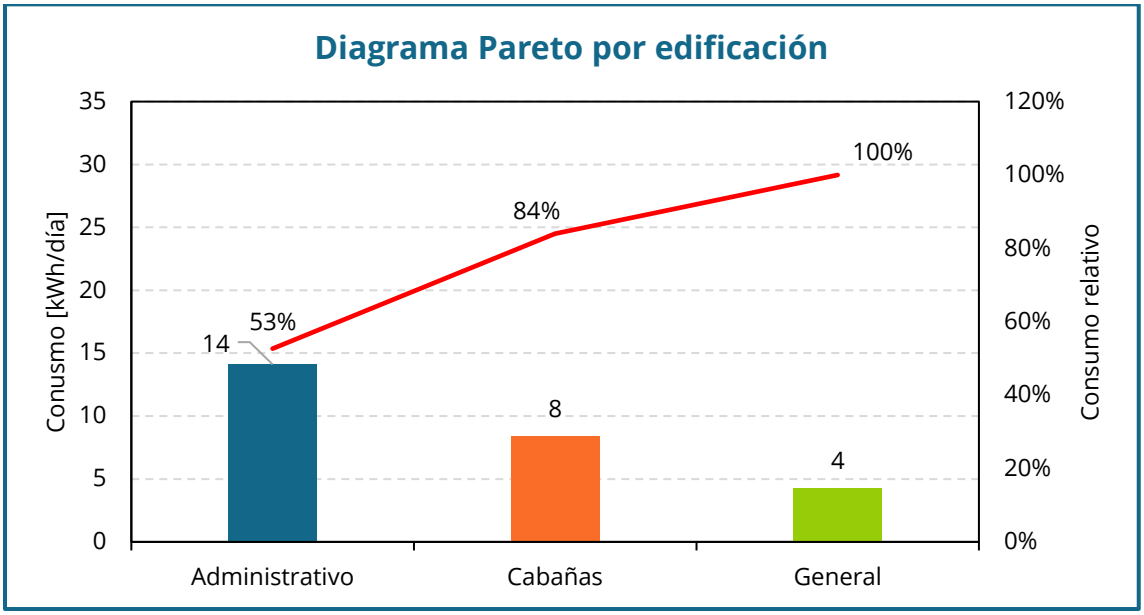
Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Porcentaje de participación de consumo de energía por edificación de Punta Bolívar




Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Diagrama de Pareto – consumo de energía por edificación de Punta Bolívar




Fuente: Elaboración propia

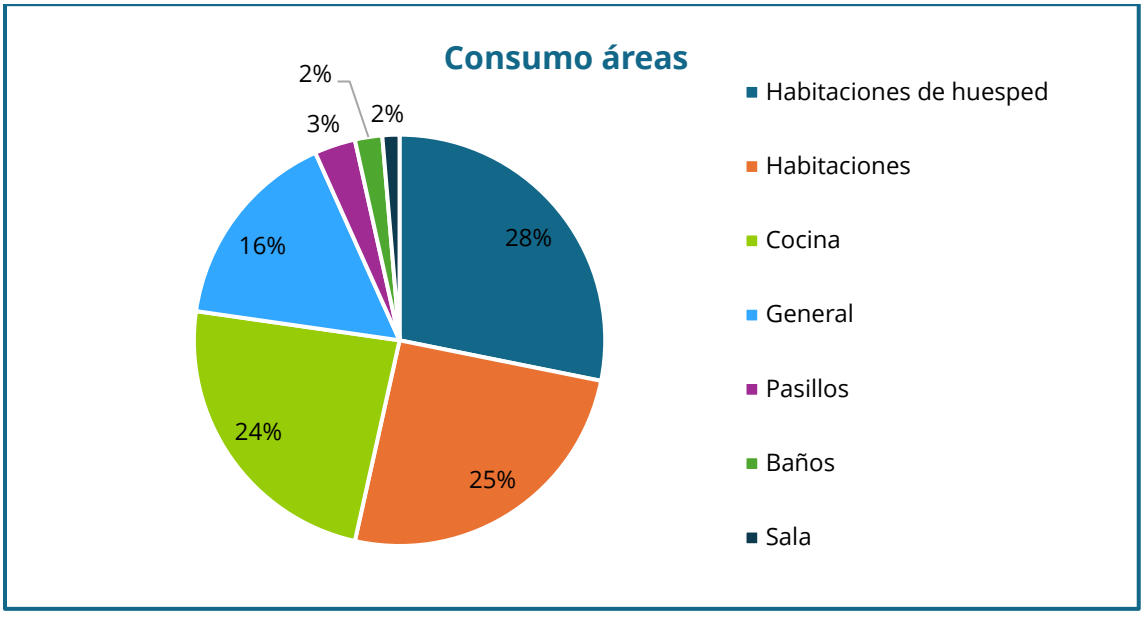
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 18, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 32 y el diagrama de Pareto en la Figura 33.

Tabla 19. Participación de consumo de energía por áreas de Punta Bolívar

| Áreas | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Habitaciones de huésped | 8 | 28% |
| Habitaciones | 7 | 25% |
| Cocina | 6 | 24% |
| General | 4 | 16% |
| Pasillos | 0,86 | 3% |
| Baños | 0,58 | 2% |
| Sala | 0,36 | 1% |
| **Total** | **27** | **100%** |

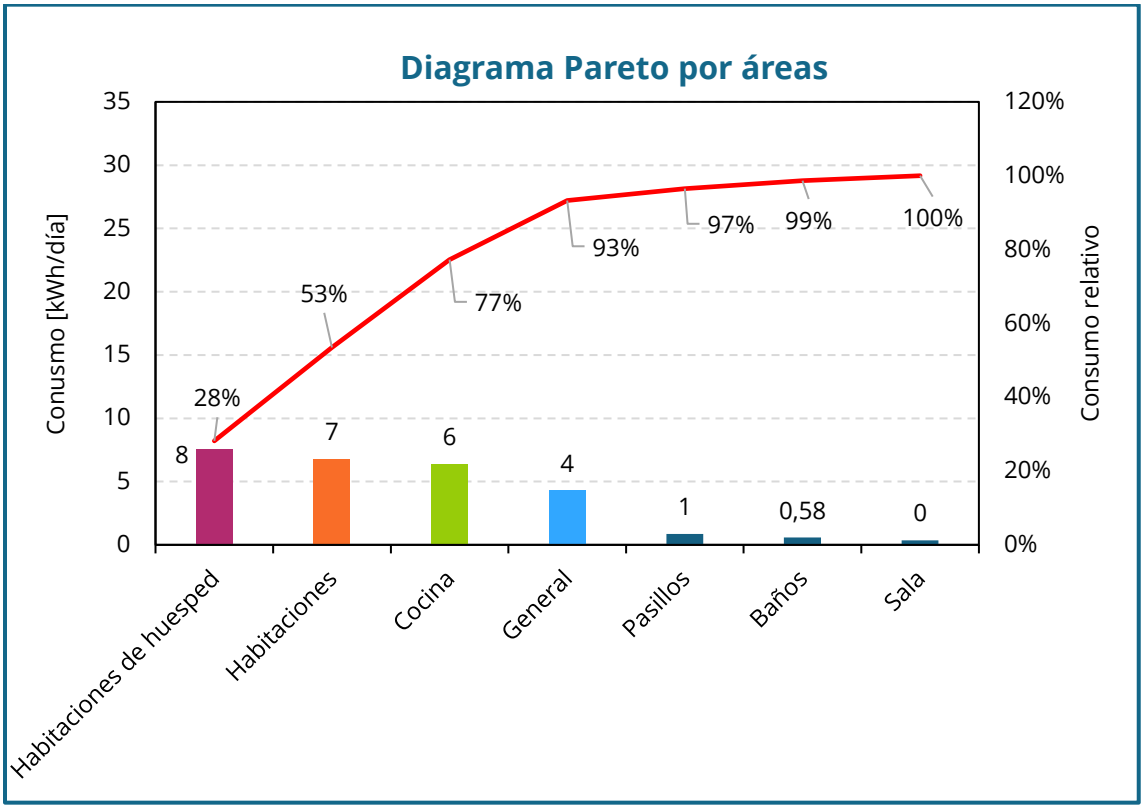
Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de Punta Bolívar




Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de Punta Bolívar



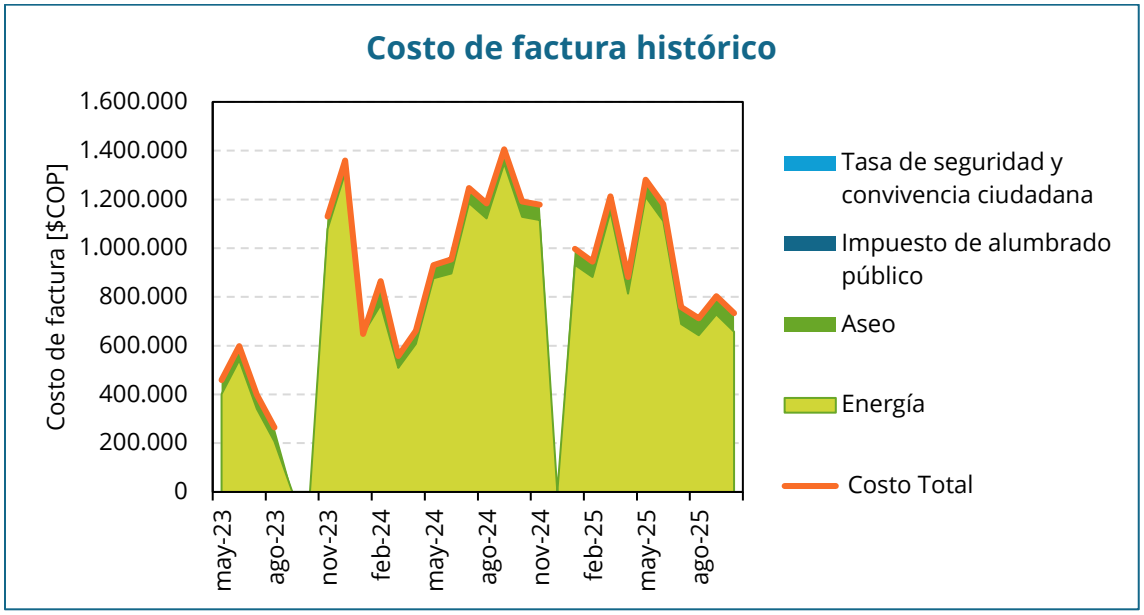

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Punta Bolívar -San Antero - NIC: 5875064 - Medidor: 6310815*

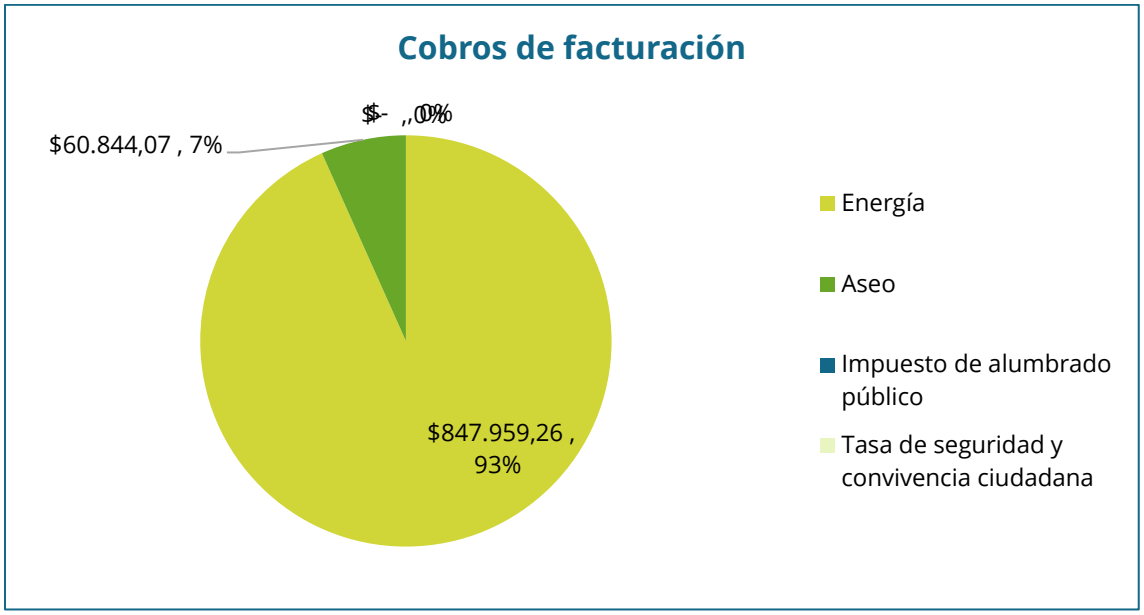
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 36 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 37.

Figura 36. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

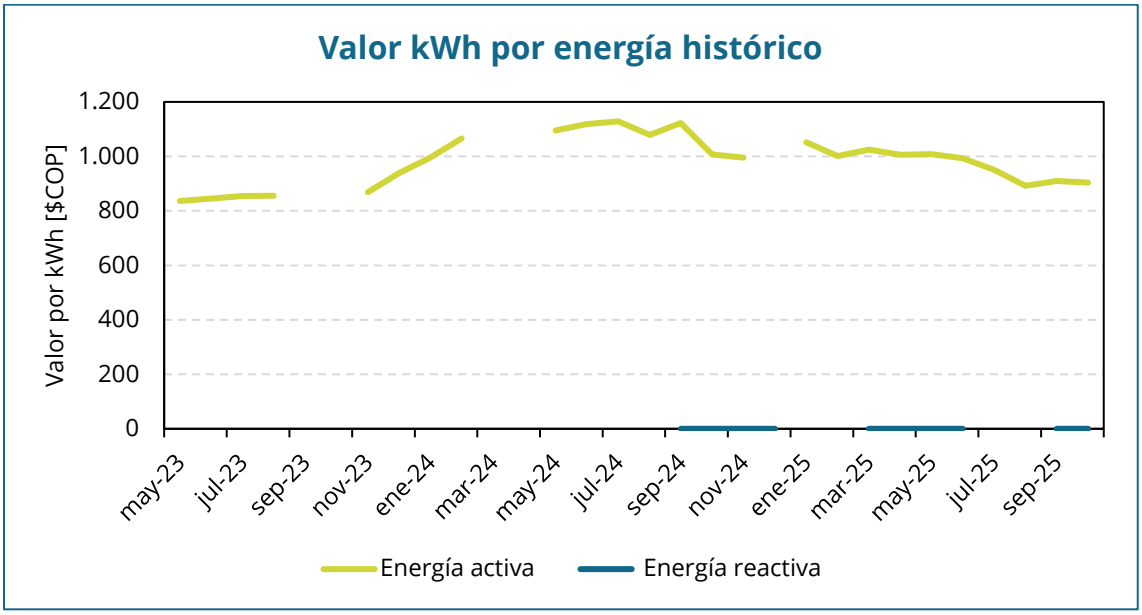
Figura 37. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 38 (ver registros en la Tabla 20 y la Tabla 21).

Figura 38. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | 995 | 1.051 |
| Febrero | Sin información | Sin información | 1.066 | 1.002 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.025 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 1.006 |
| Mayo | Sin información | 836 | 1.096 | 1.009 |
| Junio | Sin información | 845 | 1.119 | 993 |
| Julio | Sin información | 854 | 1.128 | 950 |
| Agosto | Sin información | 855 | 1.078 | 892 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | 1.122 | 909 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 1.007 | 904 |
| Noviembre | Sin información | 868 | 996 | |
| Diciembre | Sin información | 939 | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | 0 | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Mayo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Junio | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Julio | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Noviembre | Sin información | 0 | 0 | |
| Diciembre | Sin información | 0 | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

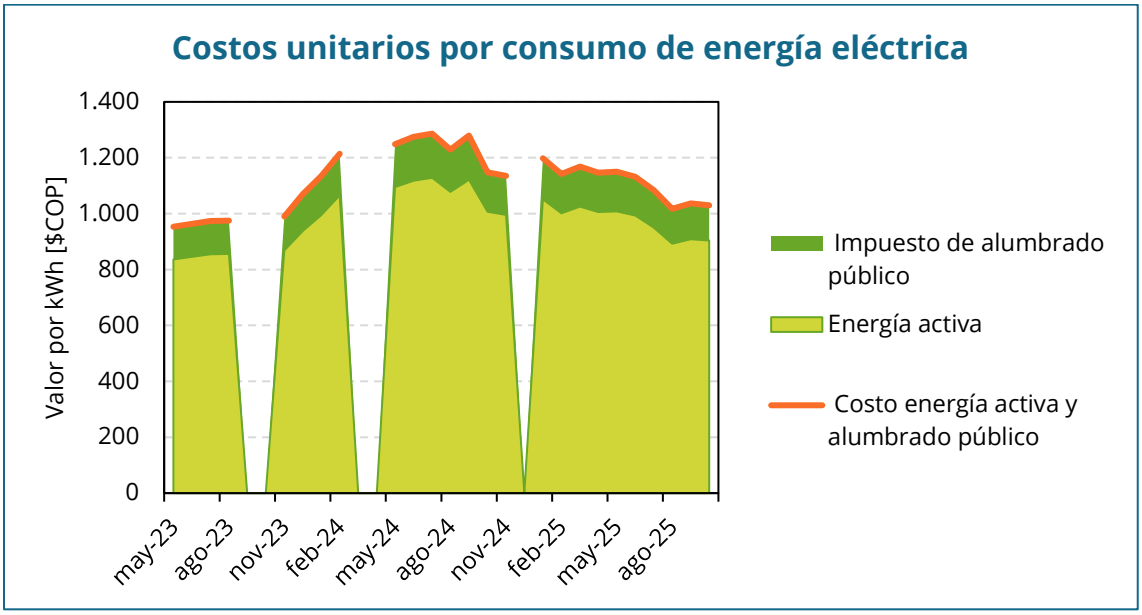
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 39 (ver registros en la Tabla 22). El promedio de este valor es de $.119,19 COP.

Tabla 22. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | 1.134 | 1.199 |
| Febrero | Sin información | Sin información | 1.215 | 1.142 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.168 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 1.146 |
| Mayo | Sin información | 953 | 1.249 | 1.150 |
| Junio | Sin información | 963 | 1.275 | 1.132 |
| Julio | Sin información | 974 | 1.286 | 1.083 |
| Agosto | Sin información | 975 | 1.229 | 1.017 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | 1.279 | 1.036 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 1.148 | 1.030 |
| Noviembre | Sin información | 990 | 1.135 | |
| Diciembre | Sin información | 1.070 | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 39. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 40. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 23, la Tabla 24 y la Tabla 25, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 23. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | 636.704 | 925.232 |
| Febrero | Sin información | Sin información | 767.203 | 881.557 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.147.776 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 804.480 |
| Mayo | Sin información | 401.381 | 876.512 | 1.210.248 |
| Junio | Sin información | 540.800 | 894.824 | 1.111.902 |
| Julio | Sin información | 341.760 | 1.173.494 | 684.202 |
| Agosto | Sin información | 205.277 | 1.121.380 | 642.254 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | 1.346.448 | 727.248 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 1.127.918 | 650.772 |
| Noviembre | Sin información | 625.111 | 1.115.139 | |
| Diciembre | Sin información | 750.832 | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 24. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | 0 | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Mayo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Junio | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Julio | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 0 | 0 |
| Noviembre | Sin información | 0 | 0 | |
| Diciembre | Sin información | 0 | Sin información | |

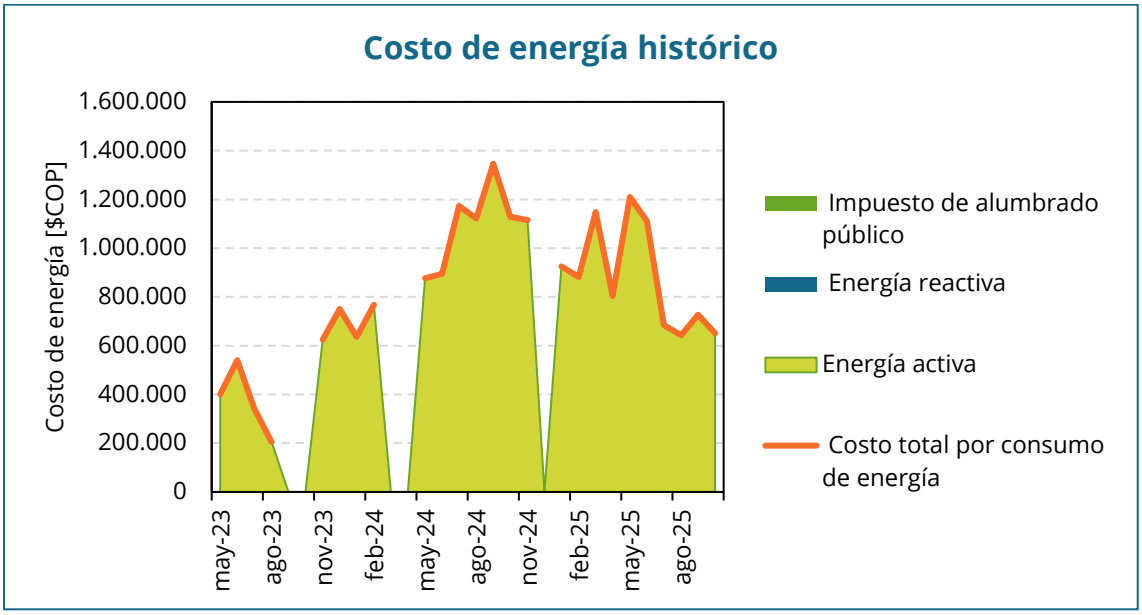
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 25. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | 636.704 | 925.232 |
| Febrero | Sin información | Sin información | 767.203 | 881.557 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.147.776 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 804.480 |
| Mayo | Sin información | 401.381 | 876.512 | 1.210.248 |
| Junio | Sin información | 540.800 | 894.824 | 1.111.902 |
| Julio | Sin información | 341.760 | 1.173.494 | 684.202 |
| Agosto | Sin información | 205.277 | 1.121.380 | 642.254 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | 1.346.448 | 727.248 |
| Octubre | Sin información | Sin información | 1.127.918 | 650.772 |
| Noviembre | Sin información | 625.111 | 1.115.139 | |
| Diciembre | Sin información | 750.832 | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 40. Costo total de energía activa




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \quad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \quad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \quad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *14*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 26).

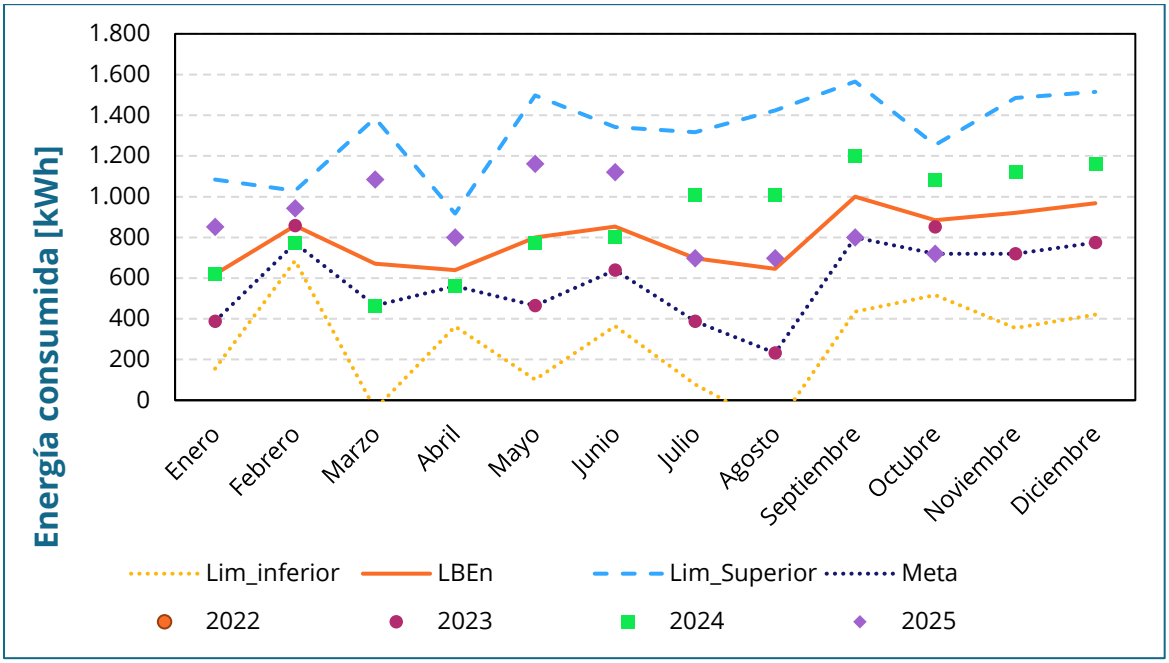
Tabla 26. Registros para construcción de LBEn de Punta Bolívar

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 155 | 619 | 1.084 | 387 |
| Febrero | 686 | 857 | 1.029 | 771 |
| Marzo | -44 | 671 | 1.386 | 465 |
| Abril | 363 | 640 | 917 | 560 |
| Mayo | 102 | 800 | 1.498 | 465 |
| Junio | 365 | 853 | 1.342 | 640 |
| Julio | 77 | 697 | 1.316 | 387 |
| Agosto | -134 | 645 | 1.424 | 232 |
| Septiembre | 434 | 1.000 | 1.566 | 800 |
| Octubre | 517 | 885 | 1.254 | 720 |
| Noviembre | 354 | 920 | 1.486 | 720 |
| Diciembre | 420 | 968 | 1.515 | 774 |
| **Total** | | **9.556** | | **6.921** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 41, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 41. Línea Base Energética (LBEn) de Punta Bolívar




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 27 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 27. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Actividades de alojamiento | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 1.439 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Enero 2024 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 34 | | | |
| Cantidad datos finales | 33 | | | |
| LBEn | Enero | | 619 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 857 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 671 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 640 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 800 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 853 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 697 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 645 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 1.000 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 885 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 920 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 968 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 232 | 37,5% | En kWh y % |
| | Febrero | 86 | 10,0% | En kWh y % |
| | Marzo | 206 | 30,8% | En kWh y % |
| | Abril | 80 | 12,5% | En kWh y % |
| | Mayo | 335 | 41,9% | En kWh y % |
| | Junio | 213 | 25,0% | En kWh y % |
| | Julio | 310 | 44,4% | En kWh y % |
| | Agosto | 413 | 64,0% | En kWh y % |
| | Septiembre | 200 | 20,0% | En kWh y % |
| | Octubre | 165 | 18,7% | En kWh y % |
| | Noviembre | 200 | 21,7% | En kWh y % |
| | Diciembre | 194 | 20,0% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

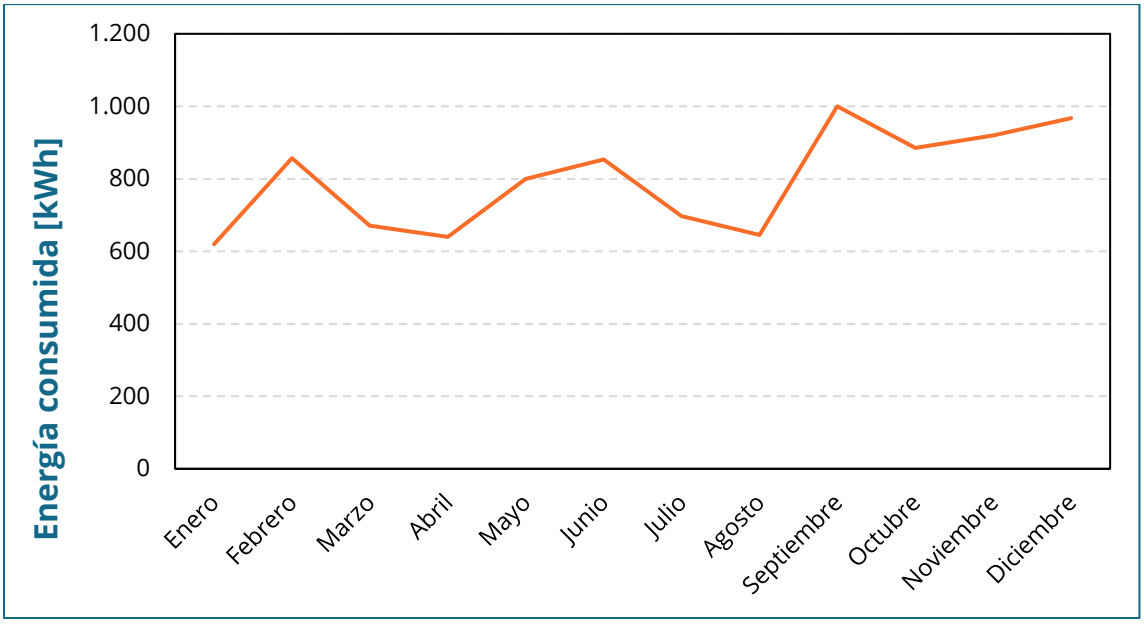
# 7. INDICADORES

Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado de Punta Bolívar con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 42, cuyos valores se disponen en la Tabla 27.

Figura 42. Consumo de energía eléctrica mensual de Punta Bolívar




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por Punta Bolívar en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 9.556 kWh/año para la Punta Bolívar.

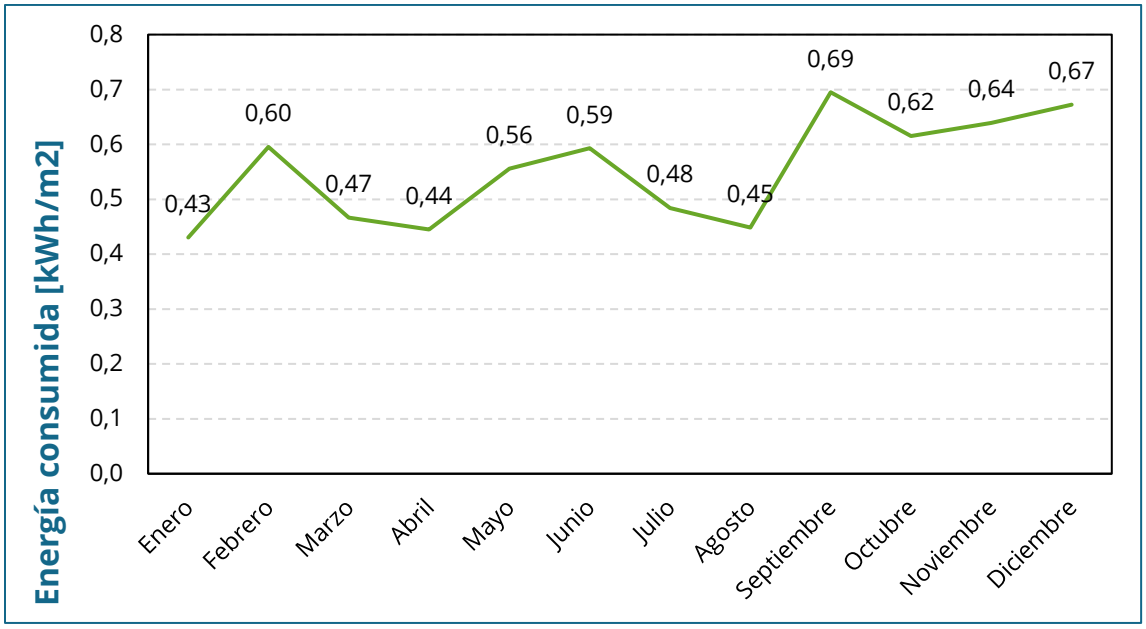
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 43.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n\ (\text{kWh/mes})}{\text{Área útil}\ (\text{m}^2)} \quad (7)$$

Figura 43. Consumo de energía eléctrica mensual de Punta Bolívar




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica de Punta Bolívar con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área

útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 6,64 kWh/año/m² para la Punta Bolívar.

$$\text{CEEAS}\ (\text{kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \tag{8}$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico de Punta Bolívar en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \tag{9}$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \tag{10}$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ítem 9, correspondiente a Punta Bolívar en San Antero, presenta condiciones operativas y de infraestructura que ofrecen oportunidades para la mejora de la eficiencia energética y la seguridad eléctrica:

- La ventilación es el principal uso final de energía en Punta Bolívar, representando el 50% del consumo total, seguido por la iluminación (26%) y la refrigeración (24%). Estos usos identifican las áreas de mayor impacto para implementar medidas de ahorro energético.
- Se identificaron múltiples deficiencias que incumplen el RETIE, incluyendo tableros eléctricos sin tapa, tomacorrientes sin protección, tubería plástica expuesta y ausencia de diagramas unifilares. Estas condiciones representan riesgos de electrocución, incendio y deterioro prematuro de los equipos.

- Las mediciones de iluminancia en las áreas evaluadas cumplen con los niveles mínimos establecidos por el RETILAP (100 lux), lo que indica condiciones visuales adecuadas en los espacios inspeccionados.
- El factor de potencia medido en el tablero principal (0,525) se encuentra por debajo del límite reglamentario (0,9 – 1), lo que sugiere la presencia de cargas inductivas significativas y la necesidad de corrección para evitar posibles penalizaciones y mejorar la eficiencia del sistema.
- La construcción de la Línea Base Energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME permitió cuantificar un potencial de ahorro energético significativo. Los cálculos indican que la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO) y medidas de eficiencia podría alcanzar ahorros considerables, contribuyendo al objetivo del 15% establecido por la ley.
- El consumo histórico de energía reactiva no ha generado facturación adicional por penalización, ya que no se superó el umbral del 50% respecto a la energía activa. No obstante, el bajo factor de potencia sugiere la necesidad de un estudio de calidad de energía para evaluar la conveniencia de instalar equipos de corrección o identificar su fuente.

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 9 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 9 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** ***CORPORACION EMA.***
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

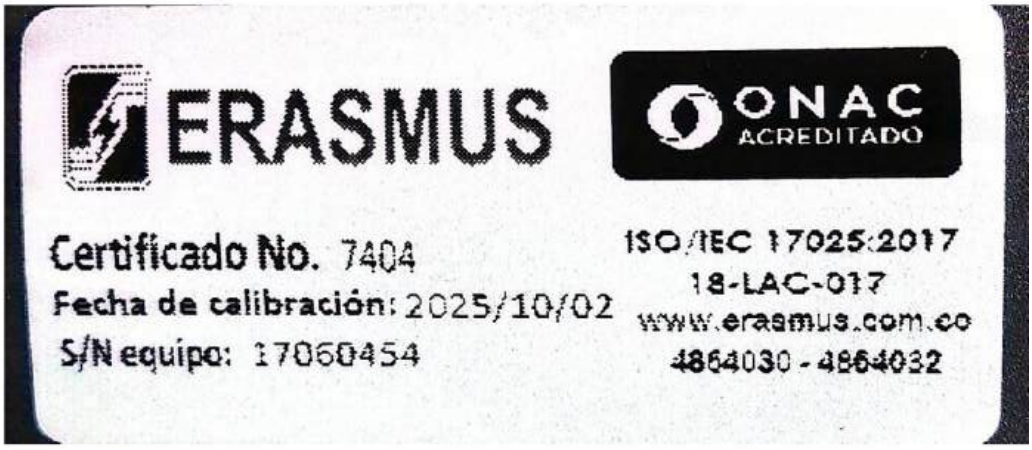
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas.<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad**: Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

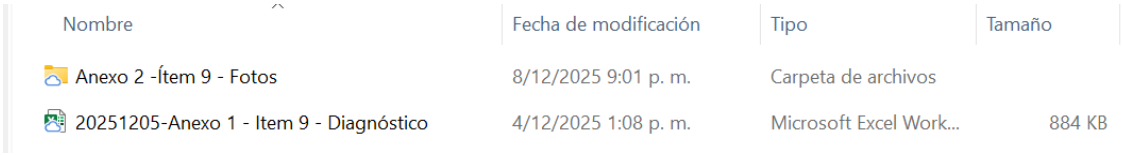
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 9.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2 -Ítem 9 - Fotos | 8/12/2025 9:01 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 9 - Diagnóstico | 4/12/2025 1:08 p. m. | Microsoft Excel Work... | 884 KB |



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

# Consorcio

## Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

### Ítem 10- Edificio Morindó Pisos 6, 7, 8

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 8
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 9
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 10
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 10
2.2 Áreas útiles ..... 11
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 12
3.1 Generalidades de alimentación ..... 12
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 13
3.3 Inventario ..... 18
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 22
4.1 Temperatura y humedad ..... 22
4.2 Cámara termográfica ..... 23
4.3 Iluminancia ..... 24
4.4 Mediciones eléctricas ..... 25
4.5 Curva de carga ..... 28
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 31
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 32
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 36
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 39
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 45
6.1 Metodología ..... 45
6.2 Resultados ..... 46
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 48
7. INDICADORES ..... 49
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 49
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 49
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 50

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS).....51
7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 51
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....51
Bibliografía .....53
ANEXOS.....54

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Pisos 6, 7, 8 del Edificio Morindó....10
Figura 2. Longitudes para cálculo de áreas....11
Figura 3. Subestación piso 1 del edificio....12
Figura 4. Muestra de tableros eléctricos de la edificación....12
Figura 5. Equipos de aire acondicionado en los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó....18
Figura 6. Equipos ofimáticos de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó....19
Figura 7. Equipos de iluminación de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó....20
Figura 8. Equipos de refrigeración de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó....21
Figura 9. Equipos fuera de servicio....22
Figura 10. Luminaria con flicker....22
Figura 11. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663....23
Figura 12. Temperatura (°F) del tablero eléctrico....24
Figura 13. Luxómetro digital MPT1014....25
Figura 14. Instalación de equipo Metrel MI 2883....25
Figura 15. Tensiones de tablero principal....26
Figura 16. Corrientes de tablero principal....26
Figura 17. Energía activa de tablero principal....27
Figura 18. Potencias de tablero principal....27
Figura 19. Factor de potencia de tablero principal....28
Figura 20. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas....29
Figura 21. Corrientes de tablero principal....30
Figura 22. Curva de carga de tablero principal....30
Figura 23. Registro de datos clave de facturas....31
Figura 24. Consumo histórico de energía activa....33
Figura 25. Consumo histórico de energía reactiva....34
Figura 26. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada....35
Figura 27. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó....36
Figura 28. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó....37
Figura 29. Porcentaje de participación de consumo de energía por pisos de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó....38
Figura 30. Diagrama de Pareto – consumo de energía por pisos de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó....39
Figura 31. Costo de factura histórico....40
Figura 32. Gráfico circular de costos de facturación....40
Figura 33. Costo unitario por kWh de energía....41

Figura 34. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público .....43
Figura 35. Costo total de energía activa .....45
Figura 36. Línea Base Energética (LBEn) de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó .....47
Figura 37. Consumo de energía eléctrica mensual de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó ....49
Figura 38. Consumo de energía eléctrica mensual de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó ....50

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general del Edificio Morindó Pisos 6, 7, 8 ....9
Tabla 2. Información de actividades del Edificio Morindó Pisos 6, 7, 8 ....9
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación ....10
Tabla 4. Áreas de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó ....11
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó ....19
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó....19
Tabla 7. Inventario de iluminación de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó....20
Tabla 8. Inventario de ventilación de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó ....20
Tabla 9. Inventario de refrigeración de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó ....20
Tabla 10. Inventario de otros equipos de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó....21
Tabla 11. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad ....23
Tabla 12. Mediciones de iluminancia ....24
Tabla 13. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia....28
Tabla 14. Especificaciones de medición con datalogger....29
Tabla 15. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura....31
Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía activa ....33
Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva ....34
Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada ....35
Tabla 19. Participación de consumo de energía por usos finales de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó ....37
Tabla 20. Participación de consumo de energía por pisos de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó ....38
Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía activa....41
Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía reactiva ....42
Tabla 23. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público....42
Tabla 24. Costo facturado por energía activa....43
Tabla 25. Costo facturado por energía reactiva ....44
Tabla 26. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público....44
Tabla 27. Registros para construcción de LBEn de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó ....47
Tabla 28. Reporte UPME para potencial de ahorro energético ....48

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en el ítem 10, correspondiente a los pisos 6, 7 y 8 del Edificio Morindó en Montería, Córdoba. El estudio se llevó a cabo en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que obliga a las entidades gubernamentales a realizar auditorías energéticas y fijar metas de ahorro de al menos el 15% para el año 2026.

La auditoría comprendió una evaluación integral de las condiciones arquitectónicas, una inspección detallada de las instalaciones eléctricas, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curvas de carga), análisis histórico de consumo y facturación, caracterización de los usos finales de la energía, establecimiento de una Línea Base Energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME, y el cálculo de indicadores de desempeño energético.

Se identificó que el aire acondicionado es el principal uso final de energía, representando aproximadamente el 56% del consumo total en los tres pisos. La inspección eléctrica reveló múltiples no conformidades con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) relacionadas con seguridad, y mediciones de iluminancia en varios espacios por debajo del mínimo de 500 lux exigido por el RETILAP. El análisis de la línea base energética, construida a partir de los datos de facturación disponibles, sienta las bases para monitorear el consumo y medir futuras mejoras.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

# 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 10 corresponde al Edificio Morindó Pisos 6, 7, 8 tiene por objetivos Formular y ejecutar políticas de salud, planificar y dirigir la prestación de servicios de salud, promover la participación social y la prevención de enfermedades. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general del Edificio Morindó Pisos 6, 7, 8







| | |
|---|---|
| **Nombre de la institución** | Edificio Morindó Pisos 6,7,8 |
| **Dirección** | Cl 29 #2-45 DUP 4 |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8,756583° Longitud: -75,886117° |
| **Antigüedad [años]** | Sin información |
| **Tipo de tenencia** | Comodato |
| **Limitaciones patrimoniales** | No |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades del Edificio Morindó Pisos 6, 7, 8

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Administración de salud departamental |
| **Días de operación** | Lunes a sábado |
| **Horarios de operación** | 08:00 am a 6:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | Sin información |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en esta tabla, este cuenta con un (1) bloque, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Edificio Morindó pisos 6,7,8 (ver Figura *1*)

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación

| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Suroriente |
| **Número de edificios o bloques** | 1 |
| **Número de pisos** | 3 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,4 |
| **Área construida aproximada [m²]** | 719 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 45° |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: blanco |
| | Estado de las paredes: buenas |
| | Tipo de aislamiento: ninguno |
| **Ventanas** | Material del marco: metal |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: buenas |
| **Techo** | Material: no aplica |
| | Color: no aplica |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Pisos 6, 7, 8 del Edificio Morindó

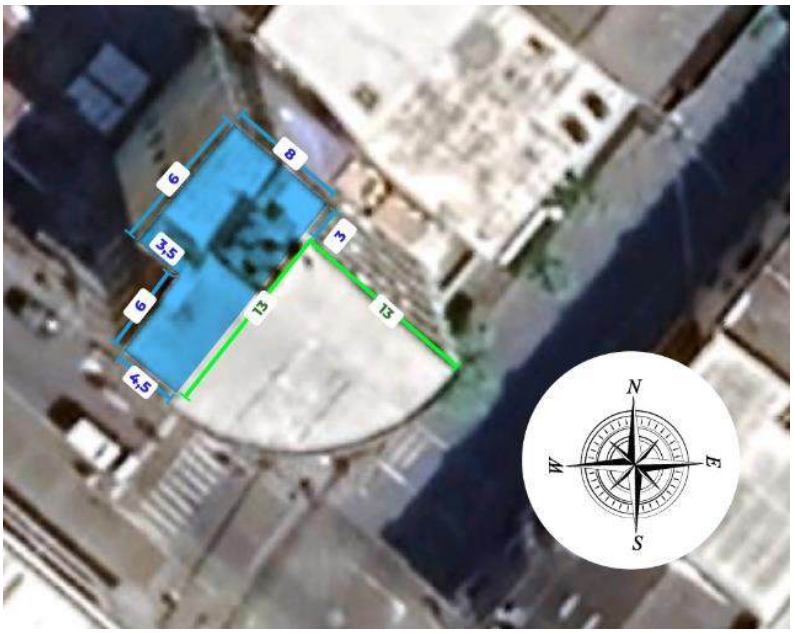



Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Áreas útiles

El área total del terreno de los pisos 6,7 y 8 del Edificio Morindó es de aproximadamente 240 $m^2$ (ver Figura 2), mientras que la superficie construida, asciende a los 719 $m^2$. Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 2. Longitudes para cálculo de áreas




Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó

| Área | Área total [$m^2$] | Fuente |
|---|---|---|
| Piso 6 - IBC | 24 | Estimación |
| Piso 6 - Promoción social | 22,5 | Estimación |
| Piso 6 - Autorizaciones y cuentas médicas | 80 | Estimación |
| Piso 6 - Análisis de riesgos | 16 | Estimación |
| Piso 7 - Prestación de servicios | 12,25 | Estimación |
| Piso 7 - Financiera | 21 | Estimación |
| Piso 7 - Aseguramiento | 7,5 | Estimación |
| Piso 7 - Vigilancia en salud pública | 20 | Estimación |
| Piso 8 - Planeación en salud | 18 | Estimación |
| Piso 8 - Oficina jurídica | 24 | Estimación |
| Piso 8 - Contraloría | 24 | Estimación |
| Piso 8 - Despacho y Oficina secretaria del despacho | 16 | Estimación |
| Piso 8 - Sala de juntas | 10 | Estimación |

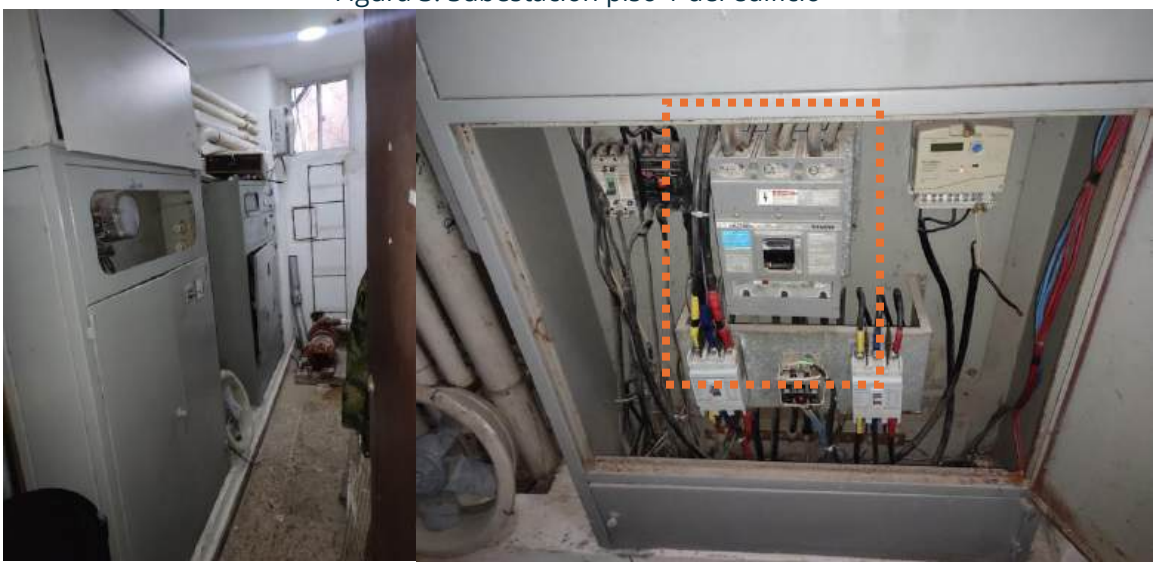
Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

Los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13,2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo bandera, donde la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador de 75 kVA propiedad del operador, desde donde la distribución continúa en configuración subterránea hasta la edificación principal (ver Figura 3). En esta se encuentra un tablero principal con un totalizador para los tres pisos (piso 6,7 y 8), presentado en la Figura *3*.

Figura 3. Subestación piso 1 del edificio



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Muestra de tableros eléctricos de la edificación



Fuente: Elaboración propia

Desde el tablero eléctrico principal se derivan los circuitos hacia los tableros seccionales, uno en cada piso. En la Figura 4 se presentan ejemplos de estos tableros.

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

### Edificio Morindó pisos 6, 7 y 8

*Almacenamiento inadecuado de elementos en cuarto técnico de la subestación*

Figura 7. Almacenamiento inadecuado de elementos en la subestación



Fuente: Elaboración propia

**Requisito normativo (RETIE):** "El espacio de trabajo y las salidas de las puertas de cuartos eléctricos y bóvedas debe permanecer libre de otros equipos y obstáculos." (Título 4. Espacios para montaje de equipos y distancias mínimas de seguridad, para operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica / literal h).

**Implicación:** Se evidenciaron varios elementos almacenados en el piso del cuarto técnico de la subestación que no corresponden a componentes eléctricos, tales como motores, tuberías cajas, que impiden el fácil acceso a los tableros. La presencia de equipos y objetos no eléctricos dentro del cuarto técnico de la subestación representa un riesgo para la seguridad operativa y del personal. Estos elementos pueden obstruir los accesos a equipos eléctricos, dificultar las labores de mantenimiento y operación, generar acumulación de polvo o humedad, e incluso representar un peligro en situaciones de emergencia al impedir una evacuación rápida o una intervención oportuna.

*Multitomas sin rótulos*

**Requisito normativo (RETIE):**

“Todos los tomacorrientes de una multitoma deben tener el mismo rango de corriente y deben tener contactos de neutro y tierra separados. La capacidad de corriente de cada tomacorriente no debe ser inferior a 15 A”

“Se debe verificar la máxima corriente permanente permitida sin que se incremente la temperatura a más de 45 °C con criterios de prueba de normas IEC o de 30 °C bajo los criterios de prueba de normas UL”

“La marcación de las multitomas y extensiones debe ser permanente, claramente visible, legible e impresa en el exterior de su cuerpo. Debe contener como mínimo la siguiente información: (1) Nombre del productor o marca registrada; (2) Tensión nominal de operación en voltios; (3) Potencia máxima a conectar; (4) Máxima corriente permitida en amperios”

(Título 16. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctrica / Artículo 2.3.20. Extensiones y multitomas / literal c, h y j)

**Implicación:** Si bien se observó el uso de multitomas, estas no cuentan con la rotulación reglamentaria exigida por el RETIE. Adicionalmente, no se dispone de información que evidencie la verificación de la capacidad de corriente, ni de la temperatura máxima de operación, condiciones necesarias para evitar sobrecargas y riesgos de incendio. La ausencia de rotulación y la falta de verificación de los parámetros eléctricos de las multitomas representa un riesgo potencial de sobrecalentamiento, falla eléctrica o incendio y comprometiendo la seguridad de los usuarios.

Figura 8. Multitomas en suelo



Fuente: Elaboración propia

*Luminaria despegada*

**Requisito normativo (RETIE):**

"No se deben retirar tapas de entrada de ductos no utilizadas, ni se deben hacer perforaciones adicionales."

(Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 3.17.5 – Cajas y conduletas / literal e)

**Implicación:** Se observó una luminaria despegada. Estas condiciones comprometen la seguridad mecánica y eléctrica de los puntos de alumbrado, generando riesgo de contacto con partes energizadas, caída de componentes y posibles fallas eléctricas.

Figura 9. Luminaria despegada



Fuente: Elaboración propia

*Canaleta rota*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Deben estar sólidamente soportadas y con encerramiento completo"

"Se debe evitar la abrasión o el corte del aislamiento de los conductores, mediante el uso de pasacables, tubos o accesorios adecuados"

(Título 16. Requisitos de instalación de los principales productos utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.4. Sistemas de canales y de ductos cerrados de sección no circular / literal g y h)

**Implicación:** Se encontraron canaletas despegas o rotas. Estas condiciones comprometen la seguridad eléctrica al exponer los conductores a posibles daños mecánicos, abrasión o contacto involuntario, lo que puede derivar en fallas eléctricas, cortocircuitos o riesgo de electrocución.

Figura 10. Canaletas rotas o despegadas



Fuente: Elaboración propia

*Tomacorrientes sin tapa*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Los tomacorrientes y clavijas no deben tener partes energizadas expuestas."

"Las tapas o cubiertas de los tomacorrientes, destinadas a evitar el contacto directo con partes energizadas, deben ser resistentes al impacto mínimo con IK 03, conforme a IEC 62262 o NTC-IEC 62262."

(Título 2. Requisitos generales para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 2.3.8 Clavijas y tomacorrientes / Literal b y e)

**Implicación:** Se identificaron tomas sin tapa. La falta de tapas o el deterioro de las mismas expone a los usuarios a riesgo de contacto accidental con componentes energizados.

Figura 11. Tomacorriente sin tapa




Fuente: Elaboración propia

*Ausencia de aislamiento adecuado en componentes energizados*

**Requisito normativo (RETIE):** "Contar con el aislamiento apropiado acorde con el nivel de tensión de la parte energizada." (Título 3 – Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 3.27.1 – Medidas de protección básica /literal a)

**Implicación:** Se identificó una nevera con un remiendo en su cableado en la cocina del piso 8. La señora de servicios generales informa la activación de la protección termomagnética de la

toma a la cual se conecta dicha nevera. Lo que indica un posible corto. Estas condiciones representan un riesgo eléctrico directo por contacto accidental con partes energizadas, aumentando la probabilidad de choque eléctrico o cortocircuitos.

Figura 12. Nevera con remiendo en cableado




Fuente: Elaboración propia

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 5).

Figura 5. Equipos de aire acondicionado en los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Minisplit | 12.000 | 5.582 | 4 |
| Minisplit | 24.000 | 27.854 | 12 |
| Minisplit | 36.000 | 4.794 | 2 |

Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 6).

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Cámara | 15 | 2 |
| Computador | 620 | 20 |
| Computador | 90 | 1 |
| Impresora | 1.487 | 10 |
| Portátil | 90 | 9 |
| Televisor | 195 | 2 |
| Cámara | 15 | 2 |
| Servidor | 400 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Equipos ofimáticos de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó




Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 7).

Tabla 7. Inventario de iluminación de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Lámpara LED | 486 | 104 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Equipos de iluminación de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de ventilación se sintetizan en la Tabla 8.

Tabla 8. Inventario de ventilación de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Ventilador de pie | 24 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 9 (ver Figura 8 ).

Tabla 9. Inventario de refrigeración de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Dispensador de agua | 540 | 1 |
| Nevera | 855 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Equipos de refrigeración de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó




Fuente: Elaboración propia

Los equipos de otros equipos se sintetizan en la Tabla 10.

Tabla 10. Inventario de otros equipos de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Estufa eléctrica | 1.000 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se evidenciaron equipos fuera de servicio o en mal estado (ver Figura 9):

- **Despacho, hall de entrada y auditorio:** luminarias led.
- **Jurídica:** luminarias y nevera. Esta última presenta fugas de frío por el texto cerca al condensador.
- **Financiera:** Nevera.

Figura 9. Equipos fuera de servicio




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, en general en los tres pisos se evidenciaron varias luminarias con *flicker* (luz intermitente o parpadeante), el cual a primera vista es molesto, pero que en caso de presentarse ante personal o visitantes epilépticos puede ser grave. Para ello, se recomienda sustituir dichas luminarias.

Figura 10. Luminaria con flicker



Fuente: Elaboración propia

# 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético.

Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Figura 11. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663




Fuente: Elaboración propia

Para verificar estas dos variables en espacio central del piso 8, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 11). Donde se registraron tres mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 11.

Tabla 11. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 03:00 pm | 28 | 59% |
| 2 | 03:22 pm | 28 | 60% |
| 3 | 03:45 pm | 27 | 58% |

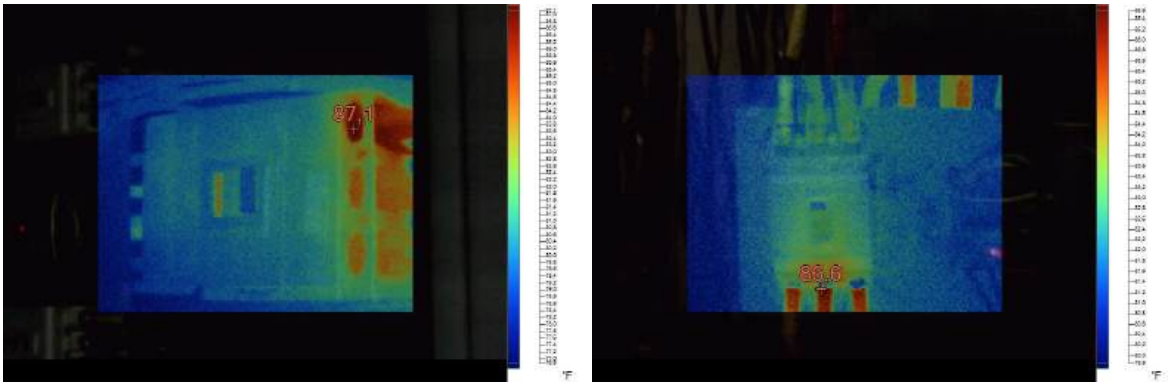
Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Cámara termográfica

Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes de los tableros eléctricos, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 12. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 28 °C (según la Tabla 11**)**, se obtiene un diferencial máximo de 2,6°C, correspondiente a la Figura 12(a) con 30,6°C (87,1 °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (1 °C a 10 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como "posible deficiencia". Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar seguimiento periódico para detectar cualquier tendencia al sobrecalentamiento.

Figura 12. Temperatura (°F) del tablero eléctrico



(a) (b)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 12.

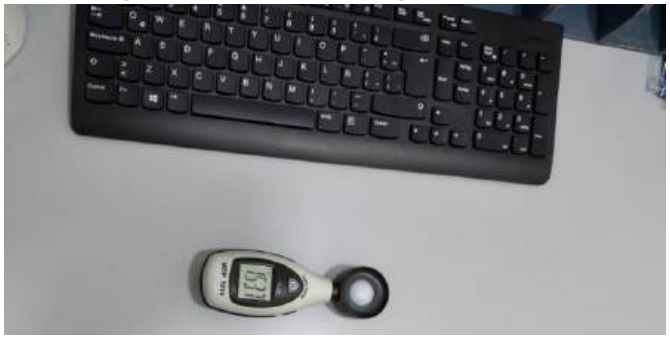
Tabla 12. Mediciones de iluminancia

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Piso 8 - Sala de juntas | 4 | 1.781 | 500 | Cumple |
| Piso 8-Despacho | 5 | 1.679 | 500 | Cumple |
| Piso 7-Prestación de servicios | 4 | 133 | 500 | No cumple |
| Piso 7-Financiera | 8 | 884 | 500 | Cumple |
| Piso 7-Vigilancia en salud pública | 7 | 948 | 500 | Cumple |
| Piso 6-IBC | 4 | 305 | 500 | No cumple |
| Piso 6-Promoción social | 4 | 384 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades, así como de revisar los altos niveles en algunos espacios que pueden afectar la visión de los empleados.

Figura 13. Luxómetro digital MPT1014



Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Mediciones eléctricas

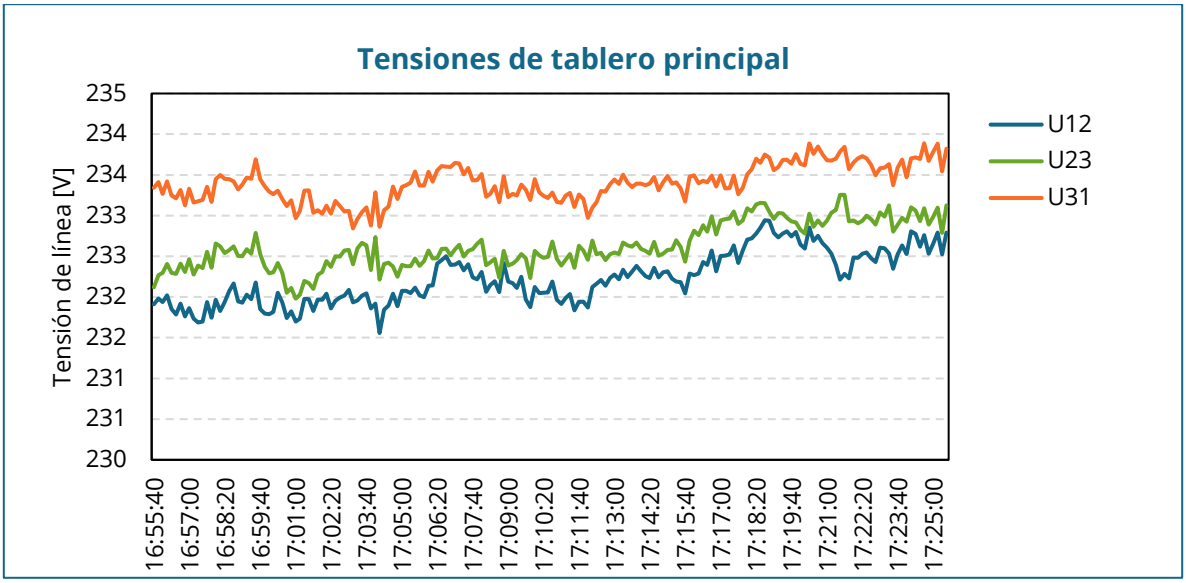
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 14. Instalación de equipo Metrel MI 2883



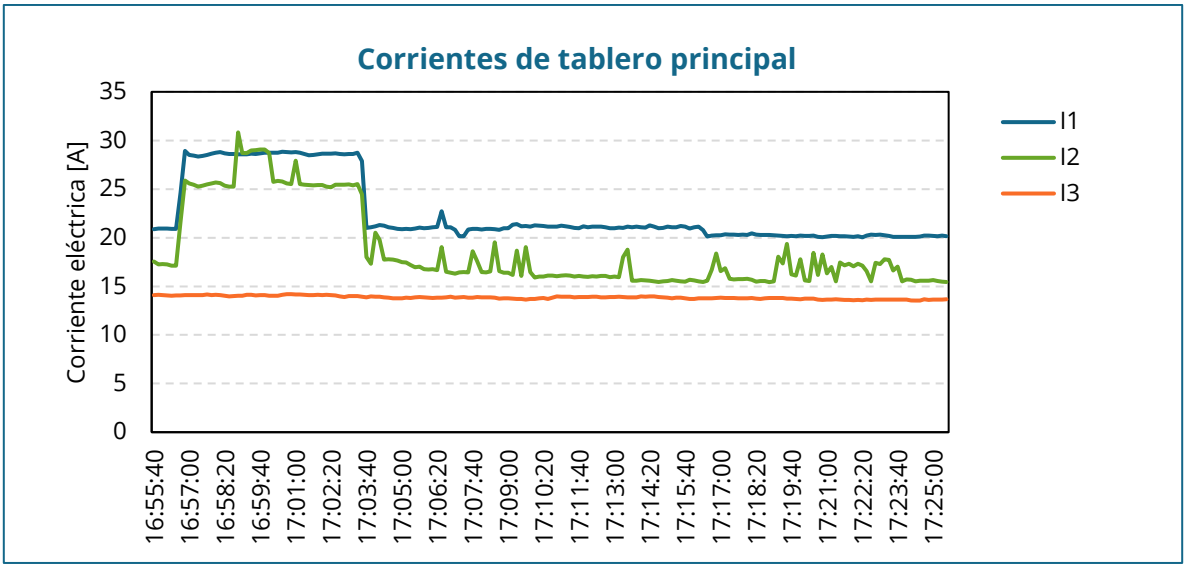
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Tensiones de tablero principal



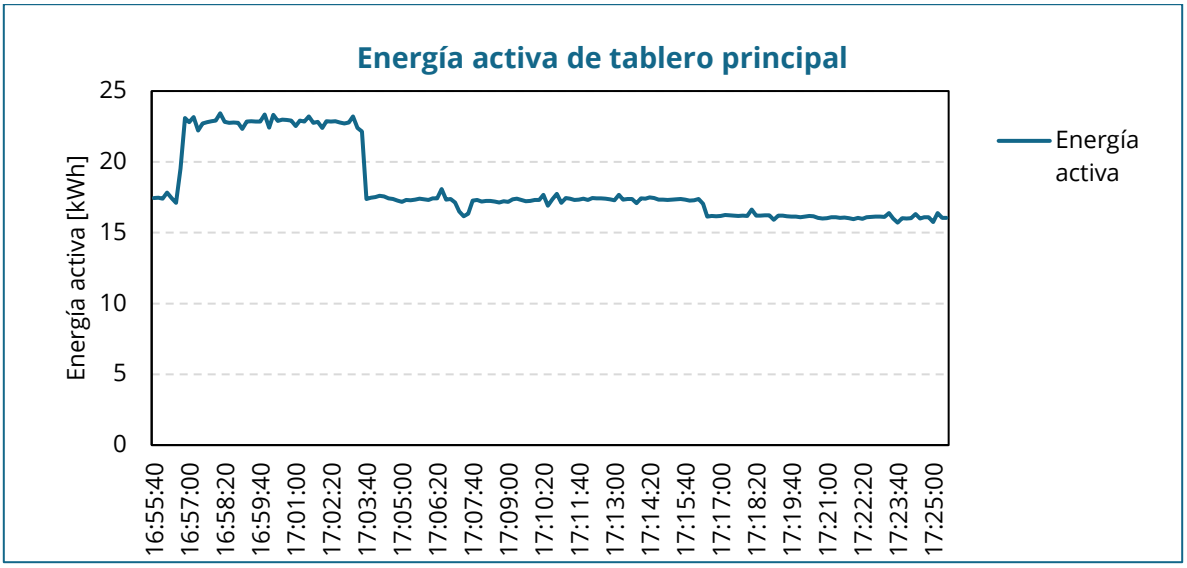

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Corrientes de tablero principal



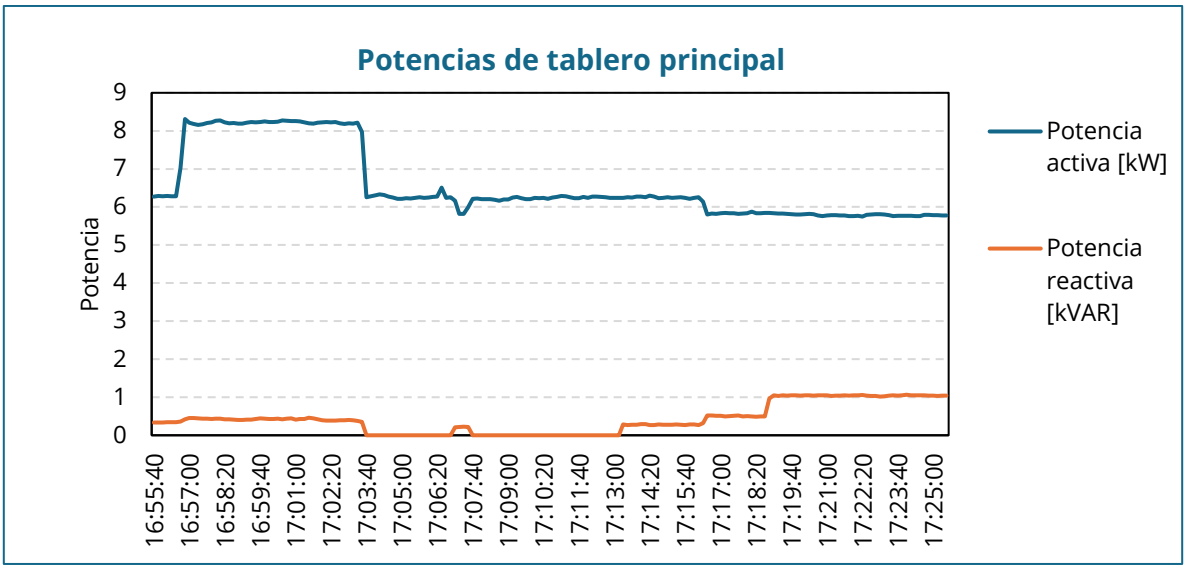

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Energía activa de tablero principal



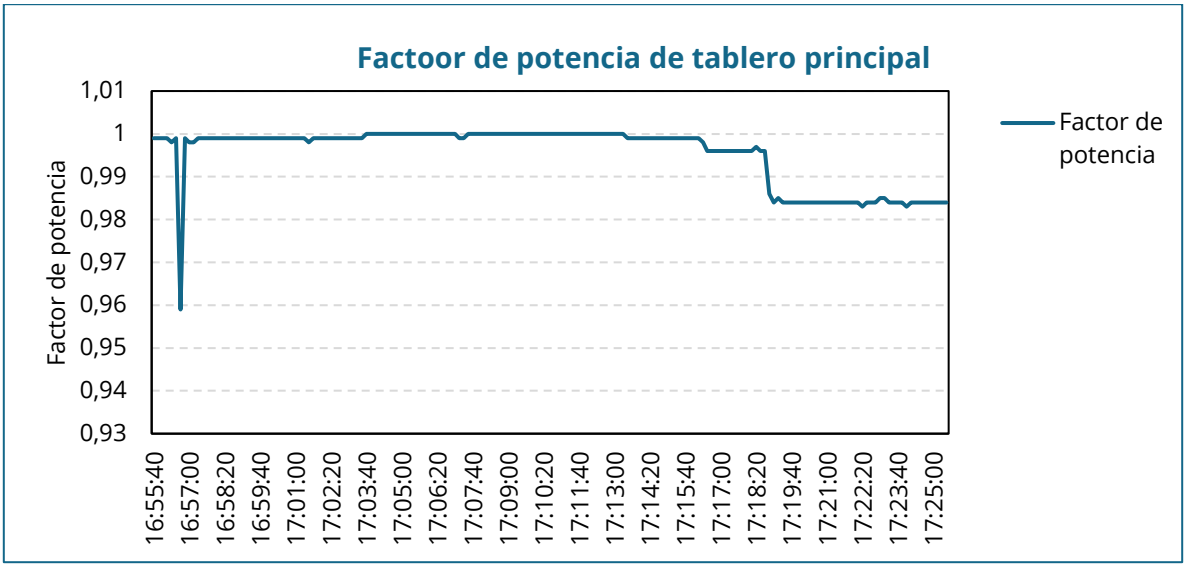

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Potencias de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Factor de potencia de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia que los niveles de tensión registrados (Figura 9) superan los límites establecidos por la normativa colombiana (187 V - 228 V), lo que puede afectar la operación adecuada de los equipos conectados. Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

## 4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 13 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 13. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 232,23 | 0,14% |
| U23 | 232,63 | 0,12% |
| U31 | 233,40 | 0,10% |
| Factor de potencia | 0,995 | 0,70% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 14.

Tabla 14. Especificaciones de medición con datalogger

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 09 de diciembre de 2025 |
| **Feche final** | 10 de diciembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,02 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

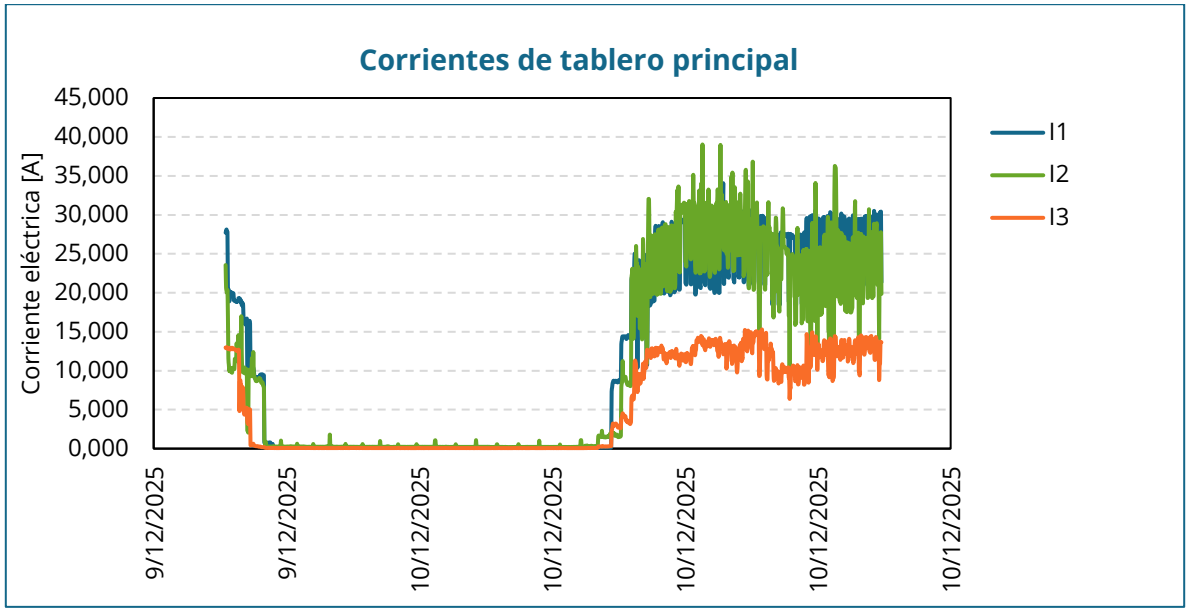
Figura 20. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas



Fuente: Elaboración propia

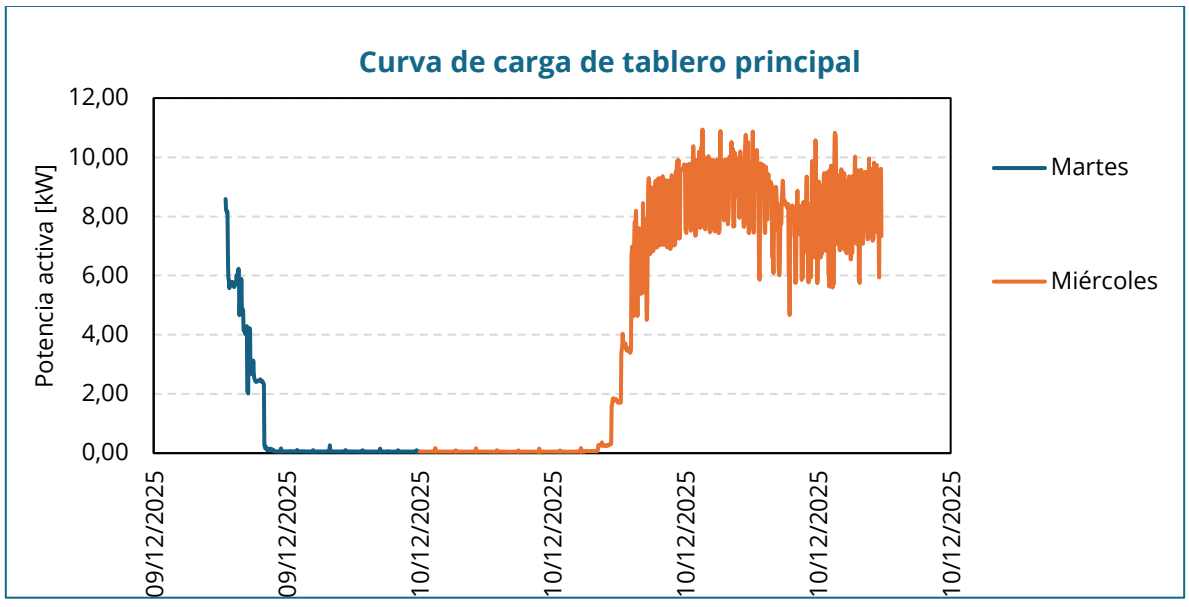
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en las Figura 21 y la Figura 22. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 15.

Figura 21. Corrientes de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Curva de carga de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 84 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 2.562 |
| **Energía facturada [kWh]** | 2.320 |
| **Diferencia relativa [%]** | 10,4% |

Fuente: Elaboración propia

# 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en los pisos objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 23).

Figura 23. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica**: El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa

(equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público**: Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana**: Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total**: Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios. Además, el análisis de la cuenta NIC: 4553638 del Edificio Morindó (pisos 6, 7 y 8) se limita al consumo a partir de noviembre de 2024, debido a la existencia de un período sin facturación entre 2022 y 2024, sumado al hecho de que los consumos registrados en 2022 son significativamente inferiores en comparación con los patrones de consumo reportados en 2024.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Edificio Morindó Pisos 6, 7, 8 -NIC: 4553638 - Medidor: 053034209*

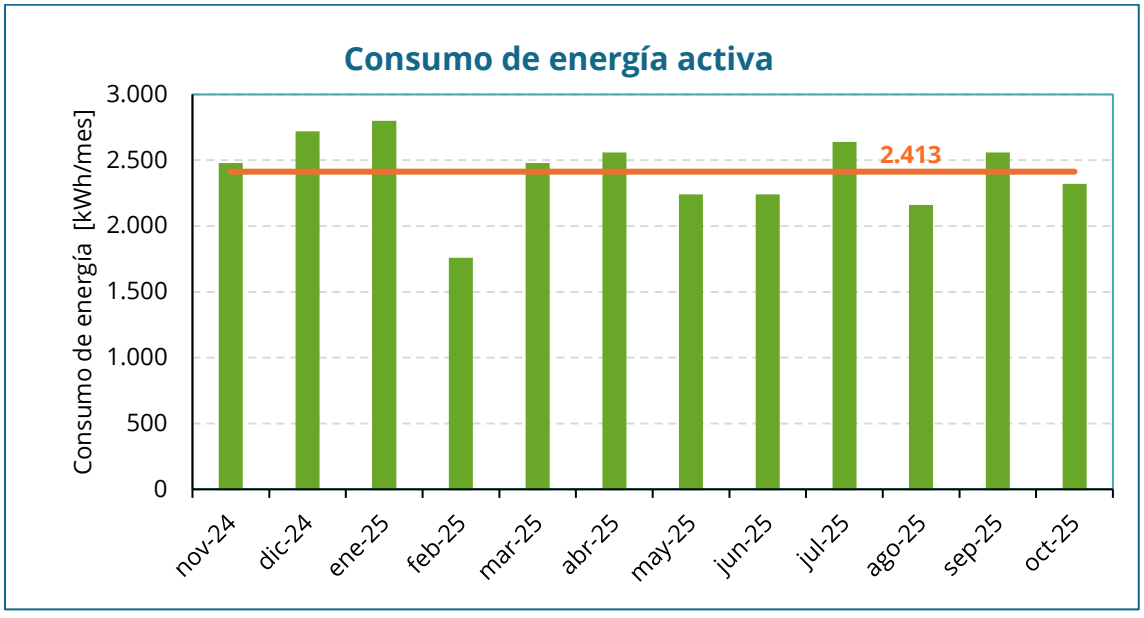
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 16, con el cual se construyó la Figura 24. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 240 | Sin información | 2.800 |
| Febrero | Sin información | 160 | Sin información | 1.760 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 2.480 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 2.560 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 2.240 |
| Junio | 80 | Sin información | Sin información | 2.240 |
| Julio | 80 | Sin información | Sin información | 2.640 |
| Agosto | 80 | Sin información | Sin información | 2.160 |
| Septiembre | 0 | Sin información | Sin información | 2.560 |
| Octubre | 240 | Sin información | Sin información | 2.320 |
| Noviembre | 240 | Sin información | 2.480 | |
| Diciembre | 160 | Sin información | 2.720 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 24. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

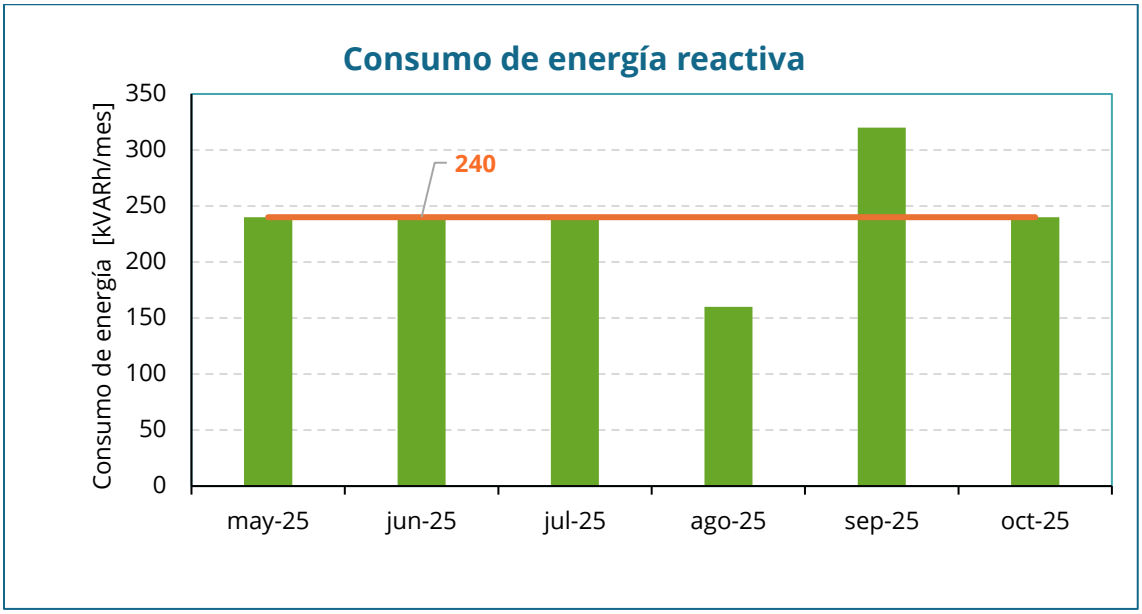
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 17, con el cual se construyó la Figura 25. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | 0 | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 240 |
| Junio | 80 | Sin información | Sin información | 240 |
| Julio | 0 | Sin información | Sin información | 240 |
| Agosto | 0 | Sin información | Sin información | 160 |
| Septiembre | 0 | Sin información | Sin información | 320 |
| Octubre | 0 | Sin información | Sin información | 240 |
| Noviembre | 0 | Sin información | Sin información | 240 |
| Diciembre | 0 | Sin información | Sin información | Sin información |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 25. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

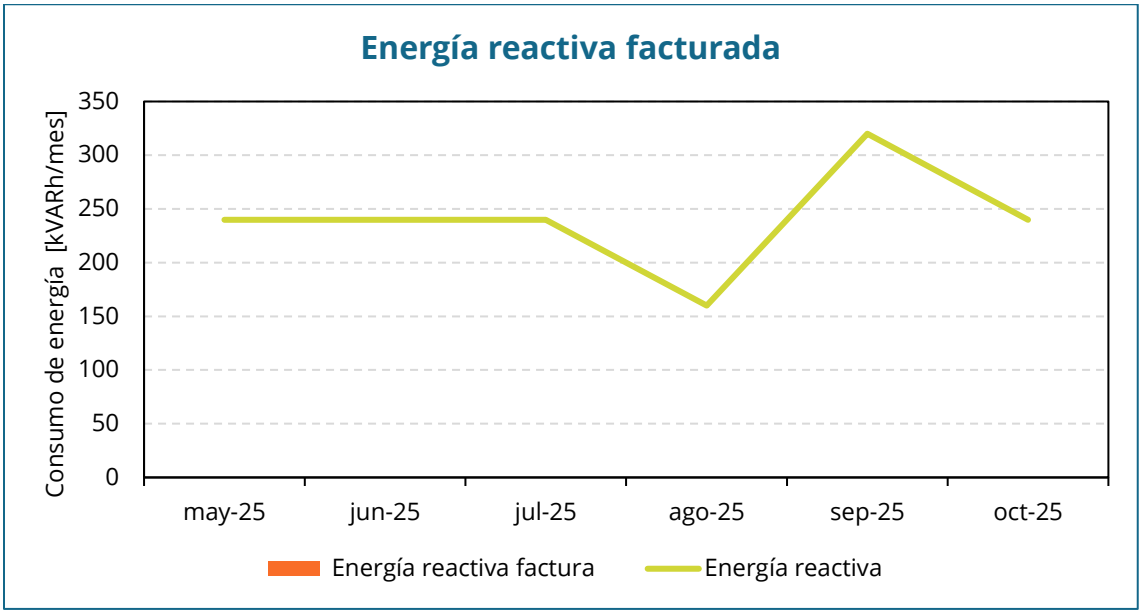
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 18, con el cual se construyó la Figura 26. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | 0 | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 0 |
| Junio | 40 | Sin información | Sin información | 0 |
| Julio | 0 | Sin información | Sin información | 0 |
| Agosto | 0 | Sin información | Sin información | 0 |
| Septiembre | 0 | Sin información | Sin información | 0 |
| Octubre | 0 | Sin información | Sin información | 0 |
| Noviembre | 0 | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | 0 | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 26. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada



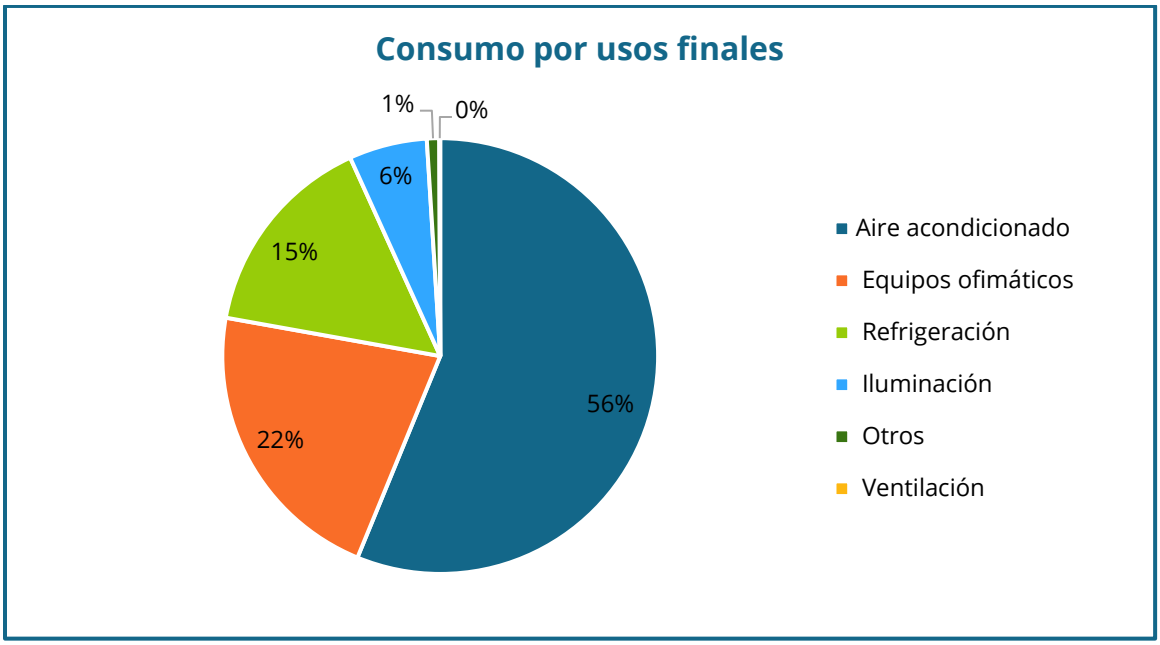

Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 19, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 27 y el diagrama de Pareto en la Figura 28.

Figura 27. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó



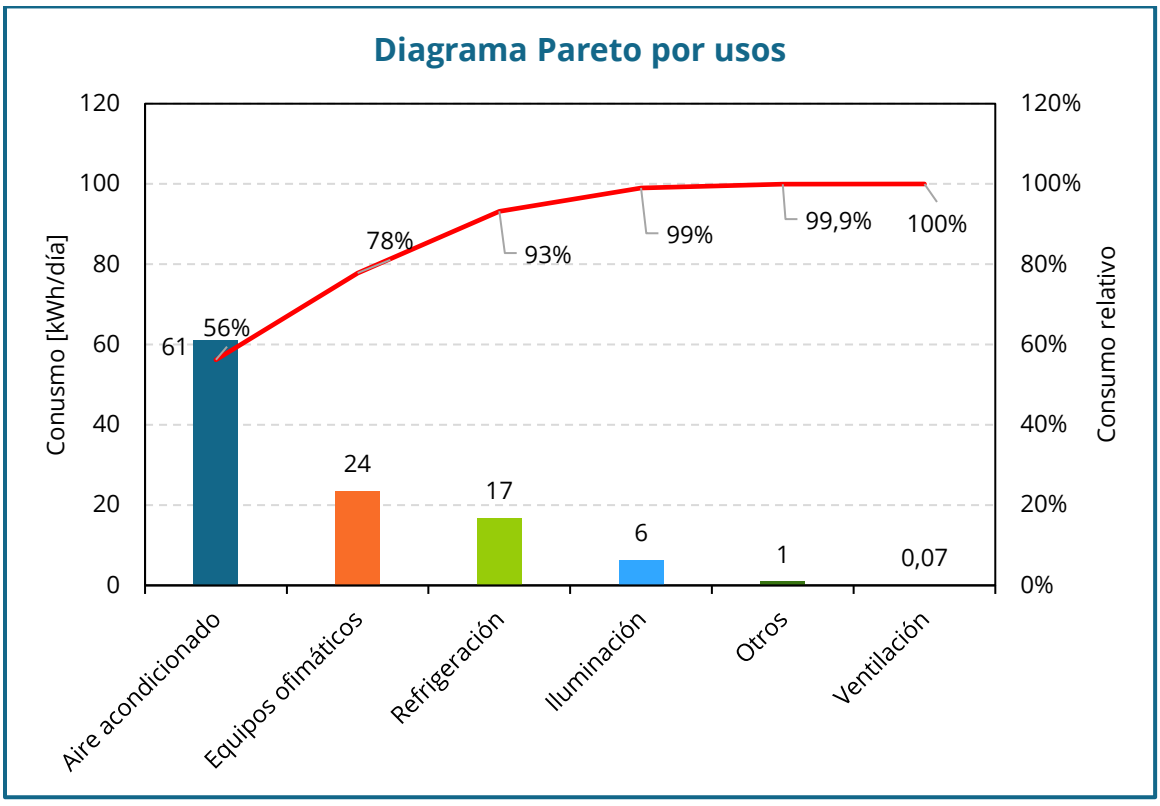

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Participación de consumo de energía por usos finales de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aire acondicionado | 61,11 | 56% |
| Equipos ofimáticos | 23,50 | 22% |
| Refrigeración | 16,74 | 15% |
| Iluminación | 6,30 | 6% |
| Otros | 1,00 | 0,9% |
| Ventilación | 0,072 | 0,07% |
| **Total** | **109** | **100%** |

Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó




Fuente: Elaboración propia

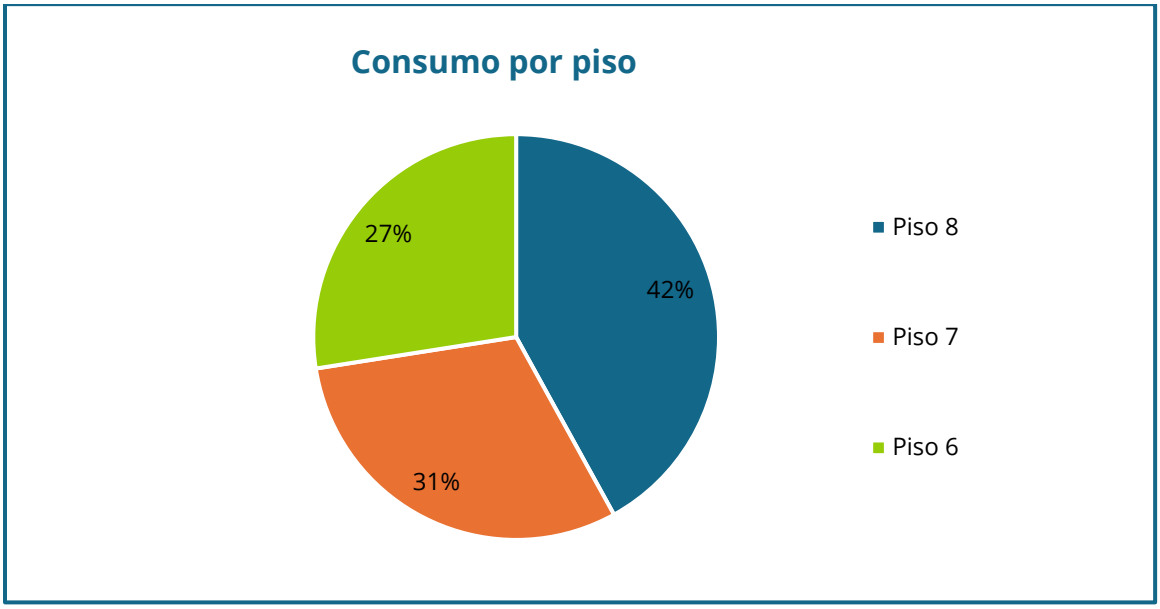
La participación de consumo por pisos se sintetiza en la Tabla 20, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 29 y el diagrama de Pareto en la Figura 30.

Tabla 20. Participación de consumo de energía por pisos de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó

| Pisos | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Piso 8 | 45,6 | 42% |
| Piso 7 | 33,2 | 31% |
| Piso 6 | 29,9 | 27% |
| **Total** | **109** | **100%** |

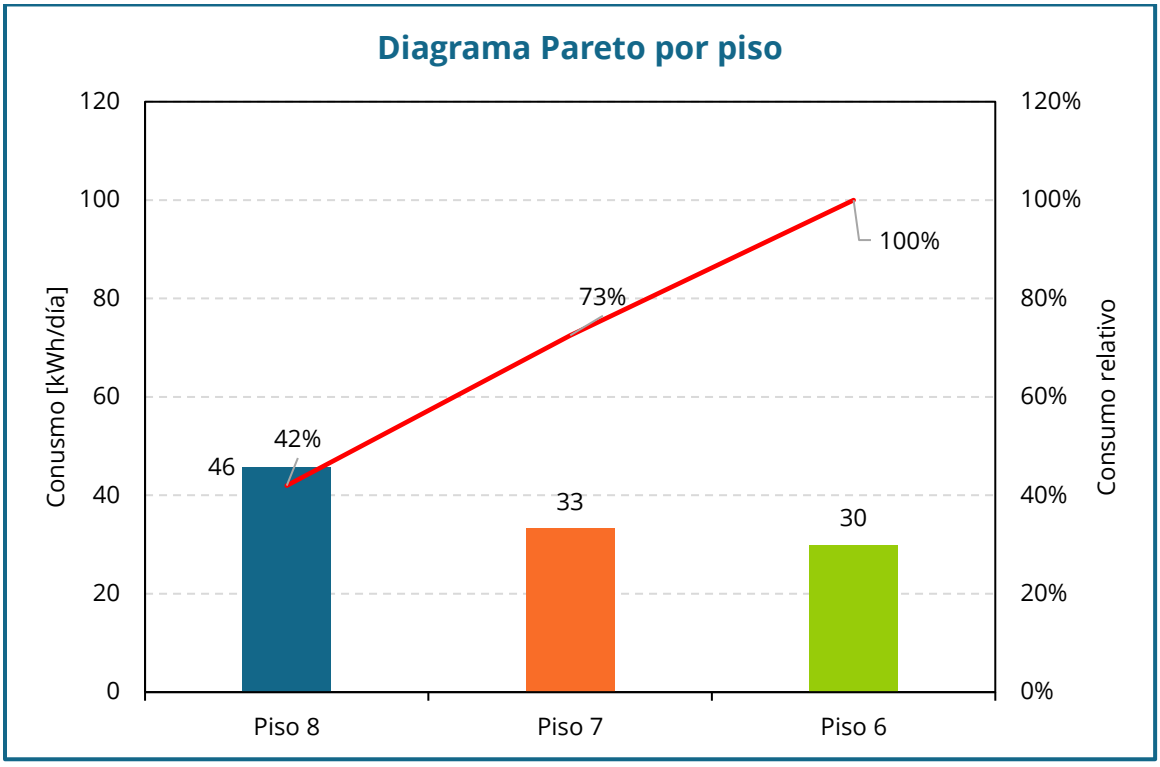
Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Porcentaje de participación de consumo de energía por pisos de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó




Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Diagrama de Pareto – consumo de energía por pisos de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó



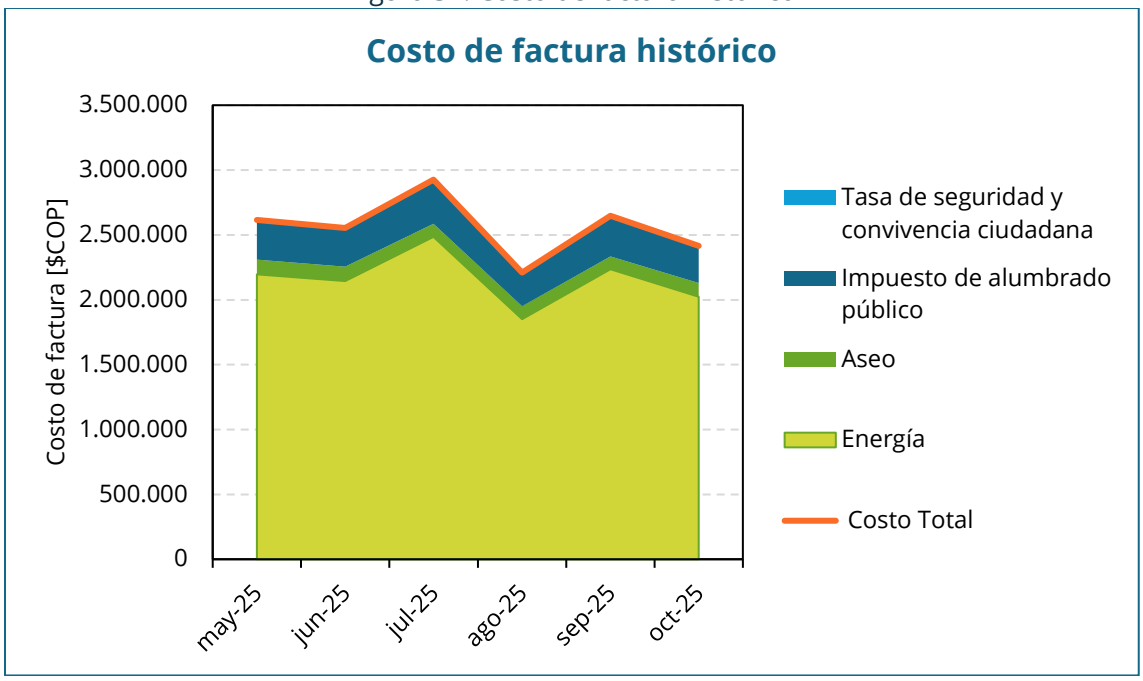

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Edificio Morindó Pisos 6, 7, 8 - NIC: 4553638 - Medidor: 053034209*

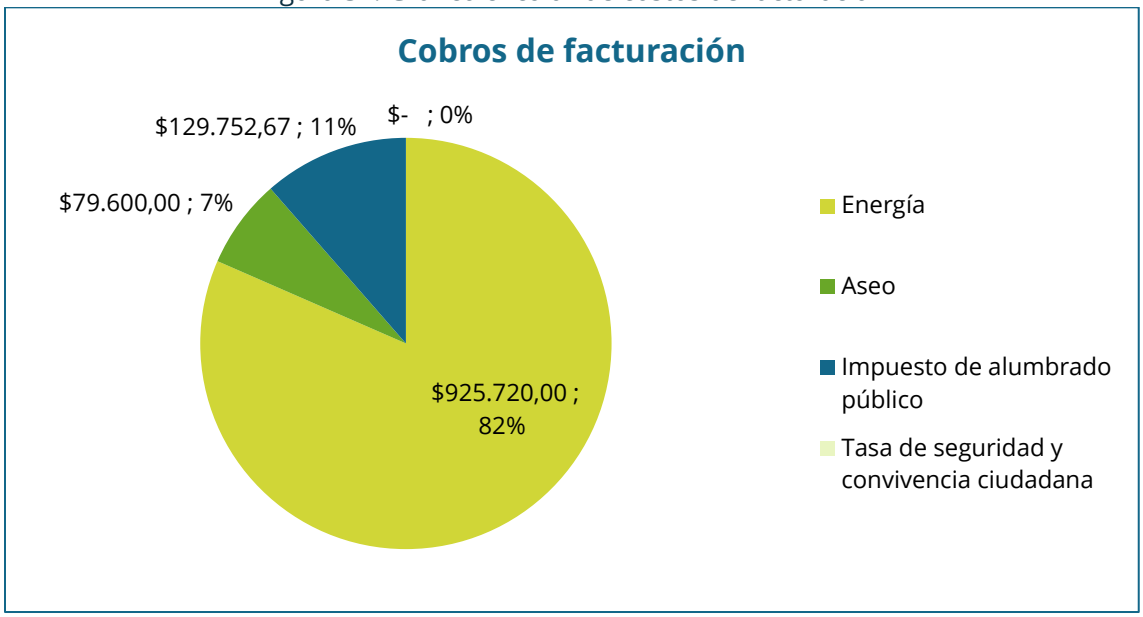
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 31 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 32.

Figura 31. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

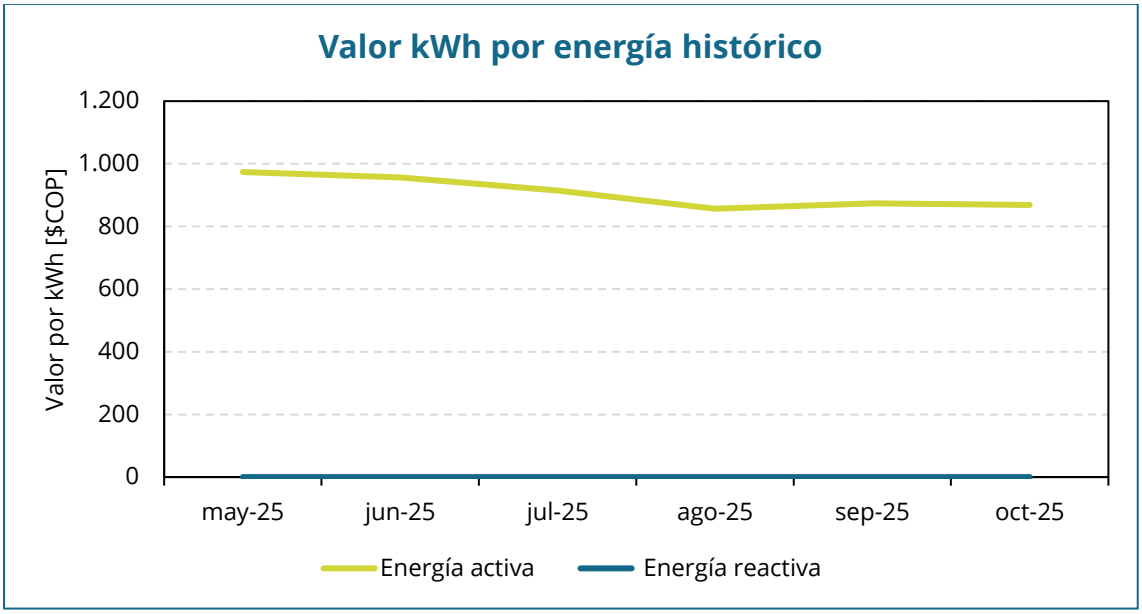
Figura 32. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 33 (ver registros en la Tabla 21 y la Tabla 22).

Figura 33. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 741 | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | 741 | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 974 |
| Junio | 649 | Sin información | Sin información | 957 |
| Julio | 675 | Sin información | Sin información | 914 |
| Agosto | 702 | Sin información | Sin información | 856 |
| Septiembre | 0 | Sin información | Sin información | 874 |
| Octubre | 759 | Sin información | Sin información | 868 |
| Noviembre | 763 | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | 741 | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | 0 | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Junio | 158 | Sin información | Sin información | 0 |
| Julio | 0 | Sin información | Sin información | 0 |
| Agosto | 0 | Sin información | Sin información | 0 |
| Septiembre | 0 | Sin información | Sin información | 0 |
| Octubre | 0 | Sin información | Sin información | 0 |
| Noviembre | 0 | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | 0 | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

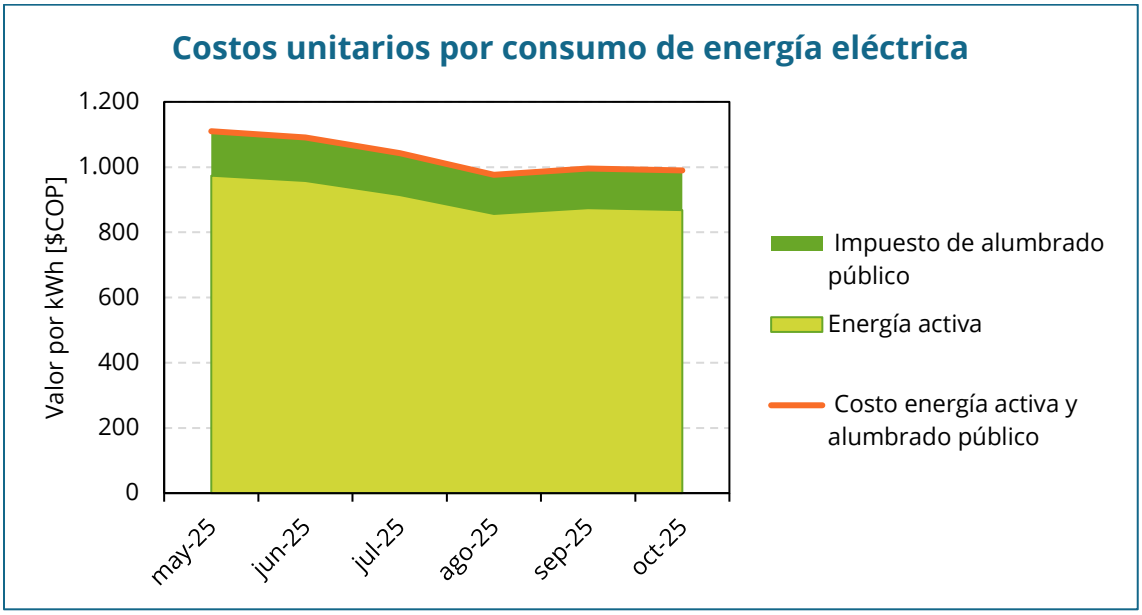
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 34 (ver registros en la Tabla 23). El promedio de este valor es de $1.034.28 COP.

Tabla 23. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 844 | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | 844 | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.110 |
| Junio | 740 | Sin información | Sin información | 1.091 |
| Julio | 769 | Sin información | Sin información | 1.042 |
| Agosto | 800 | Sin información | Sin información | 976 |
| Septiembre | 0 | Sin información | Sin información | 996 |
| Octubre | 865 | Sin información | Sin información | 990 |
| Noviembre | 870 | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | 844 | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 34. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 35. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 24, la Tabla 25 y la Tabla 26, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 24. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 177.730 | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | 118.486 | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 2.181.043 |
| Junio | 51.896 | Sin información | Sin información | 2.143.523 |
| Julio | 53.977 | Sin información | Sin información | 2.414.016 |
| Agosto | 56.140 | Sin información | Sin información | 1.849.997 |
| Septiembre | 0 | Sin información | Sin información | 2.236.646 |
| Octubre | 182.134 | Sin información | Sin información | 2.014.711 |
| Noviembre | 183.226 | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | 118.486 | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 25. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | 0 | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Junio | 6,333 | Sin información | Sin información | 0 |
| Julio | 0 | Sin información | Sin información | 0 |
| Agosto | 0 | Sin información | Sin información | 0 |
| Septiembre | 0 | Sin información | Sin información | 0 |
| Octubre | 0 | Sin información | Sin información | 0 |
| Noviembre | 0 | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | 0 | Sin información | Sin información | |

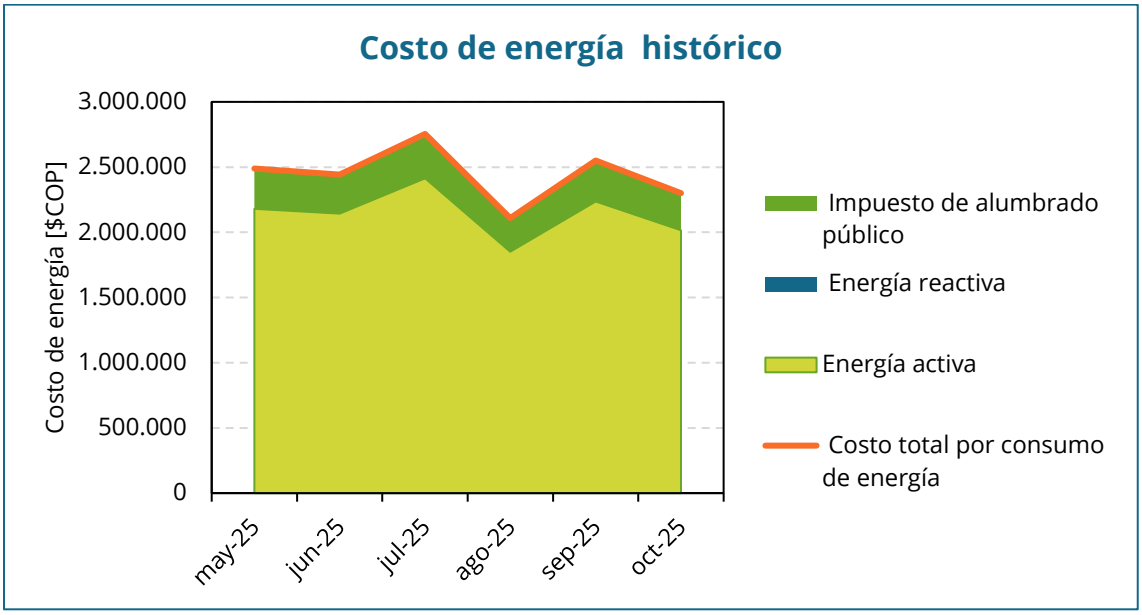
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 26. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 204.390 | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | 136.266 | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 2.489.013 |
| Junio | 66.019 | Sin información | Sin información | 2.443.613 |
| Julio | 62.077 | Sin información | Sin información | 2.754.356 |
| Agosto | 64.560 | Sin información | Sin información | 2.108.997 |
| Septiembre | 0 | Sin información | Sin información | 2.549.776 |
| Octubre | 209.454 | Sin información | Sin información | 2.299.151 |
| Noviembre | 210.706 | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | 136.256 | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 35. Costo total de energía activa




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \quad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I=1}}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \quad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \quad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *16*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 27).

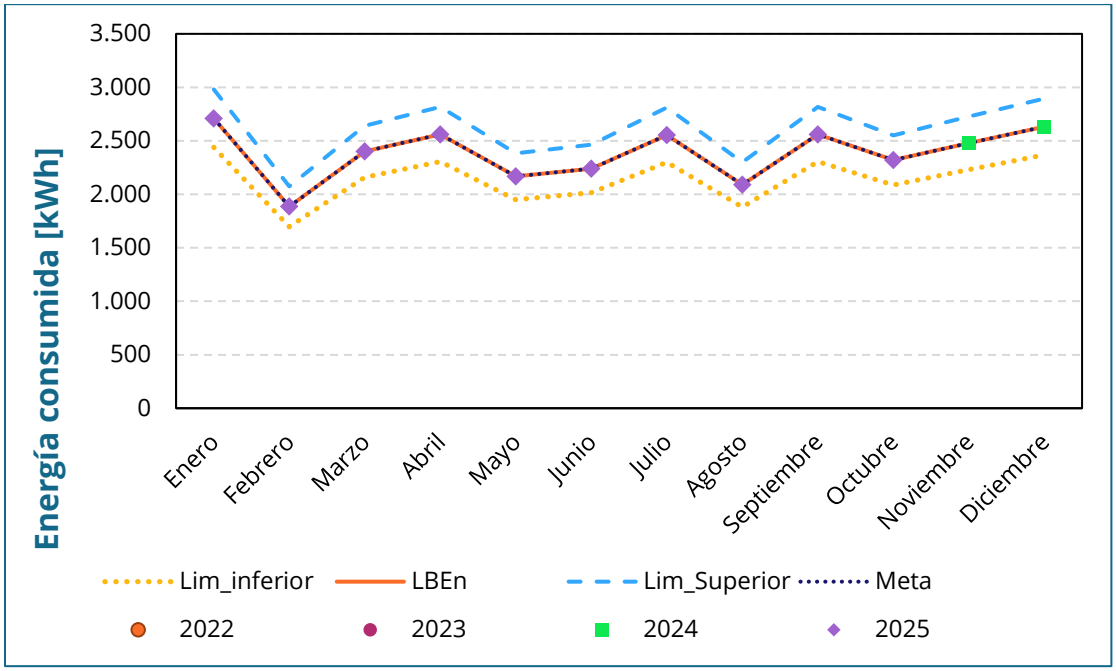
Tabla 27. Registros para construcción de LBEn de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 2.439 | 2.710 | 2.981 | 2.710 |
| Febrero | 1.697 | 1.886 | 2.074 | 1.886 |
| Marzo | 2.160 | 2.400 | 2.640 | 2.400 |
| Abril | 2.304 | 2.560 | 2.816 | 2.560 |
| Mayo | 1.951 | 2.168 | 2.385 | 2.168 |
| Junio | 2.016 | 2.240 | 2.464 | 2.240 |
| Julio | 2.299 | 2.555 | 2.810 | 2.555 |
| Agosto | 1.881 | 2.090 | 2.299 | 2.090 |
| Septiembre | 2.304 | 2.560 | 2.816 | 2.560 |
| Octubre | 2.088 | 2.320 | 2.552 | 2.320 |
| Noviembre | 2.232 | 2.480 | 2.728 | 2.480 |
| Diciembre | 2.369 | 2.632 | 2.895 | 2.632 |
| **Total** | | **28.601** | | **28.601** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 36, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 36. Línea Base Energética (LBEn) de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 28 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 28. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Actividades administrativas relacionadas con salud | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 240 $m^2$ | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Noviembre 2024 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 21 | | | |
| Cantidad datos finales | 12 | | | |
| LBEn | Enero | | 2.710 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 1.886 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 2.400 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 2.560 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 2.168 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 2.240 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 2.555 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 2.090 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 2.560 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 2.320 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 2.480 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 2.632 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Febrero | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Marzo | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Abril | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Mayo | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Junio | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Julio | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Agosto | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Septiembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Octubre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Noviembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Diciembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

Es importante señalar que el ahorro estimado es nulo. Esto se debe a que, para cada mes, solo se dispone de un único mes de datos como referencia. En consecuencia, el valor de energía de la línea base (LBEn) y la meta (definida como el consumo mínimo registrado en un mes dado) son idénticos. Adicionalmente, se debe validar dicha línea base después de determinar la causa de las discrepancias entre las mediciones y las facturas (ver Tabla 15).

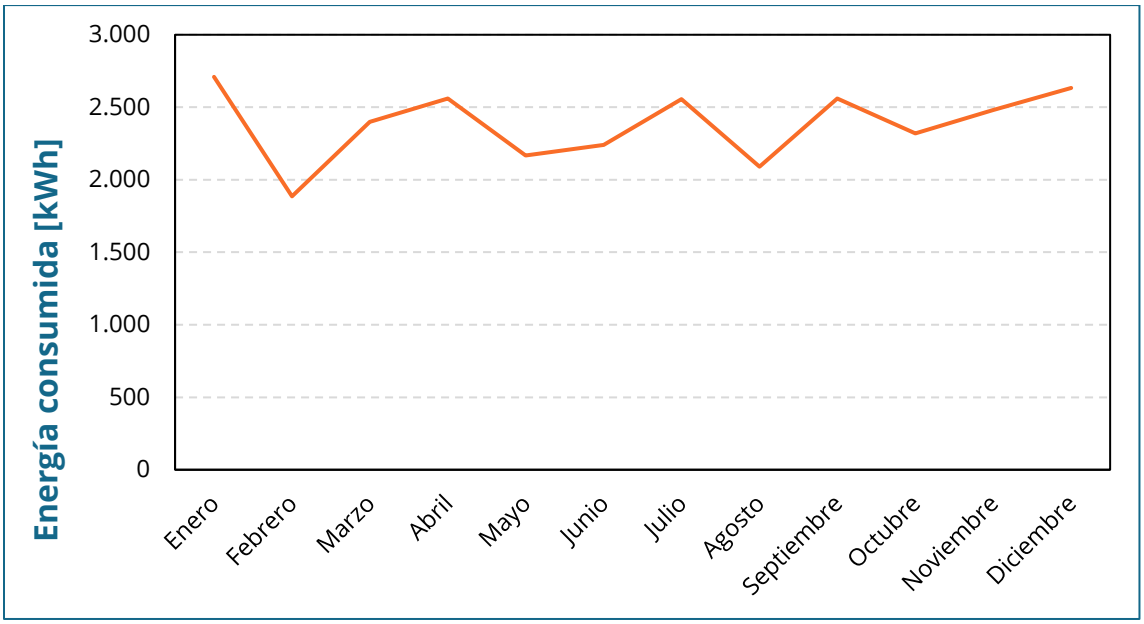
# 7. INDICADORES

Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 37, cuyos valores se disponen en la Tabla 28.

Figura 37. Consumo de energía eléctrica mensual de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado

permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 28.601 kWh/año para los pisos 6,7 y 8 del edificio Morindó.

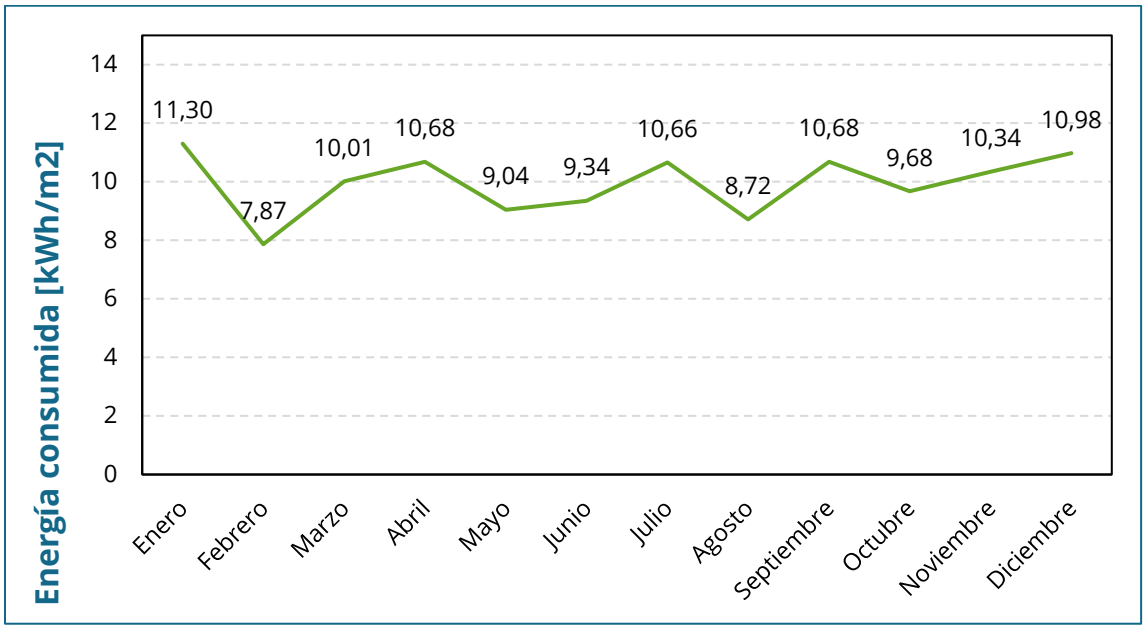
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 38.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n \text{ (kWh/mes)}}{\text{Área útil (m}^2\text{)}} \quad (7)$$

Figura 38. Consumo de energía eléctrica mensual de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 119,30 kWh/año/m² para los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó.

$$\text{CEEAS}\ (\text{kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \tag{8}$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico de los pisos 6, 7 y 8 del edificio Morindó en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \tag{9}$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \tag{10}$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ítem 10, correspondiente a los pisos 6, 7 y 8 del Edificio Morindó, presenta oportunidades claras para mejorar la eficiencia energética, la seguridad de las instalaciones y el cumplimiento normativo:

- El sistema de aire acondicionado es el mayor consumidor de energía, representando el 56% del uso final total, identificándolo como el área prioritaria para implementar medidas de ahorro y optimización.
- La inspección evidenció múltiples no conformidades con el RETIE que comprometen la seguridad, incluyendo almacenamiento inadecuado en el cuarto técnico, uso de multitomas sin rotulación, luminarias y canaletas en mal estado, tomacorrientes sin tapa y cableado en mal estado. Estas condiciones incrementan el riesgo de accidentes eléctricos, incendios y fallas en los equipos.
- Varias áreas de trabajo (como Prestación de Servicios, Promoción Social e IBC) presentan niveles de iluminancia por debajo del mínimo reglamentario de 500 lux establecido en el RETILAP, lo que afecta las condiciones visuales para las labores administrativas. Adicionalmente, se reportó la presencia de parpadeo (flicker) en varias luminarias.
- Se estableció la Línea Base Energética (LBEn) conforme a la metodología de la UPME. Dado que solo se dispone de un dato histórico para cada mes del período analizado, el ahorro estimado frente a la línea base es actualmente nulo. Es fundamental validar y ajustar esta línea base una vez se resuelva la discrepancia en las mediciones y se disponga de un histórico más robusto.

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 10 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 10 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** *CORPORACION EMA.*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

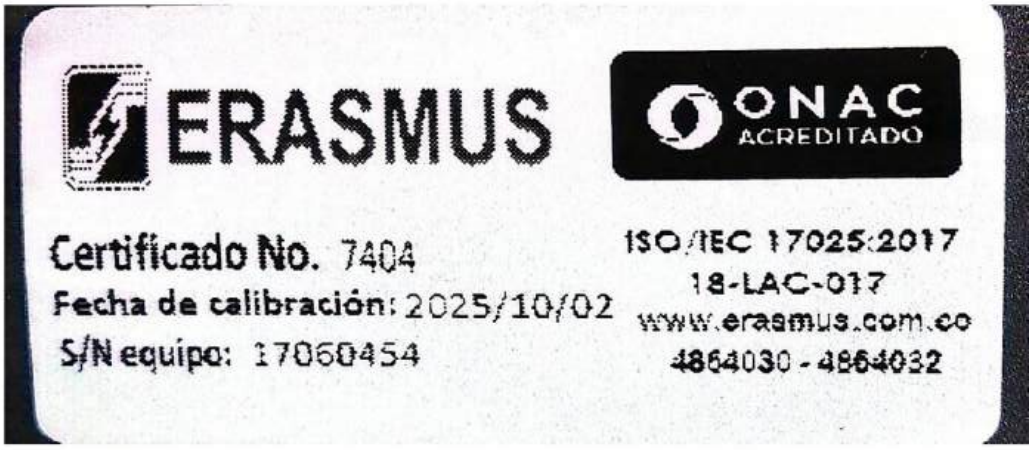
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas. | Elena P. Prieto Rodríguez. |
| Metrólogo del laboratorio. | Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMOGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ilac-MRA
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad:** Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

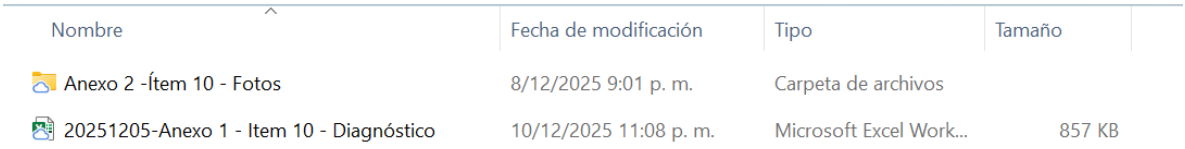
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 10.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2 -Ítem 10 - Fotos | 8/12/2025 9:01 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 10 - Diagnóstico | 10/12/2025 11:08 p. m. | Microsoft Excel Work... | 857 KB |



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

Consorcio

# Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

## Ítem 1 - Asamblea Departamental y Palacio de la Naín Gobernación

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 10
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 11
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 13
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 13
2.2 Áreas útiles ..... 15
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 19
3.1 Generalidades de alimentación ..... 19
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 21
3.3 Inventario ..... 31
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 39
4.1 Temperatura y humedad ..... 40
4.2 Cámara termográfica ..... 41
4.3 Iluminancia ..... 43
4.4 Mediciones eléctricas ..... 45
4.5 Curva de carga ..... 51
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 55
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 57
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 67
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 73
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 90
6.1 Metodología ..... 90
6.2 Resultados ..... 91
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 93
7. INDICADORES ..... 95
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 95
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 97
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 97

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) .....98
7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 99
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....99
Bibliografía ..... 101
ANEXOS..... 102

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Asamblea Departamental ....14
Figura 2. Palacio Naín Gobernación....14
Figura 3. Longitudes para cálculo de área del terreno y área construida de la Asamblea Departamental....16
Figura 4. Longitudes para cálculo de área del terreno del Palacio Naín ....17
Figura 5. Longitudes para cálculo de área construida del Palacio Naín ....17
Figura 6. Subestación del palacio Naín Gobernación....19
Figura 7. Muestra de tableros eléctricos de la Asamblea Departamental ....20
Figura 8. Muestra de tableros eléctricos del Palacio Naín....20
Figura 9. Tablero de aire acondicionado sin tapa....21
Figura 10. Deficiencia en cajas de paso para roseta ....22
Figura 11. Tomacorrientes sin tapa o tapa defectuosa....23
Figura 12. Tubería PVC sin empotrar....24
Figura 13. Exposición de tubería PVC ....24
Figura 14. Posible ausencia del Sistema de Puesta a Tierra....25
Figura 15. Deficiencia en cajas de paso y fijación de roseras ....26
Figura 16. Multitoma sin información de capacidad de corriente y soporte de temperatura ....27
Figura 17. Tomacorrientes sin tapa ....28
Figura 18. Almacenamiento inadecuado de elementos en la subestación....29
Figura 19. Canaletas rotas o sin tapas....30
Figura 20. Suelo de la subestación....31
Figura 21. Equipos de aire acondicionado en la Asamblea Departamental ....32
Figura 22. Equipos de iluminación de la Asamblea Departamental ....33
Figura 23. Equipos de refrigeración la Asamblea Departamental....33
Figura 24. Equipos de ventilación en la Asamblea Departamental ....34
Figura 25. Equipos de aire acondicionado del Palacio Naín....35
Figura 26. Equipos ofimáticos del Palacio Naín ....36
Figura 27. Equipos de iluminación del Palacio Naín....37
Figura 28. Equipos de refrigeración del Palacio Naín....37
Figura 29. Otros equipos del Palacio Naín....38
Figura 30. Equipos fuera de servicio en el Palacio Naín ....39
Figura 31. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663....40
Figura 32. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal de la Asamblea Departamental ....41
Figura 33. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal del Palacio Naín....42
Figura 34. Medición con luxómetro digital MPT1014....44
Figura 35. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en tablero principal de la Asamblea Departamental....45
Figura 36. Tensiones de tablero principal en la Asamblea Departamental ....45
Figura 37. Corrientes de tablero principal de la Asamblea Departamental....46

Figura 38. Energía activa de tablero principal de la Asamblea Departamental ..... 46
Figura 39. Potencias de tablero principal de la Asamblea Departamental ..... 47
Figura 40. Factor de potencia de tablero principal de la Asamblea Departamental ..... 47
Figura 41. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en tablero del Palacio Naín ..... 48
Figura 42. Tensiones de tablero principal del Palacio Naín ..... 48
Figura 43. Corrientes de tablero principal del Palacio Naín ..... 49
Figura 44. Energía activa de tablero principal del Palacio Naín ..... 49
Figura 45. Potencias de tablero principal del Palacio Naín ..... 50
Figura 46. Factor de potencia de tablero principal del Palacio Naín ..... 50
Figura 47. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas ..... 52
Figura 48. Corrientes de tablero principal de la Asamblea Departamental ..... 53
Figura 49. Curva de carga de tablero principal de la Asamblea Departamental ..... 53
Figura 50. Corrientes de tablero principal del Palacio Naín ..... 54
Figura 51. Curva de carga de tablero principal del Palacio Naín ..... 55
Figura 52. Registro de datos clave de facturas ..... 56
Figura 54. Consumo histórico de energía activa ..... 58
Figura 55. Consumo histórico de energía reactiva ..... 59
Figura 56. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada ..... 60
Figura 57. Consumo histórico de energía activa ..... 61
Figura 58. Consumo histórico de energía reactiva ..... 62
Figura 59. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada ..... 63
Figura 60. Consumo histórico de energía activa ..... 64
Figura 61. Consumo histórico de energía reactiva ..... 65
Figura 62. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada ..... 66
Figura 63. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la Asamblea Departamental ..... 67
Figura 64. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la Asamblea Departamental ..... 68
Figura 65. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de la Asamblea Departamental ..... 69
Figura 66. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de la Asamblea Departamental ..... 70
Figura 67. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Palacio Naín ..... 71
Figura 68. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Palacio Naín ..... 71
Figura 69. Porcentaje de participación de consumo de energía por pisos del Palacio Naín ..... 72
Figura 70. Diagrama de Pareto – consumo de energía por pisos del Palacio Naín ..... 73
Figura 71. Costo de factura histórico ..... 73
Figura 72. Gráfico circular de costos de facturación ..... 74
Figura 73. Costo unitario por kWh de energía ..... 74
Figura 74. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público ..... 76

Figura 75. Costo total de energía activa ....78
Figura 76. Costo de factura histórico....79
Figura 77. Gráfico circular de costos de facturación ....79
Figura 78. Costo unitario por kWh de energía ....80
Figura 79. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público ....82
Figura 80. Costo total de energía activa ....84
Figura 81. Costo de factura histórico....84
Figura 82. Gráfico circular de costos de facturación ....85
Figura 83. Costo unitario por kWh de energía ....85
Figura 84. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público ....87
Figura 85. Costo total de energía ....89
Figura 86. Línea Base Energética (LBEn) de la Asamblea Departamental ....92
Figura 87. Línea Base Energética (LBEn) del Palacio Naín ....93
Figura 87. Consumo de energía eléctrica mensual de la Asamblea Departamental ....96
Figura 88. Consumo de energía eléctrica mensual del Palacio Naín ....96
Figura 89. Consumo de energía eléctrica mensual de la Asamblea Departamental ....97
Figura 90. Consumo de energía eléctrica mensual del Palacio Naín ....98

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de la Asamblea Departamental ....11
Tabla 2. Información de actividades de la Asamblea Departamental ....11
Tabla 3. Información general del Palacio de La Naín Gobernación ....12
Tabla 4. Información de actividades del Palacio de La Naín Gobernación ....12
Tabla 5. Características arquitectónicas de la edificación ....13
Tabla 6. Características arquitectónicas de la edificación ....15
Tabla 7. Áreas de la Asamblea Departamental ....16
Tabla 8. Áreas del Palacio Naín ....18
Tabla 9. Inventario de aire acondicionado de la Asamblea Departamental ....31
Tabla 10. Inventario de equipos ofimáticos de la Asamblea Departamental ....32
Tabla 11. Inventario de iluminación de la Asamblea Departamental ....32
Tabla 12. Inventario de refrigeración la Asamblea Departamental ....33
Tabla 13. Inventario de ventilación de la Asamblea Departamental ....34
Tabla 14. Inventario de otros equipos de la Asamblea Departamental ....34
Tabla 15. Inventario de aire acondicionado del Palacio Naín ....35
Tabla 16. Inventario de equipos ofimáticos del Palacio Naín ....36
Tabla 17. Inventario de iluminación del Palacio Naín ....36
Tabla 18. Inventario de refrigeración del Palacio Naín ....37
Tabla 19. Inventario de otros equipos del Palacio Naín....38
Tabla 20. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad en Asamblea departamental ....40
Tabla 21. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad en palacio Naín Gobernación ....41
Tabla 22. Mediciones de iluminancia en palacio Naín Gobernación ....44
Tabla 23. Mediciones de iluminancia en Asamblea Departamental ....44
Tabla 24. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia en tablero principal de la Asamblea Departamental ....51
Tabla 25. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia en tablero principal del Palacio Naín ....51
Tabla 26. Especificaciones de medición con datalogger en tablero principal de la Asamblea Departamental....51
Tabla 27. Especificaciones de medición con datalogger en tablero principal del Palacio Naín ..52
Tabla 28. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura de la Asamblea Departamental....52
Tabla 29. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del Palacio Naín ....54
Tabla 30. Registro de consumo histórico de energía activa ....58
Tabla 31. Registro de consumo histórico de energía reactiva ....59
Tabla 32. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada ....60

Tabla 33. Registro de consumo histórico de energía activa .....61
Tabla 34. Registro de consumo histórico de energía reactiva .....62
Tabla 35. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada .....63
Tabla 36. Registro de consumo histórico de energía activa .....64
Tabla 37. Registro de consumo histórico de energía reactiva .....65
Tabla 38. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada .....66
Tabla 39. Participación de consumo de energía por usos finales de la Asamblea Departamental .....68
Tabla 40. Participación de consumo de energía por áreas de la Asamblea Departamental .....69
Tabla 41. Participación de consumo de energía por usos finales del Palacio Naín .....70
Tabla 42. Participación de consumo de energía por pisos del Palacio Naín .....72
Tabla 43. Costo unitario por kWh de energía activa .....75
Tabla 44. Costo unitario por kWh de energía reactiva .....75
Tabla 45. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público .....76
Tabla 46. Costo facturado por energía activa .....77
Tabla 47. Costo facturado por energía reactiva .....77
Tabla 48. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público .....78
Tabla 49. Costo unitario por kWh de energía activa .....80
Tabla 50. Costo unitario por kWh de energía reactiva .....81
Tabla 51. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público .....81
Tabla 52. Costo facturado por energía activa .....82
Tabla 53. Costo facturado por energía reactiva .....83
Tabla 54. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público .....83
Tabla 55. Costo unitario por kWh de energía activa .....86
Tabla 56. Costo unitario por kWh de energía reactiva .....86
Tabla 57. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público .....87
Tabla 58. Costo facturado por energía activa .....88
Tabla 59. Costo facturado por energía reactiva .....88
Tabla 60. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público .....89
Tabla 61. Registros para construcción de LBEn de la Asamblea Departamental .....91
Tabla 62. Registros para construcción de LBEn del Palacio Naín .....92
Tabla 63. Reporte UPME para potencial de la Asamblea Departamental .....94
Tabla 64. Reporte UPME para potencial de del Palacio Naín .....95

# RESUMEN

Este informe presenta Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en el ítem 1, conformado por la Asamblea Departamental y el Palacio de la Naín Gobernación en Montería, Córdoba. El estudio se desarrolló en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que establece la obligatoriedad de ejecutar auditorías energéticas y fijar metas de ahorro del 15% para 2026.

La auditoría incluyó una evaluación integral de las condiciones arquitectónicas, inspección eléctrica detallada, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curvas de carga), análisis histórico de consumo y facturación, caracterización de usos finales, establecimiento de una línea base energética (LBEn) y cálculo de indicadores de desempeño.

Se determinó que el aire acondicionado es el principal uso final de energía en ambas edificaciones, representando el 92% del consumo en la Asamblea y el 68% en el Palacio Naín. Se identificaron múltiples no conformidades con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) que comprometen la seguridad, así como niveles de iluminancia por debajo del mínimo reglamentario del RETILAP. El análisis de la Línea Base Energética conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME permitió estimar un potencial de ahorro significativo, indicando una amplia oportunidad para la implementación de medidas de eficiencia. El informe proporciona la base técnica para priorizar intervenciones que mejoren la eficiencia energética, cumplan con la normativa y logren los objetivos de ahorro energético establecidos por la ley.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

## 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 1 está compuesto por la Asamblea Departamental y el Palacio de la Naín Gobernación. Por una parte, la Asamblea Departamental tiene por objetivos la reglamentación y la prestación de los servicios a cargo del departamento de Córdoba. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general de la Asamblea Departamental



| | |
|---|---|
| **Nombre de la institución** | Asamblea Departamental |
| **Dirección** | Calle 27 # 4-1 |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8,754546° Longitud: -75,886867° |
| **Antigüedad [años]** | Sin información |
| **Tipo de tenencia** | En propiedad |
| **Limitaciones patrimoniales** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades de la Asamblea Departamental

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Administración gubernamental |
| **Días de operación** | Lunes a viernes |
| **Horarios de operación** | 08:00 am a 5:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | Sin información |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el Palacio de La Naín Gobernación sirve como sede administrativa de la rama ejecutiva del gobierno departamental. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 3, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 4.

Tabla 3. Información general del Palacio de La Naín Gobernación



| | |
|---|---|
| **Nombre de la institución** | Palacio de la Naín Gobernación |
| **Dirección** | Calle 27 # 3-10 |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8,754893° Longitud: -75,886625° |
| **Antigüedad [años]** | 73 |
| **Tipo de tenencia** | En propiedad |
| **Limitaciones patrimoniales** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Información de actividades del Palacio de La Naín Gobernación

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Administración de rama ejecutiva |
| **Días de operación** | Lunes a viernes |
| **Horarios de operación** | 08:00 am a 6:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | Sin información |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 5 se presentan las características de la edificación de la Asamblea Departamental. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloque, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Asamblea (ver Figura 1)

Tabla 5. Características arquitectónicas de la edificación




| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Suroriente |
| **Número de edificios o bloques** | 1 |
| **Número de pisos** | 1 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,4 (oficinas) |
| **Área construida aproximada [m$^2$]** | 456 |
| **Inclinación cubierta [°]** | Circular |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: blanco |
| | Estado de las paredes: buenas |
| | Tipo de aislamiento: edificaciones a los lados |
| **Ventanas** | Material del marco: metal |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: buenas |
| **Techo** | Material: drywall |
| | Color: gris |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Asamblea Departamental




Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 6 se presentan las características de la edificación del Palacio de La Naín Gobernación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloque, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

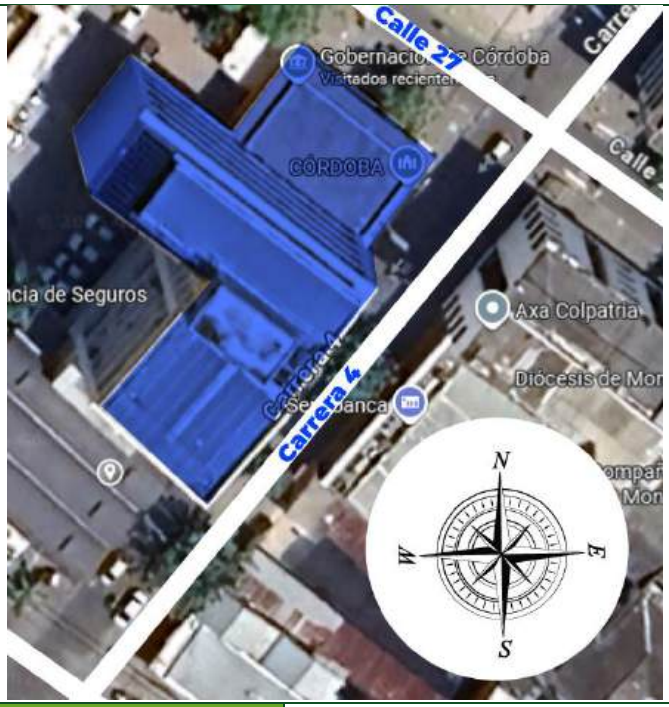
1. Palacio Naín (ver Figura 2)

Figura 2. Palacio Naín Gobernación




Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Características arquitectónicas de la edificación




| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Suroriente |
| **Número de edificios o bloques** | 1 |
| **Número de pisos** | 8 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,43 (oficinas) |
| **Área construida aproximada [m²]** | 5.073 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 0° |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: blanco |
| | Estado de las paredes: buenas |
| | Tipo de aislamiento: edificaciones a los lados |
| **Ventanas** | Material del marco: metal |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: buenas |
| **Techo** | Material: plancha cemento |
| | Color: Amarillo quemando |

Fuente: Adaptado de Google Earth

## 2.2 Áreas útiles

El área total del terreno y construida de la Asamblea Departamental es de aproximadamente 456 m$^2$ (ver Figura 3). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que la entidad no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 7.

Figura 3. Longitudes para cálculo de área del terreno y área construida de la Asamblea Departamental




Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Áreas de la Asamblea Departamental

| Área | Área total [m²] | Fuente | Área | Área total [m²] | Fuente |
|---|---|---|---|---|---|
| Archivo | 11,2 | Estimación | Oficina Diputado 7 | 24 | Estimación |
| Baños | 12,2 | Estimación | Oficina Diputado 8 | 24 | Estimación |
| Cafetería | 6,44 | Estimación | Oficina Diputado 9 | 24 | Estimación |
| Jurídica | 7,54 | Estimación | Pasillo | 18,75 | Estimación |
| Oficina Diputado 1 | 24 | Estimación | Presidencia | 21,112 | Estimación |
| Oficina Diputado 10 | 24 | Estimación | Presupuesto | 11 | Estimación |
| Oficina Diputado 11 | 24 | Estimación | Recinto | 300 | Estimación |
| Oficina Diputado 12 | 24 | Estimación | Sala de espera | 39,46 | Estimación |
| Oficina Diputado 2 | 24 | Estimación | Secretaria de comisión | 23,28 | Estimación |
| Oficina Diputado 3 | 24 | Estimación | Secretaria ejecutiva | 5,75 | Estimación |
| Oficina Diputado 4 | 24 | Estimación | Secretaria general | 6 | Estimación |
| Oficina Diputado 5 | 24 | Estimación | Tesorería | 11,2 | Estimación |
| Oficina Diputado 6 | 24 | Estimación | | | |

Fuente: Elaboración propia

El área total del terreno del Palacio Naín es de aproximadamente 1.053 $m^2$ (ver Figura 4), mientras que la superficie construida, asciende a los 5.073 $m^2$ (ver Figura 5). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que la entidad no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 7.

Figura 4. Longitudes para cálculo de área del terreno del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Longitudes para cálculo de área construida del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Áreas del Palacio Naín

| Área | Área total [m²] | Fuente | Área | Área total [m²] | Fuente |
|---|---|---|---|---|---|
| Almacén | 36,5 | Estimación | Oficina 1 | 12 | Estimación |
| Archivo | 51 | Estimación | Oficina Acreencias Ley 550 | 25 | Estimación |
| Archivo tesorería | 10,89 | Estimación | Oficina control interno | 71 | Estimación |
| Atención al ciudadano | 80 | Estimación | Oficina de prensa | 51,84 | Estimación |
| Atención seguridad alimentaria | 34 | Estimación | Oficina entrada | 14,4 | Estimación |
| Baños | 82,25 | Estimación | Oficina escalafón | 36 | Estimación |
| Cafetería | 9 | Estimación | Oficina historias laborales | 20 | Estimación |
| Calidad educativa | 224 | Estimación | Oficina historias laborales Archivo | 35,1 | Estimación |
| Contabilidad | 50 | Estimación | Oficina jurídica | 167,43 | Estimación |
| Control interno Disciplinario | 150 | Estimación | Oficina jurídica pasillo | 25,36 | Estimación |
| Despacho de gestión Administrativa | 40 | Estimación | Pasillo cafetería | 6 | Estimación |
| Despacho gobernación | 35,91 | Estimación | Pasillo oficinas | 13,2 | Estimación |
| Despacho gobernación cafetería | 3,84 | Estimación | Pasillos | 80 | Estimación |
| Despacho gobernador oficina | 23 | Estimación | Planeación departamental | 197 | Estimación |
| Despacho gobernador Sala reuniones | 20,25 | Estimación | Presupuesto | 44,2 | Estimación |
| Dirección administrativa de contratación | 97 | Estimación | Recepción | 57,6 | Estimación |
| Dirección atención al ciudadano | 8,4 | Estimación | Sala de espera despacho | 13,49 | Estimación |
| Dirección técnica de ambiente | 42 | Estimación | Sala de juntas gobernación | 23,76 | Estimación |
| Director Almacén | 7,48 | Estimación | Secretaria de hacienda | 55 | Estimación |
| Director tesorería | 15,68 | Estimación | Secretaria de infraestructura | 216 | Estimación |
| Escaleras | 80 | Estimación | Secretaria del interior y participación | 169 | Estimación |
| Escaleras de la asamblea | 21 | Estimación | Secretaria general oficina | 12,25 | Estimación |
| Estación policía | 17 | Estimación | Sistemas | 46 | Estimación |
| Financiera | 23,03 | Estimación | Talento humano | 133 | Estimación |
| Gestión Administrativa | 71 | Estimación | Tesorería | 49 | Estimación |
| Gestión documental | 15 | Estimación | Tesorería sala de juntas | 26,32 | Estimación |
| Gestión Social | 12,25 | Estimación | Vivienda | 8,8 | Estimación |
| Inspección y vigilancia | 212 | Estimación | Zonas comunes | 219 | Estimación |
| Ley 550 | 28 | Estimación | | | |

Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

La Asamblea Departamental y el Palacio Naín se encuentran conectados al sistema de distribución en media tensión. Desde este punto de conexión, la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador de 400 kVA para el Palacio Naín y otro de 300 kVA para la Asamblea Departamental, ambos ubicados en la edificación del Palacio Naín (ver Figura 6).

Figura 6. Subestación del palacio Naín Gobernación




Fuente: Elaboración propia

Desde la subestación se distribuye la red a las dos edificaciones. Algunos de los tableros ubicados en la Asamblea se presentan en la Figura 7 y del Palacio Naín se muestran en la Figura 8.

Figura 7. Muestra de tableros eléctricos de la Asamblea Departamental




Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Muestra de tableros eléctricos del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones de las instituciones, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

### Asamblea departamental

*Ausencia de tapa en tablero eléctrico*

**Requisito normativo (RETIE):** "Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas, que permita el acceso para el operario, sólo en condiciones de seguridad, mediante enclavamientos mecánicos en los aparatos de maniobra como cerraduras o candados." (Título 2. Objeto y campo de aplicación / 2.3.31.4. Requisitos para celdas de media tensión / literal d)

**Implicación:** Se evidenció un tablero sin tapa. Esta condición representa un riesgo de contacto directo con partes activas, lo que puede ocasionar descargas eléctricas al personal o usuarios que transiten cerca del tablero. Además, la exposición prolongada puede facilitar la acumulación de polvo y humedad en el interior del tablero, afectando su funcionamiento y reduciendo la vida útil de los componentes eléctricos.

Figura 9. Tablero de aire acondicionado sin tapa




Fuente: Elaboración propia

*Deficiencias en cajas de paso y fijación de rosetas*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Las cajas utilizadas en salidas para artefactos de alumbrado (portalámparas) deben estar diseñadas para ese fin [...]".

"No se deben retirar tapas de entrada de ductos no utilizadas, ni se deben hacer perforaciones adicionales."

"Las aberturas no utilizadas de las cajas deben estar cerradas para que ofrezcan una protección similar a la pared del equipo."

(Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 3.17.5 – Cajas y conduletas / literal b, e y f)

**Implicación:** Se observaron cajas de paso para iluminación expuestas. Estas condiciones comprometen la seguridad mecánica y eléctrica de los puntos de alumbrado, generando riesgo de contacto con partes energizadas, caída de componentes y posibles fallas eléctricas.

Figura 10. Deficiencia en cajas de paso para roseta



Fuente: Elaboración propia

*Tomacorrientes sin tapa o con tapa defectuosa*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Los tomacorrientes y clavijas no deben tener partes energizadas expuestas."

"Las tapas o cubiertas de los tomacorrientes, destinadas a evitar el contacto directo con partes energizadas, deben ser resistentes al impacto mínimo con IK 03, conforme a IEC 62262 o NTC-IEC 62262."

(Título 2. Requisitos generales para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 2.3.8 Clavijas y tomacorrientes / Literal b y e)

**Implicación:** Se identificaron tomacorrientes sin tapa o con tapa rota, situación que exhibe partes energizadas y no garantiza la resistencia mecánica mínima exigida. La falta de tapas o el deterioro de las mismas expone a los usuarios a riesgo de contacto accidental con componentes energizados.

Figura 11. Tomacorrientes sin tapa o tapa defectuosa



Fuente: Elaboración propia

*Tubería plástica sin empotrar*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min [...]" (Título 17. Requisitos de instalación de los principales productos / utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios / literal f)

**Implicación:** Se evidenció tubería plástica sin empotrar salida de tablero eléctrico. Esta tubería no garantiza la resistencia al fuego ni protección mecánica adecuada, lo que representa un riesgo de deterioro del aislamiento y propagación de incendio.

Figura 12. Tubería PVC sin empotrar



Fuente: Elaboración propia

## Palacio Naín Gobernación

*Tubería plástica expuesta*

**Requisito normativo (RETIE):**

Figura 13. Exposición de tubería PVC



Fuente: Elaboración propia

"Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min [...]" (Título 17. Requisitos de instalación de los principales productos / utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios / literal f)

**Implicación:** Se evidenció tubería plástica expuesta en techo con apertura. Esta tubería no garantiza la resistencia al fuego ni protección mecánica adecuada, lo que representa un riesgo de deterioro del aislamiento y propagación de incendio.

*Posible ausencia del Sistema de Puesta a Tierra*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Toda instalación eléctrica que le aplique el RETIE, excepto donde se indique expresamente lo contrario, tiene que disponer de un Sistema de Puesta a Tierra – SPT" (Título 12. Sistema de puesta a tierra)

"Deben tener conexiones efectivas con el sistema de puesta a tierra." (Título 1. Objeto y campo de aplicación/ 2.3.31.4. Requisitos para celdas de media tensión /2.3.31.4.1. Requisitos de Producto/literal f)

Figura 14. Posible ausencia del Sistema de Puesta a Tierra



Fuente: Elaboración propia

**Implicación:** Se evidencian tomacorrientes con fallas que comprometen la seguridad del sistema en donde se observa que hubo cortos o posibles sobrecargas, que terminaron con la quema del tomacorriente. La posible ausencia o deficiencia del sistema de puesta a tierra compromete gravemente la seguridad de la instalación, al impedir el desvío seguro de corrientes de falla hacia tierra. Esto incrementa el riesgo de choques eléctricos, fallas en los dispositivos de protección y acumulación de tensiones peligrosas en partes metálicas expuestas. Como consecuencia, se pone en riesgo la vida humana y la instalación.

*Deficiencias en cajas de paso y fijación de rosetas*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Las cajas utilizadas en salidas para artefactos de alumbrado (portalámparas) deben estar diseñadas para ese fin [...]".

"No se deben retirar tapas de entrada de ductos no utilizadas, ni se deben hacer perforaciones adicionales."

"Las aberturas no utilizadas de las cajas deben estar cerradas para que ofrezcan una protección similar a la pared del equipo."

(Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 3.17.5 – Cajas y conduletas / literal b, e y f)

**Implicación:** Se observaron varias deficiencias en las cajas y puntos de conexión de alumbrado. Estas condiciones comprometen la seguridad mecánica y eléctrica de los puntos de alumbrado, generando riesgo de contacto con partes energizadas, caída de componentes y posibles fallas eléctricas.

Figura 15. Deficiencia en cajas de paso y fijación de roseras



Fuente: Elaboración propia

*Multitomas sin rótulos*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Todos los tomacorrientes de una multitoma deben tener el mismo rango de corriente y deben tener contactos de neutro y tierra separados. La capacidad de corriente de cada tomacorriente no debe ser inferior a 15 A"

"Se debe verificar la máxima corriente permanente permitida sin que se incremente la temperatura a más de 45 °C con criterios de prueba de normas IEC o de 30 °C bajo los criterios de prueba de normas UL"

"La marcación de las multitomas y extensiones debe ser permanente, claramente visible, legible e impresa en el exterior de su cuerpo. Debe contener como mínimo la siguiente información: (1) Nombre del productor o marca registrada; (2) Tensión nominal de operación en voltios; (3) Potencia máxima a conectar; (4) Máxima corriente permitida en amperios"

(Título 16. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctrica / Artículo 2.3.20. Extensiones y multitomas / literal c, h y j)

**Implicación:** Si bien se observó el uso de multitomas estas no cuentan con la rotulación reglamentaria exigida por el RETIE. Adicionalmente, no se dispone de información que evidencie la verificación de la capacidad de corriente, ni de la temperatura máxima de operación, condiciones necesarias para evitar sobrecargas y riesgos de incendio. La ausencia de rotulación y la falta de verificación de los parámetros eléctricos de las multitomas representa un riesgo potencial de sobrecalentamiento, falla eléctrica o incendio y comprometiendo la seguridad de los usuarios.

Figura 16. Multitoma sin información de capacidad de corriente y soporte de temperatura



Fuente: Elaboración propia

*Tomacorrientes sin tapa o con tapa defectuosa*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Los tomacorrientes y clavijas no deben tener partes energizadas expuestas."

"Las tapas o cubiertas de los tomacorrientes, destinadas a evitar el contacto directo con partes energizadas, deben ser resistentes al impacto mínimo con IK 03, conforme a IEC 62262 o NTC-IEC 62262."

(Título 2. Requisitos generales para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 2.3.8 Clavijas y tomacorrientes / Literal b y e)

**Implicación:** Se identificaron tomacorrientes sin tapa o con tapa rota, situación que exhibe partes energizadas y no garantiza la resistencia mecánica mínima exigida. La falta de tapas o el deterioro de las mismas expone a los usuarios a riesgo de contacto accidental con componentes energizados.

Figura 17. Tomacorrientes sin tapa



Fuente: Elaboración propia

*Almacenamiento inadecuado de elementos en cuarto técnico de la subestación*

**Requisito normativo (RETIE):** "El espacio de trabajo y las salidas de las puertas de cuartos eléctricos y bóvedas debe permanecer libre de otros equipos y obstáculos." (Título 4. Espacios para montaje de equipos y distancias mínimas de seguridad, para operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica / literal h).

**Implicación:** Se evidenciaron varios elementos almacenados en el piso del cuarto técnico de la subestación que no corresponden a componentes eléctricos. La presencia de equipos y objetos no eléctricos dentro del cuarto técnico de la subestación representa un riesgo para la seguridad operativa y del personal. Estos elementos pueden obstruir los accesos a equipos eléctricos, dificultar las labores de mantenimiento y operación, generar acumulación de polvo o humedad, e incluso representar un peligro en situaciones de emergencia al impedir una evacuación rápida o una intervención oportuna.

Figura 18. Almacenamiento inadecuado de elementos en la subestación



Fuente: Elaboración propia

*Canaleta rota o abierta*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Deben estar sólidamente soportadas y con encerramiento completo"

"Se debe evitar la abrasión o el corte del aislamiento de los conductores, mediante el uso de pasacables, tubos o accesorios adecuados"

(Título 16. Requisitos de instalación de los principales productos utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.4. Sistemas de canales y de ductos cerrados de sección no circular / literal g y h)

**Implicación:** Se encontraron canaleta rotas o sin tapa que exponen el cableado. Estas condiciones comprometen la seguridad eléctrica al exponer los conductores a posibles daños mecánicos, abrasión o contacto involuntario, lo que puede derivar en fallas eléctricas, cortocircuitos o riesgo de electrocución.

Figura 19. Canaletas rotas o sin tapas




Fuente: Elaboración propia

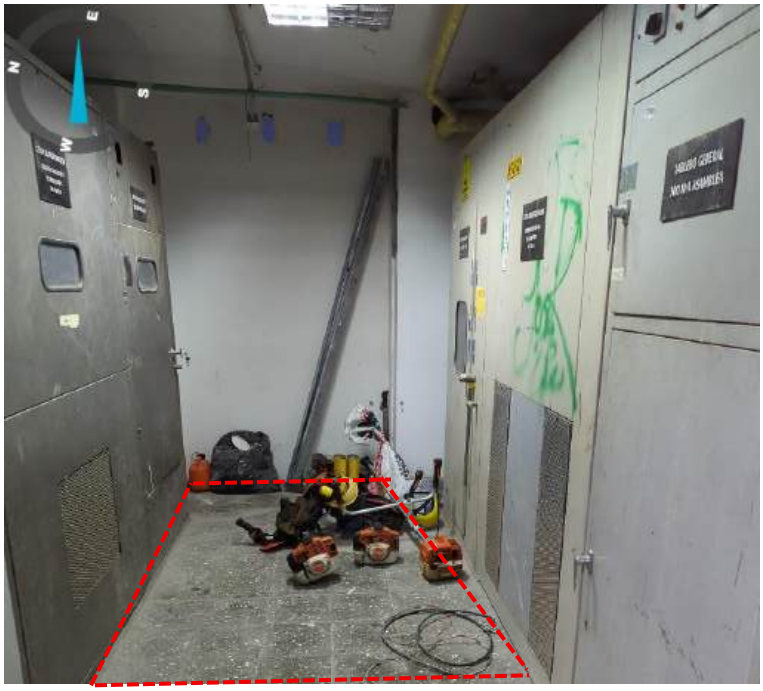
*Piso de cuarto técnico sin marcación de riesgo*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Los lugares donde se construya cualquier instalación eléctrica [...] Debe cumplir las distancias mínimas de seguridad para la operación y mantenimiento de los equipos (espacios de trabajo) y demás componentes, de tal manera que se garantice la seguridad tanto de las personas como de la misma instalación y los bienes aledaños [...] " (Título 4. Espacios para montaje de equipos y distancias mínimas de seguridad, para operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica)

**Implicación:** El piso de la subestación no cuenta con señalización que indique las distancias de seguridad mínimas que debe mantener una persona para evitar el riesgo de contacto con partes energizadas. Aunque esta señalización no es un requisito explícitamente obligatorio según el RETIE, se considera una buena práctica de seguridad ampliamente adoptada en instalaciones eléctricas, ya que permite advertir de manera visual a los trabajadores y visitantes sobre los límites seguros de aproximación, reduciendo así el riesgo de accidentes eléctricos. La ausencia de señalización en el piso que indique las distancias mínimas de seguridad en la subestación representa un riesgo potencial para el personal operativo y visitantes, ya que no existen referencias visuales que adviertan sobre los límites seguros frente a equipos energizados. Esto puede incrementar la probabilidad de acercamientos inseguros, contactos accidentales y posibles accidentes eléctricos, especialmente en situaciones de operación rutinaria o mantenimiento, comprometiendo la seguridad de las personas y la integridad de la infraestructura eléctrica.

Figura 20. Suelo de la subestación



Fuente: Elaboración propia

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado en la Asamblea de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 9 (ver Figura 21).

Tabla 9. Inventario de aire acondicionado de la Asamblea Departamental

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Aire Split Tipo ducto | --- | 12.000 | 2 |
| Minisplit | 12.000 BTU/h | 22.400 | 39 |
| Minisplit | 18.000 BTU/h | 2.900 | 2 |
| Minisplit | 24.000 BTU/h | 2.100 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Equipos de aire acondicionado en la Asamblea Departamental



Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 10.

Tabla 10. Inventario de equipos ofimáticos de la Asamblea Departamental

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Computador | 500 | 6 |
| Impresora | 900 | 3 |
| Impresora fotocopiadora | 700 | 2 |
| Rack de comunicaciones | 200 | 1 |
| Sistema de cámaras | 20 | 11 |
| Sistema de sonido | 2.000 | 1 |
| Tablet | 30 | 13 |
| Televisor 55" | 140 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 11 (ver Figura 22).

Tabla 11. Inventario de iluminación de la Asamblea Departamental

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Lampara led | 360 | 4 |
| lampara led cuadrada 20 x 120 | 120 | 6 |
| Lámpara led cuadrada 50 x 50 | 100 | 20 |
| Lámpara redonda led | 456 | 87 |
| Lampara tubo Led | 27 | 8 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Equipos de iluminación de la Asamblea Departamental



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 12 (ver Figura 23).

Tabla 12. Inventario de refrigeración la Asamblea Departamental

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Nevera 8 pies | 120 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Equipos de refrigeración la Asamblea Departamental




Fuente: Elaboración propia

Los equipos de ventilación se sintetizan en la Tabla 13 (ver Figura 24).

Tabla 13. Inventario de ventilación de la Asamblea Departamental

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Ventilador de techo | 240 | 6 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Equipos de ventilación en la Asamblea Departamental



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de otros equipos se sintetizan en la Tabla 14.

Tabla 14. Inventario de otros equipos de la Asamblea Departamental

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Cafetera | 2.300 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se evidenciaron equipos fuera de servicio o en mal estado:

- Un **computador** en el salón de comisión.

Por otro lado, el inventario recopilado en el palacio Naín en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1):

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 15 (ver Figura 25).

Tabla 15. Inventario de aire acondicionado del Palacio Naín

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Aire mirage | 24.000 | 2.400 | 1 |
| Minisplit | 12.000 | 28.100 | 27 |
| Minisplit | 18.000 | 30.600 | 19 |
| Minisplit | 24.000 | 58.840 | 29 |
| Minisplit | 36.000 | 28.800 | 9 |
| Minisplit | 50.000 | 15.000 | 3 |
| Minisplit | 60.000 | 52.000 | 9 |
| Minisplit | 9.000 | 700 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Equipos de aire acondicionado del Palacio Naín



Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 16 (ver Figura 26).

Tabla 16. Inventario de equipos ofimáticos del Palacio Naín

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Computador | 4.600 | 274 |
| Escáner | 880 | 3 |
| Impresora | 6.050 | 26 |
| Impresora | 2.050 | 7 |
| Impresora fotocopiadora | 7.950 | 20 |
| Portátil | 1.390 | 82 |
| Rack de comunicaciones | 100 | 1 |
| Rack de servidores | 3.000 | 4 |
| Scanner | 550 | 2 |
| Servidor | 200 | 1 |
| Televisor 42" | 120 | 1 |
| Video beam | 2.400 | 2 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Equipos ofimáticos del Palacio Naín



Fuente: Elaboración propia

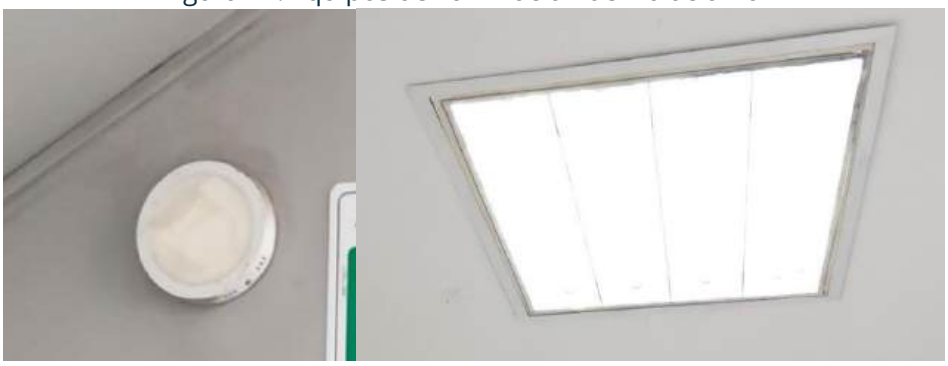
Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 17 (ver Figura 27).

Tabla 17. Inventario de iluminación del Palacio Naín

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Bombillo led 12 W | 27 | 2 |
| Lámpara led | 12 | 1 |
| Lámpara led cuadrada 50 x 50 | 1.284 | 144 |
| Lámpara led redonda | 42 | 13 |
| Lámpara led tubo | 12 | 4 |
| Tubo LFC 32 W | 32 | 10 |
| Lámpara redonda led | 511 | 167 |
| Reflector | 450 | 2 |
| Tubo LFC 17 W x 4 | 879 | 891 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Equipos de iluminación del Palacio Naín



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 18 (ver Figura 28).

Tabla 18. Inventario de refrigeración del Palacio Naín

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Dispensador de agua | 1.200 | 10 |
| Nevera 3 pies | 220 | 4 |
| Nevera 6 pies | 200 | 2 |
| Nevera 9" | 120 | 1 |
| Nevera | 40 | 1 |
| Nevera pequeña | 50 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Equipos de refrigeración del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

Los equipos de otros equipos se sintetizan en la Tabla 19 (ver Figura 29).

Tabla 19. Inventario de otros equipos del Palacio Naín

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Ascensor | 2.100 | 1 |
| Cafetera | 3.500 | 5 |
| Escáner equipo rayos x | 1.500 | 1 |
| Estufa eléctrica 2 puestos | 7.200 | 2 |
| Microondas | 2.100 | 1 |
| Motobombas | 3.800 | 2 |
| Televisor 55" | 150 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Otros equipos del Palacio Naín

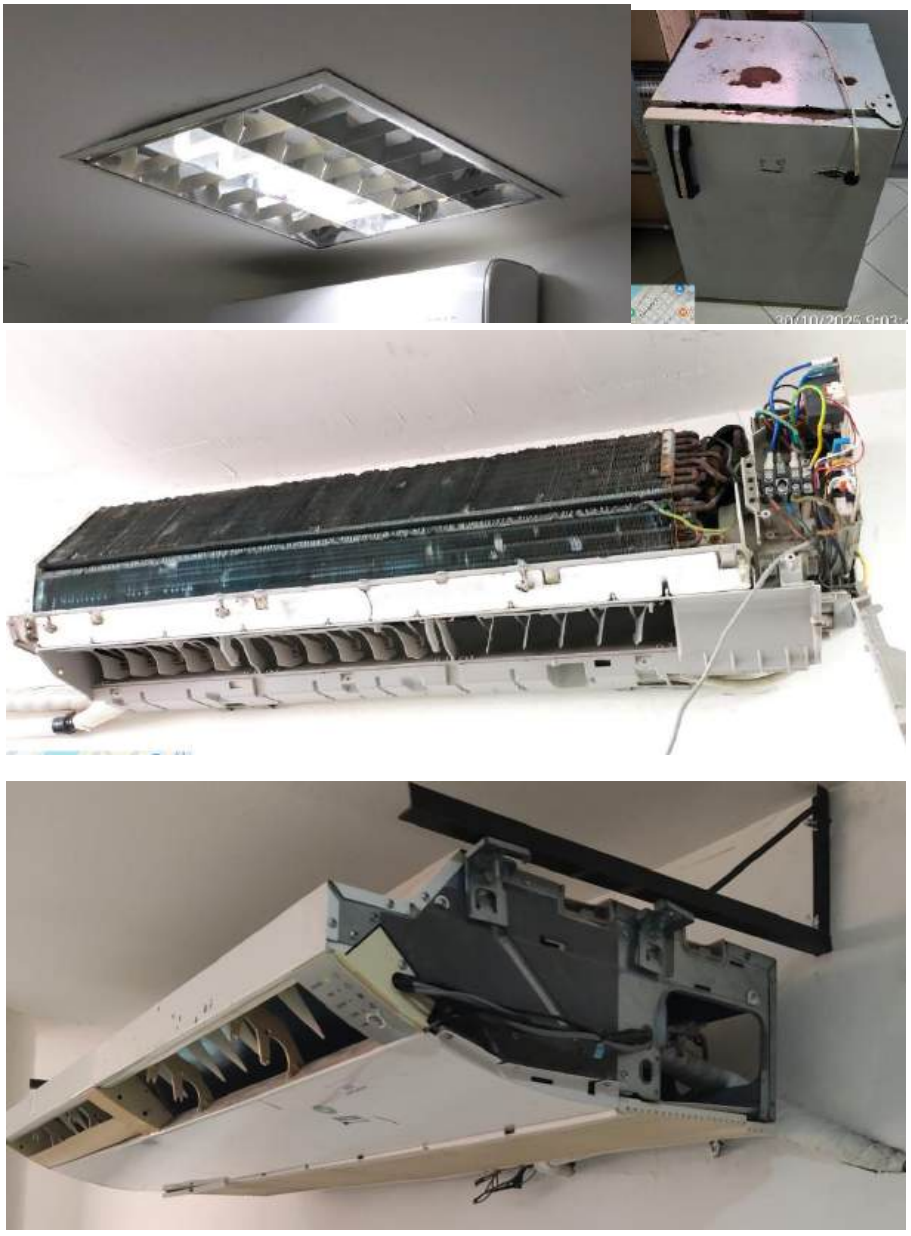



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se evidenciaron equipos fuera de servicio o en mal estado (ver Figura 30):

- El 25% de las **luminarias** del Despacho de Secretaría de Educación no funcionan.
- Aires acondicionados, una nevera pequeña y varias luminarias.

Figura 30. Equipos fuera de servicio en el Palacio Naín



Fuente: Elaboración propia

## 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

La verificación de estas variables se realizó mediante un medidor de temperatura y humedad relativa modelo VTA-84663 (ver Figura 31), tomando mediciones en distintos espacios. Los resultados de este monitoreo se presentan en la Tabla 20 y la Tabla 21.

Figura 31. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663




Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad en Asamblea departamental

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| Oficina en Asamblea | 2:58 pm | 29 | 69% |
| Oficina | 2:46 pm | 27 | 61% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad en palacio Naín Gobernación

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| Oficina del ingeniero Jair | 12:13 pm | 28 | 69% |
| Baño gobernador | 12:08 pm | 26 | 72% |
| Oficina de reuniones | 12:05 pm | 27 | 57% |
| Sala de espera | 12:03 pm | 26 | 72% |

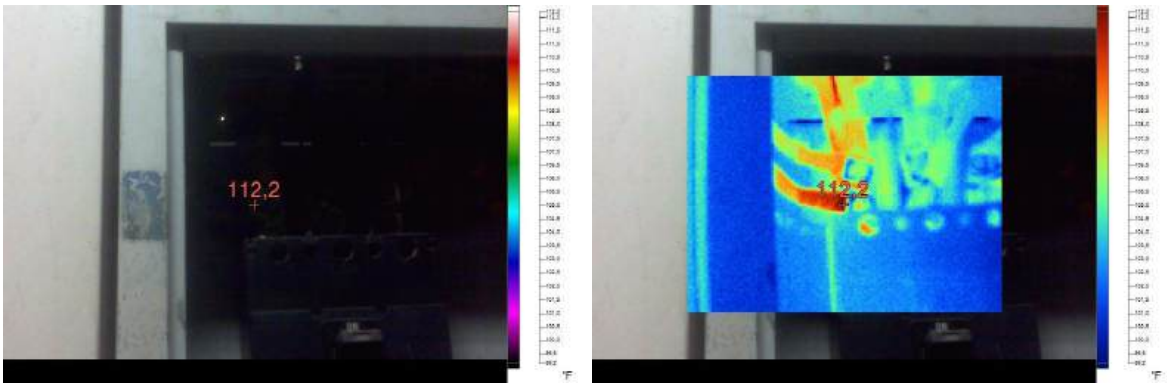
Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Cámara termográfica

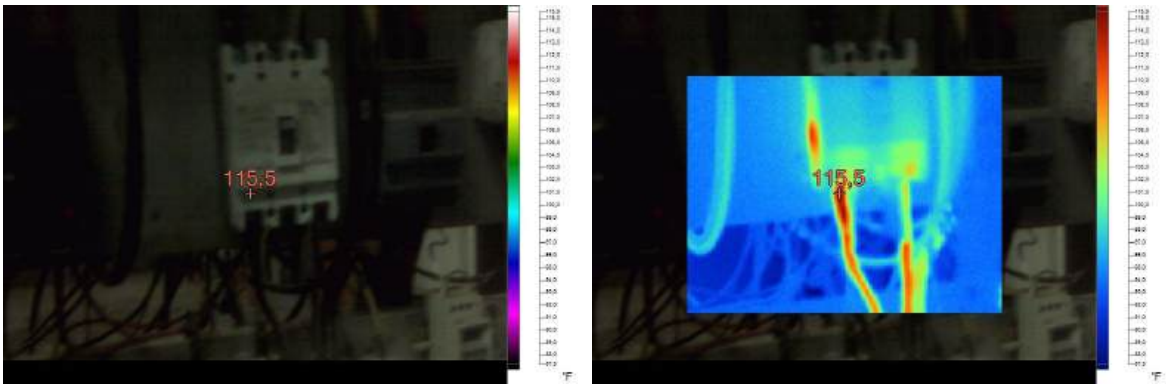
Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en los tableros eléctricos principales, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 32 y la Figura 33. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 27 °C (según la Tabla *21*), se obtiene un diferencial máximo de 19°C, correspondiente a la Figura 32(c) con 46°C (115,6 °F) en el tablero de la Asamblea Departamental y un diferencial máximo de 18°C, correspondiente a la Figura 33(e) con 45°C (113,4 °F) en el tablero del Palacio Naín.

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente, se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “probable deficiencia” (11 °C a 20 °C) en el tablero la Asamblea Departamental y como “deficiencia mayor” (>40 °C) en el tablero del Palacio Naín. Se recomienda revisar posibles cortos en los puntos calientes encontrados.

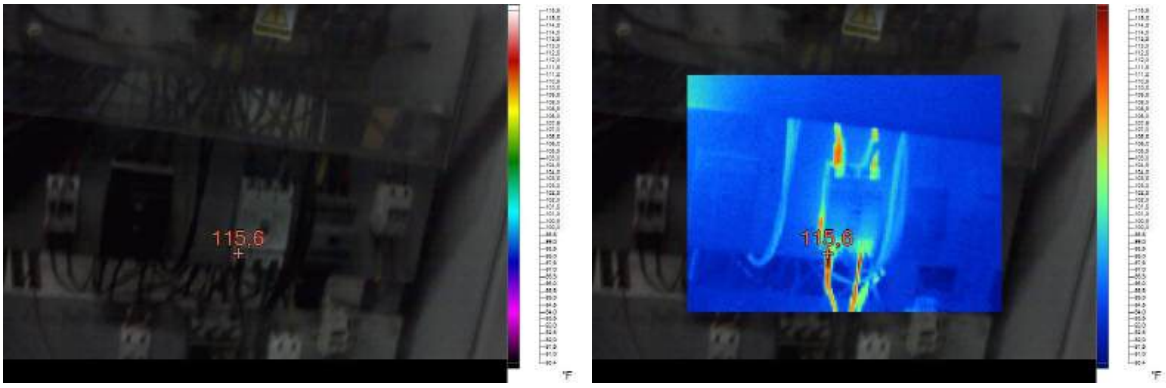
Figura 32. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal de la Asamblea Departamental




(a)



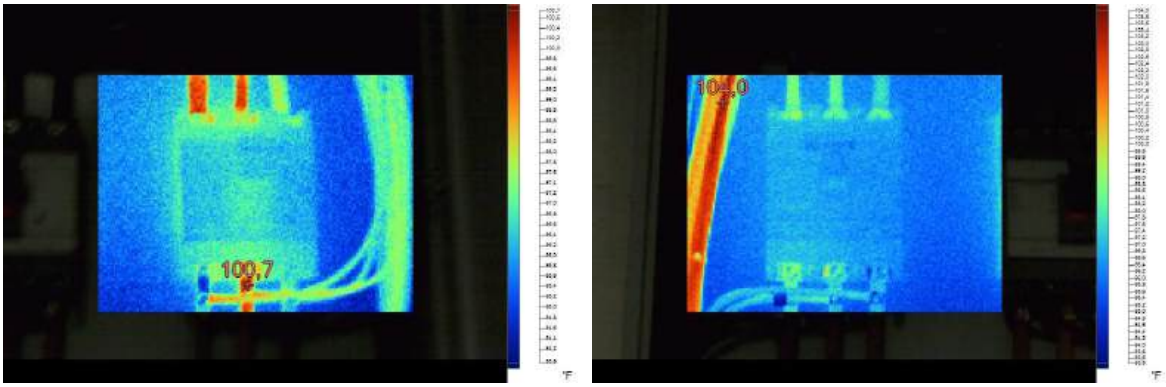

(b)



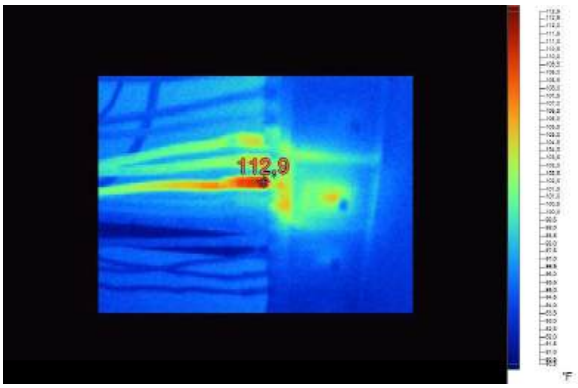

(c)

Fuente: Elaboración propia

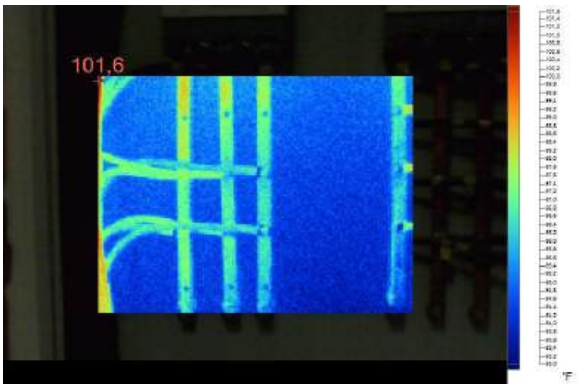
Figura 33. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal del Palacio Naín



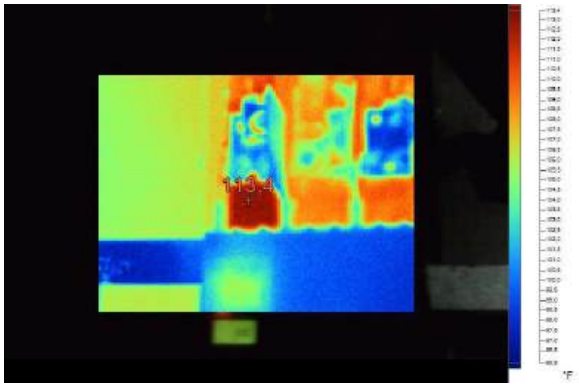

(a) (b)




(c)




(d)




(e)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones, se realizaron mediciones de iluminancia con un luxómetro digital MPT1014, en varios espacios. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 23 y la Tabla 22.

Tabla 22. Mediciones de iluminancia en palacio Naín Gobernación

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Oficina Ing. Jair | 7 | 153 | 500 | No cumple |
| Oficina del gobernador | 2 | 128 | 500 | No cumple |
| Oficina de reuniones | 4 | 115 | 500 | No cumple |
| Oficina de entrada a la oficina del gobernador | 1 | 135 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Mediciones de iluminancia en Asamblea Departamental

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Centrales del parlamento | 9 | 140 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Figura 34. Medición con luxómetro digital MPT1014




Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Mediciones eléctricas

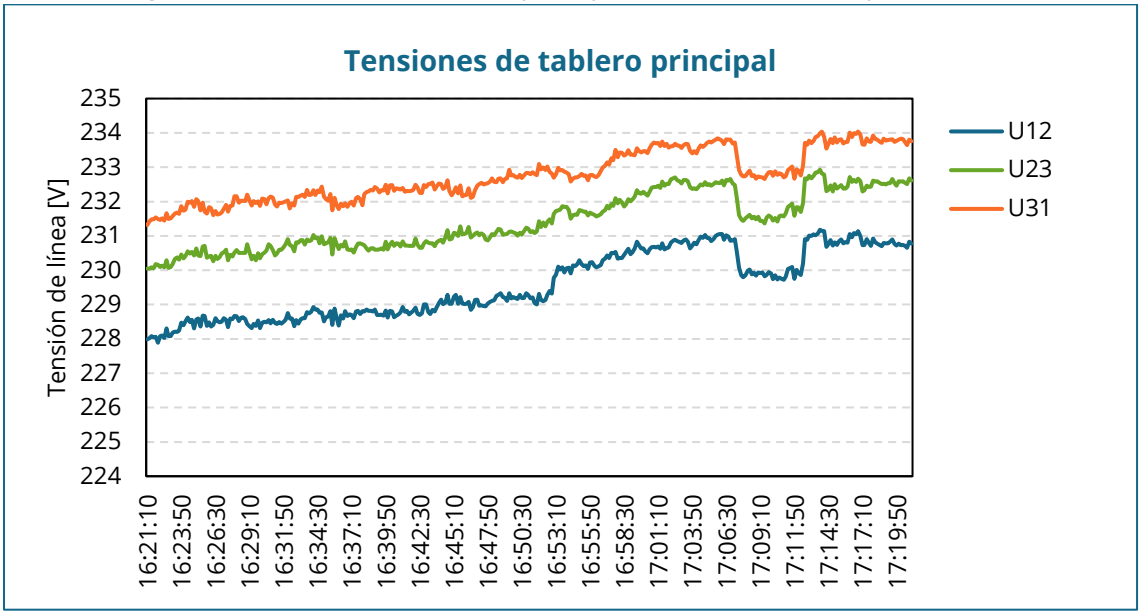
Las mediciones eléctricas de la Asamblea Departamental fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de la entidad y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 35. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en tablero principal de la Asamblea Departamental



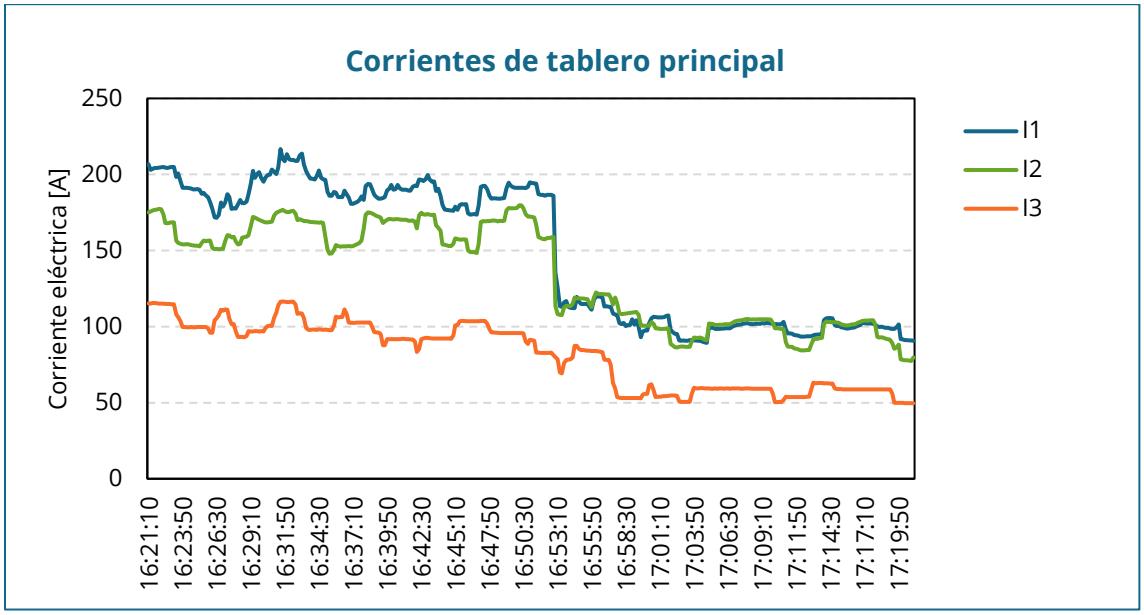
Fuente: Elaboración propia

Figura 36. Tensiones de tablero principal en la Asamblea Departamental



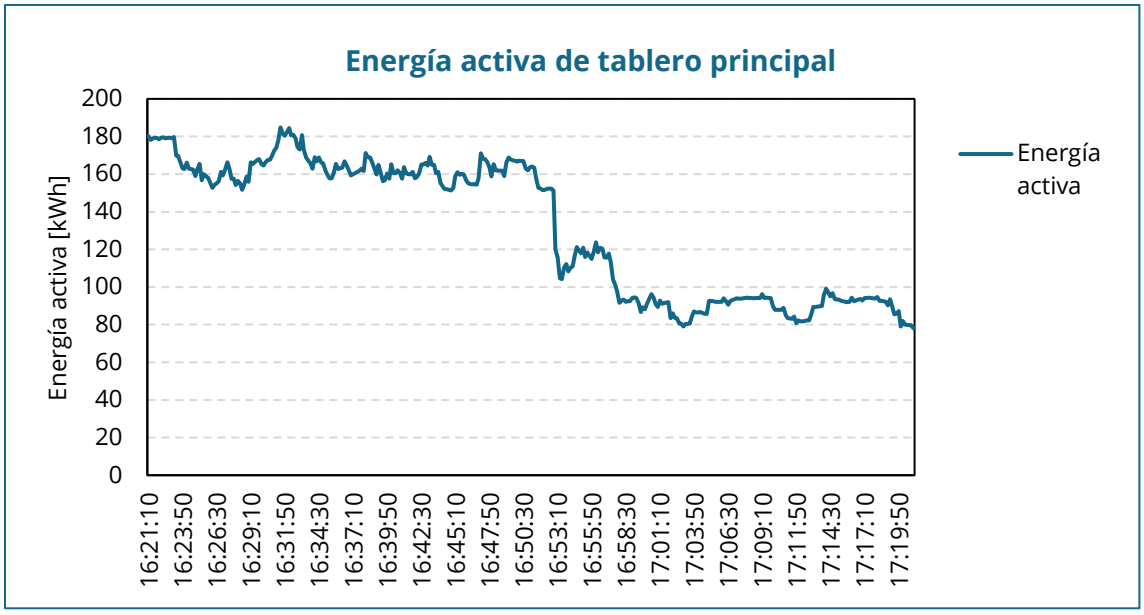

Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Corrientes de tablero principal de la Asamblea Departamental



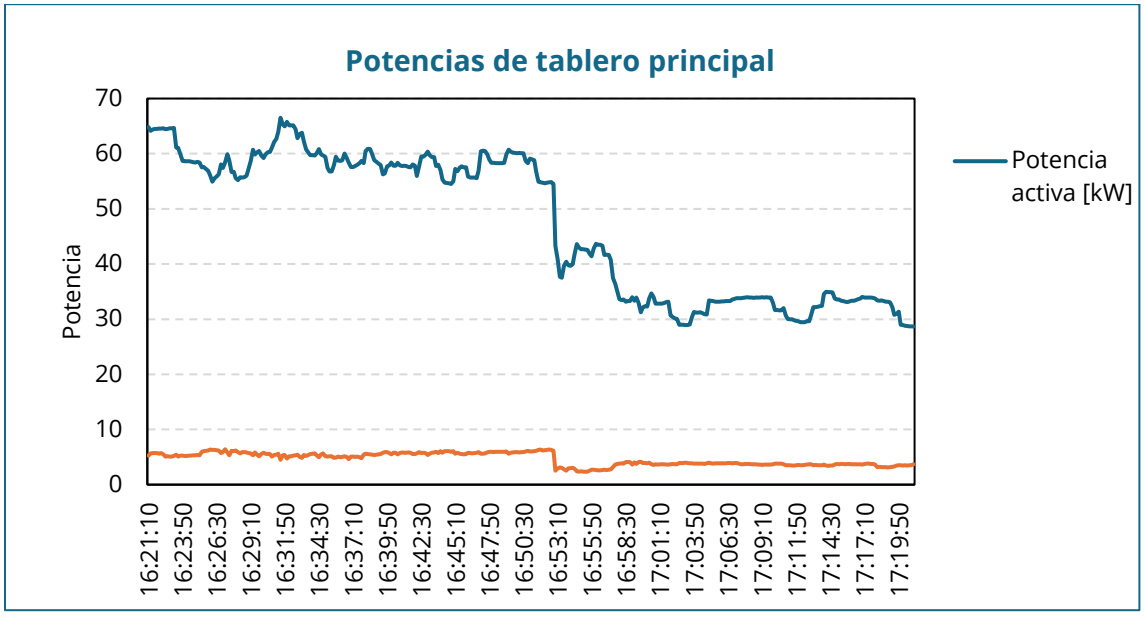

Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Energía activa de tablero principal de la Asamblea Departamental



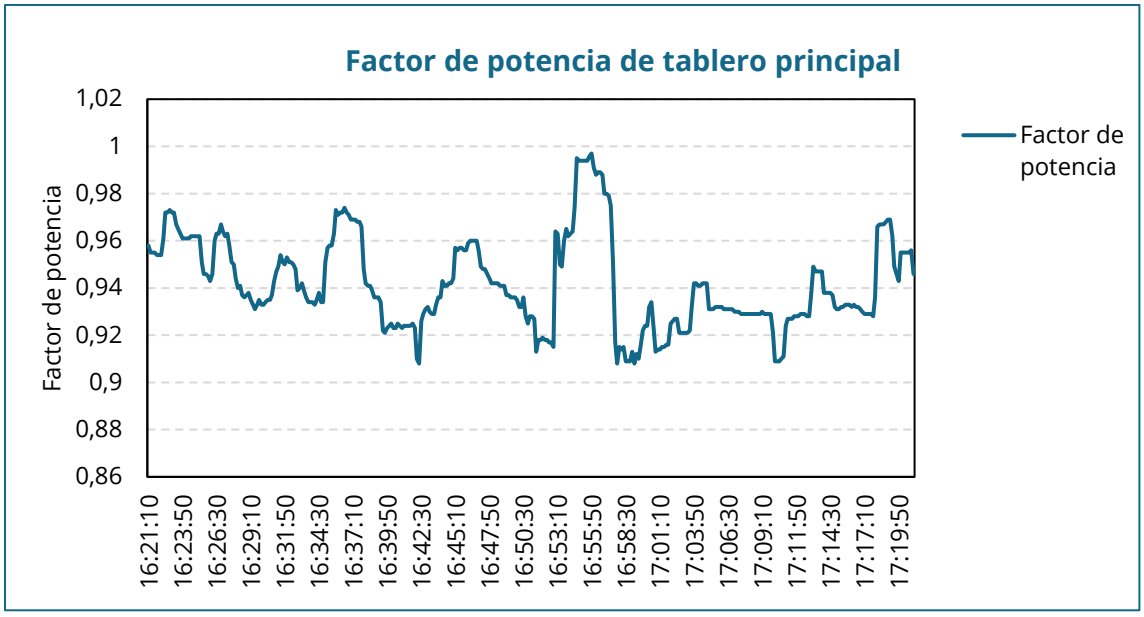

Fuente: Elaboración propia

Figura 39. Potencias de tablero principal de la Asamblea Departamental




Fuente: Elaboración propia

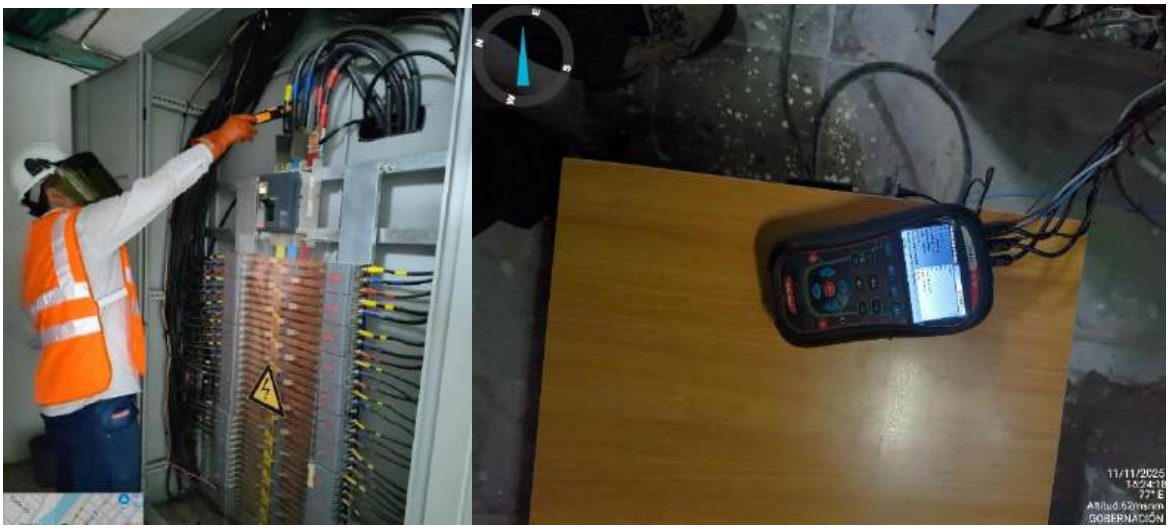
Figura 40. Factor de potencia de tablero principal de la Asamblea Departamental




Fuente: Elaboración propia

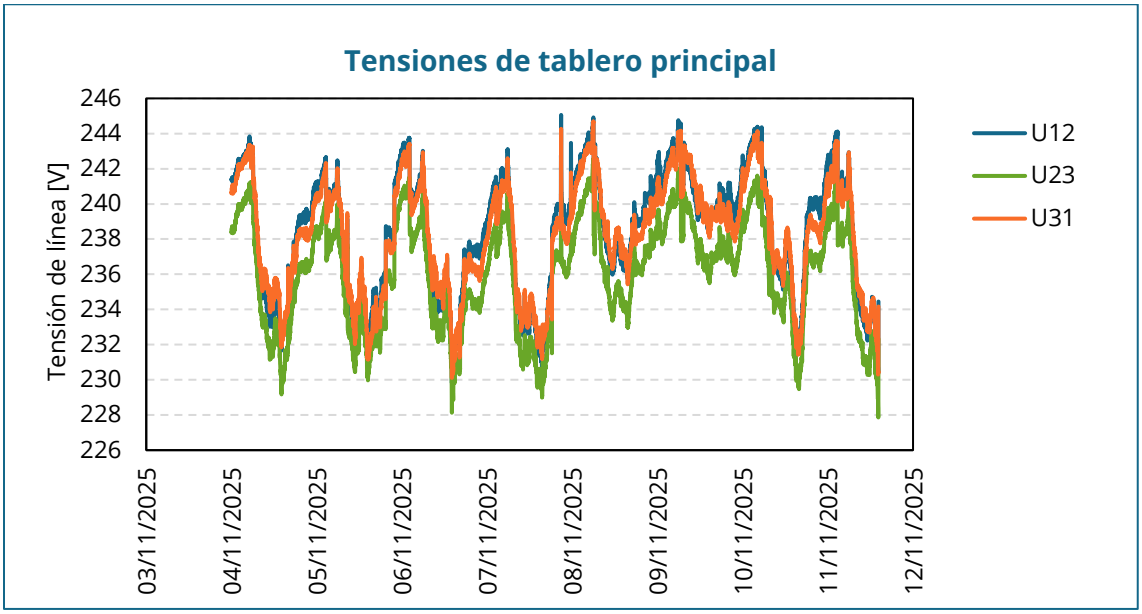
Las mediciones eléctricas del Palacio Naín fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de la entidad y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 41. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en tablero del Palacio Naín



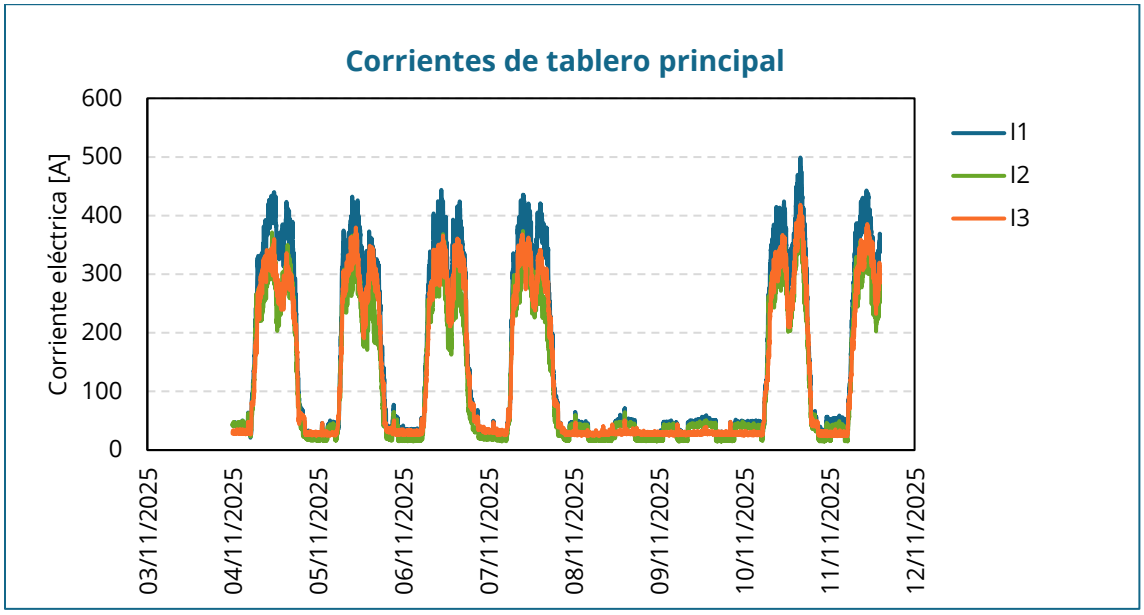
Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Tensiones de tablero principal del Palacio Naín



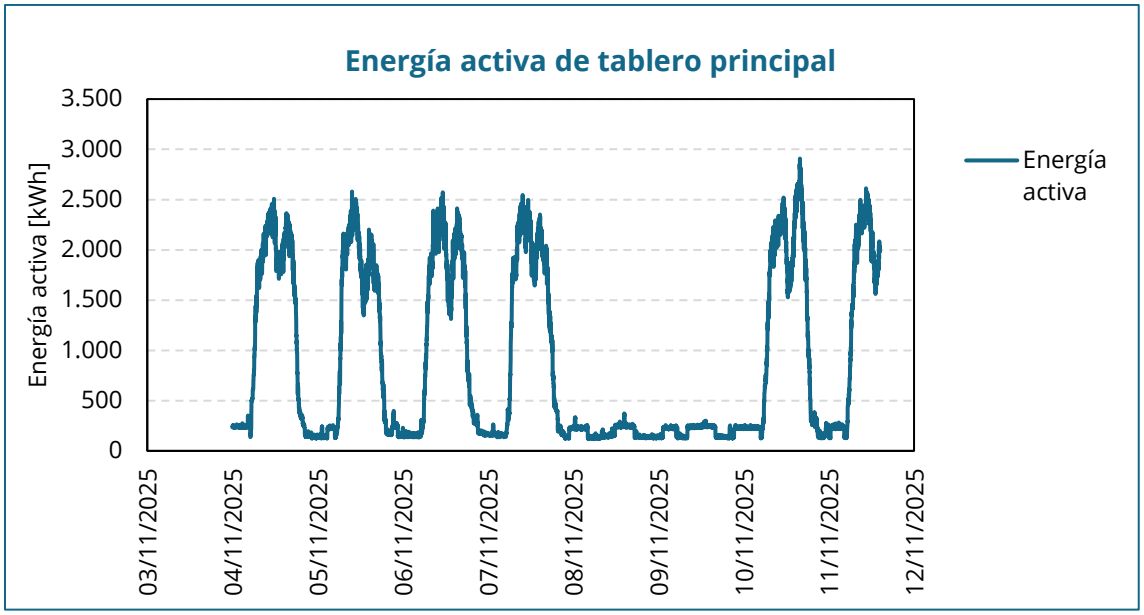

Fuente: Elaboración propia

Figura 43. Corrientes de tablero principal del Palacio Naín



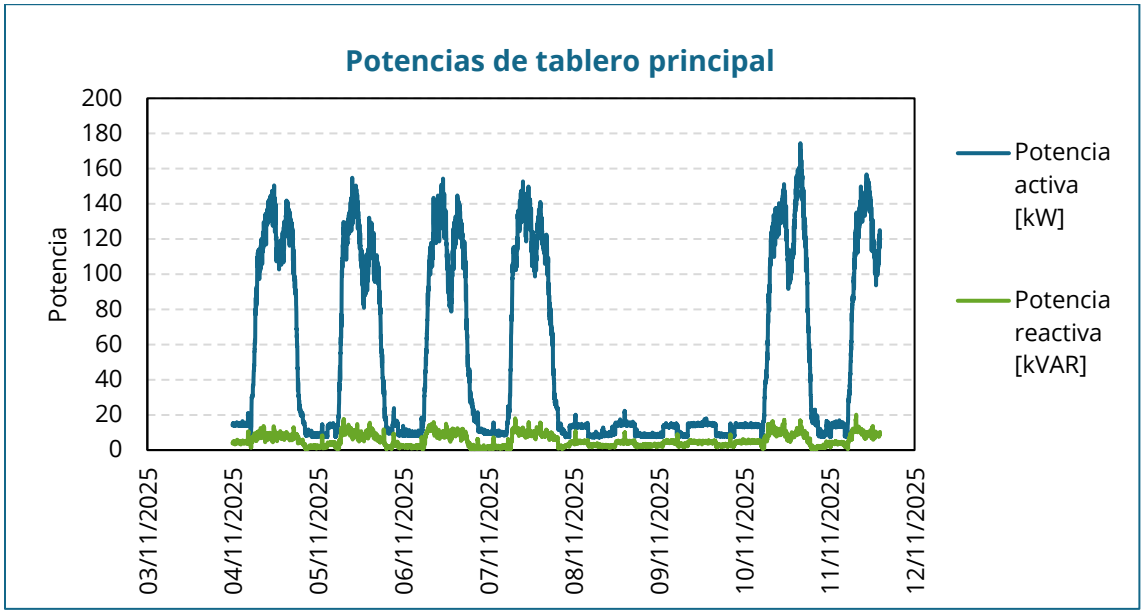

Fuente: Elaboración propia

Figura 44. Energía activa de tablero principal del Palacio Naín



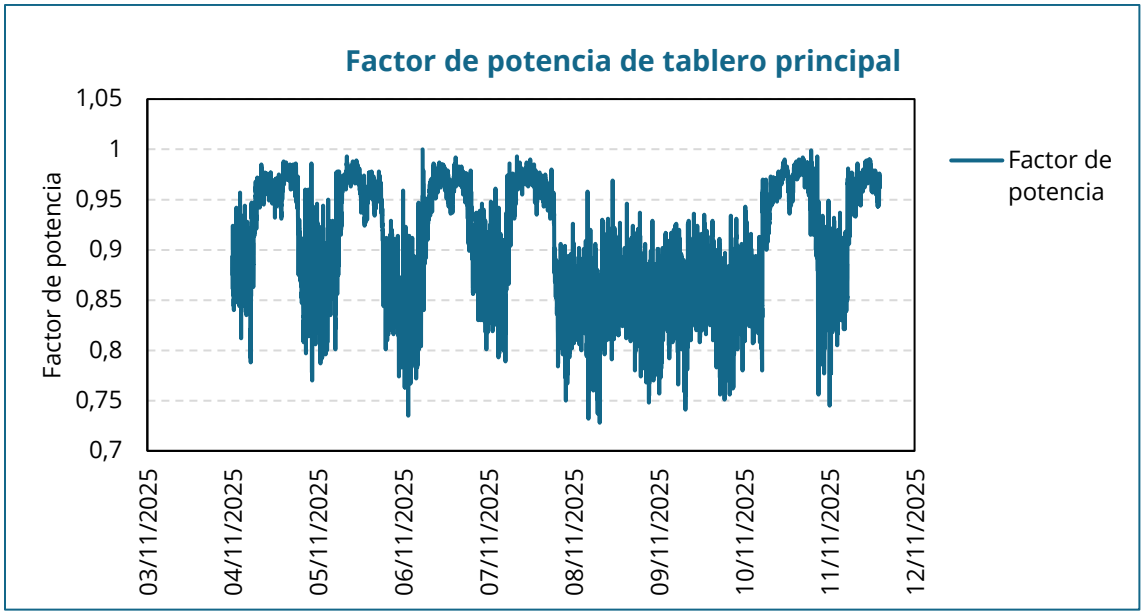

Fuente: Elaboración propia

Figura 45. Potencias de tablero principal del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

Figura 46. Factor de potencia de tablero principal del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia que los niveles de tensión registrados en la Asamblea Departamental y el Palacio Naín (Figura 5 y Figura 42) superan los límites establecidos por la normativa colombiana (187 V - 228 V), lo que puede afectar la operación adecuada de los equipos conectados. Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

## 4.5 Curva de carga

Las curvas de cargas corresponden al perfil de potencia activa de las entidades. Dichas curvas se elaboraron considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 24 y la Tabla 25 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 24. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia en tablero principal de la Asamblea Departamental

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 229,58 | 0,42% |
| U23 | 231,41 | 0,35% |
| U31 | 232,75 | 0,31% |
| Factor de potencia | 0,942 | 2,06% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia en tablero principal del Palacio Naín

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 238,42 | 1,44% |
| U23 | 236,07 | 1,30% |
| U31 | 238,23 | 1,32% |
| Factor de potencia | 0,902 | 6,51% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en los tableros principales se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 26 y la Tabla 27.

Tabla 26. Especificaciones de medición con datalogger en tablero principal de la Asamblea Departamental

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 11 de noviembre de 2025 |
| **Fecha final** | 13 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,66 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

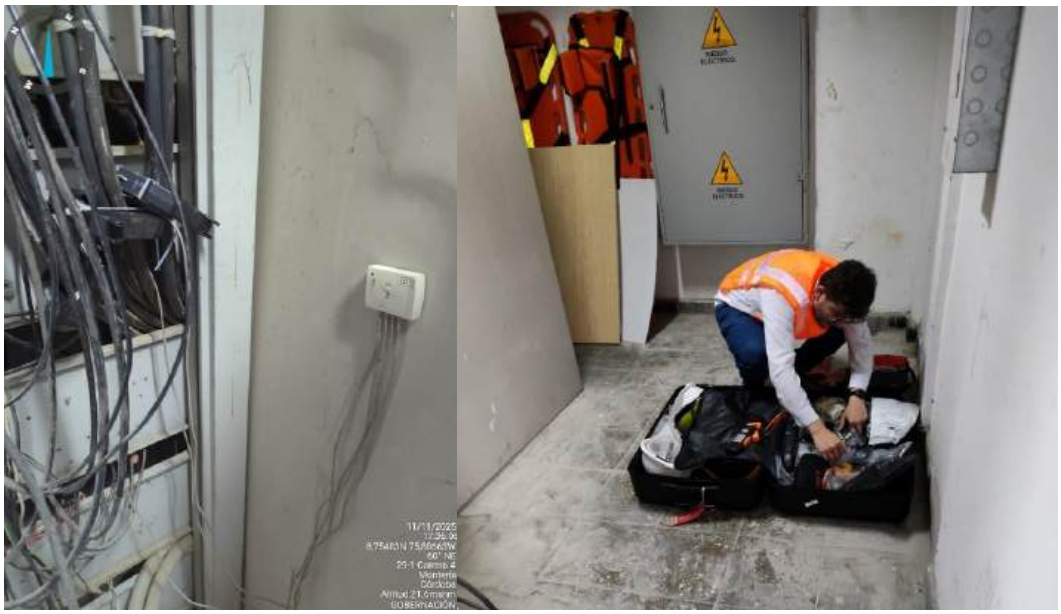
Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Especificaciones de medición con datalogger en tablero principal del Palacio Naín

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 04 de noviembre de 2025 |
| **Fecha final** | 11 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 7,60 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas



Fuente: Elaboración propia

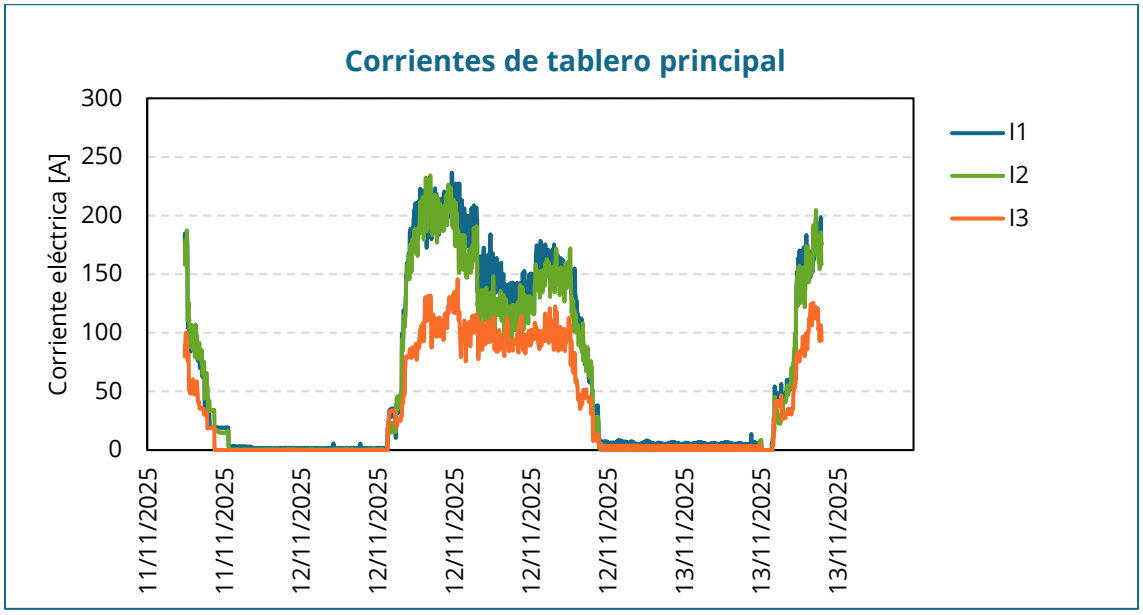
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 48 y la Figura 49 para la Asamblea Departamental, así como la Figura 50 y la Figura 51 para el Palacio Naín. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 28 y la Tabla 29.

Tabla 28. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura de la Asamblea Departamental

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 790 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 14.263 |
| **Energía facturada [kWh]** | 13.280 |
| **Diferencia relativa [%]** | 7,4% |

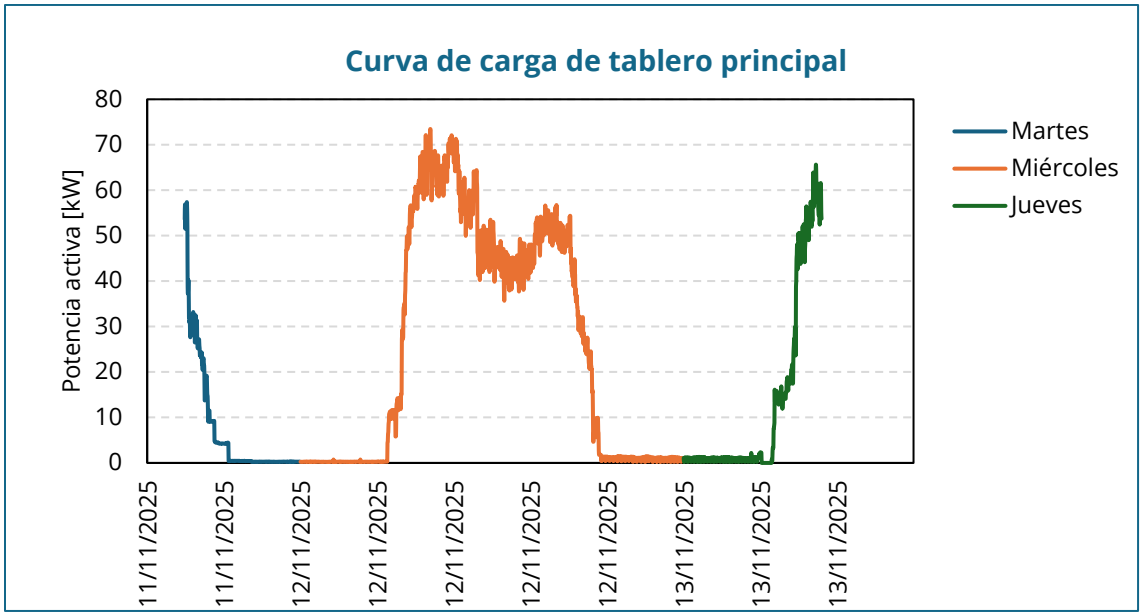
Fuente: Elaboración propia

Figura 48. Corrientes de tablero principal de la Asamblea Departamental




Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Curva de carga de tablero principal de la Asamblea Departamental




Fuente: Elaboración propia

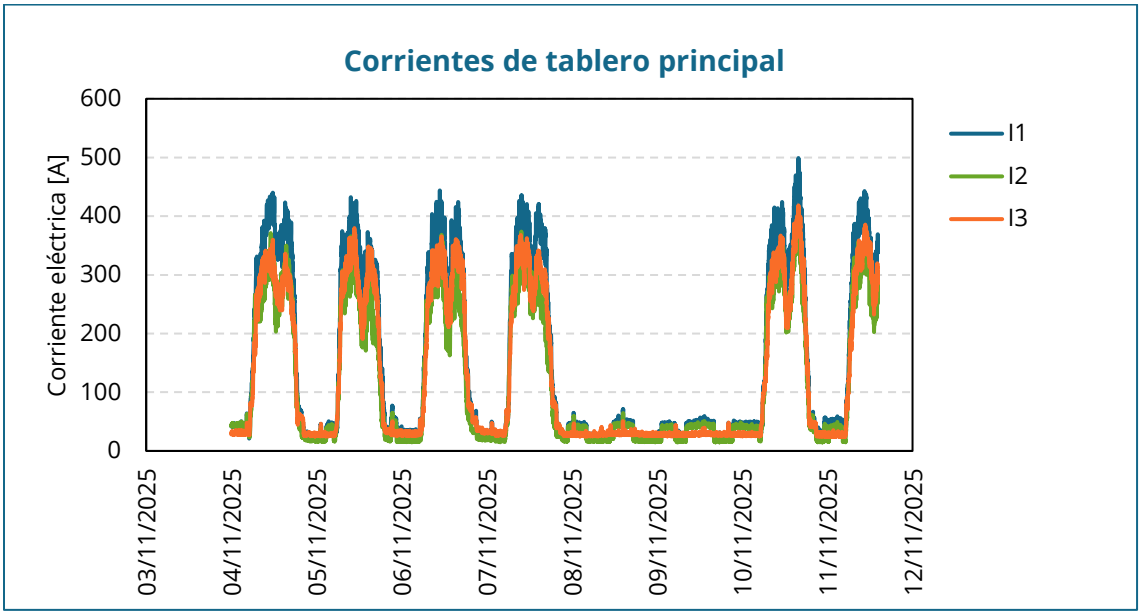
De acuerdo con las mediciones realizadas, se evidencia un desequilibrio en la corriente I3 de la Figura 48 con respecto a las fases restantes. Se recomienda realizar un balance de cargas que permita redistribuir uniformemente la demanda entre las tres fases, optimizando así el funcionamiento del sistema eléctrico y previniendo posibles daños.

Tabla 29. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del Palacio Naín

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 9.382 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 37.058 |
| **Energía facturada [kWh]** | 38.880 |
| **Diferencia relativa [%]** | 4,7% |

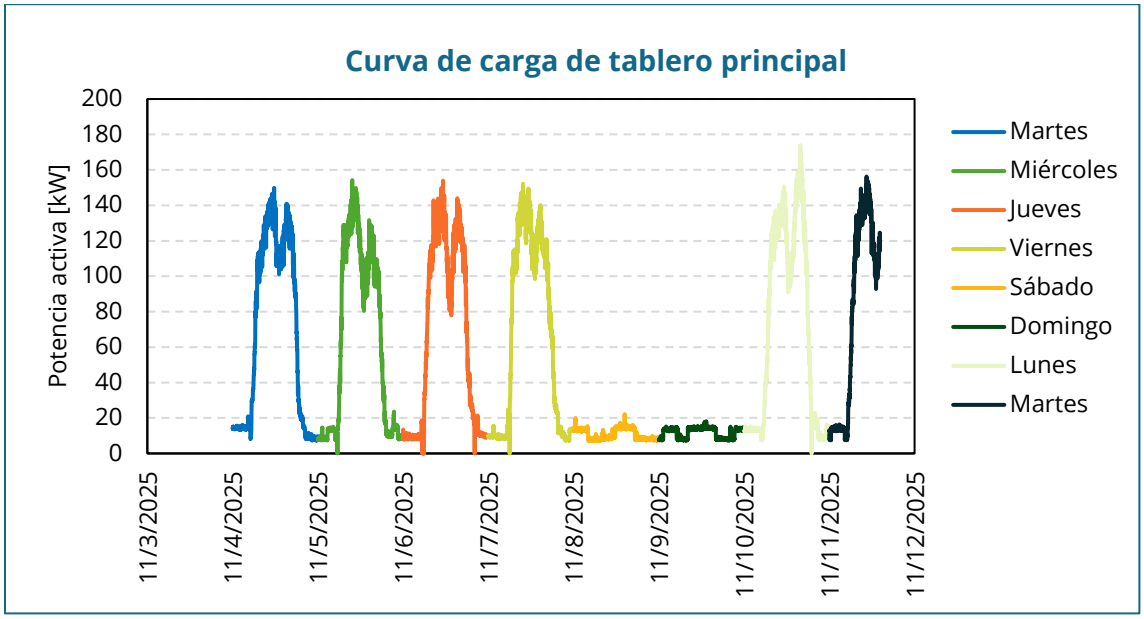
Fuente: Elaboración propia

Figura 50. Corrientes de tablero principal del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

Figura 51. Curva de carga de tablero principal del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

El valor de facturación consignado en la Tabla 29 corresponde a la factura de la NIC 4553760 (medidor 36053390). Cabe señalar que el Palacio Naín tiene una segunda factura asociada a la NIC 1102181 (medidor 58123394), cuyo cargo no fue incluido en la curva de carga porque ya se encuentra integrado en la primera factura. Esto implica que se estaría realizando un cobro duplicado por el mismo concepto. Por lo tanto, se recomienda realizar el estudio pertinente con Afinia para resolver esta situación.

## 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura *52*).

Figura 52. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.
  -**Franja Horaria, solo para energía activa:** El usuario puede acogerse a una tarifa con franjas horarias (Ley 79, 1997), lo que genera dos lecturas en el medidor: "Activa Pico AT" para horas de alta demanda y "Activa Fuera de Pico A" para el resto. Aunque Afinia no divulga públicamente el horario específico de estas franjas, para efectos de este análisis se tomó la tarifa unitaria más alta ("Activa Pico AT"), mientras que el consumo total de energía activa se tomó directamente del valor reportado por el Operador de Red (OR) en la factura. Este caso se presenta particularmente en la NIC 4553760 y NIC 1102181 del Palacio de Naín Gobernación.

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades

como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.

- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana:** Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Asamblea departamental - NIC: 5881354 - Medidor: 53120489*

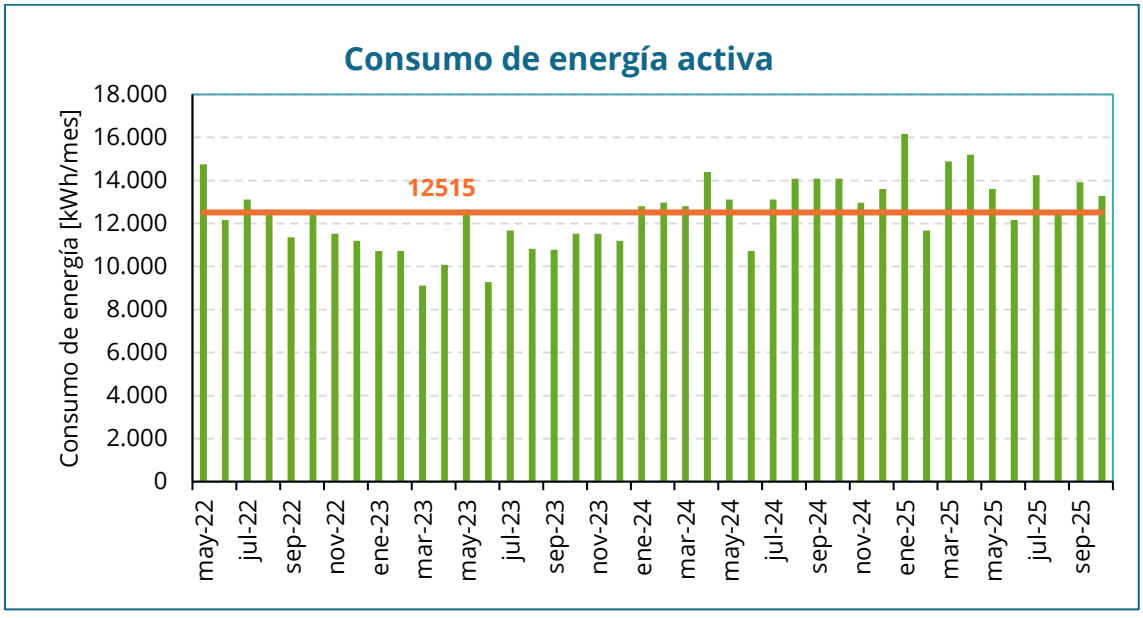
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 30, con el cual se construyó la Figura 53. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 30. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 10.720 | 12.800 | 16.160 |
| Febrero | Sin información | 10.720 | 12.960 | 11.680 |
| Marzo | Sin información | 9.120 | 12.800 | 14.880 |
| Abril | Sin información | 10.080 | 14.400 | 15.200 |
| Mayo | 14.750 | 12.640 | 13.120 | 13.600 |
| Junio | 12.160 | 9.280 | 10.720 | 12.160 |
| Julio | 13.120 | 11.680 | 13.120 | 14.240 |
| Agosto | 12.640 | 10.819 | 14.080 | 12.480 |
| Septiembre | 11.360 | 10.781 | 14.080 | 13.920 |
| Octubre | 12.480 | 11.520 | 14.080 | 13.280 |
| Noviembre | 11.520 | 11.520 | 12.960 | |
| Diciembre | 11.200 | 11.200 | 13.600 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 53. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

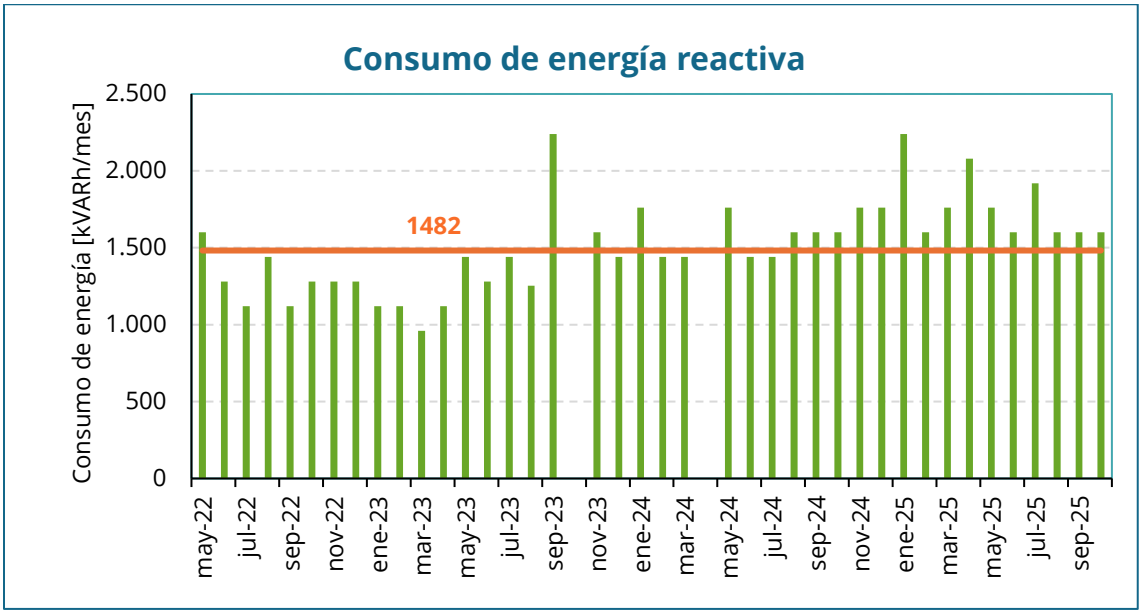
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 31, con el cual se construyó la Figura 54. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 31. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.120 | 1.760 | 2.240 |
| Febrero | Sin información | 1.120 | 1.440 | 1.600 |
| Marzo | Sin información | 960 | 1.440 | 1.760 |
| Abril | Sin información | 1.120 | Sin información | 2.080 |
| Mayo | 1.600 | 1.440 | 1.760 | 1.760 |
| Junio | 1.280 | 1.280 | 1.440 | 1.600 |
| Julio | 1.120 | 1.440 | 1.440 | 1.920 |
| Agosto | 1.440 | 1.254 | 1.600 | 1.600 |
| Septiembre | 1.120 | 2.240 | 1.600 | 1.600 |
| Octubre | 1.280 | 0 | 1.600 | 1.600 |
| Noviembre | 1.280 | 1.600 | 1.760 | |
| Diciembre | 1.280 | 1.440 | 1.760 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 54. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

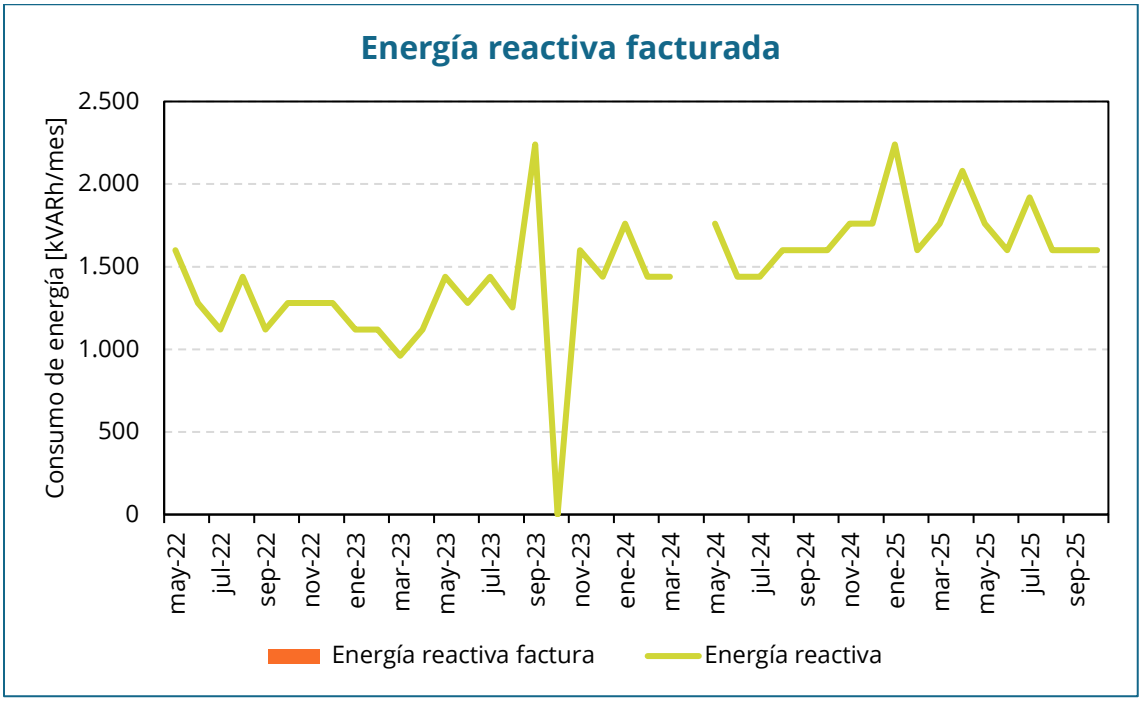
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 32, con el cual se construyó la Figura 55. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 32. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 55. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

*Palacio de Naín Gobernación - NIC: 4553760 - Medidor: 36053390*

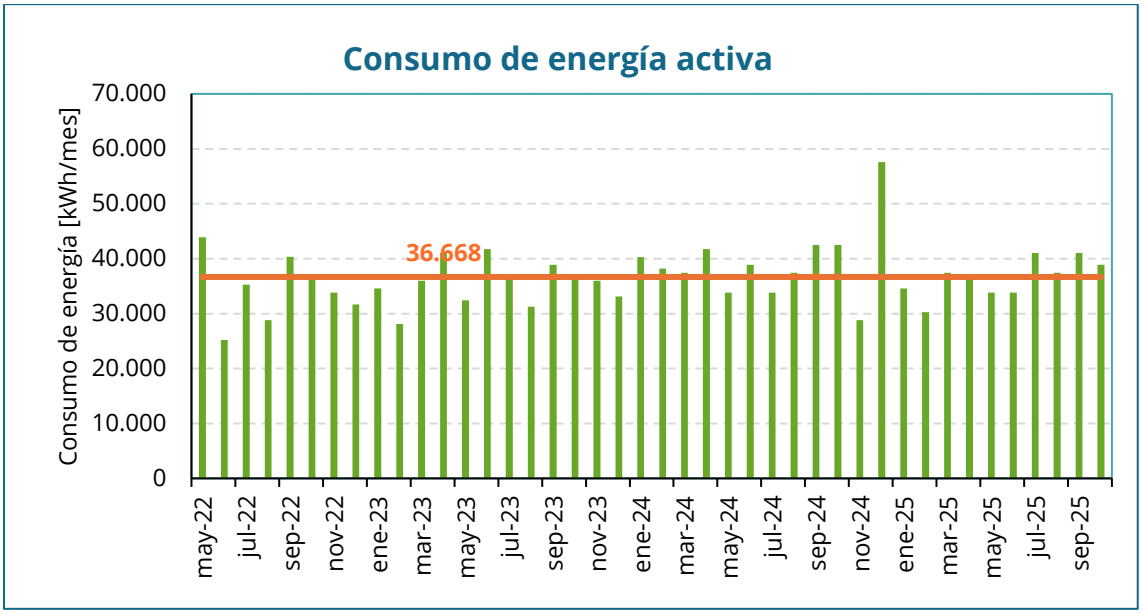
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 33, con el cual se construyó la Figura 56. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 33. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 34.560 | 40.300 | 34.560 |
| Febrero | Sin información | 28.080 | 38.160 | 30.240 |
| Marzo | Sin información | 36.000 | 37.440 | 37.440 |
| Abril | Sin información | 41.040 | 41.760 | 36.720 |
| Mayo | 43.920 | 32.400 | 33.840 | 33.840 |
| Junio | 25.200 | 41.760 | 38.880 | 33.840 |
| Julio | 35.280 | 36.424 | 33.840 | 41.040 |
| Agosto | 28.800 | 31.254 | 37.440 | 37.440 |
| Septiembre | 40.320 | 38.880 | 42.480 | 41.040 |
| Octubre | 36.720 | 36.720 | 42.480 | 38.880 |
| Noviembre | 33.840 | 36.000 | 28.800 | |
| Diciembre | 31,680 | 33,120 | 57,600 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 56. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

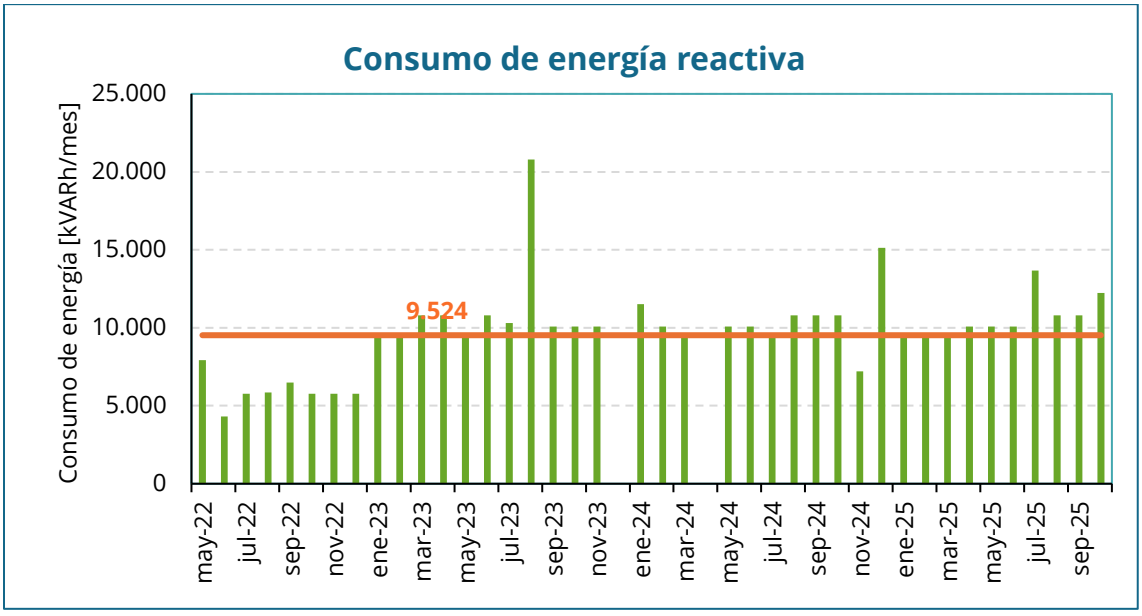
El histórico de energía reactiva se presenta en la Figura 57, con el cual se construyó la Tabla 34. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 34. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 9.360 | 11.520 | 9.360 |
| Febrero | Sin información | 9.360 | 10.080 | 9.360 |
| Marzo | Sin información | 10.800 | 9.360 | 9.360 |
| Abril | Sin información | 10.800 | Sin información | 10.080 |
| Mayo | 7.920 | 9.360 | 10.080 | 10.080 |
| Junio | 4.320 | 10.800 | 10.080 | 10.080 |
| Julio | 5.760 | 10.302 | 9.360 | 13.680 |
| Agosto | 5.848 | 20.800 | 10.800 | 10.800 |
| Septiembre | 6.480 | 10.080 | 10.800 | 10.800 |
| Octubre | 5.760 | 10.080 | 10.800 | 12.240 |
| Noviembre | 5.760 | 10.080 | 7.200 | |
| Diciembre | 5.760 | 0 | 15.120 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 57. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

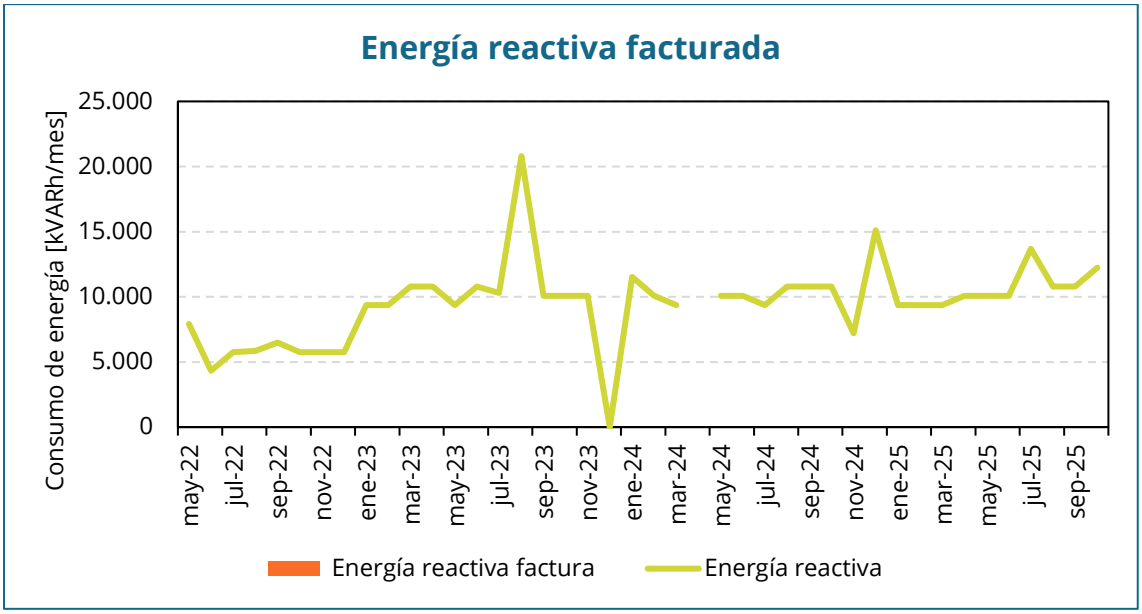
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Figura 58, con el cual se construyó la Tabla 35. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 35. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 58. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

*Palacio de Naín Gobernación – NIC: 1102181 - Medidor: 58123394*

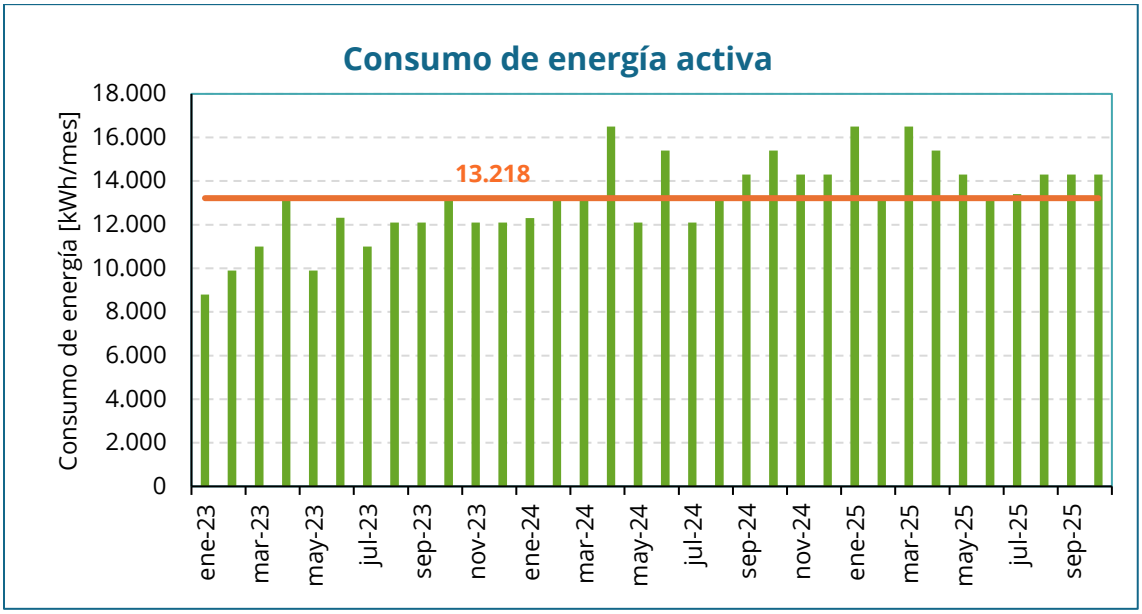
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 36, con el cual se construyó la Figura 59. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 36. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 8.800 | 12.300 | 16.500 |
| Febrero | Sin información | 9.900 | 13.200 | 13.200 |
| Marzo | Sin información | 11.000 | 13.200 | 16.500 |
| Abril | Sin información | 13.200 | 16.500 | 15.400 |
| Mayo | Sin información | 9.900 | 12.100 | 14.300 |
| Junio | Sin información | 12.320 | 15.400 | 13.200 |
| Julio | Sin información | 11.000 | 12.100 | 13.400 |
| Agosto | Sin información | 12.100 | 13.200 | 14.300 |
| Septiembre | Sin información | 12.100 | 14.300 | 14.300 |
| Octubre | Sin información | 13.200 | 15.400 | 14.300 |
| Noviembre | Sin información | 12.100 | 14.300 | |
| Diciembre | Sin información | 12.100 | 14.300 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 59. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

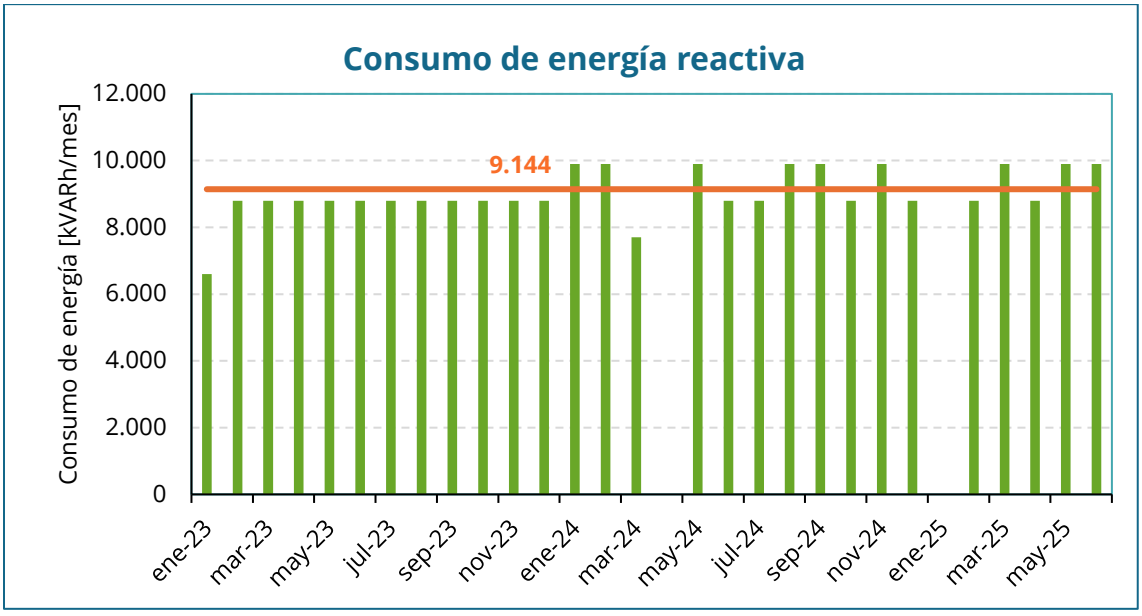
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 37, con el cual se construyó la Figura 60. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 37. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 6.600 | 9.900 | Sin información |
| Febrero | Sin información | 8.800 | 9.900 | 8.800 |
| Marzo | Sin información | 8.800 | 7.700 | 9.900 |
| Abril | Sin información | 8.800 | Sin información | 8.800 |
| Mayo | Sin información | 8.800 | 9.900 | 9.900 |
| Junio | Sin información | 8.800 | 8.800 | 9.900 |
| Julio | Sin información | 8.800 | 8.800 | 9.900 |
| Agosto | Sin información | 8.800 | 9.900 | 9.900 |
| Septiembre | Sin información | 8.800 | 9.900 | 9.900 |
| Octubre | Sin información | 8.800 | 8.800 | 9.900 |
| Noviembre | Sin información | 8.800 | 9.900 | |
| Diciembre | Sin información | 8.800 | 8.800 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 60. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

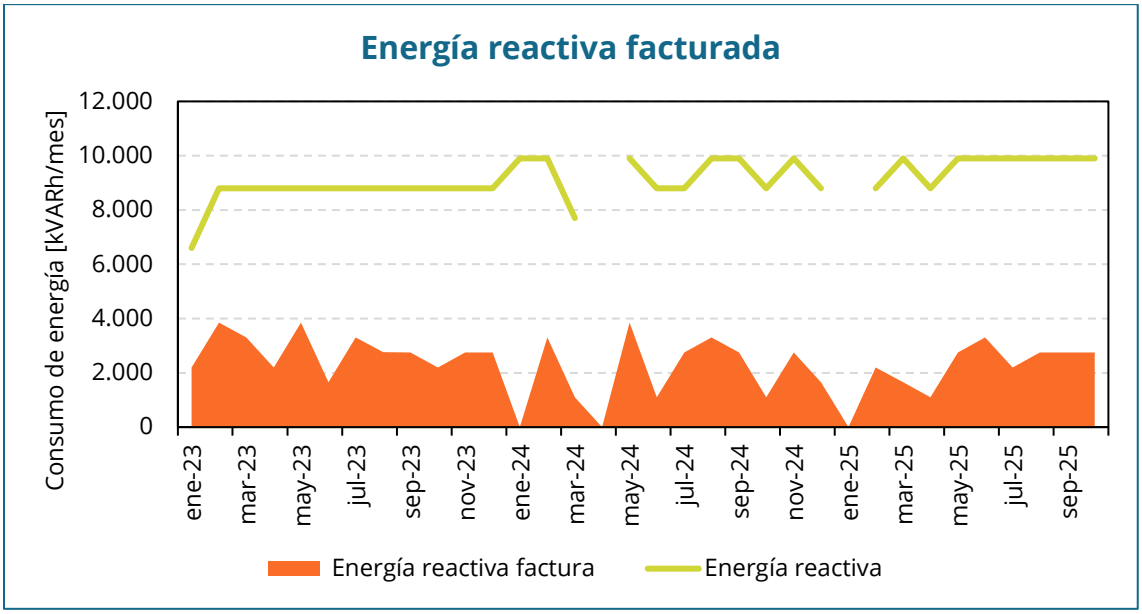
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 38, con el cual se construyó la Figura 61. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 38. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 2.200 | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | 3.850 | 3.300 | 2.200 |
| Marzo | Sin información | 3.300 | 1.100 | 1.650 |
| Abril | Sin información | 2.200 | Sin información | 1.100 |
| Mayo | Sin información | 3.850 | 3.850 | 2.750 |
| Junio | Sin información | 1.650 | 1.100 | 3.300 |
| Julio | Sin información | 3.300 | 2.750 | 2.200 |
| Agosto | Sin información | 2.760 | 3.300 | 2.750 |
| Septiembre | Sin información | 2.750 | 2.750 | 2.750 |
| Octubre | Sin información | 2.200 | 1.100 | 2.750 |
| Noviembre | Sin información | 2.750 | 2.750 | |
| Diciembre | Sin información | 2.750 | 1.650 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 61. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

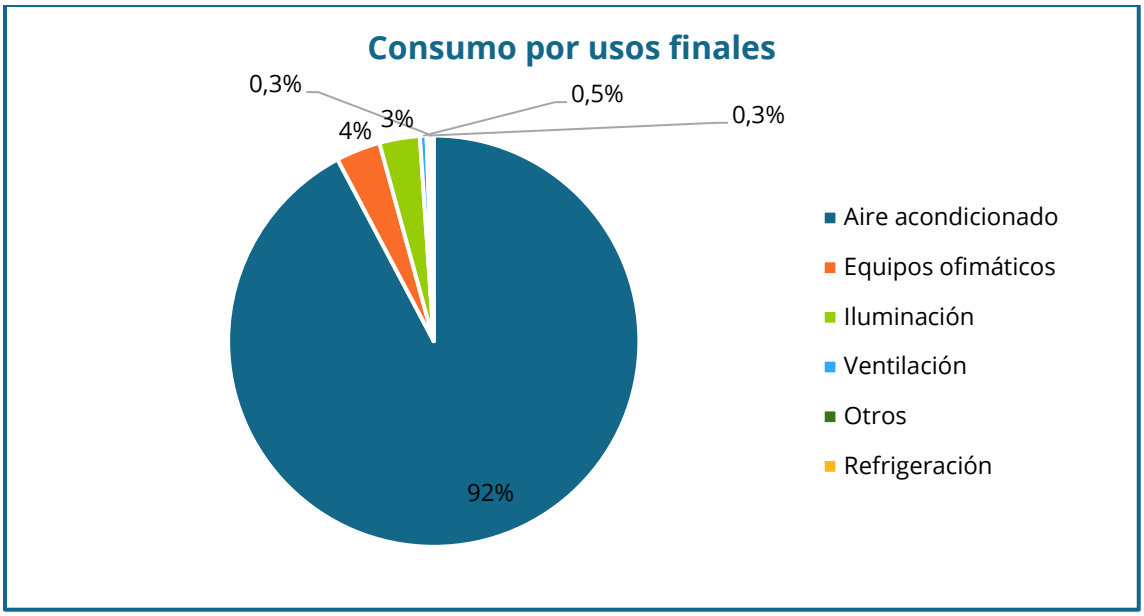
## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 7,5% en Asamblea Departamental en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla 30), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 39, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 62 y el diagrama de Pareto en la Figura 63.

Figura 62. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la Asamblea Departamental



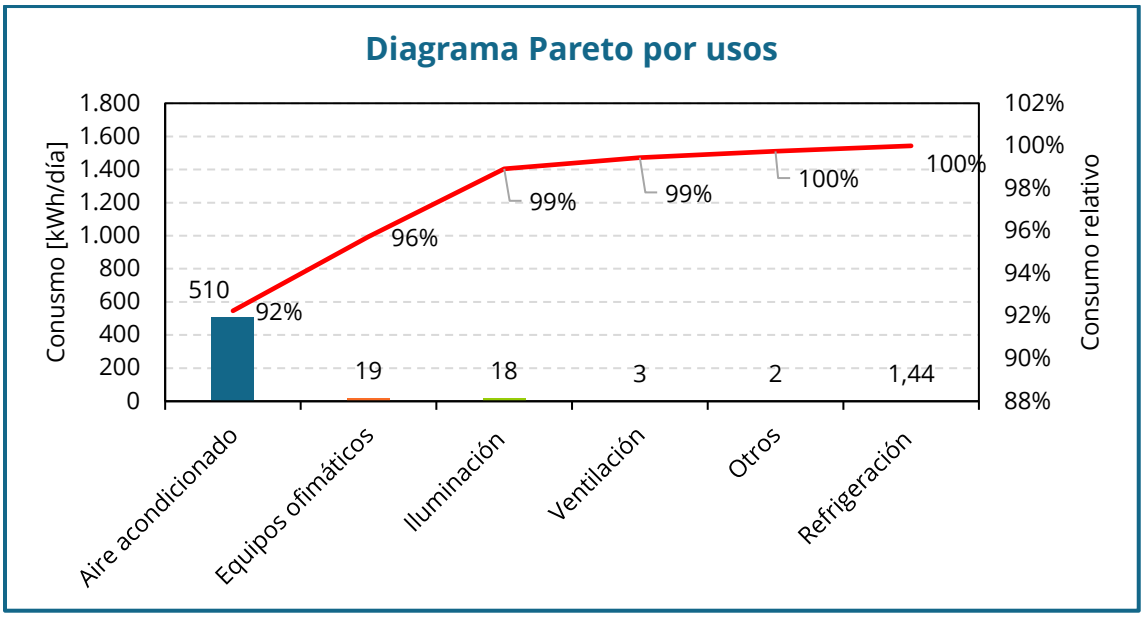

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Participación de consumo de energía por usos finales de la Asamblea Departamental

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aire acondicionado | 510,3 | 92% |
| Equipos ofimáticos | 19,298 | 3% |
| Iluminación | 17,606 | 3% |
| Ventilación | 2,88 | 1% |
| Otros | 1,65 | 0,3% |
| Refrigeración | 1,44 | 0,3% |
| **Total** | **553** | **100%** |

Fuente: Elaboración propia

Figura 63. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la Asamblea Departamental




Fuente: Elaboración propia

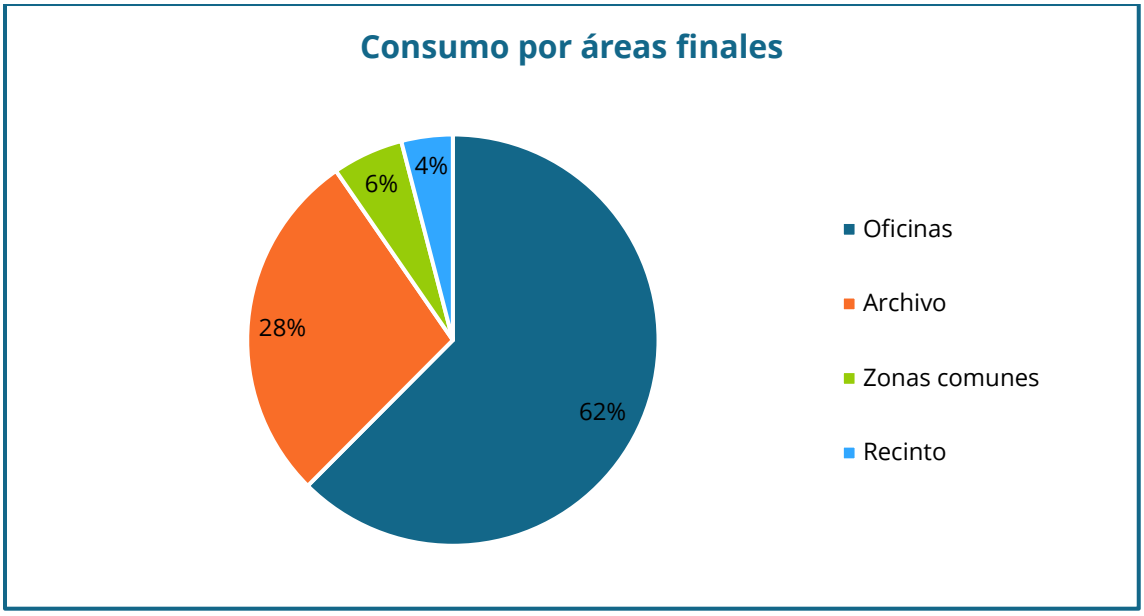
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 40, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 64 y el diagrama de Pareto en la Figura 65.

Tabla 40. Participación de consumo de energía por áreas de la Asamblea Departamental

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Oficinas | 345,558 | 62% |
| Archivo | 154,404 | 28% |
| Zonas comunes | 30,854 | 6% |
| Recinto | 22,358 | 4% |
| **Total** | **553** | **100%** |

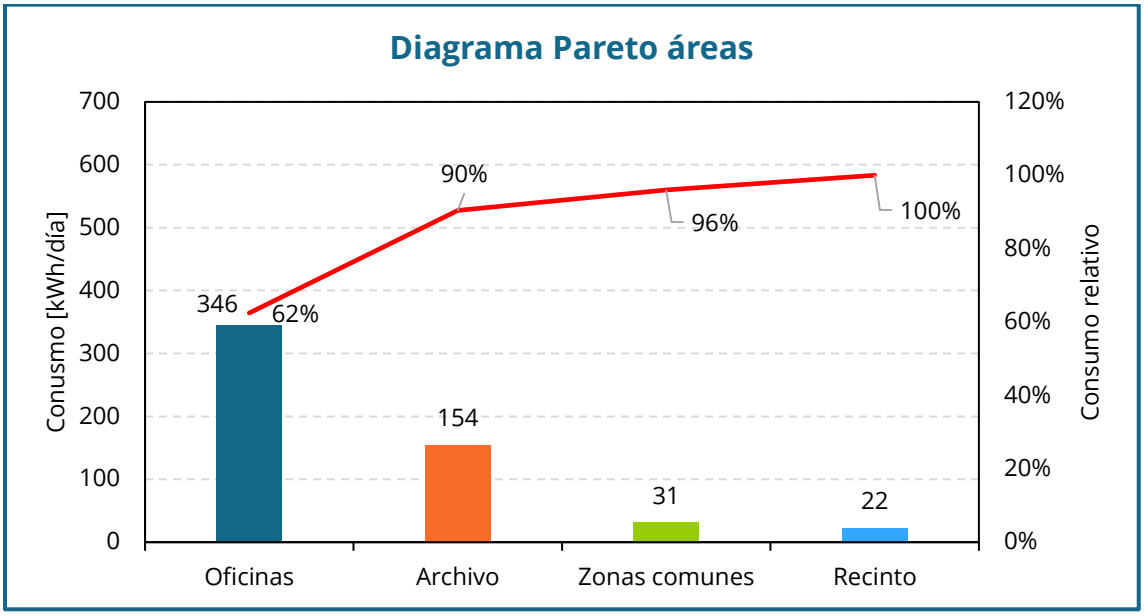
Fuente: Elaboración propia

Figura 64. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de la Asamblea Departamental




Fuente: Elaboración propia

Figura 65. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de la Asamblea Departamental




Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 10,2% en El Palacio Naín en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla 33), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

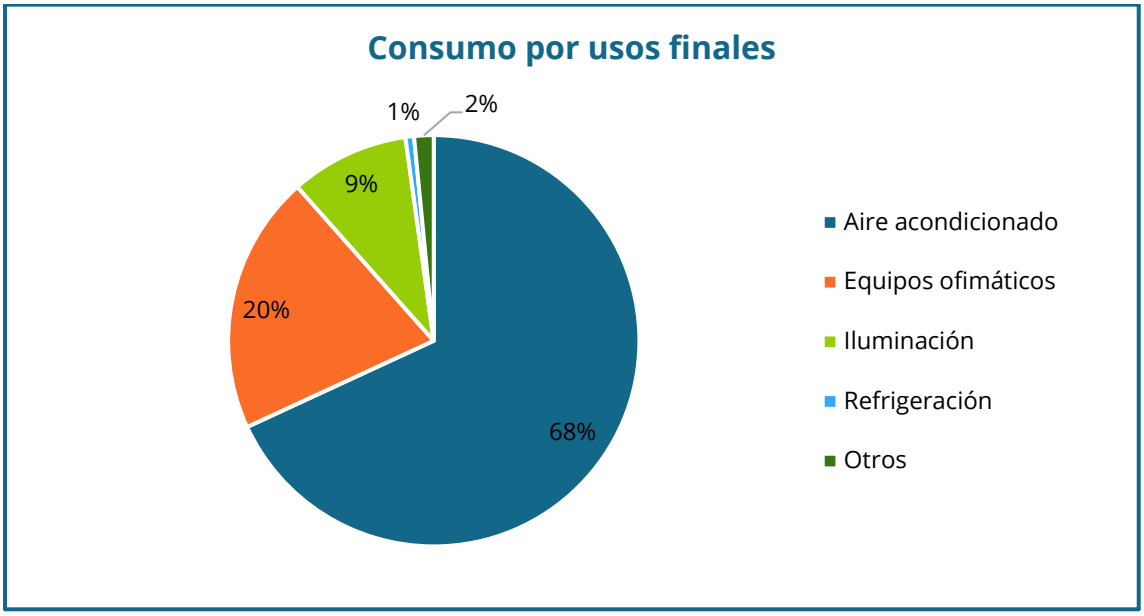
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 41, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 66 y el diagrama de Pareto en la Figura 67.

Tabla 41. Participación de consumo de energía por usos finales del Palacio Naín

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aire acondicionado | 1.310 | 68% |
| Equipos ofimáticos | 391 | 20% |
| Iluminación | 180 | 9% |
| Refrigeración | 13 | 1% |
| Otros | 30 | 2% |
| **Total** | **1.924** | **100%** |

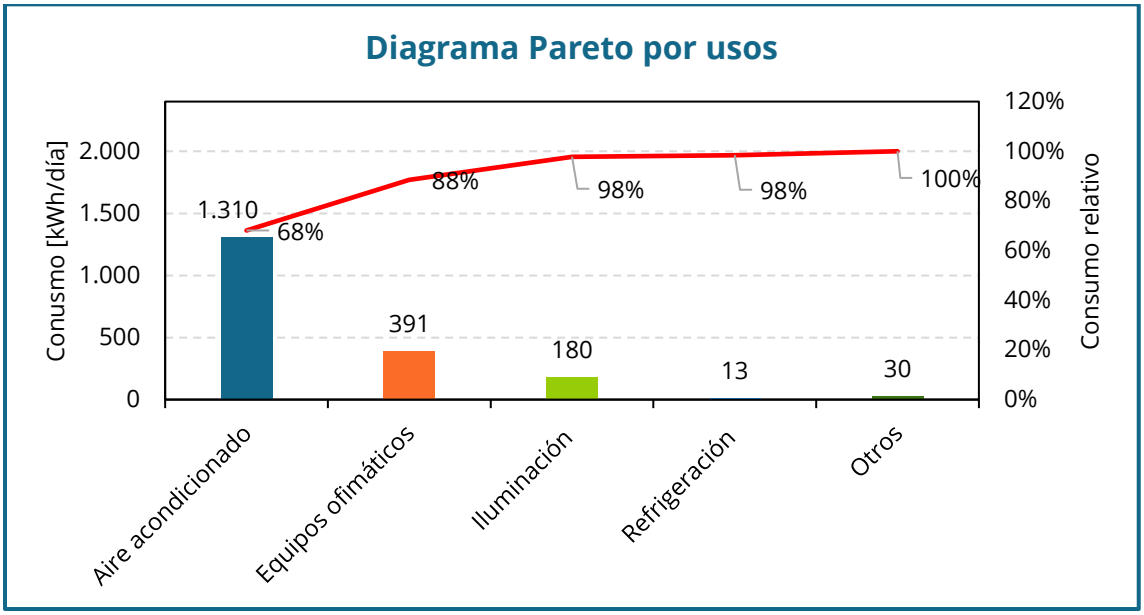
Fuente: Elaboración propia

Figura 66. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

Figura 67. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

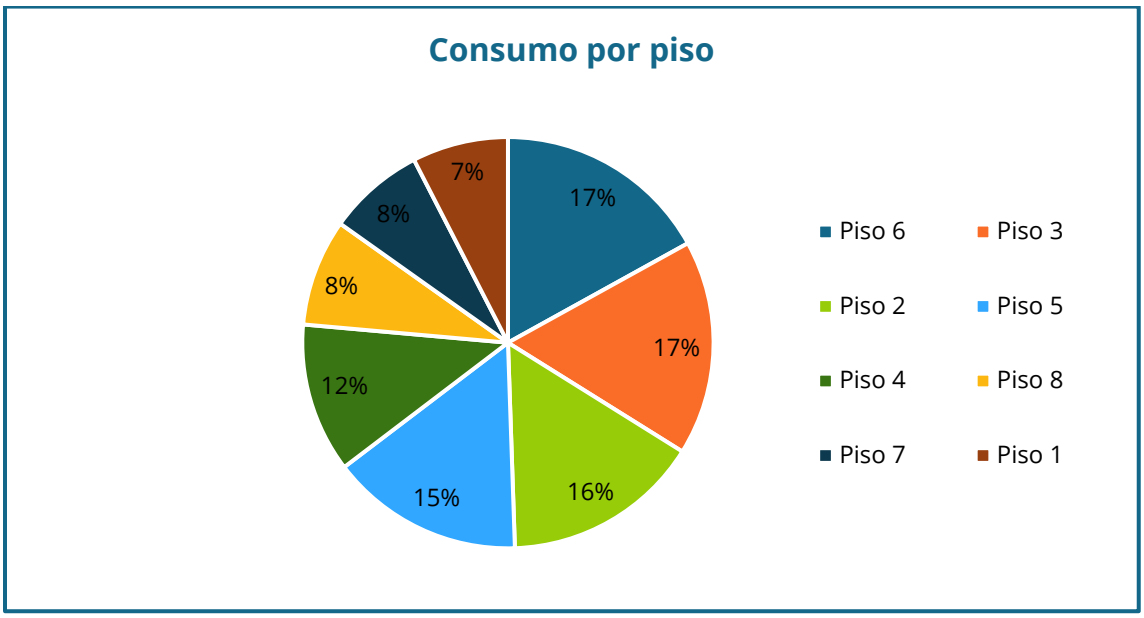
La participación de consumo por pisos se sintetiza en la Tabla 42, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 68 y el diagrama de Pareto en la Figura 69.

Tabla 42. Participación de consumo de energía por pisos del Palacio Naín

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Piso 6 | 326 | 17% |
| Piso 3 | 325 | 17% |
| Piso 2 | 300 | 16% |
| Piso 5 | 292 | 15% |
| Piso 4 | 226 | 12% |
| Piso 8 | 162 | 8% |
| Piso 7 | 147 | 8% |
| Piso 1 | 145 | 8% |
| **Total** | **1.924** | **100%** |

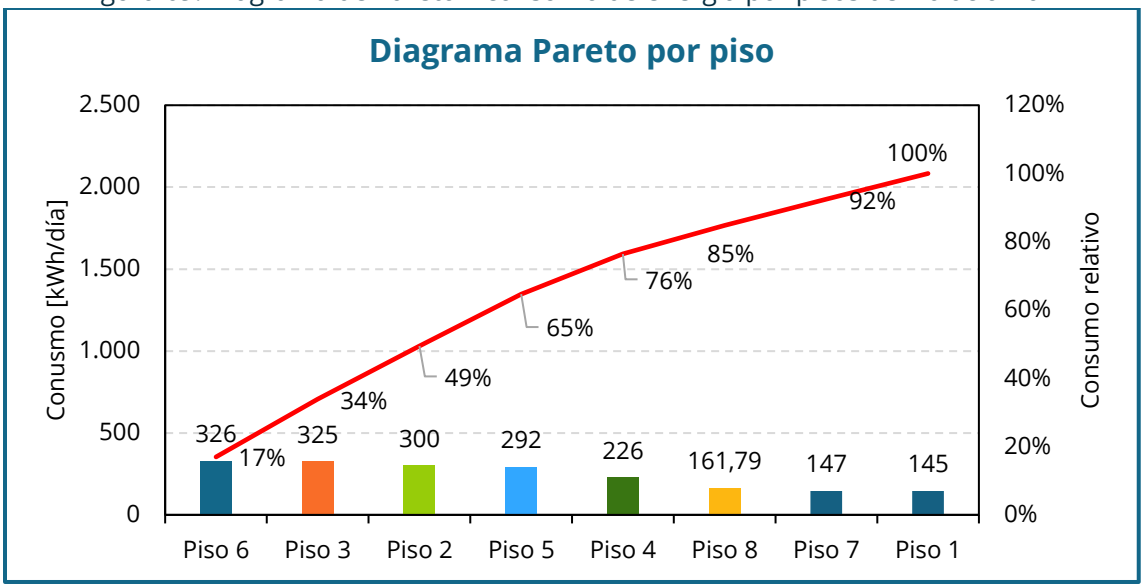
Fuente: Elaboración propia

Figura 68. Porcentaje de participación de consumo de energía por pisos del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

Figura 69. Diagrama de Pareto – consumo de energía por pisos del Palacio Naín



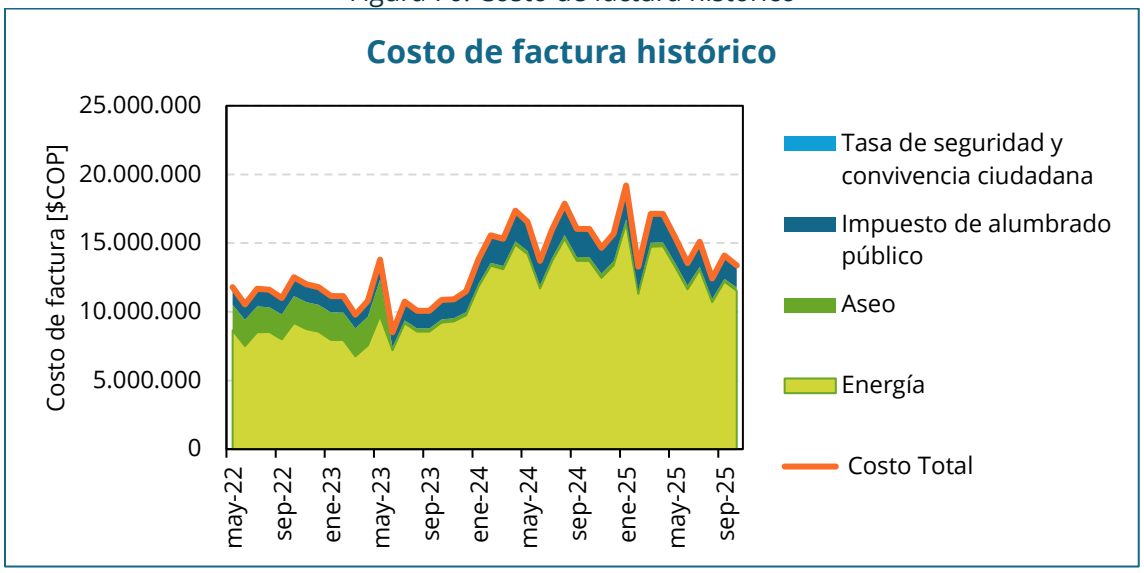

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Asamblea departamental - NIC: 5881354 - Medidor: 53120489*

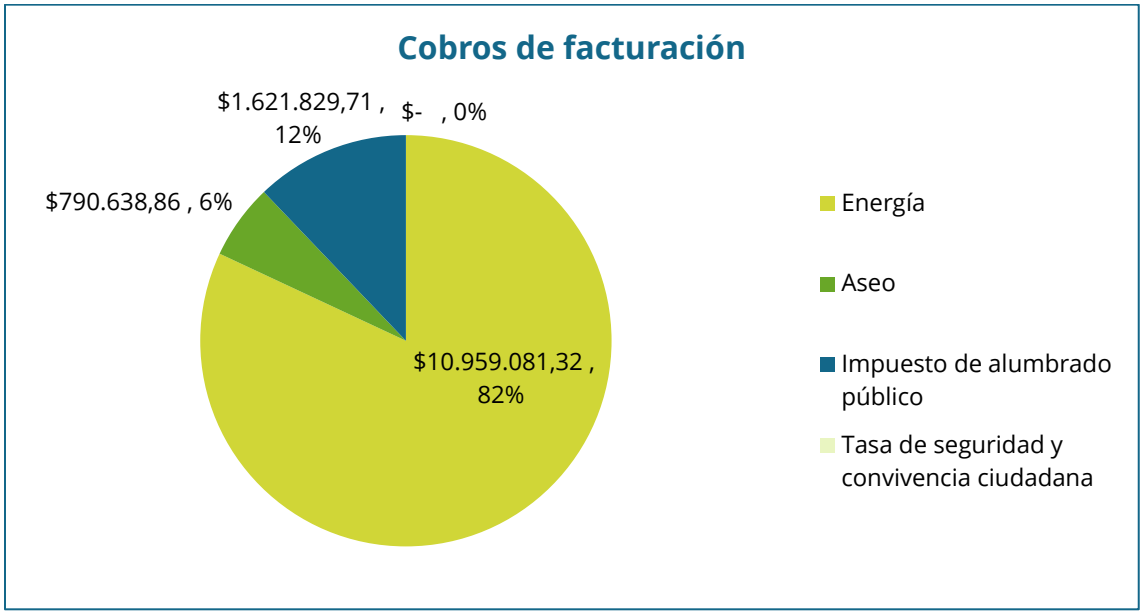
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 70 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 71.

Figura 70. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

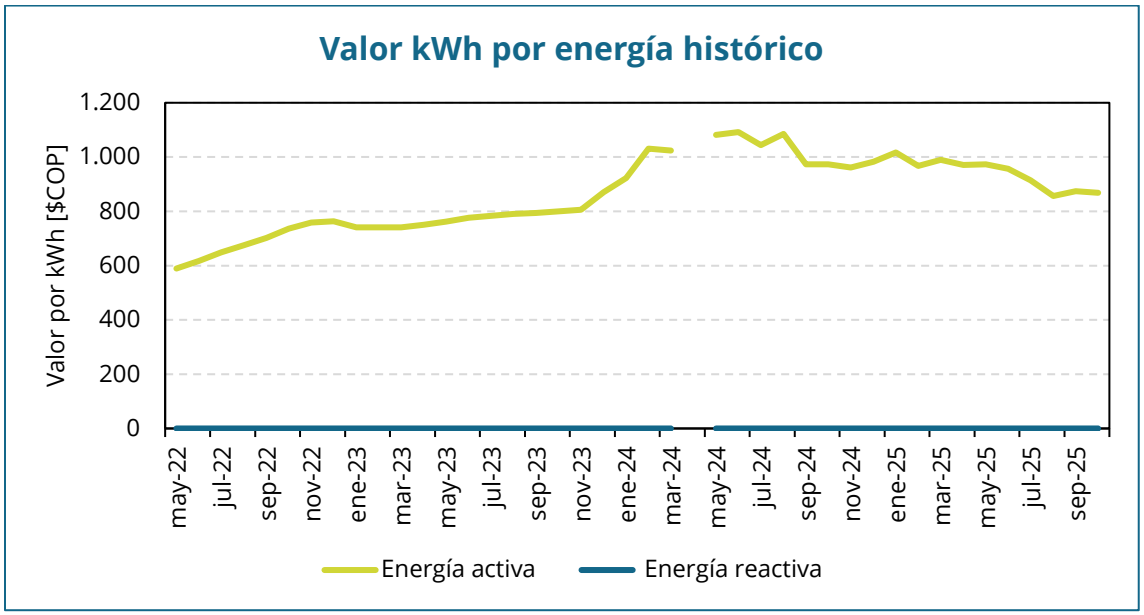
Figura 71. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 72 (ver registros en la Tabla 43 y la Tabla 44).

Figura 72. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 741 | 923 | 1.017 |
| Febrero | Sin información | 741 | 1.031 | 967 |
| Marzo | Sin información | 741 | 1.024 | 990 |
| Abril | Sin información | 750 | Sin información | 971 |
| Mayo | 589 | 762 | 1.082 | 974 |
| Junio | 618 | 776 | 1.092 | 957 |
| Julio | 649 | 784 | 1.044 | 914 |
| Agosto | 675 | 790 | 1.086 | 856 |
| Septiembre | 702 | 794 | 973 | 874 |
| Octubre | 737 | 800 | 973 | 868 |
| Noviembre | 759 | 806 | 962 | |
| Diciembre | 763 | 871 | 982 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 44. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

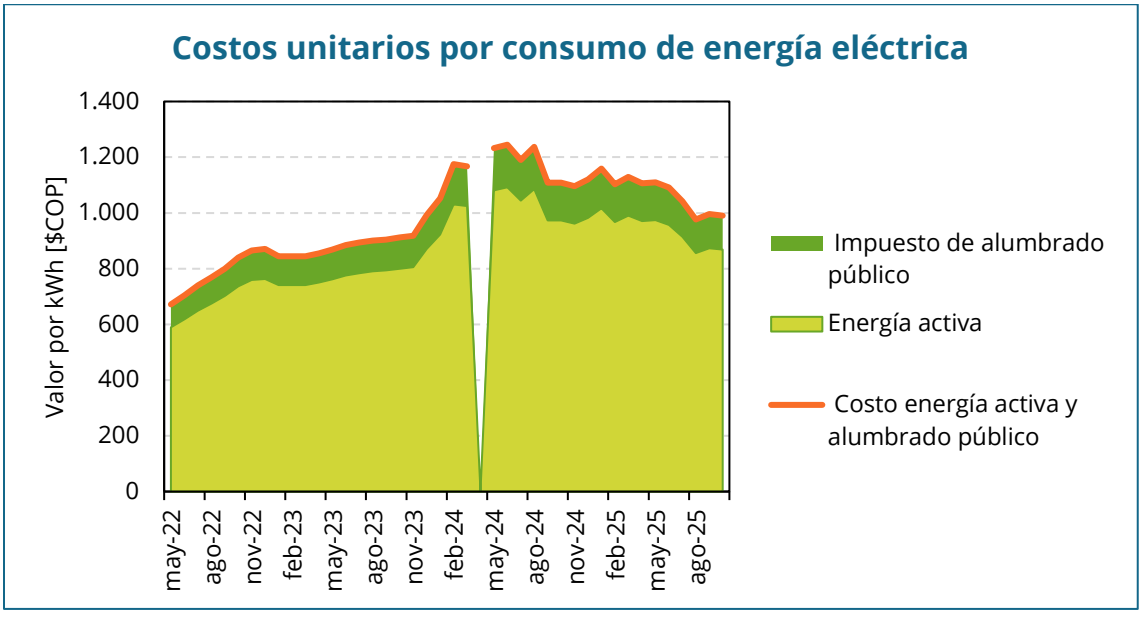
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 73 (ver registros en la Tabla 45). El promedio de este valor es de $980,83 COP.

Tabla 45. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 844 | 1.052 | 1.160 |
| Febrero | Sin información | 844 | 1.175 | 1.103 |
| Marzo | Sin información | 844 | 1.168 | 1.129 |
| Abril | Sin información | 855 | Sin información | 1.107 |
| Mayo | 672 | 869 | 1.233 | 1.110 |
| Junio | 704 | 885 | 1.245 | 1.091 |
| Julio | 740 | 894 | 1.190 | 1.042 |
| Agosto | 769 | 901 | 1.238 | 976 |
| Septiembre | 800 | 905 | 1.109 | 996 |
| Octubre | 840 | 912 | 1.109 | 990 |
| Noviembre | 865 | 918 | 1.096 | |
| Diciembre | 870 | 993 | 1.120 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 73. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 74. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 46, la Tabla 47 y la Tabla 48, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 46. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 7.938.589 | 11.815.296 | 16.438.921 |
| Febrero | Sin información | 7.938.589 | 13.359.168 | 11.297.830 |
| Marzo | Sin información | 6.753.725 | 13.109.888 | 14.734.622 |
| Abril | Sin información | 7.558.790 | Sin información | 14.754.944 |
| Mayo | 8.692.028 | 9.634.334 | 14.190.067 | 13.242.048 |
| Junio | 7.512.570 | 7.200.166 | 11.706.669 | 11.636.269 |
| Julio | 8.510.944 | 9.157.470 | 13.697.149 | 13.021.056 |
| Agosto | 8.528.334 | 8.548.741 | 15.287.219 | 10.688.870 |
| Septiembre | 7.971.312 | 8.555.909 | 13.698.573 | 12.161.765 |
| Octubre | 9.195.139 | 9.215.770 | 13.698.573 | 11.532.485 |
| Noviembre | 8.742.413 | 9.280.166 | 12.464.928 | |
| Diciembre | 8.550.528 | 9.753.184 | 13.358.056 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 47. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

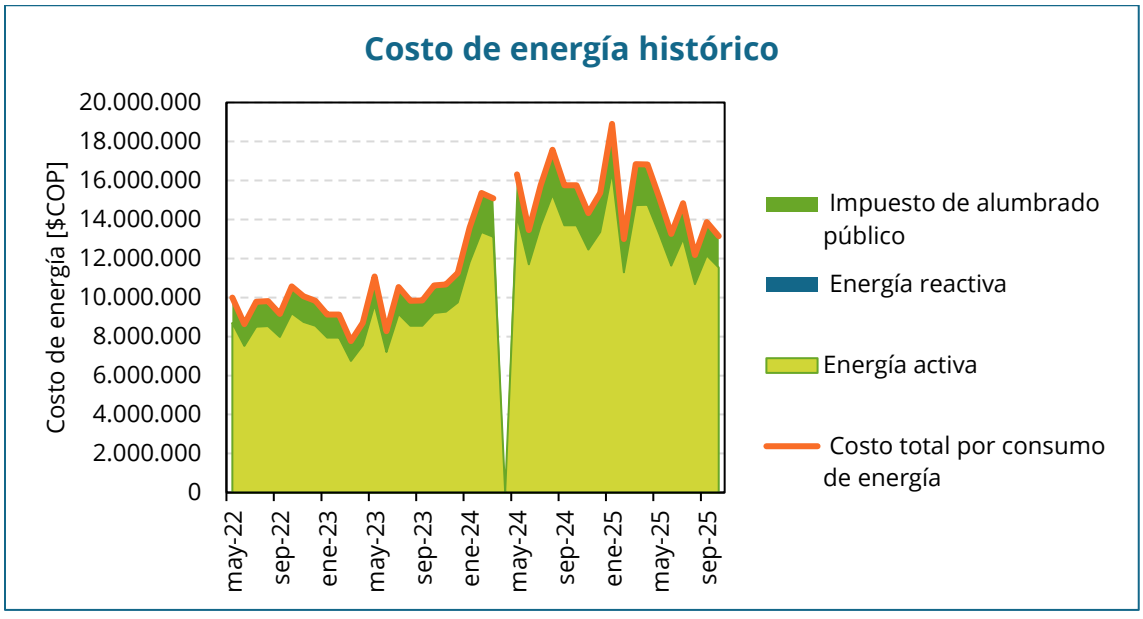
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 48. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 9.129.369 | 13.590.926 | 18.904.761 |
| Febrero | Sin información | 9.129.369 | 15.361.838 | 12.993.890 |
| Marzo | Sin información | 7.766.785 | 15.076.368 | 16.840.502 |
| Abril | Sin información | 8.692.610 | Sin información | 16.820.654 |
| Mayo | 9.991.188 | 11.081.384 | 16.318.637 | 15.099.198 |
| Junio | 8.639.460 | 8.280.186 | 13.465.529 | 13.265.349 |
| Julio | 9.787.585 | 10.531.090 | 15.754.069 | 14.844.056 |
| Agosto | 9.807.584 | 9.831.051 | 17.580.339 | 12.186.060 |
| Septiembre | 9.167.012 | 9.842.059 | 15.754.003 | 13.866.785 |
| Octubre | 10.574.409 | 10.624.037 | 15.754.003 | 13.147.035 |
| Noviembre | 10.053.773 | 10.675.346 | 14.334.658 | |
| Diciembre | 9.833.108 | 11.251.914 | 15.363.816 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 74. Costo total de energía activa

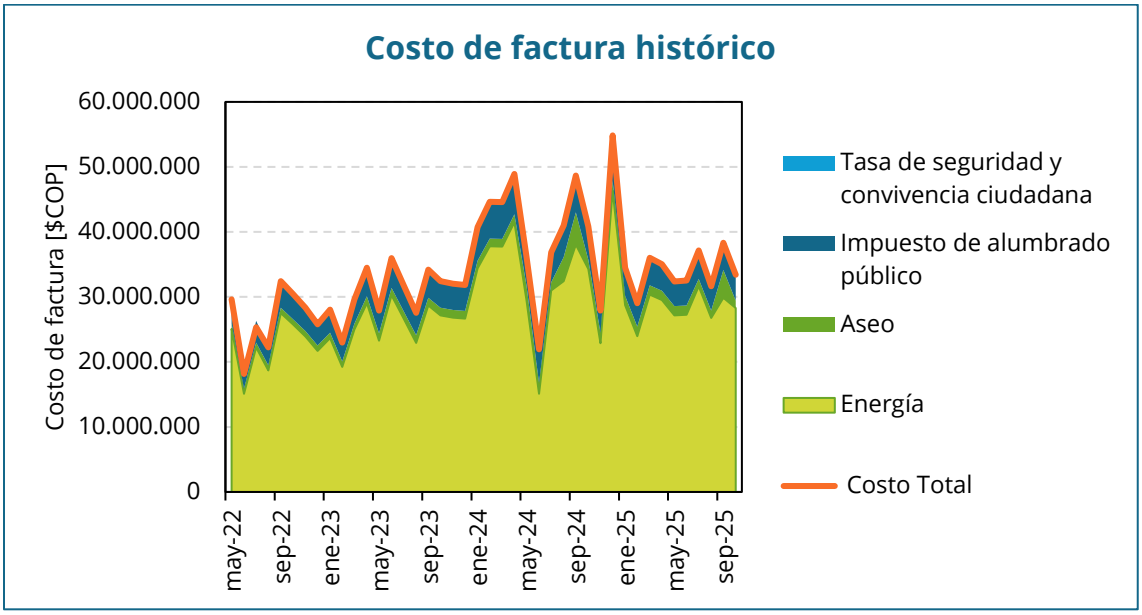



Fuente: Elaboración propia

*Palacio de Naín Gobernación - NIC: 4553760 - Medidor: 36053390*

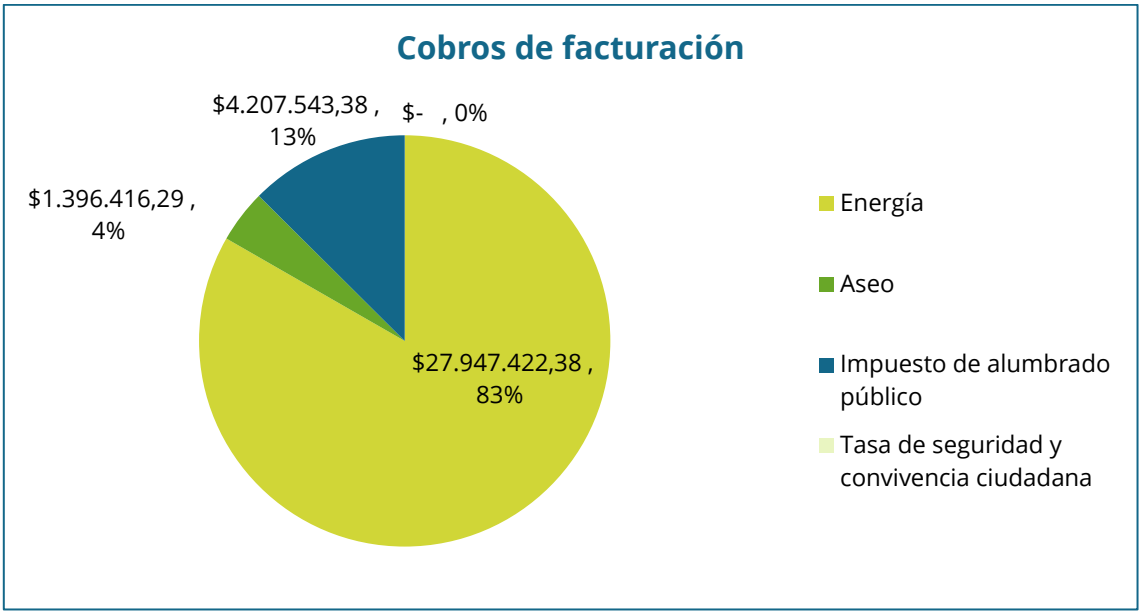
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 75 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 76.

Figura 75. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

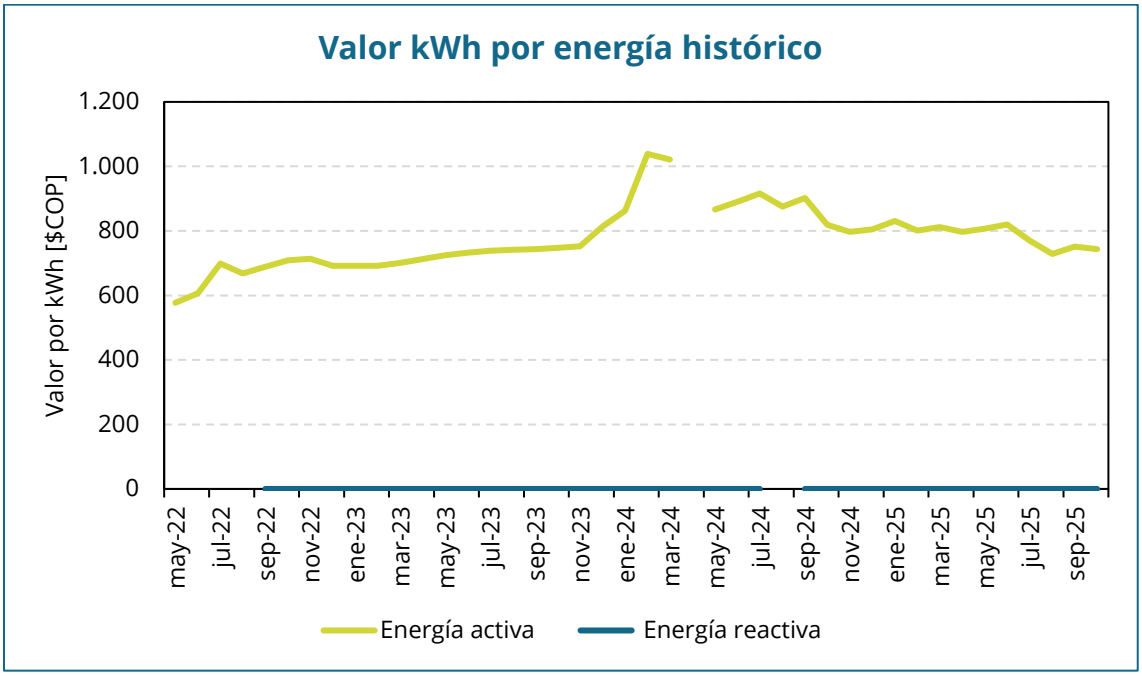
Figura 76. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 77 (ver registros en la Tabla 49 y la Tabla 50).

Figura 77. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 692 | 862 | 831 |
| Febrero | Sin información | 692 | 1.039 | 801 |
| Marzo | Sin información | 701 | 1.021 | 812 |
| Abril | Sin información | 713 | Sin información | 797 |
| Mayo | 577 | 725 | 866 | 807 |
| Junio | 606 | 733 | 890 | 820 |
| Julio | 699 | 738 | 916 | 770 |
| Agosto | 668 | 741 | 875 | 728 |
| Septiembre | 688 | 744 | 902 | 751 |
| Octubre | 709 | 747 | 819 | 743 |
| Noviembre | 713 | 753 | 797 | |
| Diciembre | 692 | 814 | 805 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 50. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

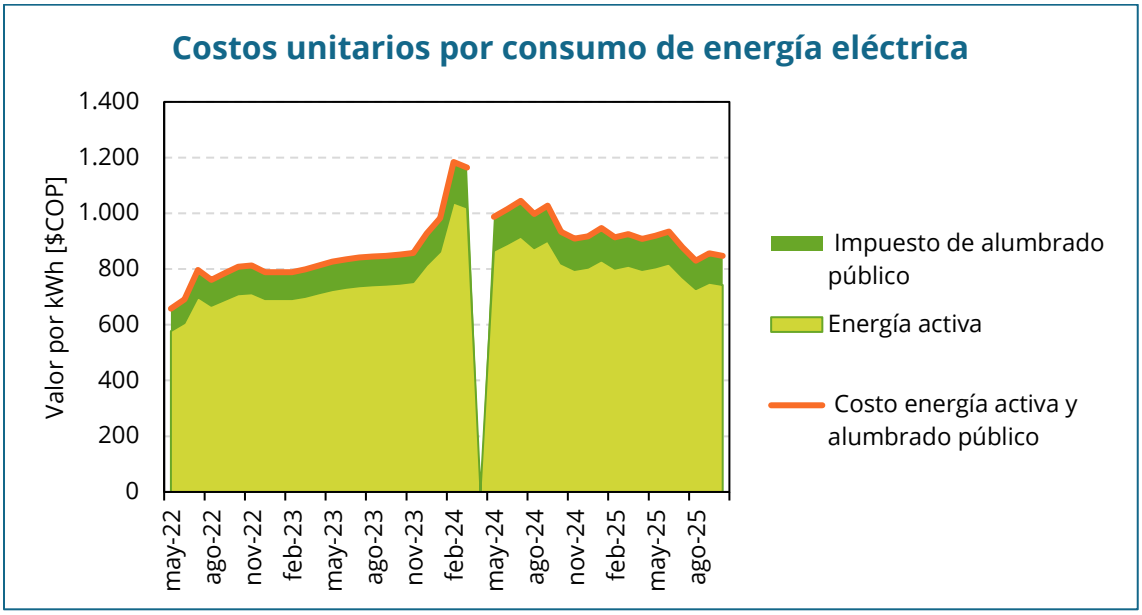
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 78 (ver registros en la Tabla 51). El promedio de este valor es de $884,11 COP.

Tabla 51. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 789 | 983 | 947 |
| Febrero | Sin información | 789 | 1.184 | 914 |
| Marzo | Sin información | 799 | 1.164 | 926 |
| Abril | Sin información | 813 | Sin información | 909 |
| Mayo | 658 | 826 | 988 | 919 |
| Junio | 691 | 835 | 1.015 | 934 |
| Julio | 797 | 842 | 1.044 | 878 |
| Agosto | 761 | 845 | 998 | 830 |
| Septiembre | 785 | 848 | 1.028 | 856 |
| Octubre | 808 | 852 | 934 | 847 |
| Noviembre | 813 | 858 | 909 | |
| Diciembre | 789 | 928 | 917 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 78. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 79. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 52, la Tabla 53 y la Tabla 54, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 52. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 23.911.373 | 34.411.277 | 28.662.940 |
| Febrero | Sin información | 19.222.603 | 37.768.003 | 23.978.980 |
| Marzo | Sin información | 24.958.749 | 37.739.145 | 30.346.128 |
| Abril | Sin información | 28.958.810 | Sin información | 29.244.895 |
| Mayo | 25.088.983 | 23.246.265 | 29.115.151 | 27.292.975 |
| Junio | 15.114.204 | 30.276.331 | 34.609.528 | 27.254.088 |
| Julio | 22.220.150 | 26.889.654 | 31.004.546 | 31.573.159 |
| Agosto | 18.686.376 | 22.931.921 | 32.358.038 | 27.270.547 |
| Septiembre | 27.466.502 | 28.615.924 | 37.961.503 | 29.839.183 |
| Octubre | 25.762.766 | 27.157.874 | 34.799.191 | 28.303.603 |
| Noviembre | 23.881.708 | 26.805.801 | 22.868.560 | |
| Diciembre | 21.689.208 | 26.662.176 | 46.340.697 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 53. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

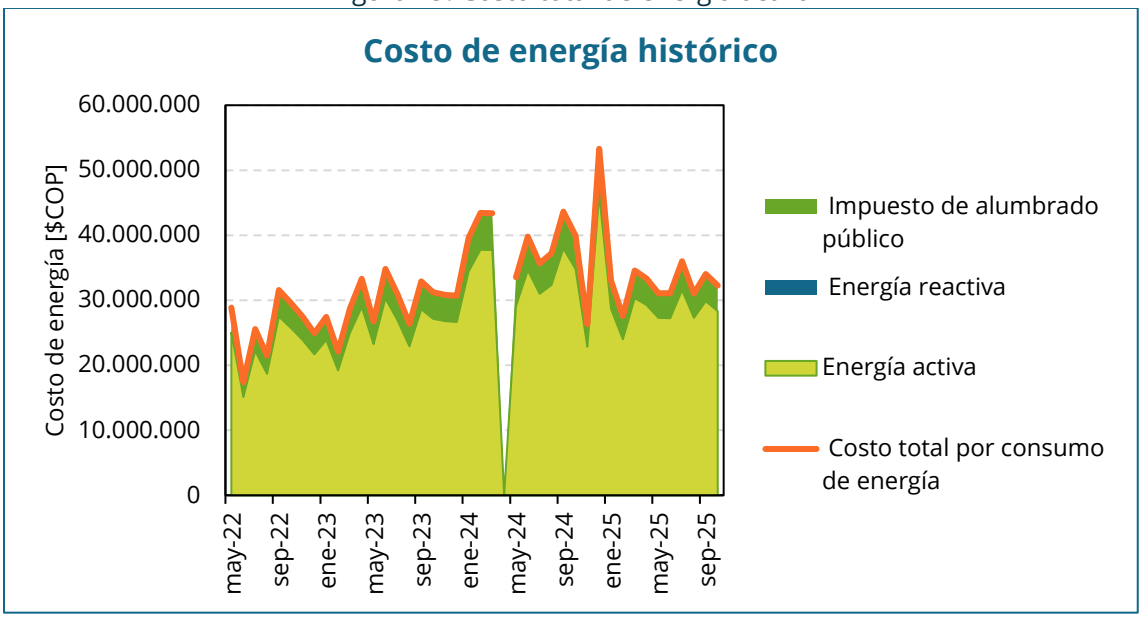
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 54. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 27.460.023 | 39.587.767 | 32.978.670 |
| Febrero | Sin información | 22.110.863 | 43.437.743 | 27.582.200 |
| Marzo | Sin información | 28.702.569 | 43.400.015 | 34.594.868 |
| Abril | Sin información | 33.314.080 | Sin información | 33.339.245 |
| Mayo | 28.852.333 | 26.733.205 | 33.530.281 | 31.102.095 |
| Junio | 17.388.574 | 34.817.791 | 39.801.138 | 31.069.658 |
| Julio | 25.553.772 | 30.881.114 | 35.647.116 | 35.993.559 |
| Agosto | 21.489.396 | 26.371.711 | 37.211.748 | 31.012.397 |
| Septiembre | 31.586.482 | 32.922.514 | 43.655.733 | 34.026.513 |
| Octubre | 29.627.186 | 31.247.064 | 39.944.731 | 32.266.103 |
| Noviembre | 27.463.958 | 30.841.581 | 26.298.840 | |
| Diciembre | 24.949.458 | 30.678.616 | 53.300.457 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 79. Costo total de energía activa

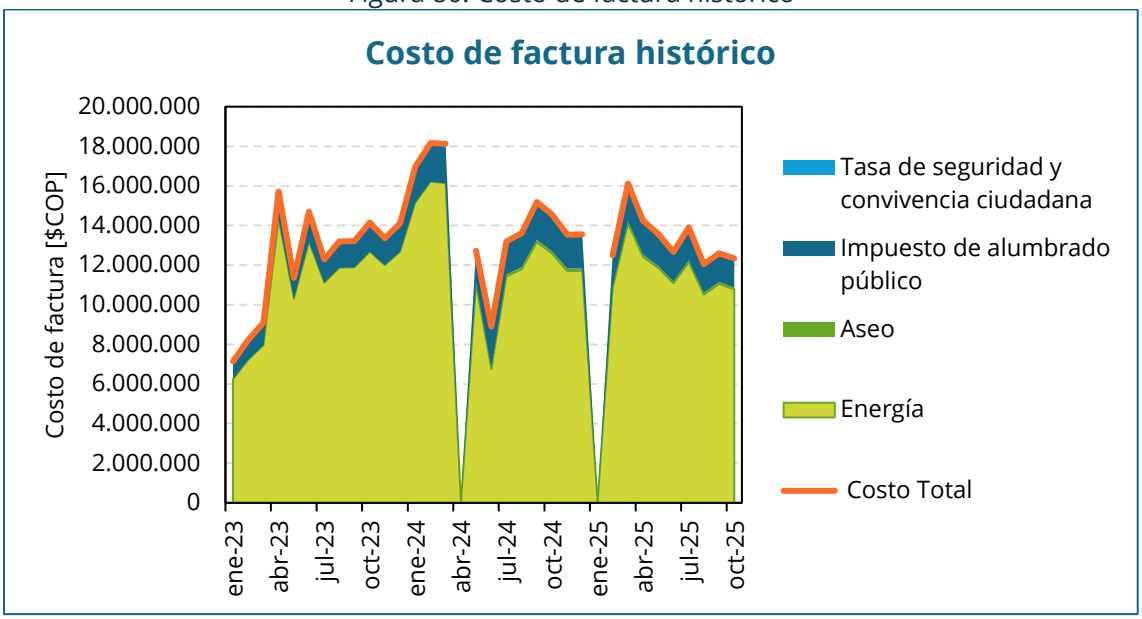



Fuente: Elaboración propia

*Palacio de Naín Gobernación – NIC: 1102181 - Medidor: 58123394*

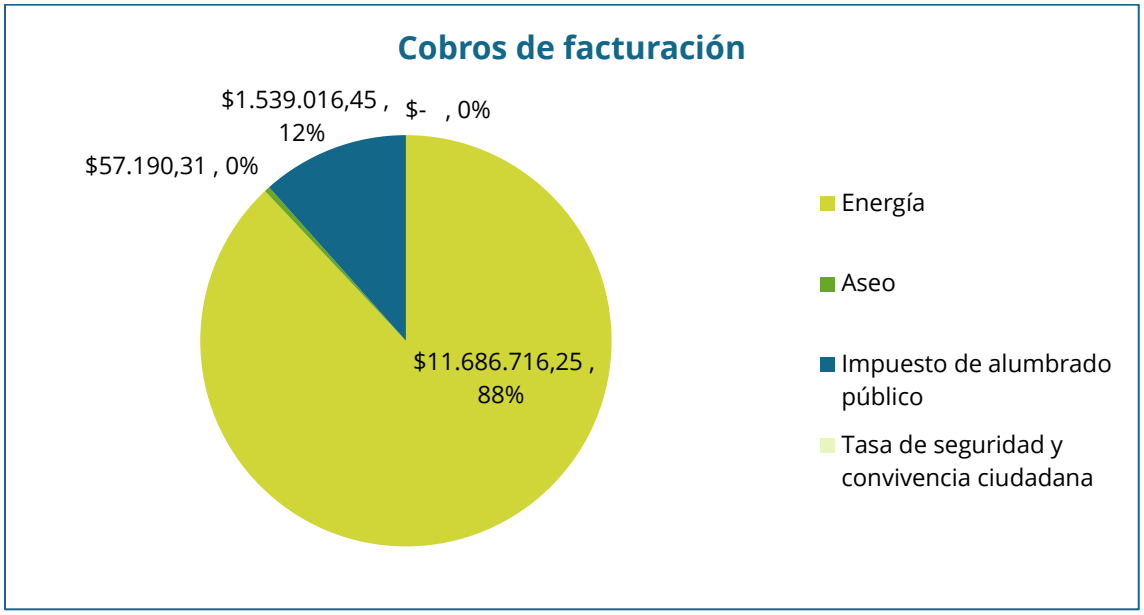
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 80 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 81.

Figura 80. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

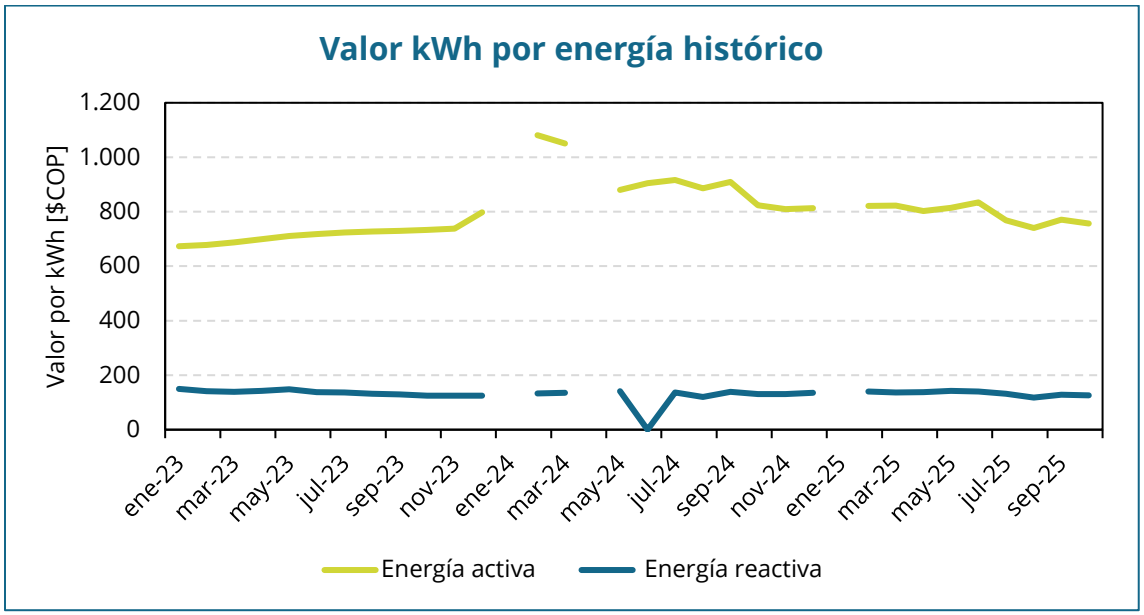
Figura 81. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 82 (ver registros en la Tabla 55 y la Tabla 56).

Figura 82. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 673 | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | 679 | 1,081 | 821 |
| Marzo | Sin información | 687 | 1,050 | 822 |
| Abril | Sin información | 699 | Sin información | 802 |
| Mayo | Sin información | 711 | 880 | 815 |
| Junio | Sin información | 718 | 905 | 835 |
| Julio | Sin información | 724 | 916 | 769 |
| Agosto | Sin información | 727 | 885 | 740 |
| Septiembre | Sin información | 729 | 909 | 771 |
| Octubre | Sin información | 733 | 824 | 757 |
| Noviembre | Sin información | 738 | 810 | |
| Diciembre | Sin información | 798 | 813 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 56. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 150 | Sin información | 136 |
| Febrero | Sin información | 142 | 133 | Sin información |
| Marzo | Sin información | 139 | 135 | 140 |
| Abril | Sin información | 142 | Sin información | 136 |
| Mayo | Sin información | 149 | 141 | 138 |
| Junio | Sin información | 137 | 0 | 142 |
| Julio | Sin información | 137 | 137 | 140 |
| Agosto | Sin información | 132 | 120 | 132 |
| Septiembre | Sin información | 130 | 139 | 118 |
| Octubre | Sin información | 125 | 131 | 129 |
| Noviembre | Sin información | 124 | 131 | |
| Diciembre | Sin información | 125 | 136 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

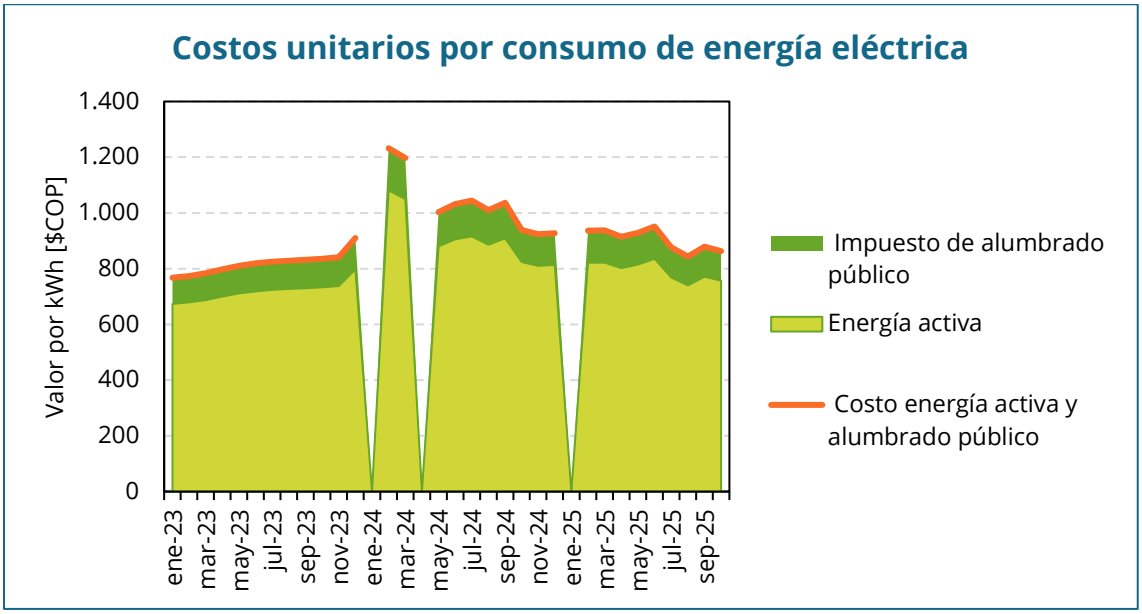
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 83 (ver registros en la Tabla 57). El promedio de este valor es de $912,84 COP.

Tabla 57. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 768 | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | 774 | 1.232 | 936 |
| Marzo | Sin información | 783 | 1.197 | 937 |
| Abril | Sin información | 797 | Sin información | 915 |
| Mayo | Sin información | 810 | 1.003 | 929 |
| Junio | Sin información | 819 | 1.032 | 952 |
| Julio | Sin información | 825 | 1.044 | 877 |
| Agosto | Sin información | 829 | 1.009 | 843 |
| Septiembre | Sin información | 831 | 1.036 | 879 |
| Octubre | Sin información | 836 | 939 | 863 |
| Noviembre | Sin información | 841 | 923 | |
| Diciembre | Sin información | 910 | 927 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 83. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 84. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 58, la Tabla 59 y la Tabla 60, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 58. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 5.925.392 | 12.016.323 | Sin información |
| Febrero | Sin información | 6.671.764 | 13.011.251 | 10.428.627 |
| Marzo | Sin información | 7.505.894 | 13.860.660 | 13.359.533 |
| Abril | Sin información | 9.166.014 | Sin información | 12.250.282 |
| Mayo | Sin información | 6.990.126 | 10.644.975 | 11.450.351 |
| Junio | Sin información | 10.206.262 | 13.937.000 | 11.069.707 |
| Julio | Sin información | 8.359.973 | 11.034.309 | 11.856.448 |
| Agosto | Sin información | 8.736.029 | 11.400.334 | 10.194.811 |
| Septiembre | Sin información | 8.763.612 | 12.764.862 | 10.370.316 |
| Octubre | Sin información | 9.607.576 | 12.433.564 | 10.423.655 |
| Noviembre | Sin información | 8.869.080 | 11.580.283 | |
| Diciembre | Sin información | 9.587.479 | 11.632.192 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 59. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 329.120 | 344.163 | 223.856 |
| Febrero | Sin información | 545.430 | 440.418 | Sin información |
| Marzo | Sin información | 457.842 | 148.434 | 308.484 |
| Abril | Sin información | 312.180 | Sin información | 224.615 |
| Mayo | Sin información | 572.572 | 541.849 | 151.536 |
| Junio | Sin información | 226.281 | 0 | 391.545 |
| Julio | Sin información | 450.978 | 376.475 | 461.538 |
| Agosto | Sin información | 362.995 | 396.693 | 289.762 |
| Septiembre | Sin información | 356.455 | 383.048 | 324.610 |
| Octubre | Sin información | 275.088 | 144.023 | 354.420 |
| Noviembre | Sin información | 341.963 | 360.250 | |
| Diciembre | Sin información | 344.108 | 223.856 | |

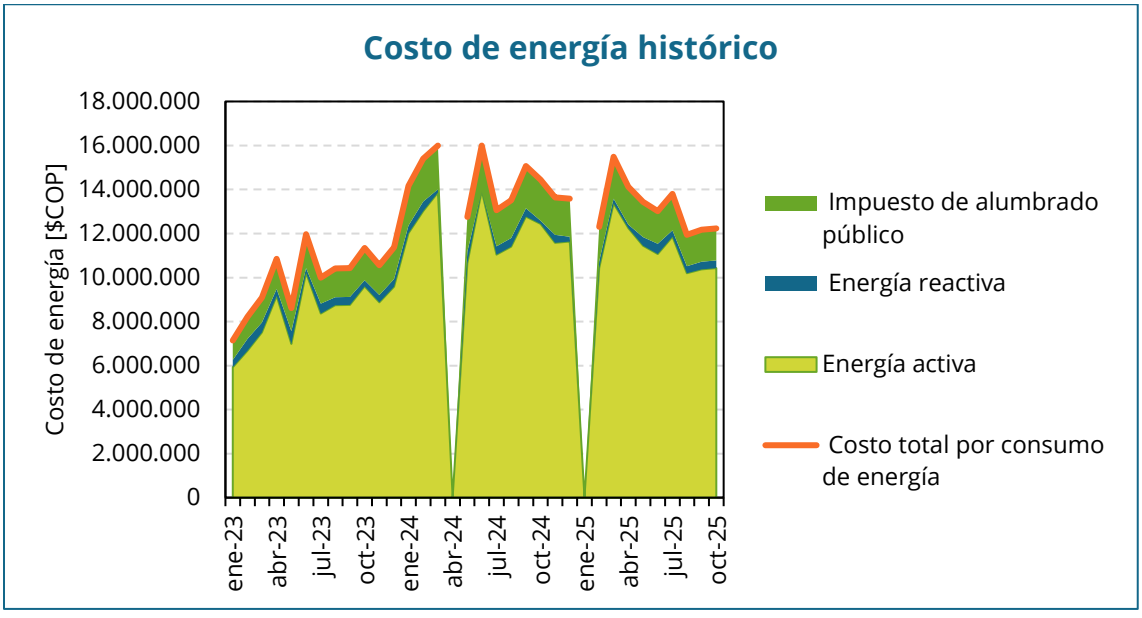
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 60. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 7.143.322 | 14.163.722 | Sin información |
| Febrero | Sin información | 8.217.953 | 15.403.359 | 12.301.981 |
| Marzo | Sin información | 9.089.626 | 15.996.244 | 15.490.207 |
| Abril | Sin información | 10.853.094 | Sin información | 14.116.858 |
| Mayo | Sin información | 8.611.218 | 12.759.494 | 13.445.346 |
| Junio | Sin información | 11.963.483 | 15.991.330 | 13.016.385 |
| Julio | Sin información | 9.997.321 | 13.066.124 | 13.803.160 |
| Agosto | Sin información | 10.409.624 | 13.508.197 | 11.947.021 |
| Septiembre | Sin información | 10.434.607 | 15.062.639 | 12.176.576 |
| Octubre | Sin información | 11.350.274 | 14.442.627 | 12.230.272 |
| Noviembre | Sin información | 10.563.532 | 13.642.253 | |
| Diciembre | Sin información | 11.370.226 | 13.577.158 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 84. Costo total de energía




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \qquad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \qquad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \qquad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla 30 y Tabla 33), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 61 y Tabla 62).

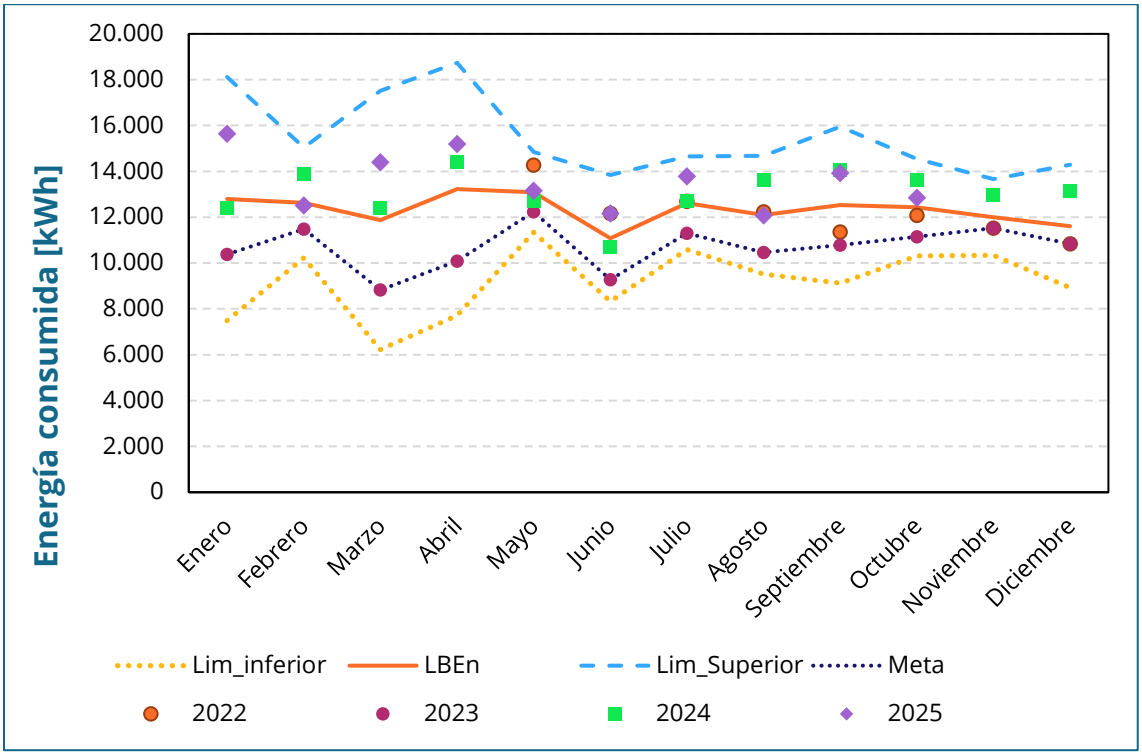
Tabla 61. Registros para construcción de LBEn de la Asamblea Departamental

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 7.487 | 12.800 | 18.113 | 10.374 |
| Febrero | 10.220 | 12.629 | 15.037 | 11.486 |
| Marzo | 6.226 | 11.871 | 17.516 | 8.826 |
| Abril | 7.718 | 13.227 | 18.735 | 10.080 |
| Mayo | 11.341 | 13.091 | 14.841 | 12.232 |
| Junio | 8.323 | 11.080 | 13.837 | 9.280 |
| Julio | 10.589 | 12.619 | 14.650 | 11.303 |
| Agosto | 9.519 | 12.101 | 14.684 | 10.470 |
| Septiembre | 9.117 | 12.535 | 15.953 | 10.781 |
| Octubre | 10.305 | 12.426 | 14.547 | 11.148 |
| Noviembre | 10.337 | 12.000 | 13.663 | 11.520 |
| Diciembre | 8.931 | 11.613 | 14.295 | 10.839 |
| **Total** | | **147.992** | | **128.339** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 85 y la Figura 86, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 85. Línea Base Energética (LBEn) de la Asamblea Departamental



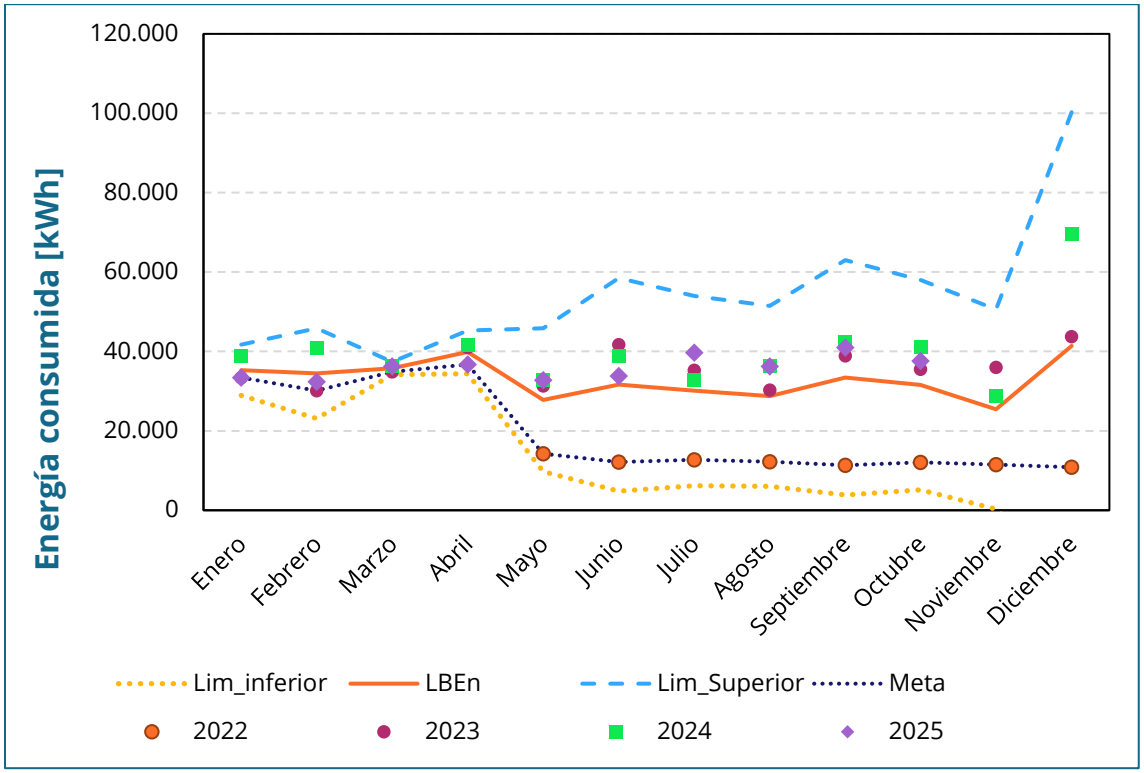

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62. Registros para construcción de LBEn del Palacio Naín

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 28.883 | 35.297 | 41.711 | 33.445 |
| Febrero | 23.085 | 34.457 | 45.830 | 30.086 |
| Marzo | 34.159 | 35.768 | 37.377 | 34.839 |
| Abril | 34.388 | 39.840 | 45.292 | 36.720 |
| Mayo | 9.724 | 27.781 | 45.839 | 14.274 |
| Junio | 4.849 | 31.660 | 58.471 | 12.160 |
| Julio | 6.190 | 30.103 | 54.015 | 12.697 |
| Agosto | 6.019 | 28.736 | 51.452 | 12.232 |
| Septiembre | 3.852 | 33.440 | 63.028 | 11.360 |
| Octubre | 5.171 | 31.587 | 58.003 | 12.077 |
| Noviembre | 278 | 25.440 | 50.602 | 11.520 |
| Diciembre | -17.491 | 41.394 | 100.278 | 10.839 |
| **Total** | | **395.502** | | **232.249** |

Fuente: Elaboración propia

Figura 86. Línea Base Energética (LBEn) del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 63 y la Tabla 64 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 63. Reporte UPME para potencial de la Asamblea Departamental

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Actividades administrativas | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 456 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Mayo 2022 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 42 | | | |
| Cantidad datos finales | 42 | | | |
| LBEn | Enero | | 12.800 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 12.629 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 11.871 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 13.227 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 13.091 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 11.080 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 12.619 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 12.101 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 12.535 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 12.426 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 12.000 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 11.613 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 2.426 | 19,0% | En kWh y % |
| | Febrero | 1.143 | 9,0% | En kWh y % |
| | Marzo | 3.045 | 25,7% | En kWh y % |
| | Abril | 3.147 | 23,8% | En kWh y % |
| | Mayo | 859 | 6,6% | En kWh y % |
| | Junio | 1.800 | 16,2% | En kWh y % |
| | Julio | 1.316 | 10,4% | En kWh y % |
| | Agosto | 1.631 | 13,5% | En kWh y % |
| | Septiembre | 1.754 | 14,0% | En kWh y % |
| | Octubre | 1.277 | 10,3% | En kWh y % |
| | Noviembre | 480 | 4,0% | En kWh y % |
| | Diciembre | 774 | 6,7% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

Tabla 64. Reporte UPME para potencial de del Palacio Naín

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Actividades administrativas | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 817 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Enero 2023 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 42 | | | |
| Cantidad datos finales | 42 | | | |
| LBEn | Enero | | 35.297 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 34.457 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 35.768 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 39.840 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 27.781 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 31.660 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 30.103 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 28.736 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 33.440 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 31.587 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 25.440 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 41.394 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 1.852 | 5,2% | En kWh y % |
| | Febrero | 4.371 | 12,7% | En kWh y % |
| | Marzo | 929 | 2,6% | En kWh y % |
| | Abril | 3.120 | 7,8% | En kWh y % |
| | Mayo | 13.507 | 48,6% | En kWh y % |
| | Junio | 19.500 | 61,6% | En kWh y % |
| | Julio | 17.406 | 57,8% | En kWh y % |
| | Agosto | 16.503 | 57,4% | En kWh y % |
| | Septiembre | 22.080 | 66,0% | En kWh y % |
| | Octubre | 19.510 | 61,8% | En kWh y % |
| | Noviembre | 13.920 | 54,7% | En kWh y % |
| | Diciembre | 30.555 | 73,8% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

# 7. INDICADORES

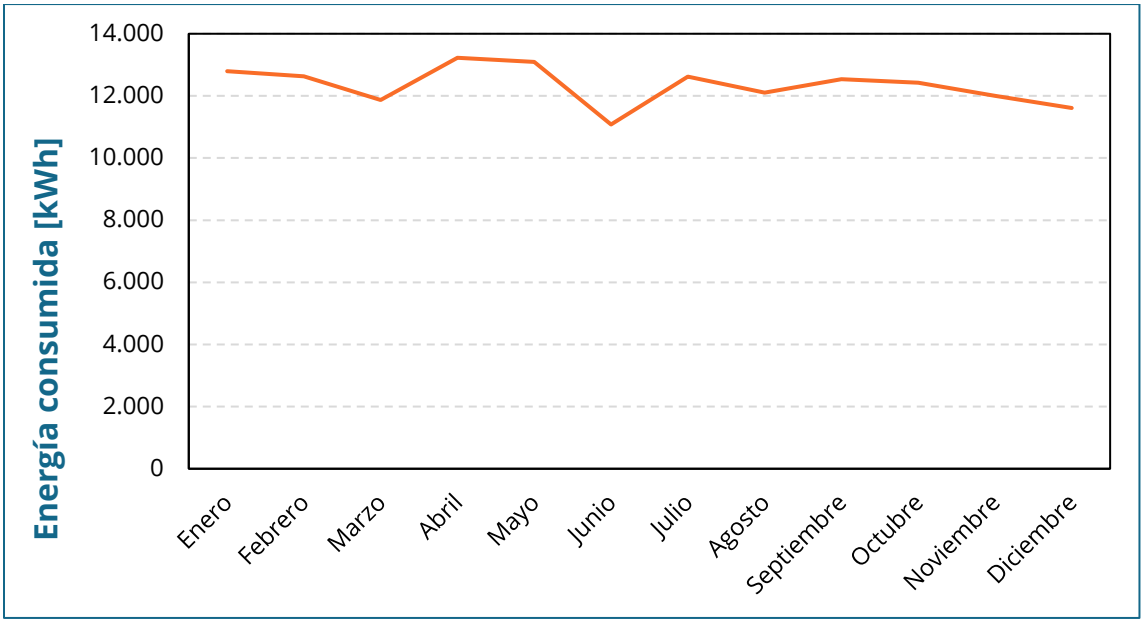
Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado de las entidades con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3).

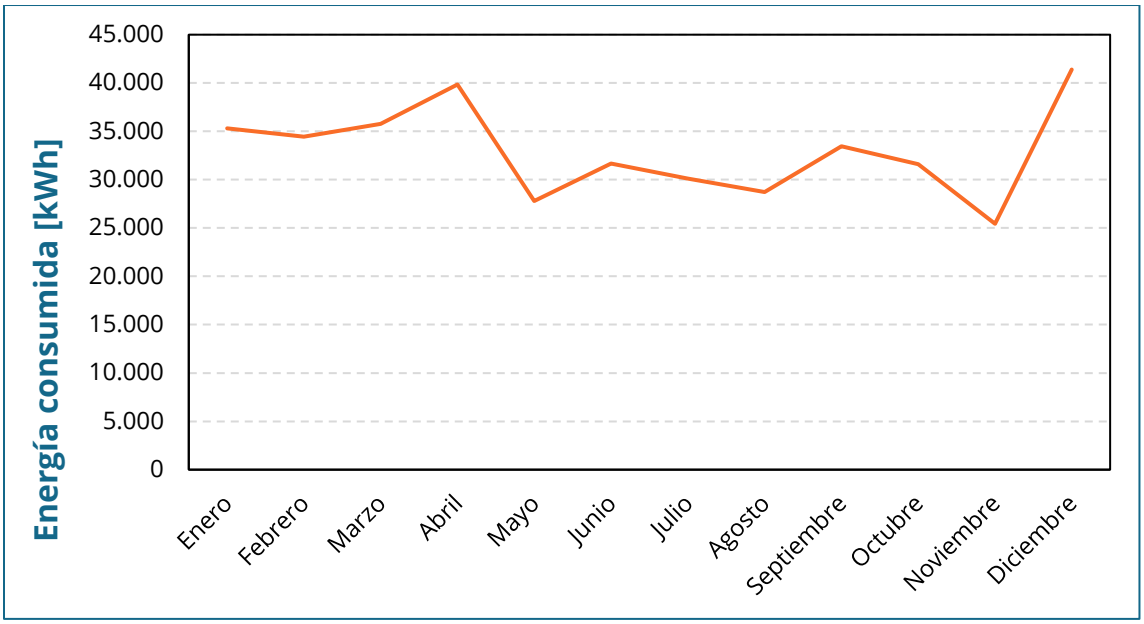
Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 87 y la Figura 88, cuyos valores se disponen en la Tabla 63 y Tabla 64.

Figura 87. Consumo de energía eléctrica mensual de la Asamblea Departamental




Fuente: Elaboración propia

Figura 88. Consumo de energía eléctrica mensual del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por las entidades en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 147.992 kWh/año para la Asamblea Departamental y 395.502 kWh/año para el Palacio Naín.

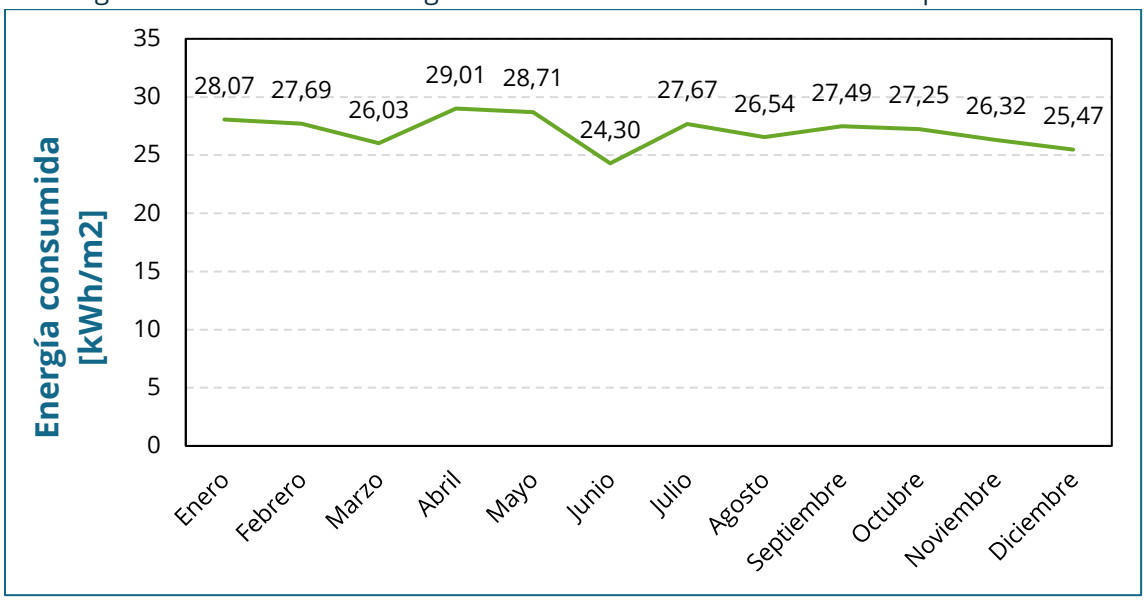
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \tag{6}$$

## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 89 y Figura 90.

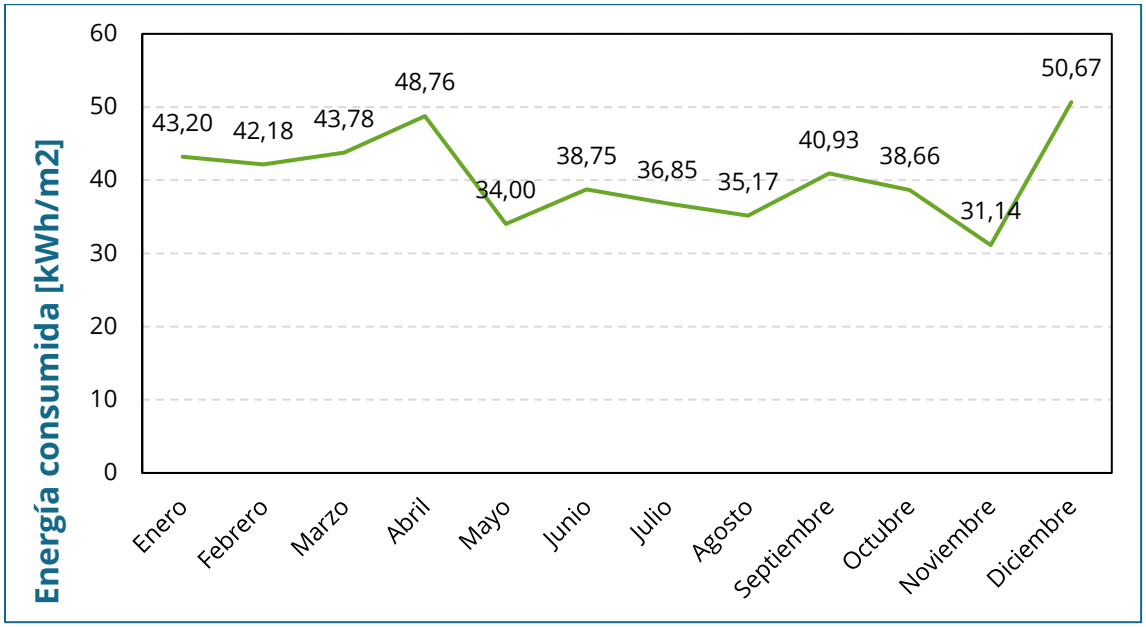
$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n \text{ (kWh/mes)}}{\text{Área útil (m}^2\text{)}} \tag{7}$$

Figura 89. Consumo de energía eléctrica mensual de la Asamblea Departamental




Fuente: Elaboración propia

Figura 90. Consumo de energía eléctrica mensual del Palacio Naín




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica de las entidades con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 324,54 kWh/año/m² para la Asamblea Departamental y 484,09 kWh/año/m² para el Palacio Naín.

$$\text{CEEAS}\ (\text{kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} \text{CEEMS}_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \qquad (8)$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico de las entidades en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \quad (9)$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \quad (10)$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ítem 1, conformado por la Asamblea Departamental y el Palacio Naín (Gobernación), presenta condiciones operativas y de infraestructura que ofrecen oportunidades considerables para la mejora de la eficiencia energética y la seguridad eléctrica:

- El aire acondicionado es el principal uso final de energía en ambas edificaciones (92% en la Asamblea y 68% en el Palacio Naín), identificándolo como el área de mayor impacto para implementar medidas de ahorro.
- Se identificaron múltiples deficiencias con el RETIE que comprometen la seguridad, incluyendo ausencia de tapas en tableros, tomacorrientes y cajas de paso expuestas, tuberías plásticas no empotradas, posible deficiencia en el sistema de puesta a tierra y almacenamiento inadecuado en la subestación. Estas condiciones representan riesgos de electrocución, incendio y fallas en los equipos.
- Las mediciones de iluminancia en áreas críticas de ambas edificaciones están por debajo del mínimo reglamentario de 500 lux establecido por el RETILAP, afectando las condiciones visuales para el trabajo y evidenciando ineficiencia en el sistema de alumbrado.
- Se registraron tensiones superiores a los límites establecidos en la normativa colombiana y desequilibrios en las corrientes de fase, lo que puede afectar la vida útil y el funcionamiento de los equipos conectados.

- La construcción de la Línea Base Energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME permitió cuantificar un potencial de ahorro energético significativo. Las metas de reducción calculadas, en particular para el Palacio Naín, demuestran que la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO) y medidas de eficiencia podría superar el objetivo del 15% establecido por la ley.
- Se detectó una posible duplicidad en el cobro por concepto de energía para el Palacio Naín (NIC 1102181 vs. NIC 4553760), lo que amerita una revisión con la empresa comercializadora.

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

Ley 79. (1997). Obtenido de https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_creg_0079_1997.htm

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 1 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 1 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** ***CORPORACION EMA.***
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Página Web:* www.erasmus.com.co

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

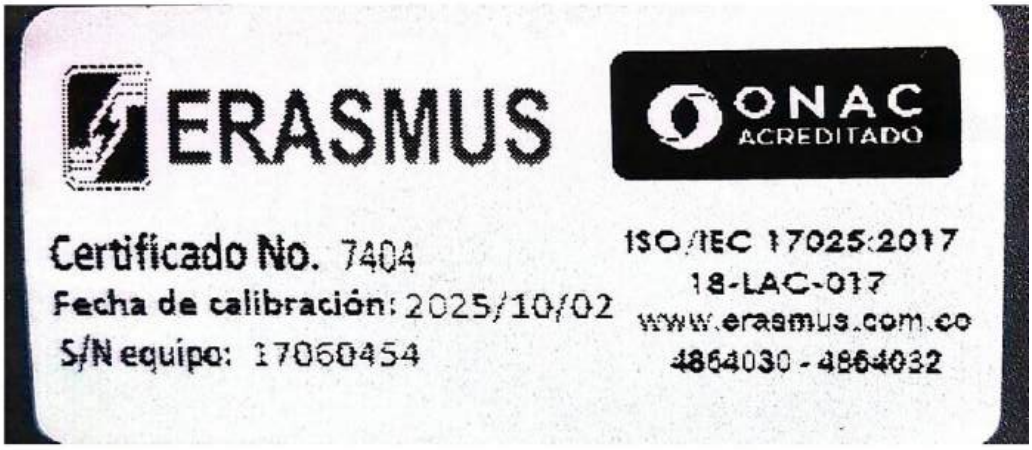
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas.<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad**: Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

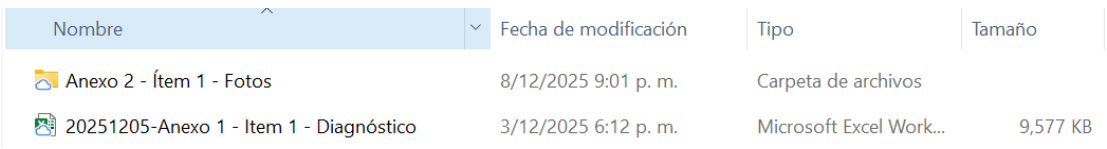
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 1.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2 - Ítem 1 - Fotos | 8/12/2025 9:01 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 1 - Diagnóstico | 3/12/2025 6:12 p. m. | Microsoft Excel Work... | 9,577 KB |



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

Consorcio

# Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

## Ítem 2 - Biblioteca Parque David Sánchez Juliao y sus Luces del Parque

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 9
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 10
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 12
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 12
2.2 Áreas útiles ..... 13
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 15
3.1 Generalidades de alimentación ..... 15
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 17
3.3 Inventario ..... 22
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 26
4.1 Temperatura y humedad ..... 26
4.2 Cámara termográfica ..... 27
4.3 Iluminancia ..... 29
4.4 Mediciones eléctricas ..... 30
4.5 Curva de carga ..... 37
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 42
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 43
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 50
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 53
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 64
6.1 Metodología ..... 64
6.2 Resultados ..... 65
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 67
7. INDICADORES ..... 68
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 68
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 68
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 69

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) .....70
7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 70
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....70
Bibliografía .....72
ANEXOS.....73

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Biblioteca ..... 13
Figura 2. Longitudes para cálculo de área del terreno ..... 13
Figura 3. Longitudes para cálculo de área del construida ..... 14
Figura 4. Conexión física de la red a la edificación ..... 15
Figura 5. Tablero principal ..... 16
Figura 6. Muestra de tableros eléctricos de la edificación ..... 16
Figura 7. Conexión física de la red a la edificación ..... 17
Figura 8. Cables de energización sin canaleta o tubería. ..... 18
Figura 9. Almacenamiento inadecuado de elementos en la subestación ..... 19
Figura 10. Tomacorrientes sin tapa ..... 20
Figura 11. Humedad en piso paredes y corrosión de tuberías. ..... 21
Figura 12. Tubería PVC sin empotrar y expuesta a intemperie. ..... 21
Figura 13. Luminarias suelta y expuesta. ..... 22
Figura 14. Equipos de aire acondicionado en la Biblioteca ..... 23
Figura 15. Equipos de iluminación de la Biblioteca ..... 24
Figura 16. Equipos de refrigeración de la Biblioteca ..... 25
Figura 17. Equipos de iluminación de la Biblioteca ..... 26
Figura 18. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 ..... 27
Figura 19. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal del Biblioparque ..... 28
Figura 20. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal de las luces exteriores ..... 29
Figura 21. Medición con luxómetro MPT1014 ..... 30
Figura 22. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en tablero principal del Biblioparque ..... 30
Figura 23. Tensiones de tablero principal en el Biblioparque ..... 31
Figura 24. Corrientes de tablero principal del Biblioparque ..... 31
Figura 25. Energía activa de tablero principal del Biblioparque ..... 32
Figura 26. Potencias de tablero principal del Biblioparque ..... 32
Figura 27. Factor de potencia de tablero principal del Biblioparque ..... 33
Figura 28. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en tablero de las luces exteriores ..... 34
Figura 29. Tensiones de tablero principal de las luces exteriores ..... 34
Figura 30. Corrientes de tablero principal de las luces exteriores ..... 35
Figura 31. Energía activa de tablero principal de las luces exteriores ..... 35
Figura 32. Potencias de tablero principal de las luces exteriores ..... 36
Figura 33. Factor de potencia de tablero principal de las luces exteriores ..... 36
Figura 34. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas ..... 38
Figura 35. Corrientes de tablero principal del Biblioparque ..... 39
Figura 36. Curva de carga de tablero principal del Biblioparque ..... 40
Figura 37. Corrientes de tablero principal de las luces exteriores ..... 40
Figura 38. Curva de carga de tablero principal de las luces exteriores ..... 41
Figura 39. Registro de datos clave de facturas ..... 42

Figura 40. Consumo histórico de energía activa ..... 44
Figura 41. Consumo histórico de energía reactiva ..... 45
Figura 42. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada ..... 46
Figura 43. Consumo histórico de energía activa ..... 47
Figura 44. Consumo histórico de energía reactiva ..... 48
Figura 45. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada ..... 49
Figura 46. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la Biblioteca ..... 50
Figura 47. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la Biblioteca ..... 51
Figura 48. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de la Biblioteca ..... 52
Figura 49. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de la Biblioteca ..... 53
Figura 50. Costo de factura histórico ..... 53
Figura 51. Gráfico circular de costos de facturación ..... 54
Figura 52. Costo unitario por kWh de energía ..... 54
Figura 53. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público ..... 56
Figura 54. Costo total de energía activa ..... 58
Figura 55. Costo de factura histórico ..... 59
Figura 56. Gráfico circular de costos de facturación ..... 59
Figura 57. Costo unitario por kWh de energía ..... 60
Figura 58. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público ..... 62
Figura 59. Costo total de energía activa ..... 64
Figura 60. Línea Base Energética (LBEn) de la Biblioteca ..... 66
Figura 61. Consumo de energía eléctrica mensual de la Biblioteca ..... 68
Figura 62. Consumo de energía eléctrica mensual de la Biblioteca ..... 69

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de la Biblioteca Parque David Sánchez Juliao .....10
Tabla 2. Información de actividades de la Biblioteca Parque David Sánchez Juliao .....10
Tabla 3. Información general de las Luces Del Parque – Biblioteca Parque Villa Melisa.....11
Tabla 4. Información de actividades de las Luces Del Parque – Biblioteca Parque Villa Melisa..11
Tabla 5. Características arquitectónicas de la edificación .....12
Tabla 6. Áreas de la Biblioteca.....14
Tabla 7. Inventario de aire acondicionado de la Biblioteca.....23
Tabla 8. Inventario de equipos ofimáticos de la Biblioteca .....23
Tabla 9. Inventario de iluminación de la Biblioteca.....24
Tabla 10. Inventario de refrigeración de la Biblioteca.....24
Tabla 11. Inventario de ventilación de la Biblioteca .....25
Tabla 12. Inventario de otros equipos de la Biblioteca.....25
Tabla 13. Inventario de iluminación de la Biblioteca.....26
Tabla 14. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad .....27
Tabla 15. Mediciones de iluminancia .....29
Tabla 16. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia en tablero principal del Biblioparque.....37
Tabla 17. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia en tablero principal de las luces exteriores .....37
Tabla 18. Especificaciones de medición con datalogger en tablero principal del Biblioparque .37
Tabla 19. Especificaciones de medición con datalogger en tablero principal de las luces exteriores .....37
Tabla 20. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del Biblioparque.....39
Tabla 21. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura de las luces exteriores .....41
Tabla 22. Registro de consumo histórico de energía activa .....44
Tabla 23. Registro de consumo histórico de energía reactiva .....45
Tabla 24. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada .....46
Tabla 25. Registro de consumo histórico de energía activa .....47
Tabla 26. Registro de consumo histórico de energía reactiva .....48
Tabla 27. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada .....49
Tabla 28. Participación de consumo de energía por usos finales de la Biblioteca .....51
Tabla 29. Participación de consumo de energía por áreas de la Biblioteca.....52
Tabla 30. Costo unitario por kWh de energía activa.....55
Tabla 31. Costo unitario por kWh de energía reactiva .....55
Tabla 32. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....56
Tabla 33. Costo facturado por energía activa.....57
Tabla 34. Costo facturado por energía reactiva .....57

Tabla 35. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....58
Tabla 36. Costo unitario por kWh de energía activa.....60
Tabla 37. Costo unitario por kWh de energía reactiva.....61
Tabla 38. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....61
Tabla 39. Costo facturado por energía activa.....62
Tabla 40. Costo facturado por energía reactiva.....63
Tabla 41. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....63
Tabla 42. Registros para construcción de LBEn de la Biblioteca.....65
Tabla 43. Reporte UPME para potencial de ahorro energético de la Biblioteca.....67

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en el ítem 2, conformado por la Biblioteca Parque David Sánchez Juliao y sus Luces del Parque en Montería, Córdoba. El estudio se desarrolló en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que establece la obligatoriedad de ejecutar auditorías energéticas y fijar metas de ahorro del 15% para 2026.

La auditoría incluyó una evaluación integral de las condiciones arquitectónicas, inspección eléctrica detallada, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curvas de carga), análisis histórico de consumo y facturación, caracterización de usos finales, establecimiento de una línea base energética (LBEn) y cálculo de indicadores de desempeño.

Se determinó que el aire acondicionado es el principal uso final de energía en la Biblioteca, representando aproximadamente el 91,65% del consumo total. Se identificaron deficiencias con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) que comprometen la seguridad, incluyendo cables sin canaleta, tomacorrientes sin tapa, humedad en cuartos eléctricos, tuberías expuestas y almacenamiento inadecuado en la subestación. Se detectó un desequilibrio significativo en las corrientes de fase y tensiones por encima del rango normativo.

En el caso de las Luces del Parque, se evidenció una discrepancia crítica entre el consumo medido y el facturado, con una diferencia relativa del 4.273,2%, sugiriendo un error en la medición o facturación por parte del operador de red.

La construcción de la Línea Base Energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME permitió establecer un consumo de referencia anual de 161.543 kWh para la Biblioteca. El informe proporciona la base técnica para priorizar intervenciones que mejoren la eficiencia energética, cumplan con la normativa y logren los objetivos de ahorro energético establecidos por la ley.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

## 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 2 está compuesto por la Biblioteca Parque David Sánchez Juliao y las Luces del Parque. Por una parte, el BiblioParque David es un centro cultural y recreativo ubicado en Montería, Colombia, ofrece espacios para la lectura, actividades educativas, recreativas y culturales. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general de la Biblioteca Parque David Sánchez Juliao







| | |
|---|---|
| **Nombre de la institución** | BiblioParque David Sánchez Juliao |
| **Dirección** | Cl 3 Cra 9-2 Urbanización Villa Melisa |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8,722644° Longitud: -75,885502° |
| **Antigüedad [años]** | 12 |
| **Tipo de tenencia** | En propiedad |
| **Limitaciones patrimoniales** | No |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades de la Biblioteca Parque David Sánchez Juliao

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Registraduría y biblioteca |
| **Días de operación** | Lunes a sábado |
| **Horarios de operación** | 08:00 am a 6:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | Sin información |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, las Luces del Parque Biblioteca Villa Melisa sirven para iluminar el perímetro de la Biblioteca Villa Melisa. La información general de este lugar se presenta en la Tabla 3, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 4.

Tabla 3. Información general de las Luces Del Parque – Biblioteca Parque Villa Melisa







| | |
|---|---|
| **Nombre de la institución** | Luces del Parque |
| **Dirección** | Cl 3 Cra 9-2 Urbanización Villa Melisa |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8,72276° Longitud: -75,885636° |
| **Antigüedad [años]** | 12 |
| **Tipo de tenencia** | En propiedad |
| **Limitaciones patrimoniales** | No |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Información de actividades de las Luces Del Parque – Biblioteca Parque Villa Melisa

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Iluminación de parque |
| **Días de operación** | Todos los días |
| **Horarios de operación** | 6 pm a 6 am |
| **Cantidad de empleados** | No aplica |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 5 se presentan las características de la Biblioteca. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloque, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Biblioteca (ver Figura 1)

Tabla 5. Características arquitectónicas de la edificación




| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Noroccidente |
| **Número de edificios o bloques** | 1 |
| **Número de pisos** | 3 |
| **Altura techos internos [m]** | Variable: 2,5 y 4 |
| **Área construida aproximada [m²]** | 93.157 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 0° |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo de concreto |
| | Color de muros: gris |
| | Estado de las paredes: buenas |
| | Tipo de aislamiento: doble fachada |
| **Techo** | Material: termoacústica |
| | Color: verde |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Biblioteca

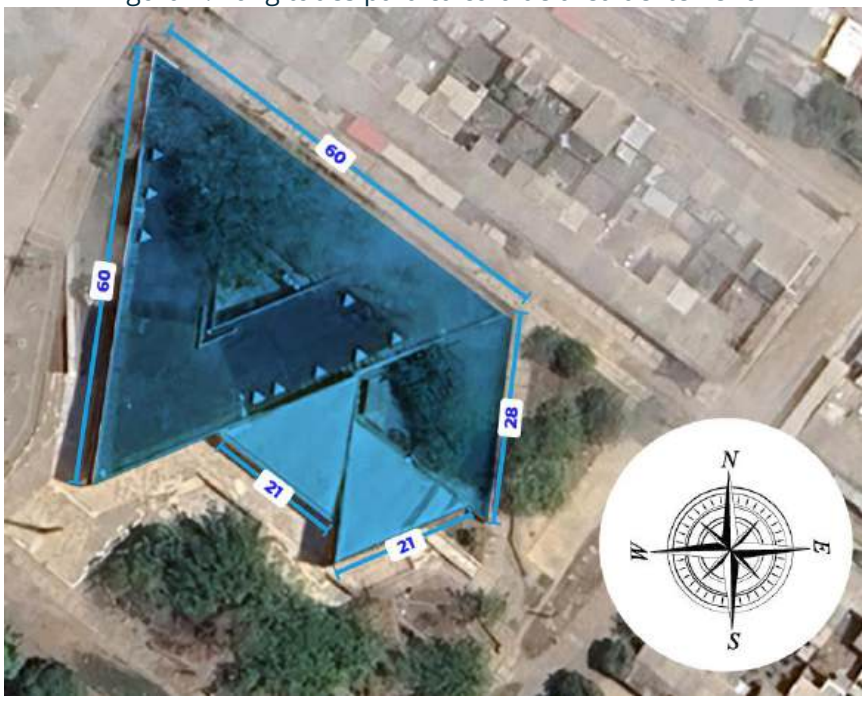


Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Áreas útiles

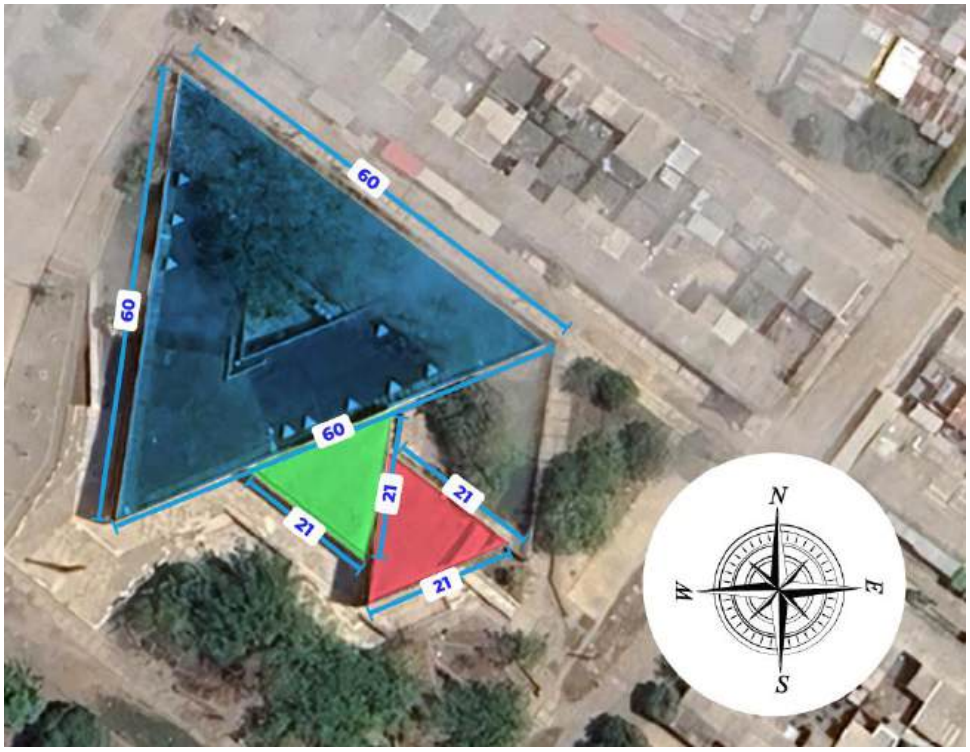
El área total del terreno de la Biblioteca es de aproximadamente 36.484 $m^2$ (ver Figura 2), mientras que la superficie construida, asciende a los 93.157 $m^2$ (ver Figura 3). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que la entidad no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 6.

Figura 2. Longitudes para cálculo de área del terreno




Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Longitudes para cálculo de área del construida




Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Áreas de la Biblioteca

| Área | Área total [$m^2$] | Fuente |
|---|---|---|
| Auditorio | 78,4 | Estimación |
| Baños del auditorio | 10,5 | Estimación |
| Baños piso 2 | 12 | Estimación |
| Baños piso 3 | 10 | Estimación |
| Cocina del auditorio | 13,8 | Estimación |
| Ludoteca | 120 | Estimación |
| Pasillos del auditorio | 28 | Estimación |
| Registraduría auxiliar | 113,4 | Estimación |
| Zona común entrada biblioteca | 78,53 | Estimación |
| Zonas comunes salida registraduría | 182,75 | Estimación |

Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

La Biblioteca Parque David Sánchez Juliao se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13,2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo bandera (ver Figura 4), donde la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador de 150 kVA propiedad del operador, desde donde la distribución continúa en configuración subterránea hasta la edificación principal (ver Figura 5).

Figura 4. Conexión física de la red a la edificación




Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Desde el tablero eléctrico principal se derivan los circuitos hacia los tableros seccionales ubicados en distintas áreas de la Biblioteca. En la Figura 6 se presentan ejemplos de estos tableros.

Figura 6. Muestra de tableros eléctricos de la edificación




Fuente: Elaboración propia

Las luces de la Biblioteca se conectan al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13,2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo bandera (ver Figura 7), donde la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador de 150 kVA propiedad del operador, desde donde la distribución continúa en configuración subterránea hasta la edificación principal. Cabe mencionar que esta conexión es independiente de la mencionada para la Biblioteca.

Figura 7. Conexión física de la red a la edificación




Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones de la Biblioteca David Sánchez Juliao, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

## Biblio Parque David Sánchez Juliao

*Canaleta rota o abierta*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Deben estar sólidamente soportadas y con encerramiento completo"

"Se debe evitar la abrasión o el corte del aislamiento de los conductores, mediante el uso de pasacables, tubos o accesorios adecuados"

(Título 16. Requisitos de instalación de los principales productos utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.4. Sistemas de canales y de ductos cerrados de sección no circular / literal g y h)

**Implicación:** Se encontró cableado sin canaleta, lo que expone los conductores. Estas condiciones comprometen la seguridad eléctrica al exponer los conductores a posibles daños mecánicos, abrasión o contacto involuntario, lo que puede derivar en fallas eléctricas, cortocircuitos o riesgo de electrocución.

Figura 8. Cables de energización sin canaleta o tubería.




Fuente: Elaboración propia

*Almacenamiento inadecuado de elementos en cuarto técnico de la subestación*

**Requisito normativo (RETIE):** "El espacio de trabajo y las salidas de las puertas de cuartos eléctricos y bóvedas debe permanecer libre de otros equipos y obstáculos." (Título 4. Espacios para montaje de equipos y distancias mínimas de seguridad, para operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica / literal h).

**Implicación:** Se evidenciaron varios elementos almacenados en el piso del cuarto técnico de la subestación que no corresponden a componentes eléctricos, elementos de aseos general, cajas de archivos. La presencia de equipos y objetos no eléctricos dentro del cuarto técnico de la subestación representa un riesgo para la seguridad operativa y del personal. Estos elementos pueden obstruir los accesos a equipos eléctricos, dificultar las labores de mantenimiento y

operación, generar acumulación de polvo o humedad, e incluso representar un peligro en situaciones de emergencia al impedir una evacuación rápida o una intervención oportuna.

Figura 9. Almacenamiento inadecuado de elementos en la subestación




Fuente: Elaboración propia

*Tomacorrientes sin tapa*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Los tomacorrientes y clavijas no deben tener partes energizadas expuestas."

"Las tapas o cubiertas de los tomacorrientes, destinadas a evitar el contacto directo con partes energizadas, deben ser resistentes al impacto mínimo con IK 03, conforme a IEC 62262 o NTC-IEC 62262."

(Título 2. Requisitos generales para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 2.3.8 Clavijas y tomacorrientes / Literal b y e)

**Implicación:** Se identificaron tomacorrientes sin tapa. La falta de tapas o el deterioro de las mismas expone a los usuarios a riesgo de contacto accidental con componentes energizados.

Figura 10. Tomacorrientes sin tapa




Fuente: Elaboración propia

*Fugas de agua y humedad*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Toda subestación eléctrica alojada en cuartos inundables y sótanos, debe contar con los elementos de drenaje o bombeo que impida la inundación; en caso que esta condición no se pueda garantizar, el equipo debe ser tipo sumergible." (Título 23. Requisitos específicos según tipo de subestación / Artículo 3.23.2. Subestaciones de media tensión tipo interior o en edificaciones /3.23.2.1 Requisitos Generales / literal g)

"Cuando la celda o el tablero este diseñado para uso en interior el equipo debe ser almacenado en posición vertical en un lugar seco y ventilado, protegido de la lluvia, temperaturas extremas y el polvo, esto con el fin de evitar el deterioro de características propias del producto." (Título 17. Requisitos de instalación de los principales productos utilizados en instalaciones eléctricas /Artículo 3.17.8. Celdas y tableros / literal a)

"Que existan condiciones peligrosas, plenamente identificables, especialmente carencia de medidas preventivas específicas contra los factores de riesgo eléctrico; [...] presencia de lluvia, tormentas eléctricas y contaminación. "(Título 5. Requisitos técnicos principales / 1.5.1.4.2. Criterios para determinar alto riesgo / literal a)

**Implicación:** Dentro del cuarto eléctrico se evidencia presencia de humedad que implica condiciones de acumulación de líquidos, y corrosión de tuberías eléctricas metálicas. La presencia de filtraciones de agua, humedad persistente y acumulación de líquidos en áreas técnicas y de uso frecuente genera un riesgo eléctrico significativo, al propiciar el deterioro del aislamiento de equipos, el contacto accidental con partes energizadas y la posibilidad de electrocución. Además, estas condiciones pueden afectar la salud de las personas y comprometer la integridad del sistema eléctrico y la arquitectura de la edificación.

Figura 11. Humedad en piso paredes y corrosión de tuberías.




Fuente: Elaboración propia

*Tubería plástica sin empotrar*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min [...]" (Título 17. Requisitos de instalación de los principales productos / utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios / literal f)

**Implicación:** Se evidenció tubería plástica sin empotrar expuesta a intemperie que también puede conllevar a problemas de humedad. Esta tubería no garantiza la resistencia al fuego ni protección mecánica adecuada, lo que representa un riesgo de deterioro del aislamiento y propagación de incendio.

Figura 12. Tubería PVC sin empotrar y expuesta a intemperie.




Fuente: Elaboración propia

*Deficiencias en cajas de paso y fijación de rosetas*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Las cajas utilizadas en salidas para artefactos de alumbrado (portalámparas) deben estar diseñadas para ese fin [...]".

"No se deben retirar tapas de entrada de ductos no utilizadas, ni se deben hacer perforaciones adicionales."

"Las aberturas no utilizadas de las cajas deben estar cerradas para que ofrezcan una protección similar a la pared del equipo."

(Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 3.17.5 – Cajas y conduletas / literal b, e y f)

**Implicación:** Se observo deficiencia en los puntos de conexión de alumbrado. Estas condiciones comprometen la seguridad mecánica y eléctrica de los puntos de alumbrado, generando riesgo de contacto con partes energizadas, caída de componentes y posibles fallas eléctricas.

Figura 13. Luminarias suelta y expuesta.



Fuente: Elaboración propia

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado de la Biblioteca de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 14).

Tabla 7. Inventario de aire acondicionado de la Biblioteca

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Aire central | 108.000 | 10.800 | 3 |
| Aire central | 55.000 | 6.500 | 3 |
| Aire central de 4 salidas | --- | 6.500 | 3 |
| Minisplit | 12.000 | 900 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Equipos de aire acondicionado en la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 8.

Tabla 8. Inventario de equipos ofimáticos de la Biblioteca

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Computador | 100 | 4 |
| Impresora grande | 450 | 2 |
| Servidor | 100 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 9 (ver Figura 15).

Tabla 9. Inventario de iluminación de la Biblioteca

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Lampara led | 15 | 6 |
| Lámpara redonda Led | 72 | 25 |
| Lámpara tubo LFC | 17 | 28 |
| Tubo led x 2 | 60 | 64 |
| Tubo led x 4 | 36 | 88 |
| Lampara led | 15 | 6 |
| Lámpara redonda Led | 60 | 21 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Equipos de iluminación de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 12 (ver Figura 16).

Tabla 10. Inventario de refrigeración de la Biblioteca

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Nevera central 9 pies | 120 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Equipos de refrigeración de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

Los equipos de ventilación se sintetizan en la Tabla 11.

Tabla 11. Inventario de ventilación de la Biblioteca

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Ventilador de pared | 120 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Los equipos de otros equipos se sintetizan en la Tabla 12.

Tabla 12. Inventario de otros equipos de la Biblioteca

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Estufa eléctrica | 2.200 | 1 |
| Horno microondas | 1.200 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

El inventario recopilado de las luces perimetrales en la Biblioteca de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1):

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 13 (ver Figura 17).

Tabla 13. Inventario de iluminación de la Biblioteca

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Lámpara redonda Led | 18 | 8 |
| Reflectores led | 500 | 4 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Equipos de iluminación de la Biblioteca



Fuente: Elaboración propia

# 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables en la Biblioteca, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 18). Donde se registraron mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 14.

Figura 18. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663




Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 08:32 am | 26 | 88% |
| 2 | 08:34 am | 27 | 81% |
| 3 | 08:36 am | 27 | 79% |
| 4 | 08:27 am | 27 | 69% |

Fuente: Elaboración propia

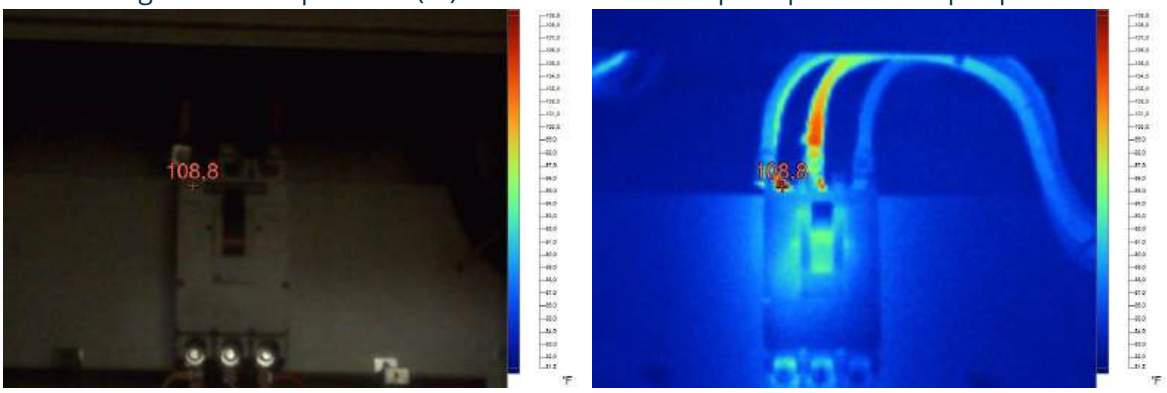
## 4.2 Cámara termográfica

Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en los tableros eléctricos principales, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 19 y la Figura 20. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 27 °C (según la Tabla 14), se obtiene un diferencial máximo de 19°C, correspondiente a la Figura 19(c) con 46°C (114,7 °F) en el tablero del Biblioparque y un diferencial máximo de 2,3 °C, correspondiente a la Figura 20(b) con 29,3°C (84,8 °F) en el tablero de las luces exteriores.

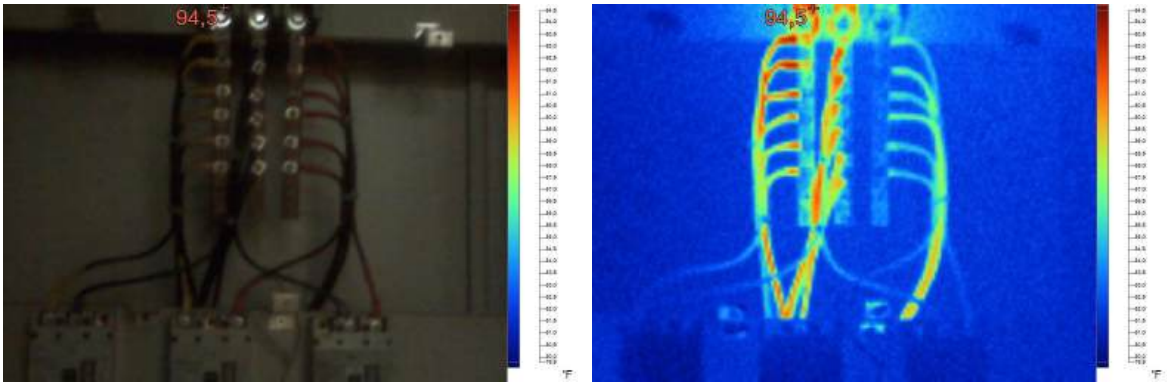
Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente, se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “probable deficiencia” (11 °C a 20 °C) en el tablero del Biblioparque y como “posible deficiencia” (1 °C a 10 °C) en las luces

exteriores. Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar seguimiento periódico para detectar cualquier tendencia al sobrecalentamiento.

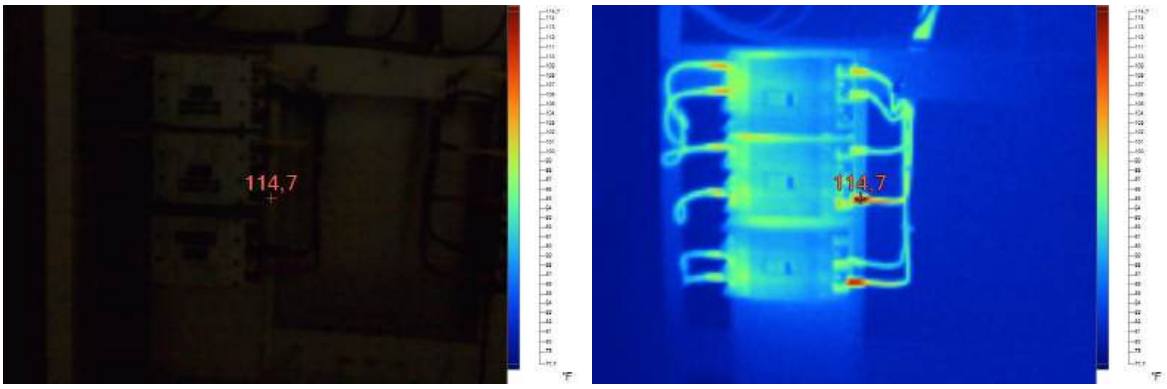
Figura 19. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal del Biblioparque




(a)



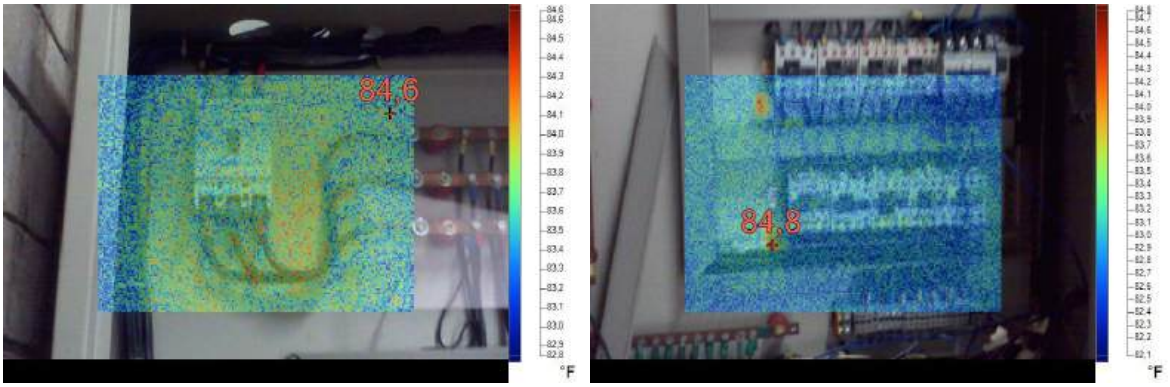

(b)




(c)

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal de las luces exteriores




(a) (b)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones de la Biblioteca, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014). En cada uno de ellos se tomaron mediciones, a una altura de 0 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 15.

Tabla 15. Mediciones de iluminancia

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Cuarto eléctrico | 3 | 41 | 15 | Cumple |

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un cumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.4.5. a del RETILAP, los cuartos eléctricos deben contar con una iluminancia mínima de 15 lux (lx) sobre la superficie del suelo.

Figura 21. Medición con luxómetro MPT1014

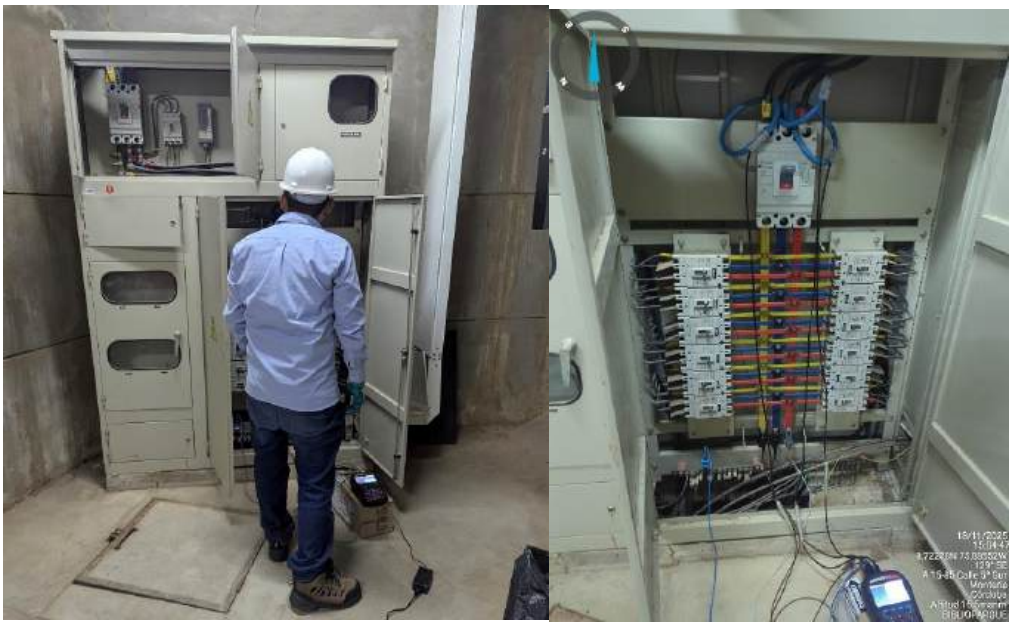



Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Mediciones eléctricas

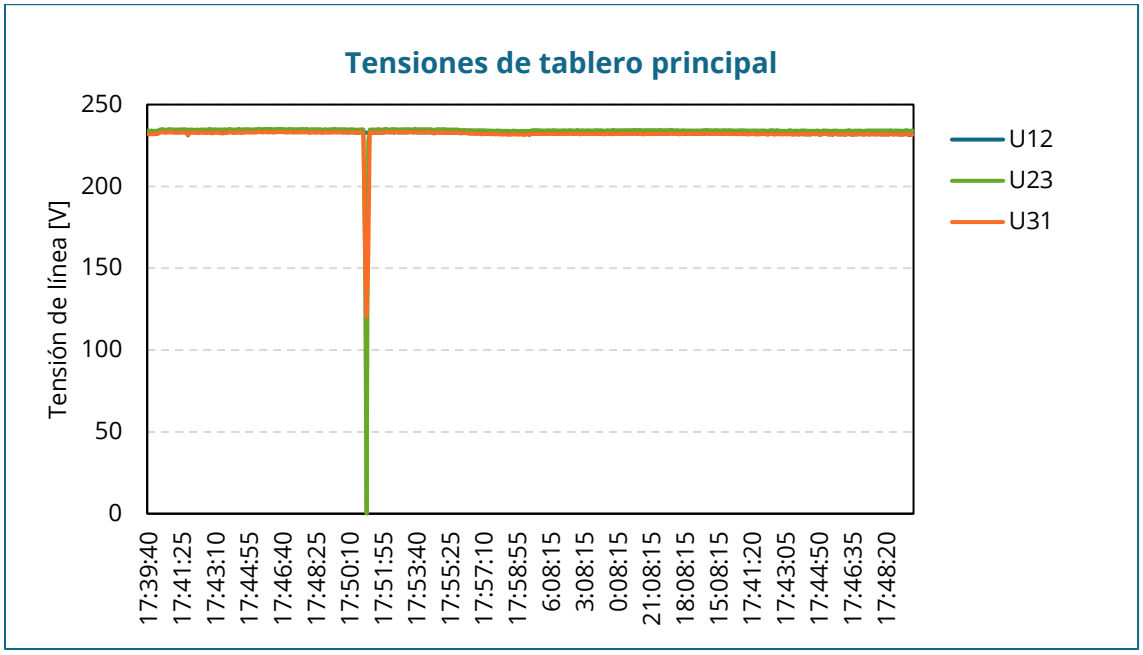
Las mediciones eléctricas en el tablero del Biblioparque fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de la Bibliteca y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 22. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en tablero principal del Biblioparque



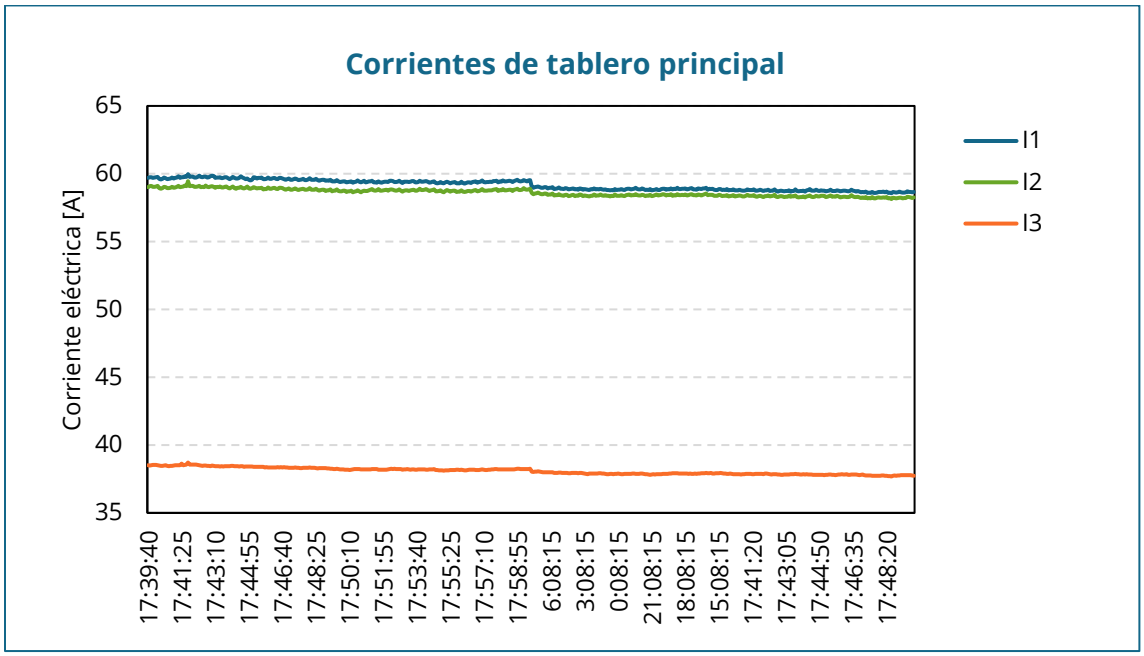
Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Tensiones de tablero principal en el Biblioparque



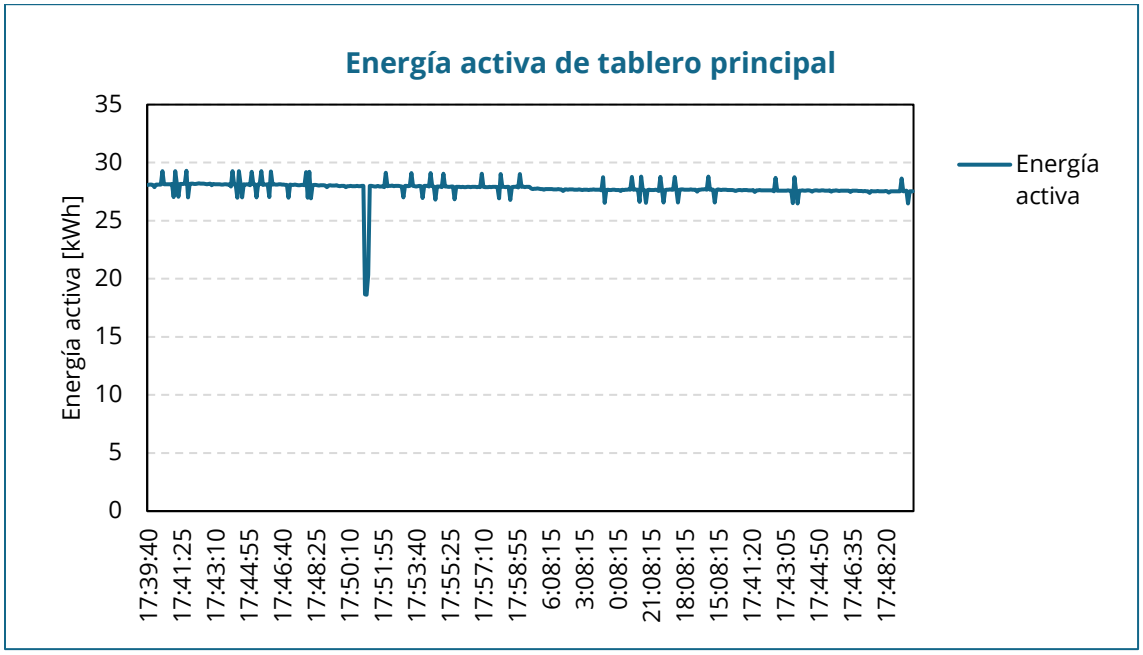

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Corrientes de tablero principal del Biblioparque



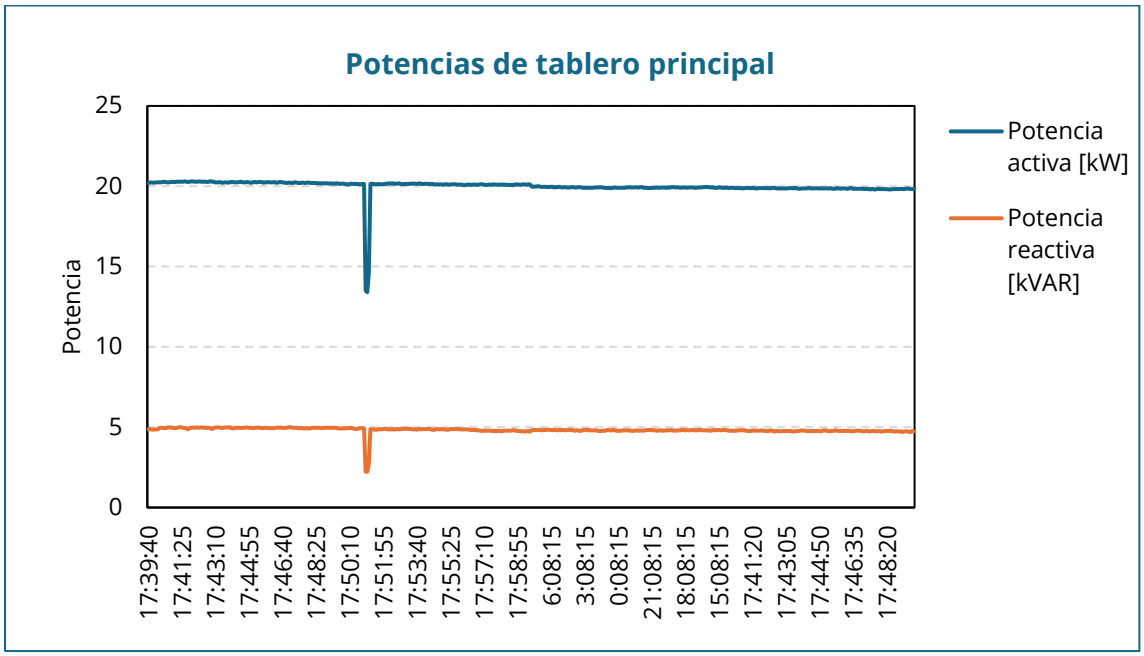

Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Energía activa de tablero principal del Biblioparque



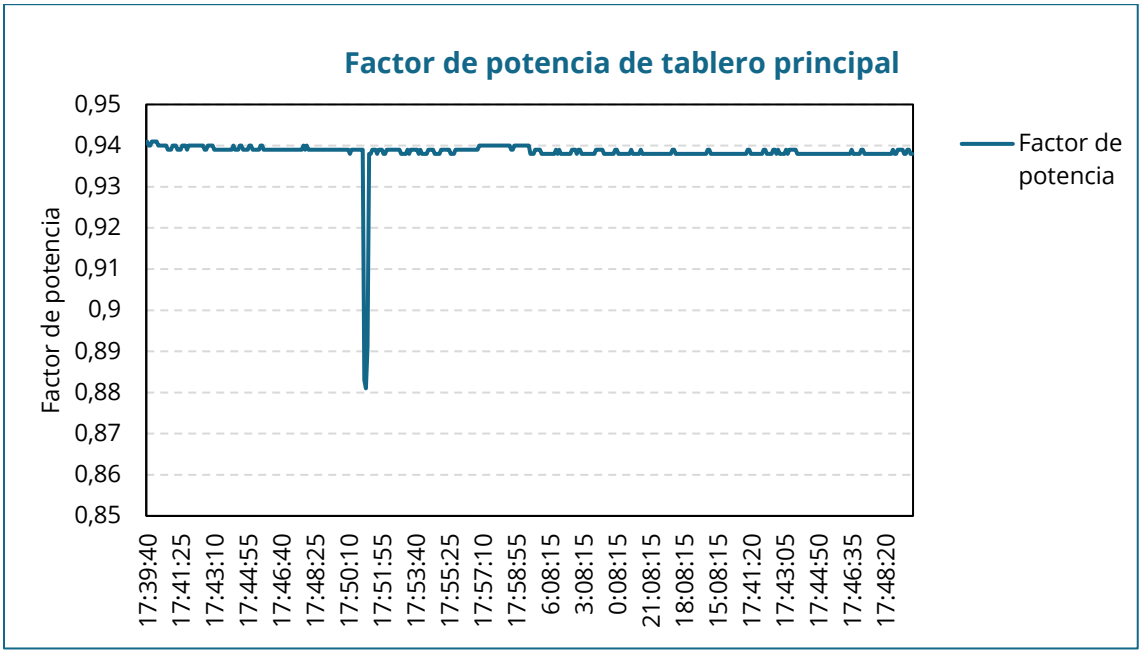

Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Potencias de tablero principal del Biblioparque




Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Factor de potencia de tablero principal del Biblioparque




Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia que los niveles de tensión registrados en la Biblioteca (Figura 23) superan los límites establecidos por la normativa colombiana (187 V - 228 V), lo que puede afectar la operación adecuada de los equipos conectados. Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

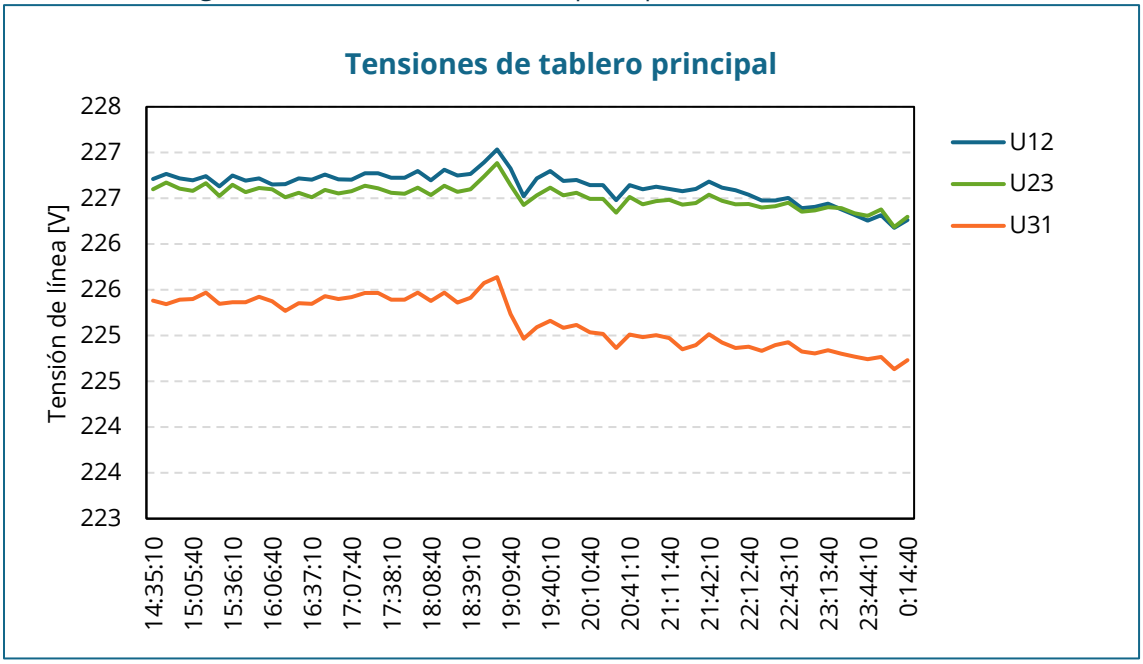
Las mediciones eléctricas de las luces exteriores fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de las luces de la Biblioteca y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 28. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en tablero de las luces exteriores



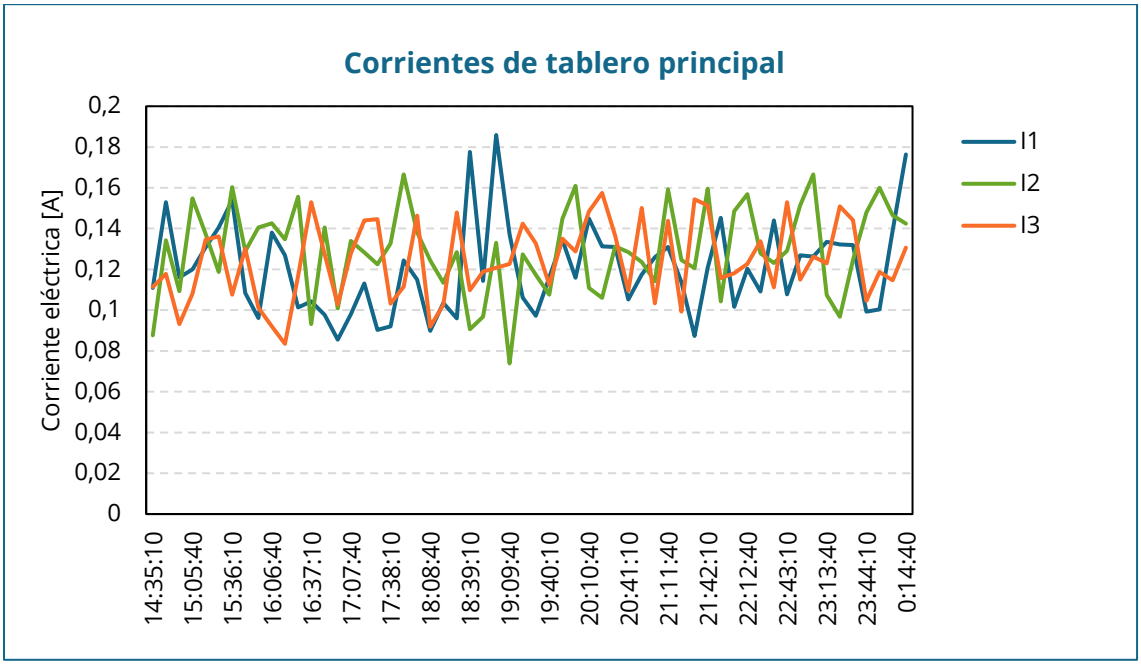

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Tensiones de tablero principal de las luces exteriores



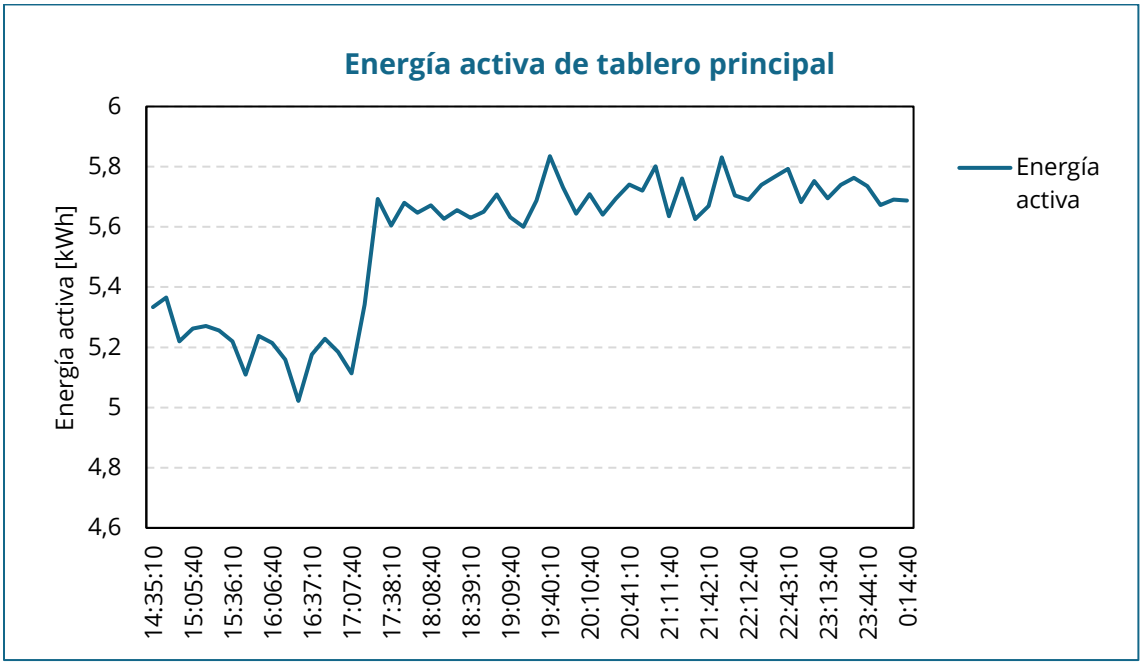

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Corrientes de tablero principal de las luces exteriores



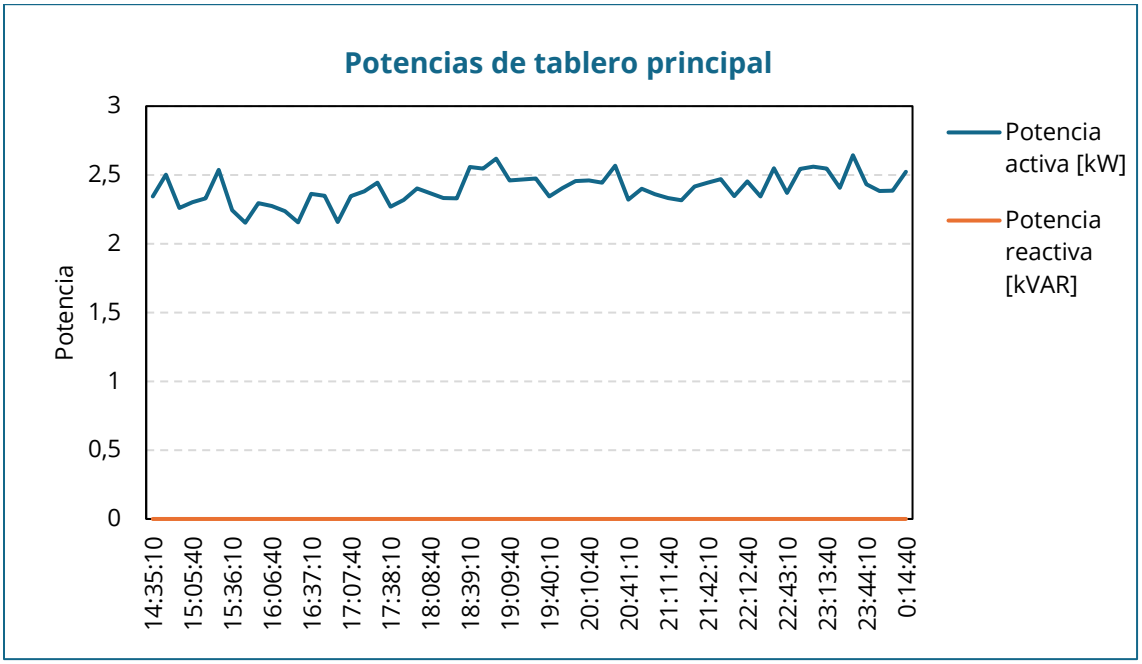

Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Energía activa de tablero principal de las luces exteriores



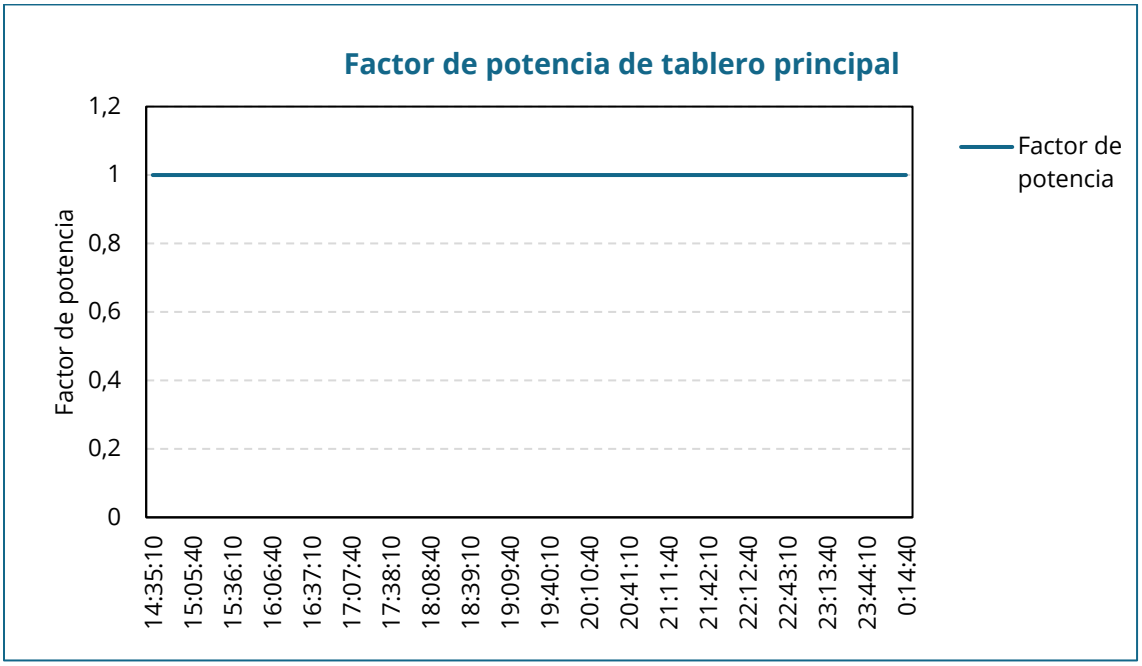

Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Potencias de tablero principal de las luces exteriores




Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Factor de potencia de tablero principal de las luces exteriores




Fuente: Elaboración propia

## 4.5 Curva de carga

Las curvas de carga corresponden al perfil de potencia activa de las entidades. Dichas curvas se elaboraron considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 16 y la Tabla 17 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 16. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia en tablero principal del Biblioparque

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 232,48 | 0,22% |
| U23 | 234,26 | 1,42% |
| U31 | 231,78 | 3,04% |
| Factor de potencia | 0,94 | 0,46% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia en tablero principal de las luces exteriores

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 226,63 | 0,07% |
| U23 | 226,52 | 0,05% |
| U31 | 225,15 | 0,12% |
| Factor de potencia | 1,00 | 0,00% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en los tableros principales se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla *18* y la Tabla *19*.

Tabla 18. Especificaciones de medición con datalogger en tablero principal del Biblioparque

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 24 de octubre de 2025 |
| **Fecha final** | 28 de octubre de 2025 |
| **Días de medición** | 3,71 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

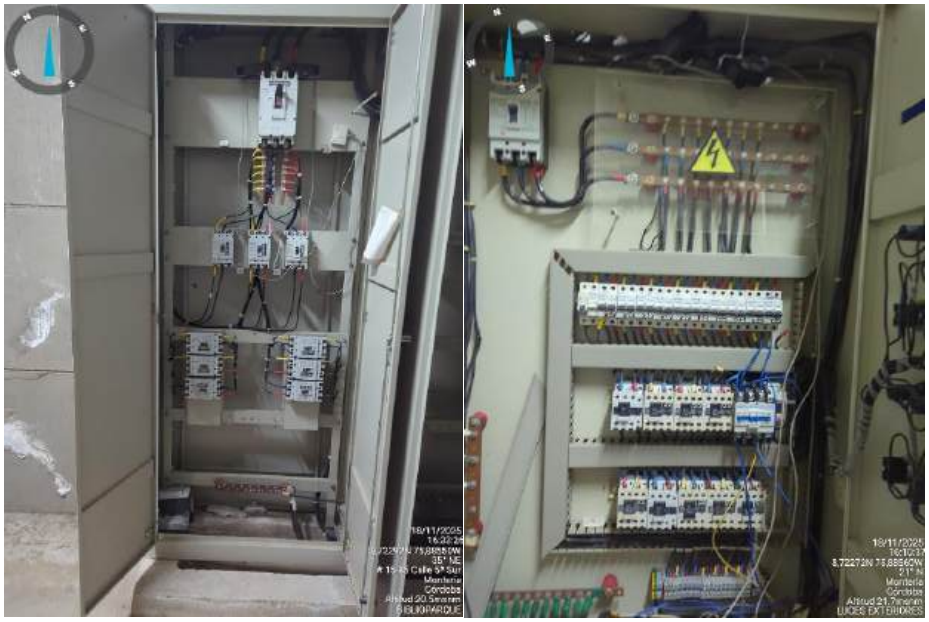
Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Especificaciones de medición con datalogger en tablero principal de las luces exteriores

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 18 de noviembre de 2025 |
| **Fecha final** | 19 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,03 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas



Fuente: Elaboración propia

A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 35 y la Figura 36 para el Biblioparque, así como la Figura 37 y la Figura 38 para las luces exteriores. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 20 y la Tabla 21.

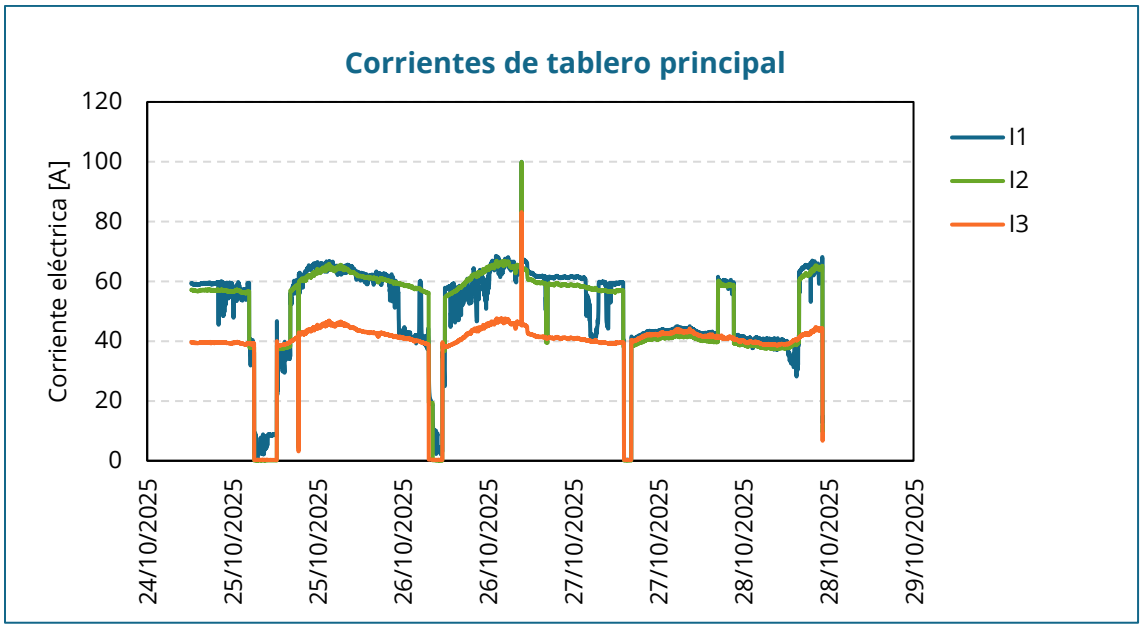
Figura 35 con respecto a las fases restantes. Se recomienda realizar un balance de cargas que permita redistribuir uniformemente la demanda entre las tres fases, optimizando así el funcionamiento del sistema eléctrico y previniendo posibles daños.

Tabla 20. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del Biblioparque

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 1.564 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 12.652 |
| **Energía facturada [kWh]** | 11.760 |
| **Diferencia relativa [%]** | 7,6% |

Fuente: Elaboración propia

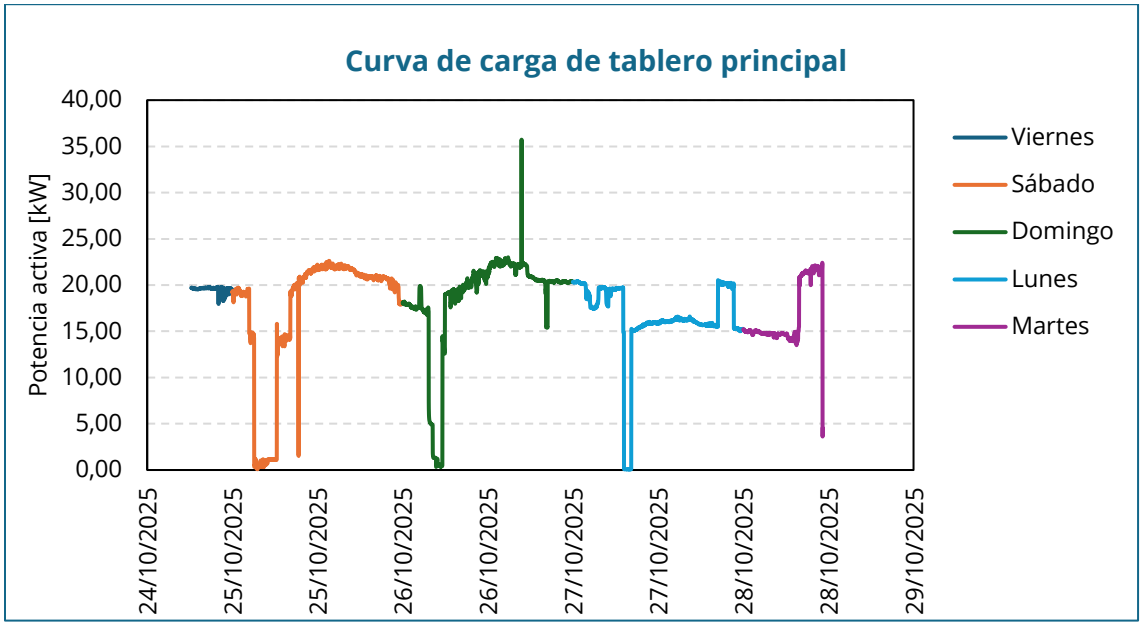
Figura 35. Corrientes de tablero principal del Biblioparque




Fuente: Elaboración propia

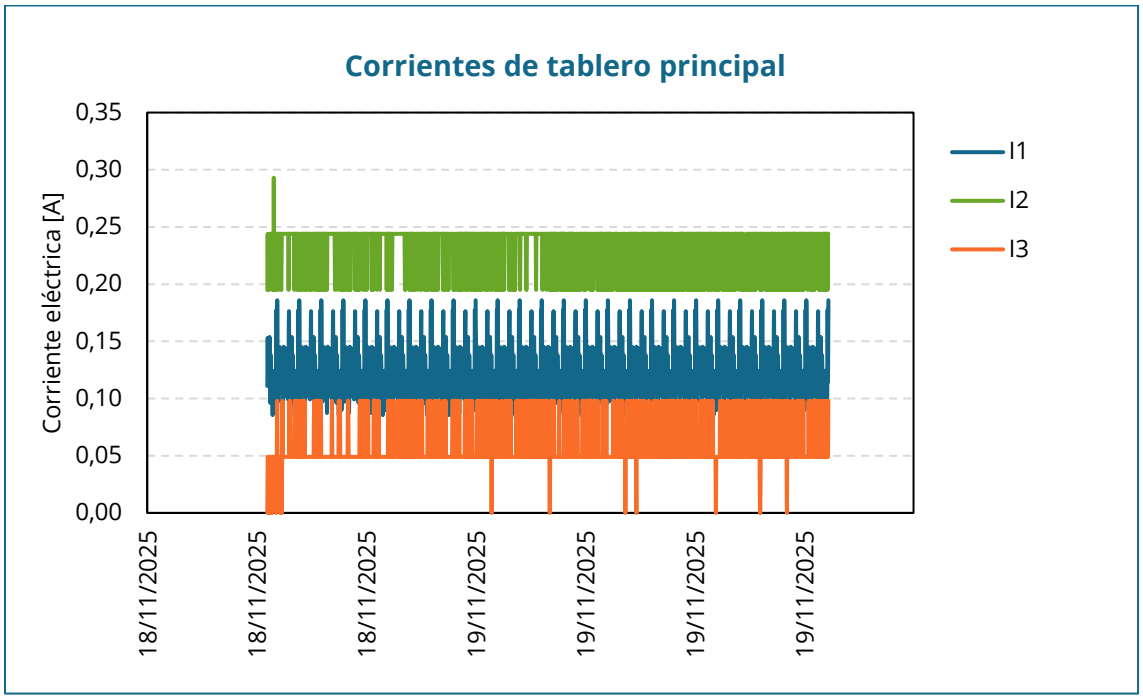
De acuerdo con las mediciones realizadas, se evidencia un desequilibrio en la corriente I3 de la

Figura 36. Curva de carga de tablero principal del Biblioparque




Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Corrientes de tablero principal de las luces exteriores



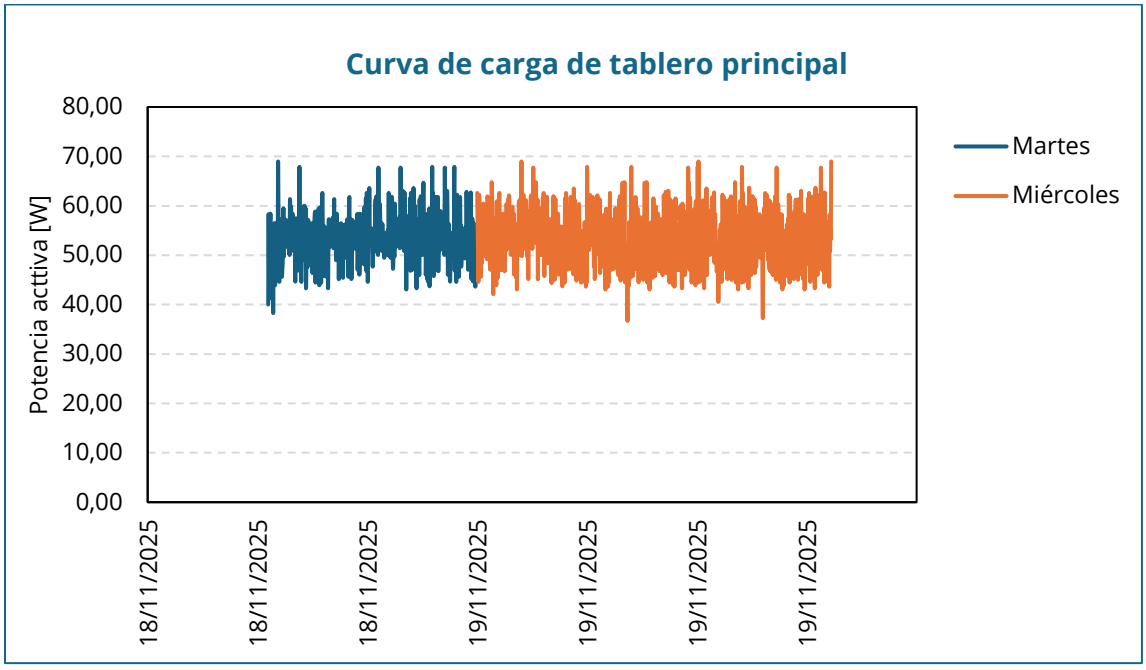

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura de las luces exteriores

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 1.316 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 38.484 |
| **Energía facturada [kWh]** | 880 |
| **Diferencia relativa [%]** | 4273,2% |

Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Curva de carga de tablero principal de las luces exteriores




Fuente: Elaboración propia

La diferencia relativa registrada en la Tabla 21 es significativamente alto. El consumo medido en el tablero no coincide con los valores facturados en la NIC 7592935 (Medidor 62032134). Adicionalmente, el personal de la entidad reporta que las luces del parque no se encuentran en operación. Estos hallazgos evidencian que el consumo facturado no corresponde al alumbrado del parque, por lo que se sugiere informar esta situación al operador de red Afinia para que proceda a corregir la discrepancia.

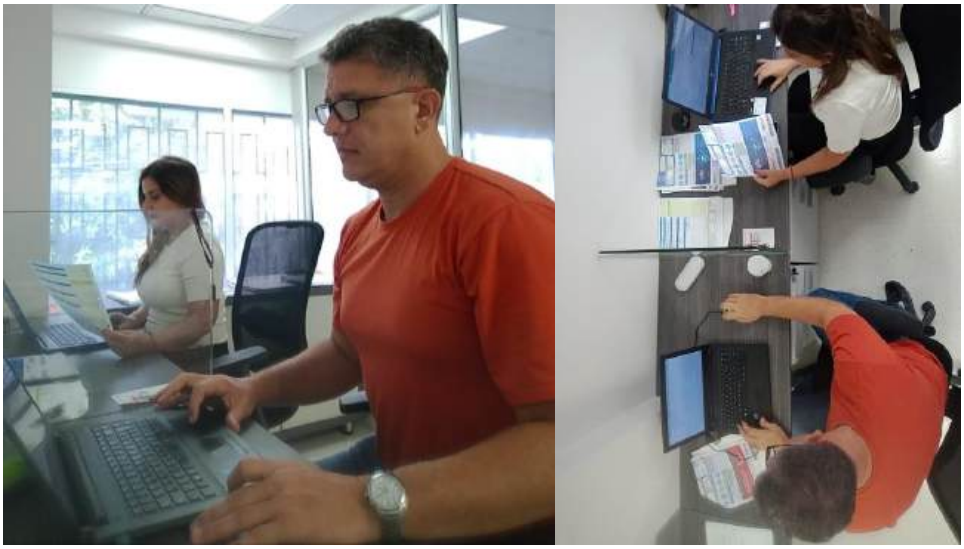
# 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 39).

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.

Figura 39. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.

- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana:** Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios. Además, para el análisis de la cuenta NIC: 7574337 de la Biblio Parque David Sánchez Juliao se limita al consumo a partir de septiembre de 2024, ya que con anterioridad a esta fecha no se reporta consumo.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Biblio Parque David Sánchez Juliao - NIC: 7574337 - Medidor: 62036998*

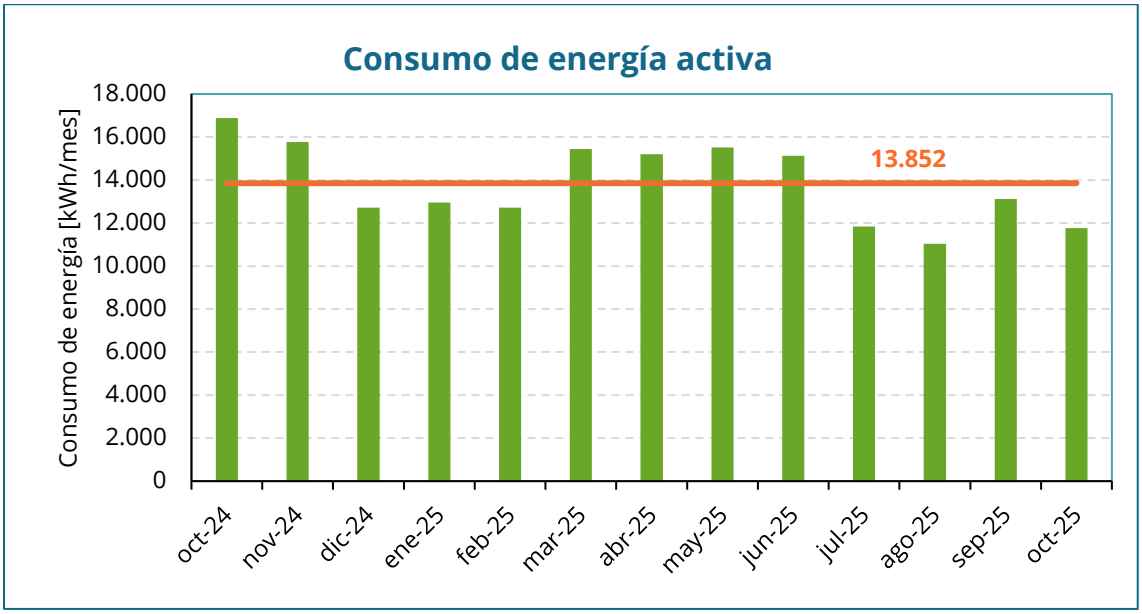
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 22, con el cual se construyó la Figura 40. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 22. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 12.960 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 12.720 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 15.440 |
| Abril | Sin información | 0 | 0 | 15.200 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 15.520 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 15.120 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 11.840 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 11.040 |
| Septiembre | 0 | 0 | 4.880 | 13.120 |
| Octubre | 0 | 0 | 16.880 | 11.760 |
| Noviembre | 0 | 0 | 15.760 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 12.720 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 40. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

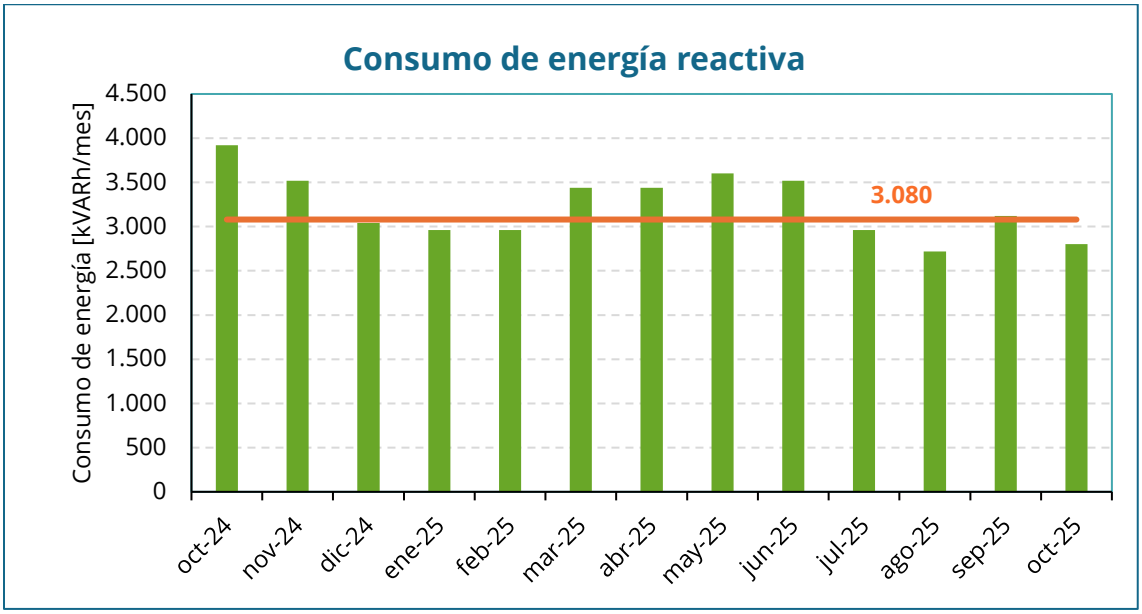
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 23, con el cual se construyó la Figura 41. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 23. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 2,960 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 2,960 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 3,440 |
| Abril | Sin información | 0 | 0 | 3,440 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 3,600 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 3,520 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 2,960 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 2,720 |
| Septiembre | 0 | 0 | 1,120 | 3,120 |
| Octubre | 0 | 0 | 3,920 | 2,800 |
| Noviembre | 0 | 0 | 3,520 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 3,040 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 41. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

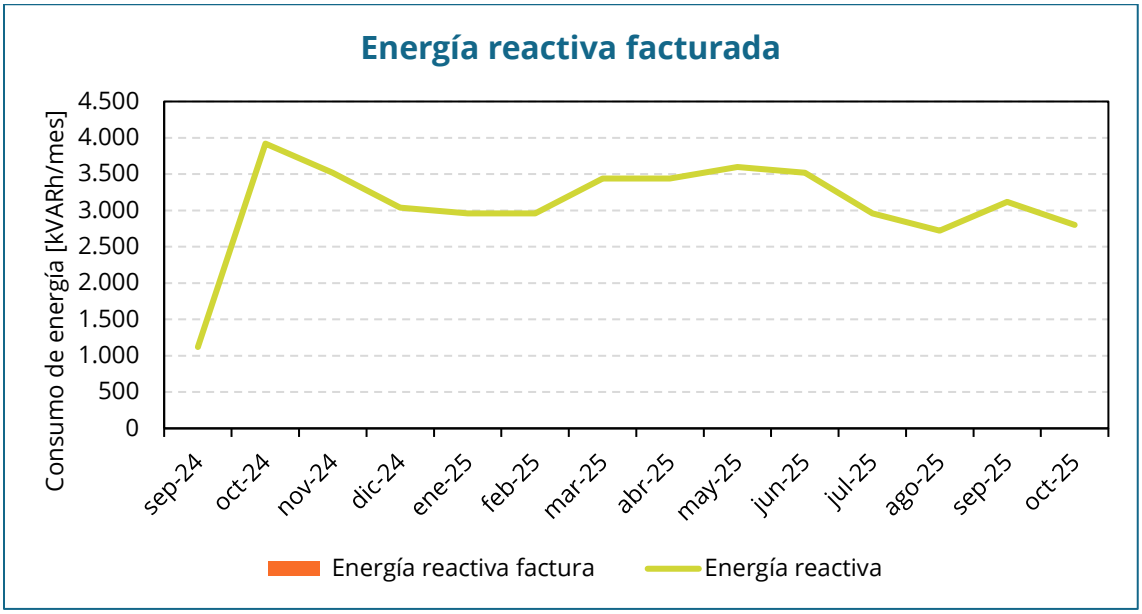
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 24, con el cual se construyó la Figura 42. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 24. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 42. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

*Luces del Parque Biblio Parque Villa Melisa - NIC: 7592935 - Medidor: 62032134*

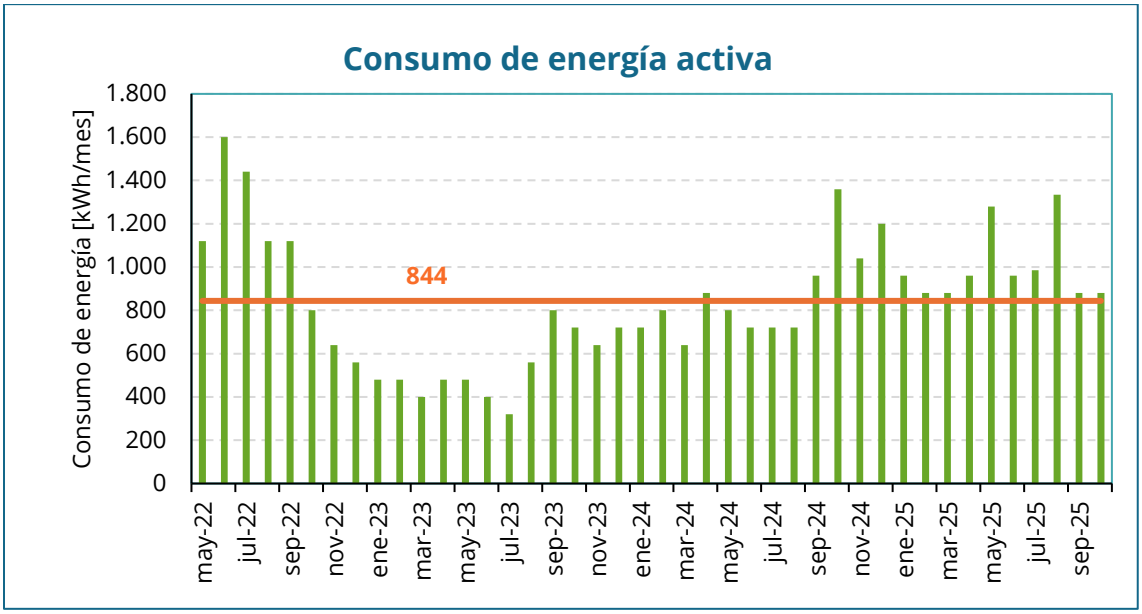
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 25, con el cual se construyó la Figura 43. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 25. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 480 | 720 | 960 |
| Febrero | Sin información | 480 | 800 | 880 |
| Marzo | Sin información | 400 | 640 | 880 |
| Abril | Sin información | 480 | 880 | 960 |
| Mayo | 1.120 | 480 | 800 | 1.280 |
| Junio | 1.600 | 400 | 720 | 960 |
| Julio | 1.440 | 320 | 720 | 986 |
| Agosto | 1.120 | 560 | 720 | 1.334 |
| Septiembre | 1.120 | 800 | 960 | 880 |
| Octubre | 800 | 720 | 1.360 | 880 |
| Noviembre | 640 | 640 | 1.040 | |
| Diciembre | 560 | 720 | 1.200 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 43. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

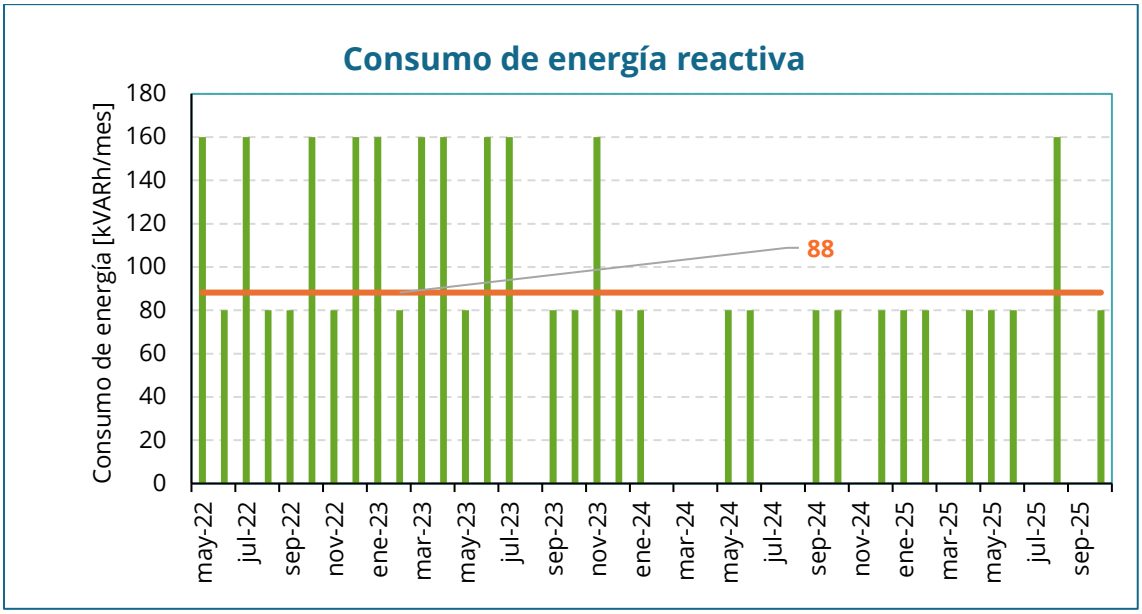
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 26, con el cual se construyó la Figura 44. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 26. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 160 | 80 | 80 |
| Febrero | Sin información | 80 | 0 | 80 |
| Marzo | Sin información | 160 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 160 | Sin información | 80 |
| Mayo | 160 | 80 | 80 | 80 |
| Junio | 80 | 160 | 80 | 80 |
| Julio | 160 | 160 | 0 | 0 |
| Agosto | 80 | Sin información | 0 | 160 |
| Septiembre | 80 | 80 | 80 | 0 |
| Octubre | 160 | 80 | 80 | 80 |
| Noviembre | 80 | 160 | Sin información | |
| Diciembre | 160 | 80 | 80 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 44. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

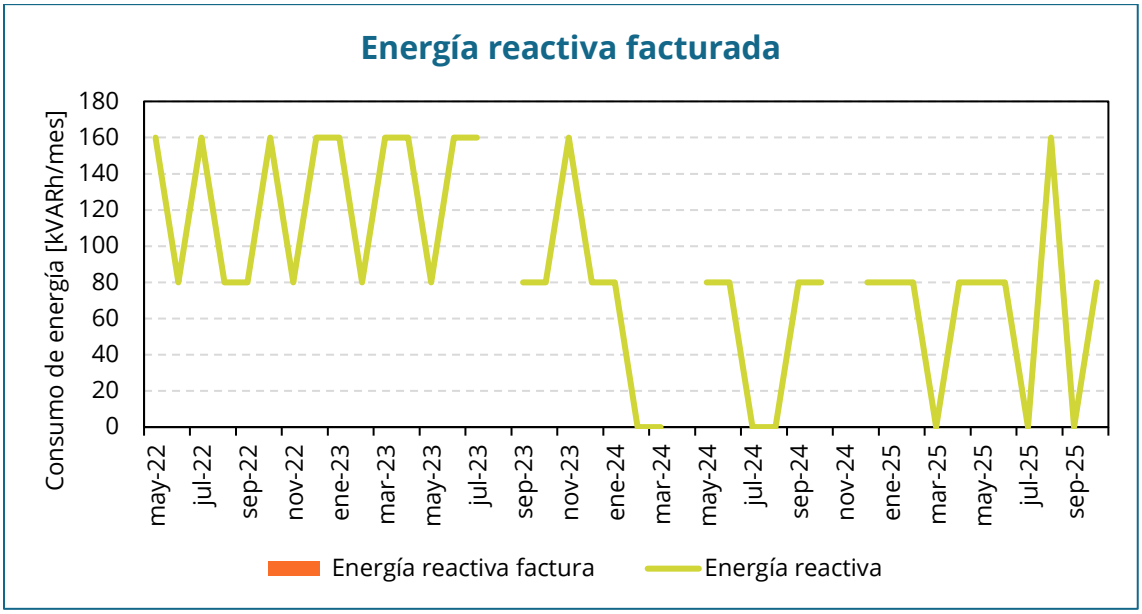
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 27, con el cual se construyó la Figura 45. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 27. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Abril | Sin información | 0 | 0 | Sin información |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | Sin información | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | Sin información | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 45. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

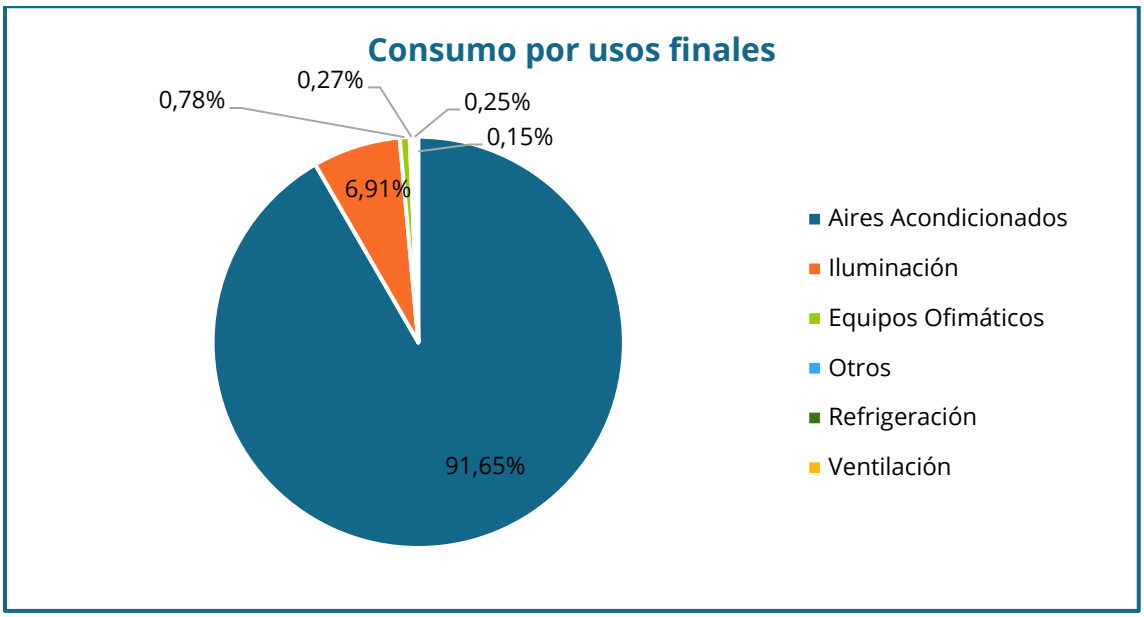
## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 7,3% en la Biblioteca en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver sección 5.1, Tabla *22*), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 28, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 46 y el diagrama de Pareto en la Figura 47.

Figura 46. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la Biblioteca



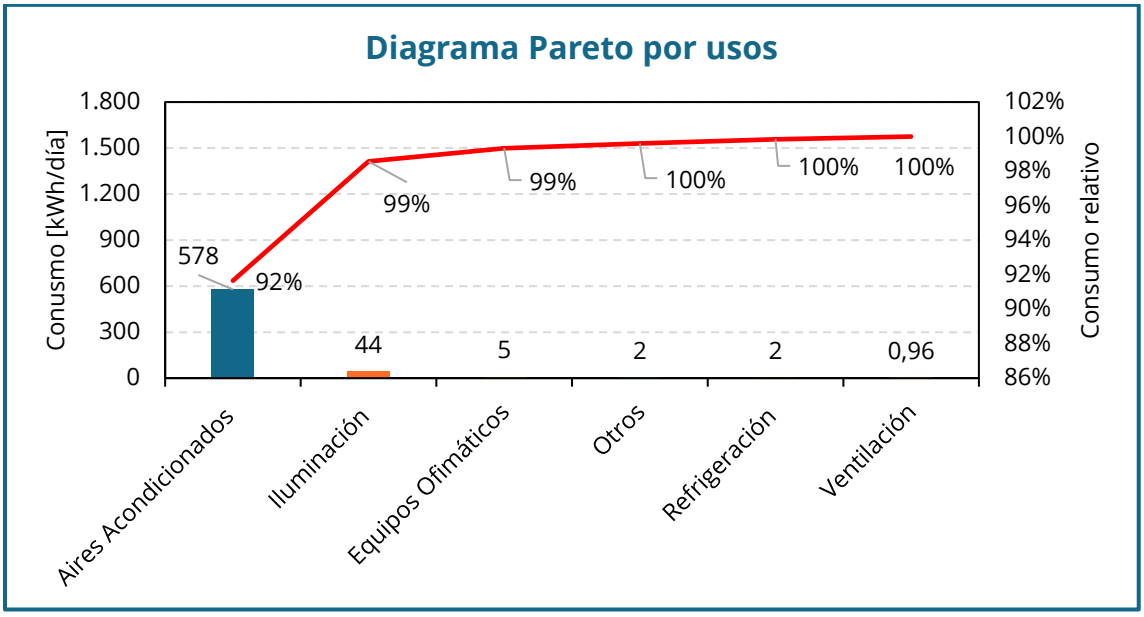

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Participación de consumo de energía por usos finales de la Biblioteca

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aires Acondicionados | 578,4 | 91,65% |
| Iluminación | 43,588 | 6,91% |
| Equipos Ofimáticos | 4,9 | 0,78% |
| Otros | 1,7 | 0,27% |
| Refrigeración | 1,56 | 0,25% |
| Ventilación | 0,96 | 0,15% |
| **Total** | **631** | **100%** |

Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

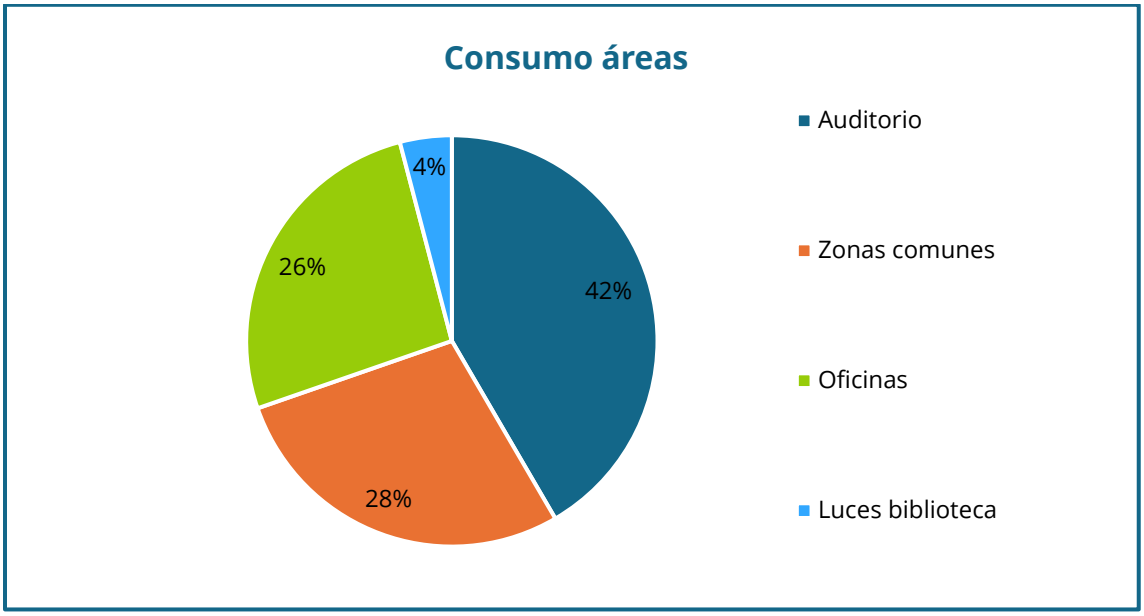
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 29, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 48 y el diagrama de Pareto en la Figura 49.

Tabla 29. Participación de consumo de energía por áreas de la Biblioteca

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Auditorio | 262,568 | 41,60% |
| Zonas comunes | 177,232 | 28,08% |
| Oficinas | 165,58 | 26,24% |
| Luces biblioteca | 25,728 | 4,08% |
| **Total** | **631** | **100%** |

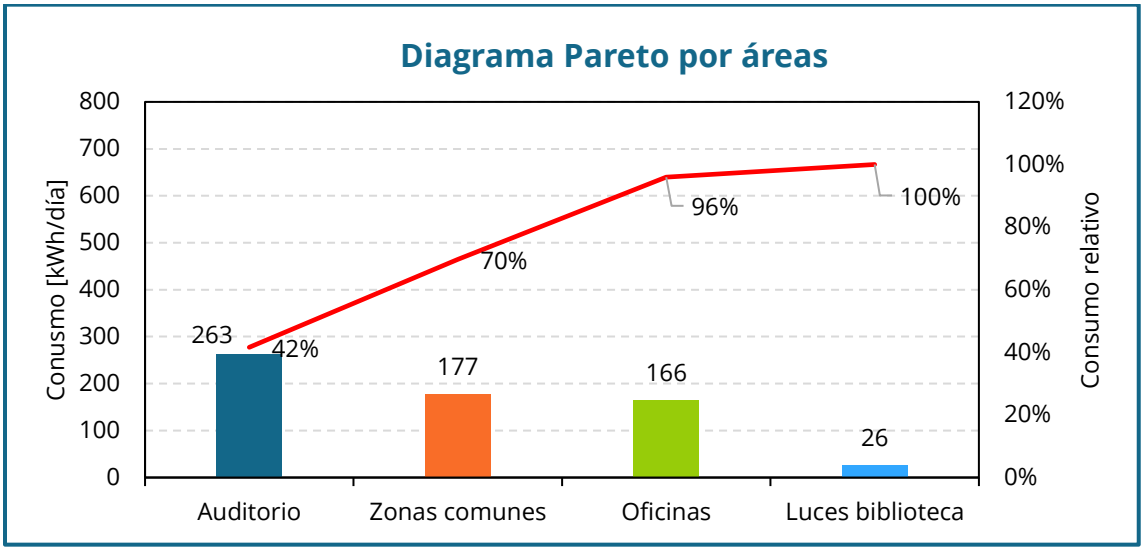
Fuente: Elaboración propia

Figura 48. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de la Biblioteca



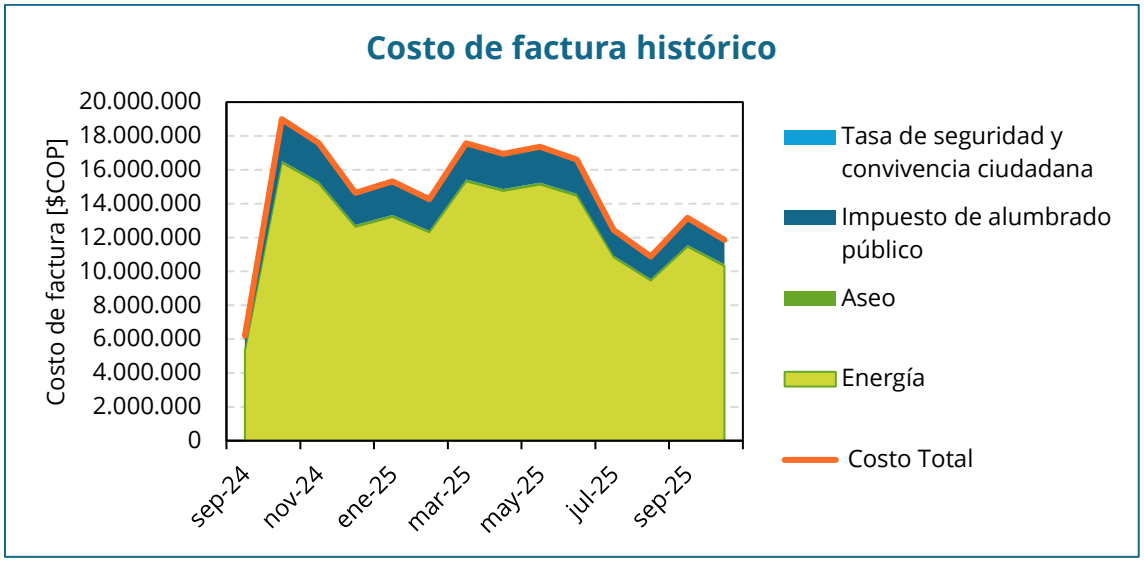

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Biblio Parque David Sánchez Juliao - NIC: 7574337 - Medidor: 62036998*

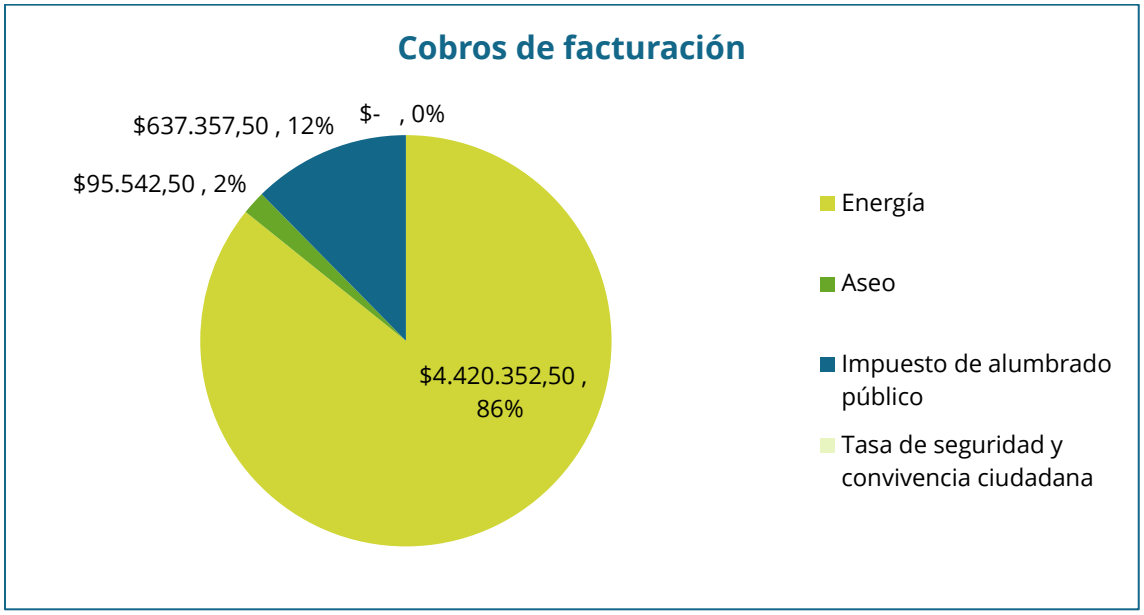
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 50 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 51.

Figura 50. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

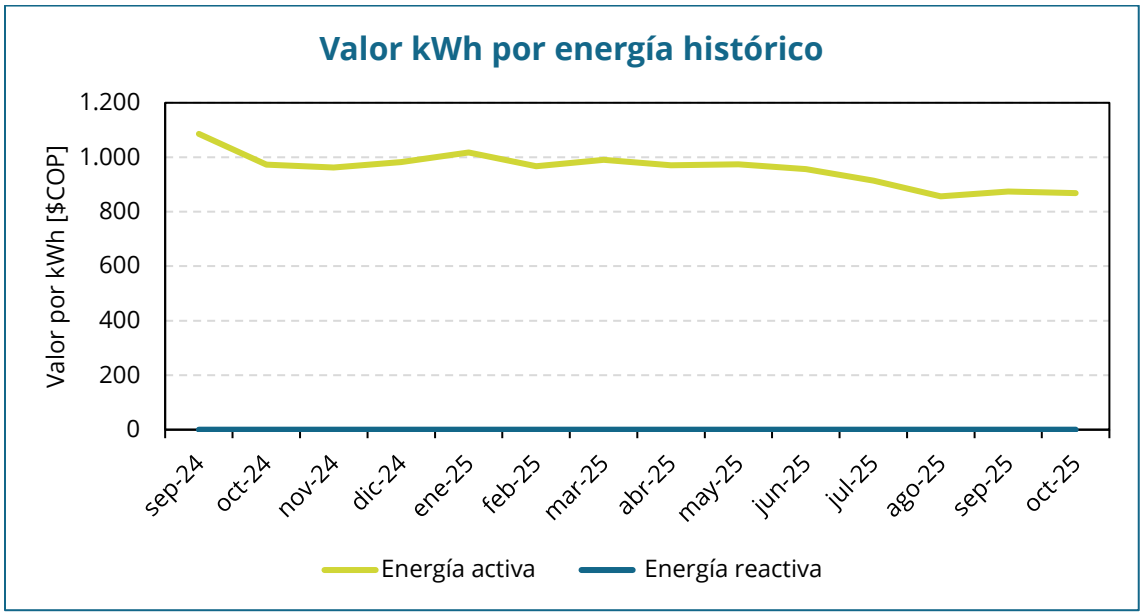
Figura 51. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 52 (ver registros en la Tabla 30 y la Tabla 31).

Figura 52. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 1.017 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 967 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 990 |
| Abril | Sin información | 0 | 0 | 971 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 974 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 957 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 914 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 856 |
| Septiembre | 0 | 0 | 1.086 | 874 |
| Octubre | 0 | 0 | 973 | 868 |
| Noviembre | 0 | 0 | 962 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 982 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 31. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

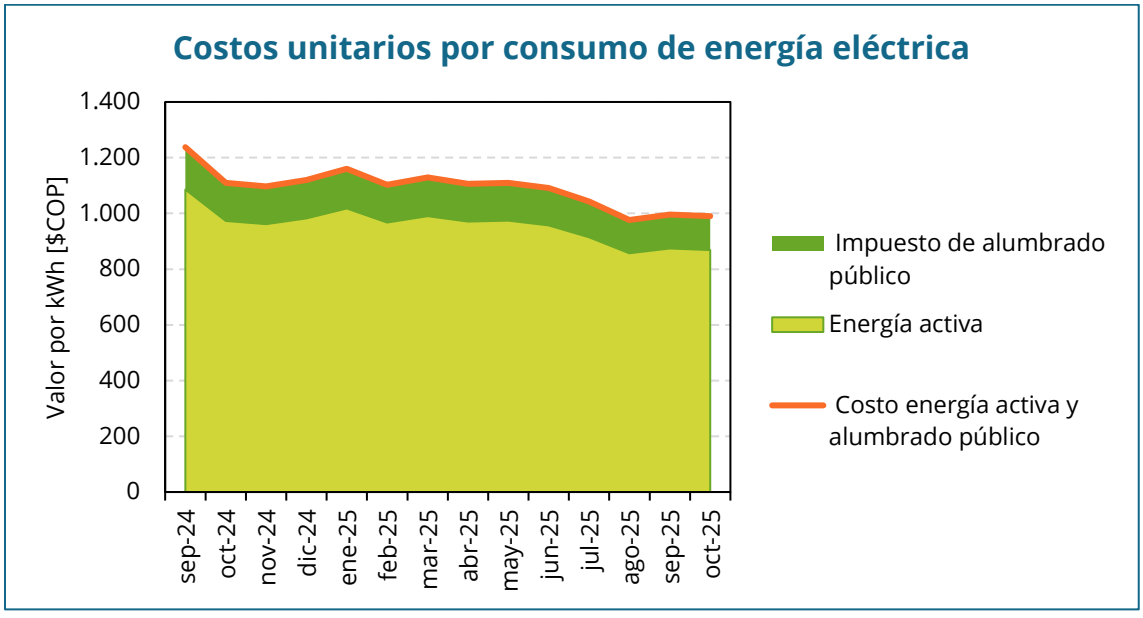
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 53 (ver registros en Tabla 32). El promedio de este valor es de $1.090,47 COP.

Tabla 32. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 1.160 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 1.103 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 1.129 |
| Abril | Sin información | 0 | 0 | 1.107 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 1.110 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 1.091 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 1.042 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 976 |
| Septiembre | 0 | 0 | 1.238 | 996 |
| Octubre | 0 | 0 | 1.109 | 990 |
| Noviembre | 0 | 0 | 1.096 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 1.120 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 53. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 54. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 33, la Tabla 34 y Tabla 35, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 33. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 13.183.690 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 12.303.801 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 15.289.151 |
| Abril | Sin información | 0 | 0 | 14.754.944 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 15.111.514 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 14.468.782 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 10.826.496 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 9.455.539 |
| Septiembre | 0 | 0 | 5.298.411 | 11.462.813 |
| Octubre | 0 | 0 | 16.422.721 | 10.212.502 |
| Noviembre | 0 | 0 | 15.157.968 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 12.493.711 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 34. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

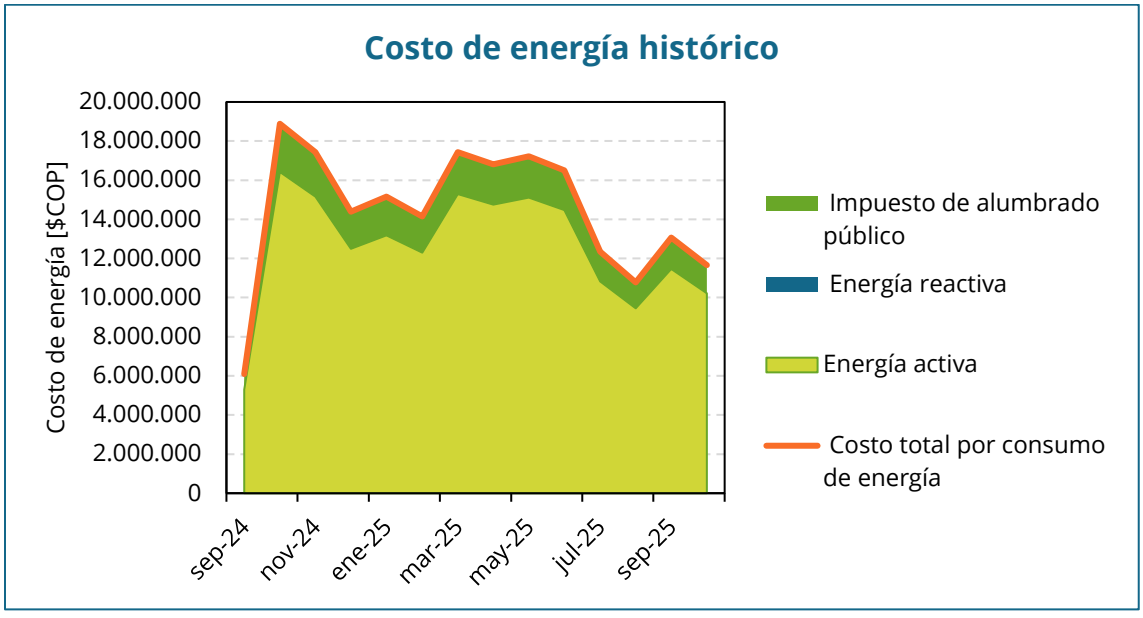
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 35. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 15.161.350 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 14.150.061 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 17.431.451 |
| Abril | Sin información | 0 | 0 | 16.820.644 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 17.227.144 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 16.494.762 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 12.342.546 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 10.779.319 |
| Septiembre | 0 | 0 | 6.093.171 | 13.067.613 |
| Octubre | 0 | 0 | 18.886.131 | 11.655.592 |
| Noviembre | 0 | 0 | 17.437.338 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 14.389.221 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 54. Costo total de energía activa

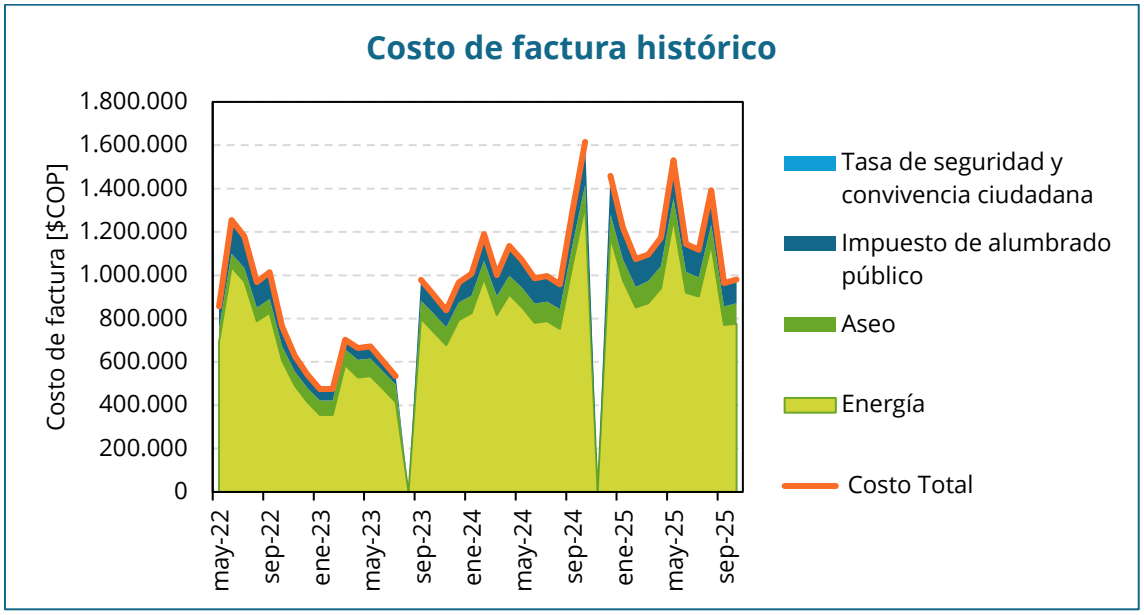



Fuente: Elaboración propia

*Luces del Parque Biblio Parque Villa Melisa - NIC: 7592935 - Medidor: 62032134*

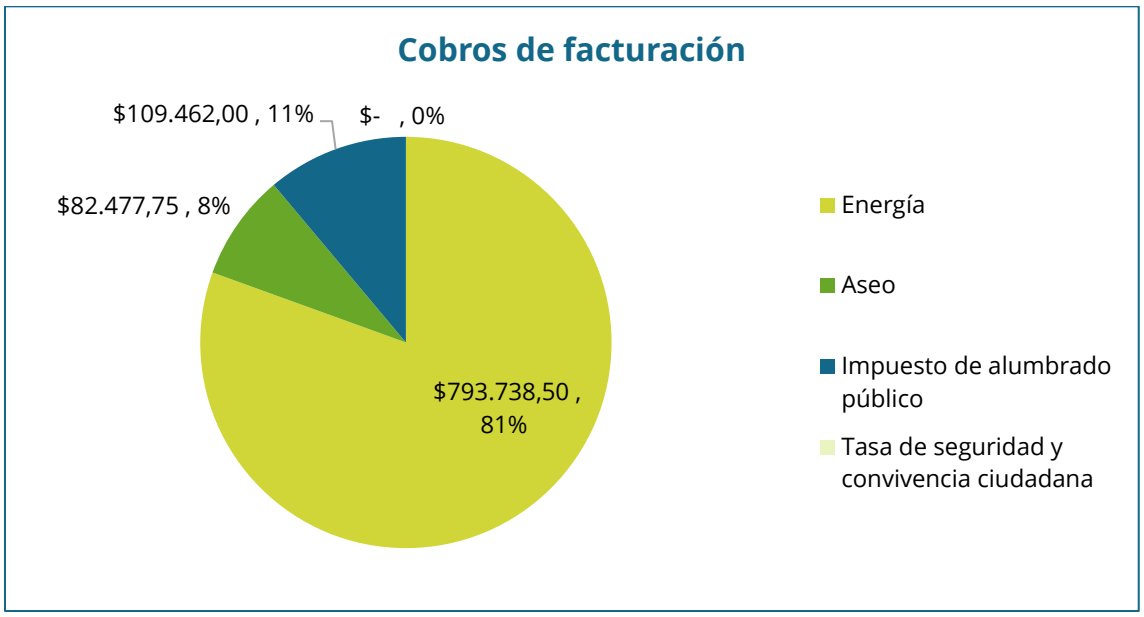
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 55 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 56.

Figura 55. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

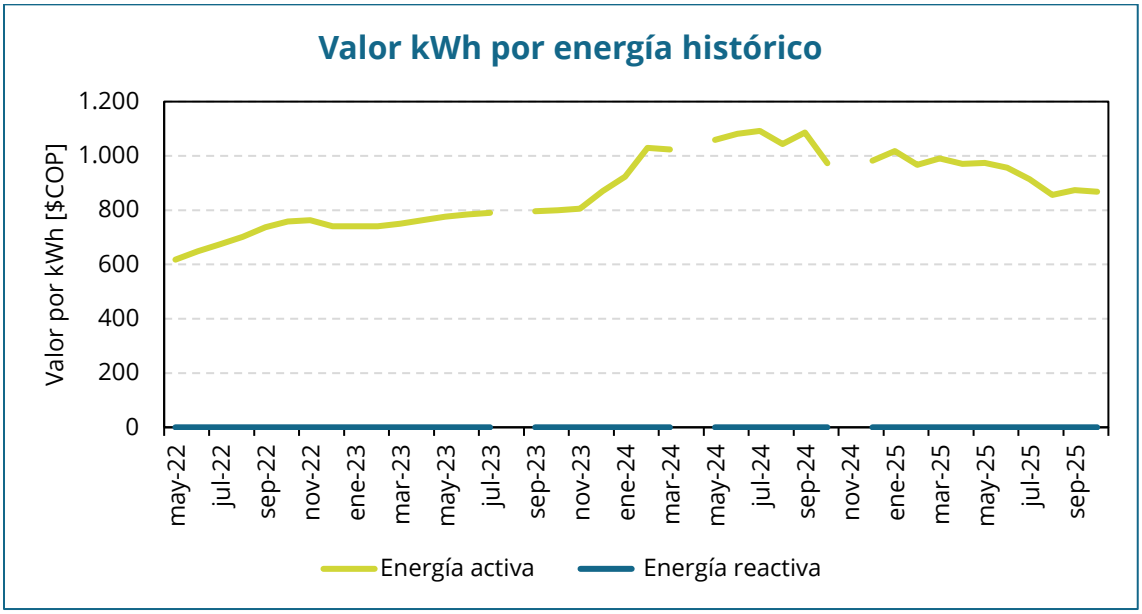
Figura 56. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 57 (ver registros en la Tabla 36 y la Tabla 37).

Figura 57. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 741 | 923 | 1.017 |
| Febrero | Sin información | 741 | 1.030 | 967 |
| Marzo | Sin información | 750 | 1.024 | 990 |
| Abril | Sin información | 763 | Sin información | 971 |
| Mayo | 618 | 776 | 1.059 | 974 |
| Junio | 649 | 784 | 1.082 | 957 |
| Julio | 675 | 790 | 1.092 | 914 |
| Agosto | 702 | Sin información | 1.044 | 856 |
| Septiembre | 737 | 796 | 1.086 | 874 |
| Octubre | 759 | 800 | 973 | 868 |
| Noviembre | 763 | 806 | Sin información | |
| Diciembre | 741 | 871 | 982 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 37. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | Sin información | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | Sin información | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

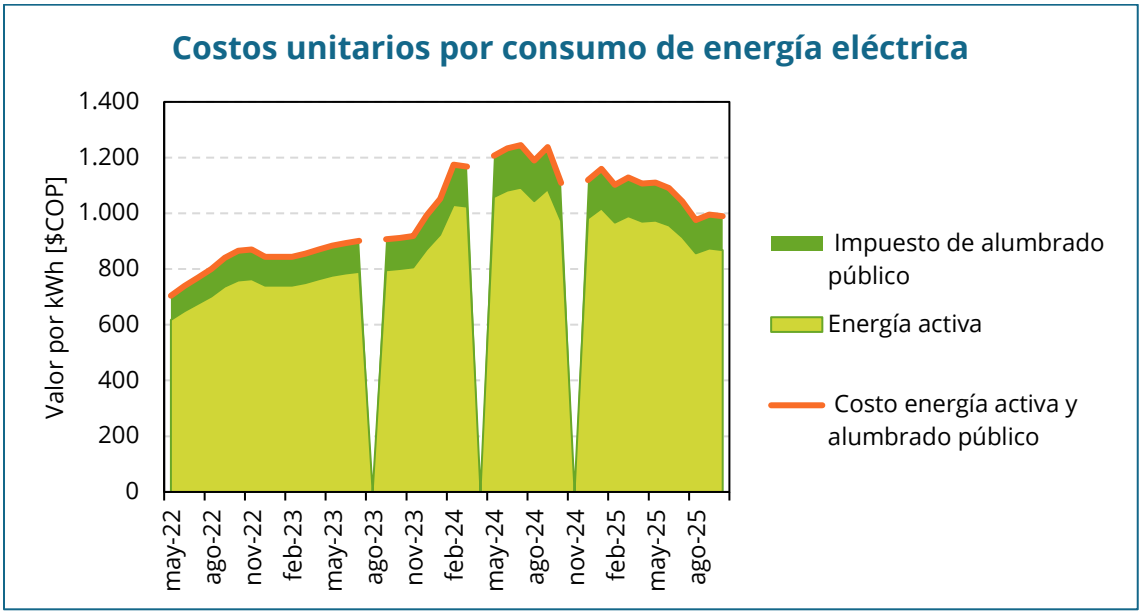
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 58 (ver registros en la Tabla 38). El promedio de este valor es de $992,17 COP.

Tabla 38. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 844 | 1.052 | 1.160 |
| Febrero | Sin información | 844 | 1.174 | 1.103 |
| Marzo | Sin información | 855 | 1.168 | 1.129 |
| Abril | Sin información | 870 | Sin información | 1.107 |
| Mayo | 704 | 885 | 1.207 | 1.110 |
| Junio | 740 | 894 | 1.233 | 1.091 |
| Julio | 769 | 901 | 1.245 | 1.042 |
| Agosto | 800 | Sin información | 1.190 | 976 |
| Septiembre | 840 | 907 | 1.238 | 996 |
| Octubre | 865 | 912 | 1.109 | 990 |
| Noviembre | 870 | 918 | Sin información | |
| Diciembre | 844 | 993 | 1.120 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 58. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 59. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 39, la Tabla 40 y la Tabla 41, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 39. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 355.459 | 664.610 | 979.569 |
| Febrero | Sin información | 355.459 | 824.064 | 851.206 |
| Marzo | Sin información | 299.952 | 655.494 | 871.402 |
| Abril | Sin información | 366.341 | Sin información | 931.891 |
| Mayo | 691.947 | 372.422 | 846.992 | 1.246.310 |
| Junio | 1.037.920 | 313.612 | 778.723 | 918.653 |
| Julio | 971.582 | 252.851 | 786.269 | 901.598 |
| Agosto | 785.904 | Sin información | 751.672 | 1.142.544 |
| Septiembre | 825.205 | 636.792 | 1.042.310 | 768.847 |
| Octubre | 607.112 | 575.986 | 1.323.158 | 764.201 |
| Noviembre | 488.602 | 515.565 | Sin información | |
| Diciembre | 414.702 | 626.990 | 1.178.652 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 40. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | Sin información | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | Sin información | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

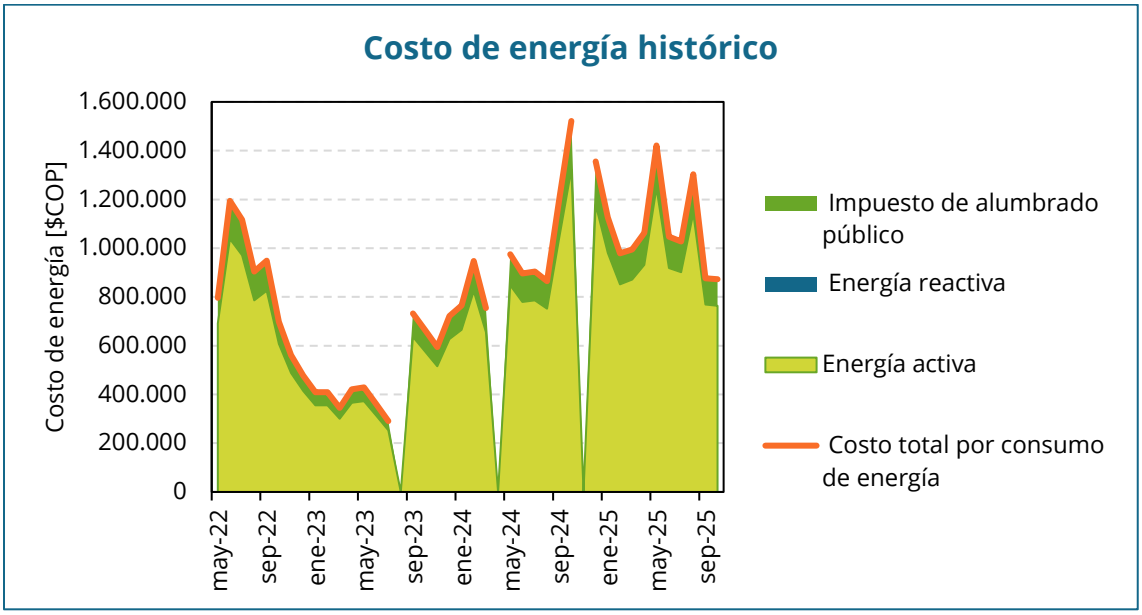
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 41. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 408.779 | 764.330 | 1.126.059 |
| Febrero | Sin información | 408.779 | 947.734 | 979.116 |
| Marzo | Sin información | 344.942 | 753.814 | 993.972 |
| Abril | Sin información | 421.291 | Sin información | 1.062.601 |
| Mayo | 795.787 | 428.282 | 974.752 | 1.420.800 |
| Junio | 1.193.800 | 360.652 | 895.973 | 1.047.273 |
| Julio | 1.117.332 | 290.781 | 904.219 | 1.027.818 |
| Agosto | 903.794 | Sin información | 864.672 | 1.302.504 |
| Septiembre | 949.175 | 732.302 | 1.198.920 | 876.797 |
| Octubre | 698.182 | 663.736 | 1.521.628 | 873.191 |
| Noviembre | 561.892 | 594.505 | Sin información | |
| Diciembre | 476.912 | 721.070 | 1.355.862 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 59. Costo total de energía activa




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \quad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \quad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \quad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *22*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 42).

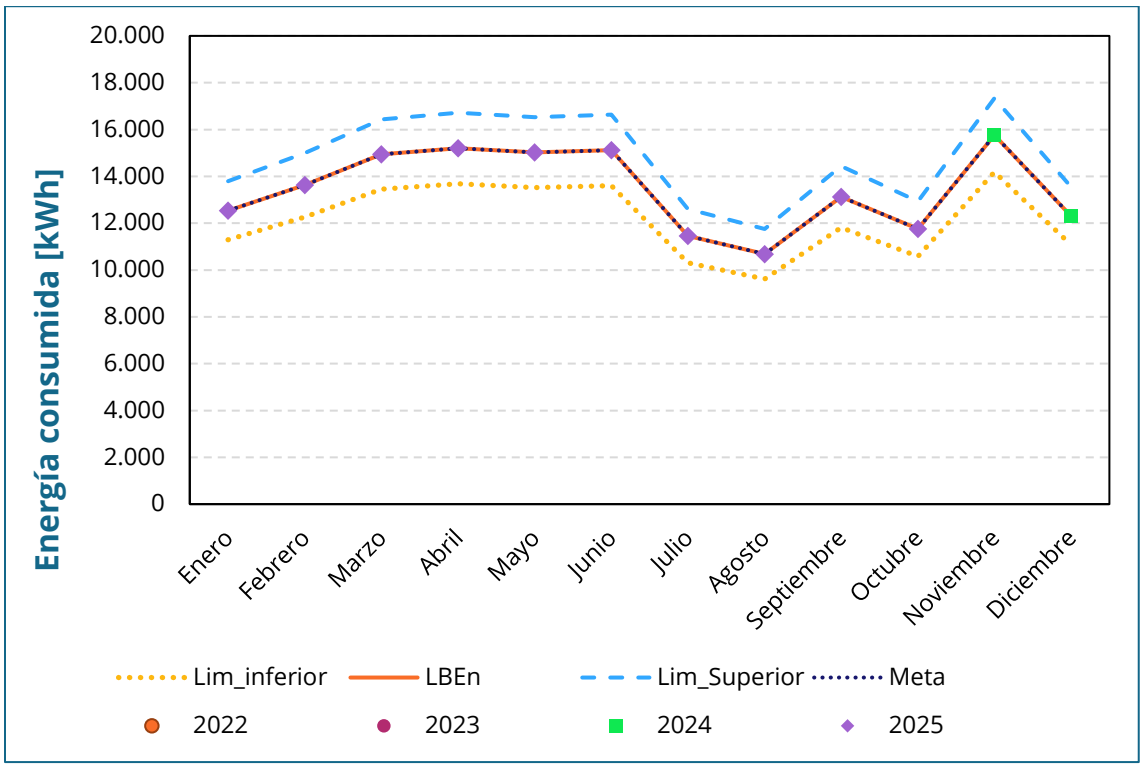
Tabla 42. Registros para construcción de LBEn de la Biblioteca

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 11.288 | 12.542 | 13.796 | 12.542 |
| Febrero | 12.266 | 13.629 | 14.991 | 13.629 |
| Marzo | 13.448 | 14.942 | 16.436 | 14.942 |
| Abril | 13.680 | 15.200 | 16.720 | 15.200 |
| Mayo | 13.517 | 15.019 | 16.521 | 15.019 |
| Junio | 13.608 | 15.120 | 16.632 | 15.120 |
| Julio | 10.312 | 11.458 | 12.604 | 11.458 |
| Agosto | 9.615 | 10.684 | 11.752 | 10.684 |
| Septiembre | 11.808 | 13.120 | 14.432 | 13.120 |
| Octubre | 10.584 | 11.760 | 12.936 | 11.760 |
| Noviembre | 14.184 | 15.760 | 17.336 | 15.760 |
| Diciembre | 11.079 | 12.310 | 13.541 | 12.310 |
| **Total** | | **161.543** | | **161.543** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 60, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 60. Línea Base Energética (LBEn) de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 43 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 43. Reporte UPME para potencial de ahorro energético de la Biblioteca

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Biblioteca para actividades de consulta y lectura | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 31.052 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Noviembre 2024 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 42 | | | |
| Cantidad datos finales | 12 | | | |
| LBEn | Enero | | 12.542 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 13.629 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 14.942 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 15.200 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 15.019 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 15.120 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 11.458 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 10.684 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 13.120 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 11.760 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 15.760 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 12.310 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Febrero | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Marzo | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Abril | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Mayo | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Junio | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Julio | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Agosto | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Septiembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Octubre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Noviembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Diciembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

Es importante señalar que el ahorro estimado es nulo. Esto se debe a que, para cada mes, solo se dispone de un único mes de datos como referencia. En consecuencia, el valor de energía de la línea base (LBEn) y la meta (definida como el consumo mínimo registrado en un mes dado) son idénticos. Adicionalmente, para las luces de la biblioteca no se estima línea base dado que primero se debe definir la discrepancia entre las mediciones y la facturación (ver Tabla 21).

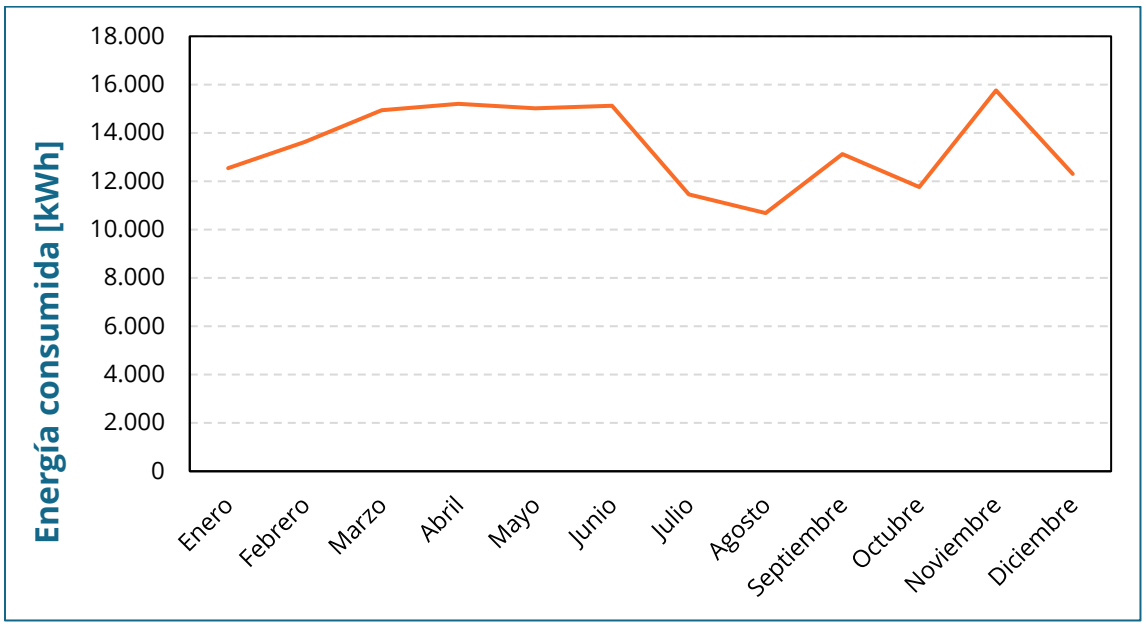
# 7. INDICADORES

Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado de la entidad con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 61, cuyos valores se disponen en la Tabla 43.

Figura 61. Consumo de energía eléctrica mensual de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por la entidad en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos

mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 161.543 kWh/año para la Biblioteca.

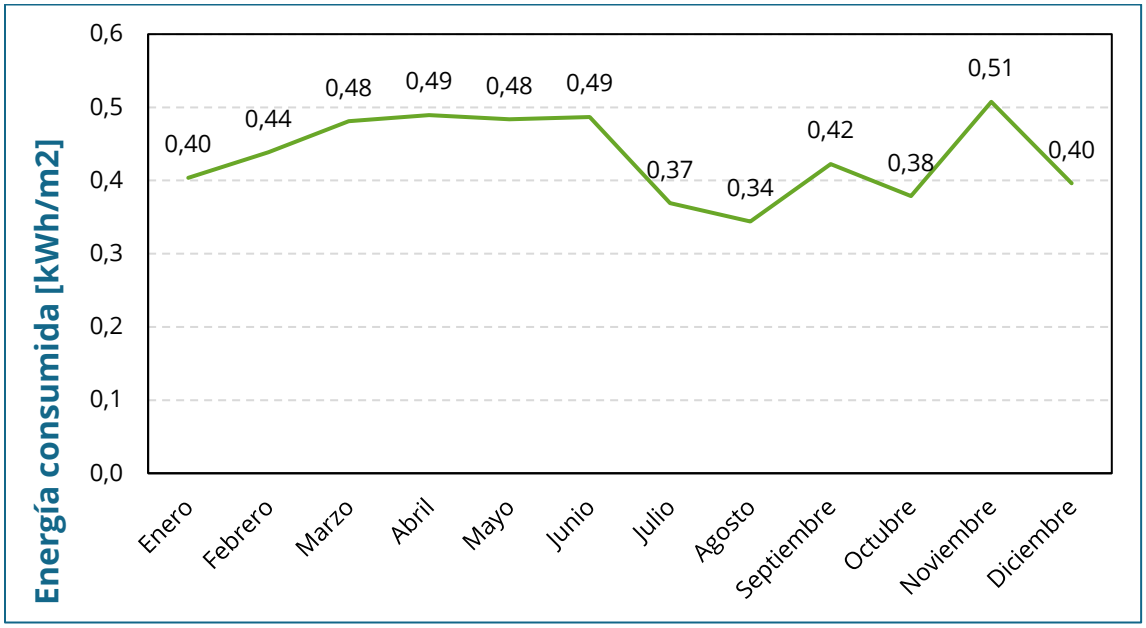
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 62.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n \text{ (kWh/mes)}}{\text{Área útil (m}^2\text{)}} \quad (7)$$

Figura 62. Consumo de energía eléctrica mensual de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica de la entidad con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 5,20 kWh/año/m² para la Biblioteca.

$$\text{CEEAS}\ (\text{kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \tag{8}$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico de la entidad en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \tag{9}$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \tag{10}$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ítem 2, conformado por la Biblioteca Parque David Sánchez Juliao y sus Luces del Parque, presenta condiciones que ofrecen oportunidades clave para mejorar la eficiencia energética y la presenta condiciones que ofrecen oportunidades clave para mejorar la eficiencia energética y la seguridad:

- El aire acondicionado es el principal uso final de energía en la Biblioteca, representando más del 91% del consumo total, identificándolo como el área de mayor impacto para medidas de ahorro.
- Se identificaron múltiples deficiencias que incumplen el RETIE, incluyendo cableado expuesto sin canalización, tomacorrientes sin tapa, humedad en el cuarto eléctrico, tuberías plásticas no empotradas y almacenamiento inadecuado en la subestación. Estas condiciones representan riesgos de seguridad eléctrica.
- Se registraron tensiones superiores a los límites normativos y un desequilibrio en las corrientes de fase en la Biblioteca, lo que puede afectar el rendimiento y la vida útil de los equipos.
- Existe una discrepancia crítica (4.273%) entre el consumo medido y el facturado para las Luces del Parque, y el personal reporta que las luminarias no operan, lo que sugiere un error en la facturación del operador de red.
- La Línea Base Energética (LBEn) se estableció en 161.543 kWh/año para la Biblioteca. Sin embargo, el potencial de ahorro estimado es nulo con los datos actuales, ya que solo se cuenta con un dato histórico por mes, haciendo que la LBEn y la meta coincidan.

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 2 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 2 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** ***CORPORACION EMA.***
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

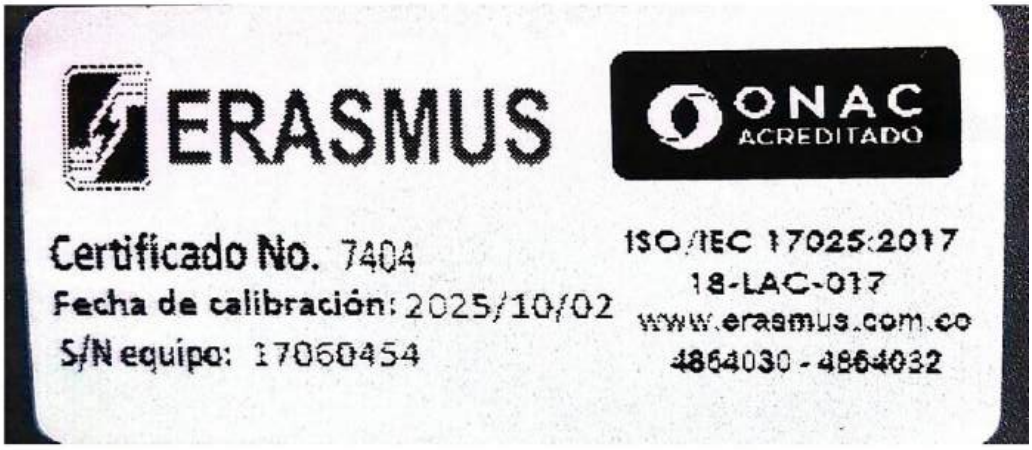
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas.<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad**: Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

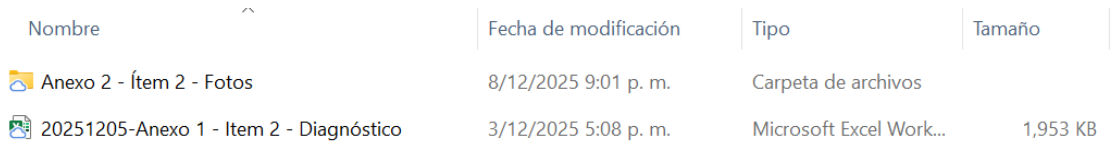
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 2.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2 - Ítem 2 - Fotos | 8/12/2025 9:01 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 2 - Diagnóstico | 3/12/2025 5:08 p. m. | Microsoft Excel Work... | 1,953 KB |



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

# Consorcio

## Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

### Ítem 3 - Biblioteca Barrio Costa de Oro

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 7
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 8
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 9
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 9
2.2 Áreas útiles ..... 10
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 11
3.1 Generalidades de alimentación ..... 11
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 13
3.3 Inventario ..... 13
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 16
4.1 Temperatura y humedad ..... 16
4.2 Cámara termográfica ..... 17
4.3 Iluminancia ..... 18
4.4 Mediciones eléctricas ..... 19
4.5 Curva de carga ..... 23
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 25
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 27
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 28
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 32
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 36
6.1 Metodología ..... 36
6.2 Resultados ..... 37
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 39
7. INDICADORES ..... 40
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 40
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 40
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 41

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) ..... 41
7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 42
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 42
Bibliografía ..... 44
ANEXOS ..... 45

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Biblioteca ..... 10
Figura 2. Longitudes para cálculo de área del terreno ..... 10
Figura 3. Longitudes para cálculo de área construída ..... 11
Figura 4. Conexión física de la red a la edificación ..... 12
Figura 5. Acometida aérea al interior de la edificación y tablero principal ..... 12
Figura 6. Muestra de tableros eléctricos de la edificación ..... 13
Figura 7. Equipos de aire acondicionado en la Biblioteca ..... 14
Figura 8. Equipos ofimáticos de la Biblioteca ..... 14
Figura 9. Equipos de iluminación de la Biblioteca ..... 15
Figura 10. Equipos fuera de servicio ..... 16
Figura 11. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 ..... 17
Figura 12. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal ..... 18
Figura 13. Luxómetro digital MPT1014 ..... 19
Figura 14. Instalación de equipo Metrel MI 2883 ..... 20
Figura 15. Tensiones de tablero principal ..... 20
Figura 16. Corrientes de tablero principal ..... 21
Figura 17. Energía activa de tablero principal ..... 21
Figura 18. Potencias de tablero principal ..... 22
Figura 19. Factor de potencia de tablero principal ..... 22
Figura 20. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas ..... 23
Figura 21. Corrientes de tablero principal ..... 24
Figura 22. Curva de carga de tablero principal ..... 25
Figura 23. Registro de datos clave de facturas ..... 26
Figura 24. Consumo histórico de energía activa ..... 28
Figura 25. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la Biblioteca ..... 29
Figura 26. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la Biblioteca ..... 30
Figura 27. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de la Biblioteca ..... 31
Figura 28. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de la Biblioteca ..... 31
Figura 29. Costo de factura histórico ..... 32
Figura 30. Gráfico circular de costos de facturación ..... 32
Figura 31. Costo unitario por kWh de energía ..... 33
Figura 32. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público ..... 34
Figura 33. Costo total de energía activa ..... 36
Figura 34. Línea Base Energética (LBEn) de la Biblioteca ..... 38
Figura 35. Consumo de energía eléctrica mensual de la Biblioteca ..... 40
Figura 36. Consumo de energía eléctrica mensual de la Biblioteca ..... 41

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de la Biblioteca Barrio Costa de Oro ..... 8
Tabla 2. Información de actividades de la Biblioteca Barrio Costa de Oro ..... 8
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación ..... 9
Tabla 4. Áreas de la Biblioteca ..... 11
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de la Biblioteca ..... 14
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de la Biblioteca ..... 14
Tabla 7. Inventario de iluminación de la Biblioteca ..... 15
Tabla 8. Inventario de otros equipos de la Biblioteca ..... 15
Tabla 9. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad ..... 17
Tabla 10. Mediciones de iluminancia ..... 19
Tabla 11. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia ..... 23
Tabla 12. Especificaciones de medición con datalogger ..... 24
Tabla 13. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura ..... 24
Tabla 14. Registro de consumo histórico de energía activa ..... 27
Tabla 15. Participación de consumo de energía por usos finales de la Biblioteca ..... 29
Tabla 16. Participación de consumo de energía por áreas de la Biblioteca ..... 30
Tabla 17. Costo unitario por kWh de energía activa ..... 33
Tabla 18. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público ..... 34
Tabla 19. Costo facturado por energía activa ..... 35
Tabla 20. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público ..... 35
Tabla 21. Registros para construcción de LBEn de la Biblioteca ..... 37
Tabla 22. Reporte UPME para potencial de ahorro energético ..... 39

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en el ítem 3, correspondiente a la Biblioteca del Barrio Costa de Oro en Montería, Córdoba. El estudio se desarrolló en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que establece la obligatoriedad de ejecutar auditorías energéticas y fijar metas de ahorro del 15% para 2026.

La auditoría incluyó una evaluación integral de las condiciones arquitectónicas, inspección eléctrica detallada, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curvas de carga), análisis histórico de consumo y facturación, caracterización de usos finales, establecimiento de una línea base energética (LBEn) y cálculo de indicadores de desempeño.

Se determinó que el aire acondicionado es el principal uso final de energía, representando aproximadamente el 83% del consumo total diario. No se identificaron deficiencias críticas de seguridad que incumplan el RETIE en la inspección visual. Sin embargo, se detectó un factor de potencia por debajo del límite normativo (0,87) y un desequilibrio en las corrientes de fase.

La construcción de la Línea Base Energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME permitió establecer un consumo de referencia anual de 27.081 kWh y cuantificar un potencial de ahorro energético significativo, con metas de reducción que en algunos meses superan el 39%. Esto indica una amplia oportunidad para la implementación de medidas de eficiencia. El informe proporciona la base técnica para priorizar intervenciones que mejoren la eficiencia energética, cumplan con la normativa y logren los objetivos de ahorro energético establecidos por la ley.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

## 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 3 corresponde a la Biblioteca Barrio Costa de Oro es una biblioteca pública con el objetivo de ofrecer un espacio de lectura. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2. No obstante, si bien el horario de atención al público es de lunes a viernes, los sábados y domingos operan los aires acondicionados y luminarias con normalidad, donde hay presencia de guardas las 24 horas del día.

Tabla 1. Información general de la Biblioteca Barrio Costa de Oro



| | |
|---|---|
| **Nombre de la institución** | Biblioteca Barrio Costa de Oro |
| **Dirección** | Cll 22 cr 15A-115 |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8,7429116° Longitud: -75.878376° |
| **Antigüedad [años]** | 6 |
| **Tipo de tenencia** | En propiedad |
| **Limitaciones patrimoniales** | No |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Tabla 2. Información de actividades de la Biblioteca Barrio Costa de Oro

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Biblioteca |
| **Días de operación** | Lunes a viernes |
| **Horarios de operación** | 08:00 am a 6:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | 6 |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloque, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Biblioteca (ver Figura 1)

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación




| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Suroriente |
| **Número de edificios o bloques** | 1 |
| **Número de pisos** | 1 |
| **Altura techos internos [m]** | 4 |
| **Área construida aproximada [m$^2$]** | 282 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 45° |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: blanco |
| | Estado de las paredes: buenas |
| | Tipo de aislamiento: árboles alrededor |
| **Ventanas** | Material del marco: metal |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: buenas |
| **Techo** | Material: lamina de zinc |
| | Color: blanco |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Áreas útiles

Figura 2. Longitudes para cálculo de área del terreno




Fuente: Elaboración propia

El área total del terreno de la Biblioteca es de aproximadamente 750 $m^2$ (ver Figura 2), mientras que la superficie construida, asciende a los 282 $m^2$ (ver Figura 3). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que la Biblioteca no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 3. Longitudes para cálculo de área construída




Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas de la Biblioteca

| Área | Área total [$m^2$] | Fuente |
|---|---|---|
| Biblioteca | 162 | Estimación |

Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

La Biblioteca se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13,2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo semibandera (ver Figura 4), donde la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador de 30 kVA propiedad del operador, desde donde la distribución continúa en configuración aérea hasta la edificación principal (ver Figura 5).

Figura 4. Conexión física de la red a la edificación



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Acometida aérea al interior de la edificación y tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Desde el tablero eléctrico principal se derivan los circuitos hacia los tableros seccionales ubicados en la Biblioteca. En la Figura 6 se presentan ejemplos de estos tableros.

Figura 6. Muestra de tableros eléctricos de la edificación



Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones eléctricas de la Biblioteca, donde no se encontró que las instalaciones requieran la intervención y actualización de las mismas, dado que a simple vista no incumplen el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), en materia de riesgo eléctrico.

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 7).

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de la Biblioteca

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias [W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Minisplit | 36.000 | 7.557 | 2 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Equipos de aire acondicionado en la Biblioteca



Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 8).

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de la Biblioteca

| Equipo | Suma de potencias [W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Computador | 100 | 2 |
| Impresora | 36 | 1 |
| Servidor | 80 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Equipos ofimáticos de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 9).

Tabla 7. Inventario de iluminación de la Biblioteca

| Equipo | Suma de potencias [W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Bombilla LED | 40 | 12 |
| Tubo fluorescente | 65 | 16 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Equipos de iluminación de la Biblioteca



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de otros equipos se sintetizan en la Tabla 8.

Tabla 8. Inventario de otros equipos de la Biblioteca

| Equipo | Suma de potencias [W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Bomba de agua de 1 HP | 746 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se evidenciaron equipos fuera de servicio o en mal estado (ver Figura 10):

- Un **Aire acondicionado** averiado en espacios de la biblioteca.
- **Luminarias** exteriores faltantes.

Figura 10. Equipos fuera de servicio



Fuente: Elaboración propia

# 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables en la Biblioteca, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 11). Donde se registraron tres mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 9.

Figura 11. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 10:12 am | 26 | 73% |
| 2 | 10:13 am | 26 | 59% |
| 3 | 11:20 am | 28 | 63% |

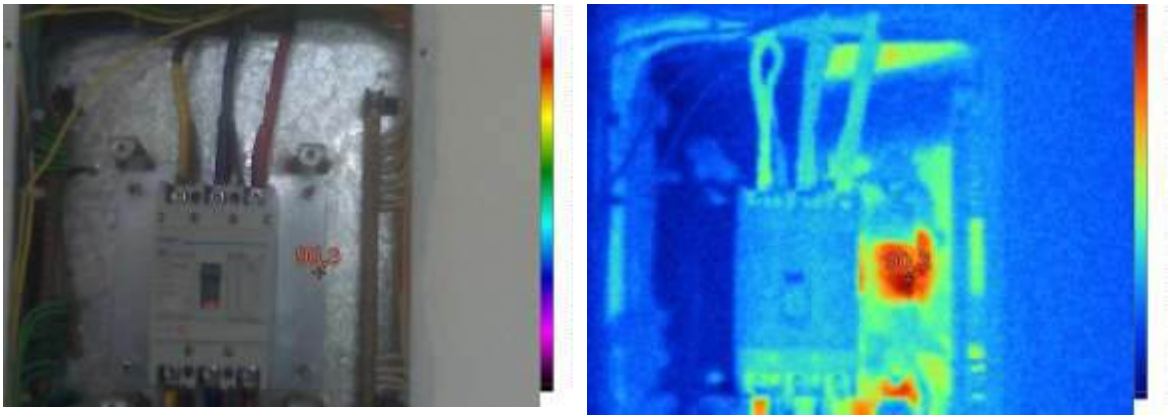
Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Cámara termográfica

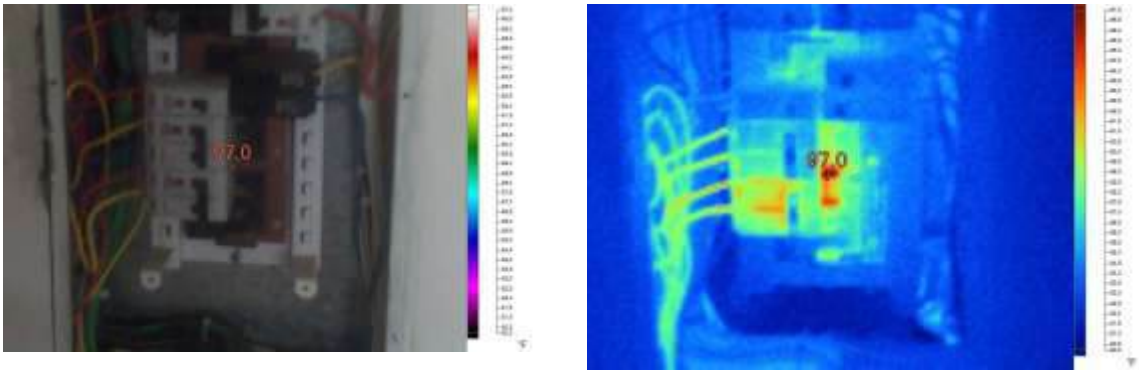
Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en el tablero eléctrico principal, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 12. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 27 °C (según la Tabla 9), se obtiene un diferencial máximo de 9°C, correspondiente a la Figura 12(b) con 36°C (97 °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (1 °C a 10 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “posible deficiencia”. Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar seguimiento periódico para detectar cualquier tendencia al sobrecalentamiento.

Figura 12. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones de la Biblioteca, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios que, de manera visual. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 10.

Tabla 10. Mediciones de iluminancia

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Biblioteca | 16 | 698 | 500 | Cumple |

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un cumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2.

Figura 13. Luxómetro digital MPT1014



Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Mediciones eléctricas

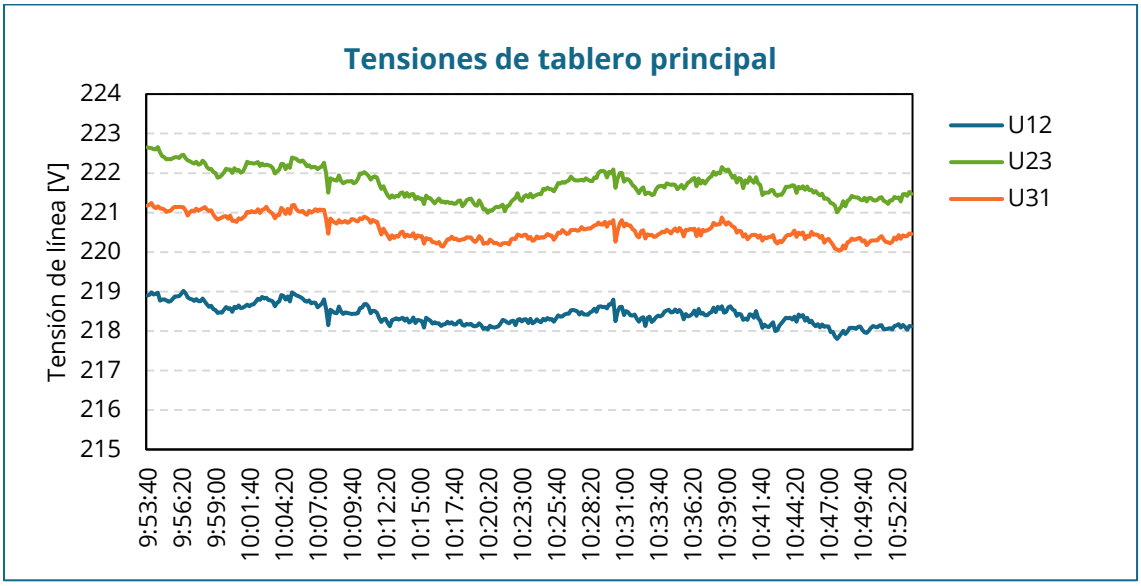
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de la Biblioteca y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 14. Instalación de equipo Metrel MI 2883



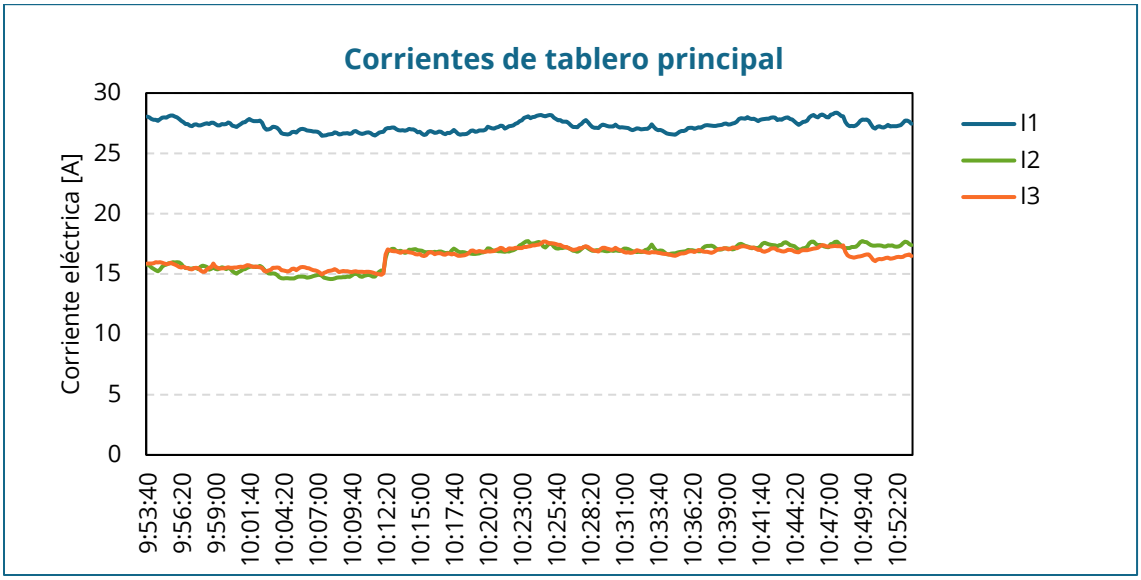
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Tensiones de tablero principal



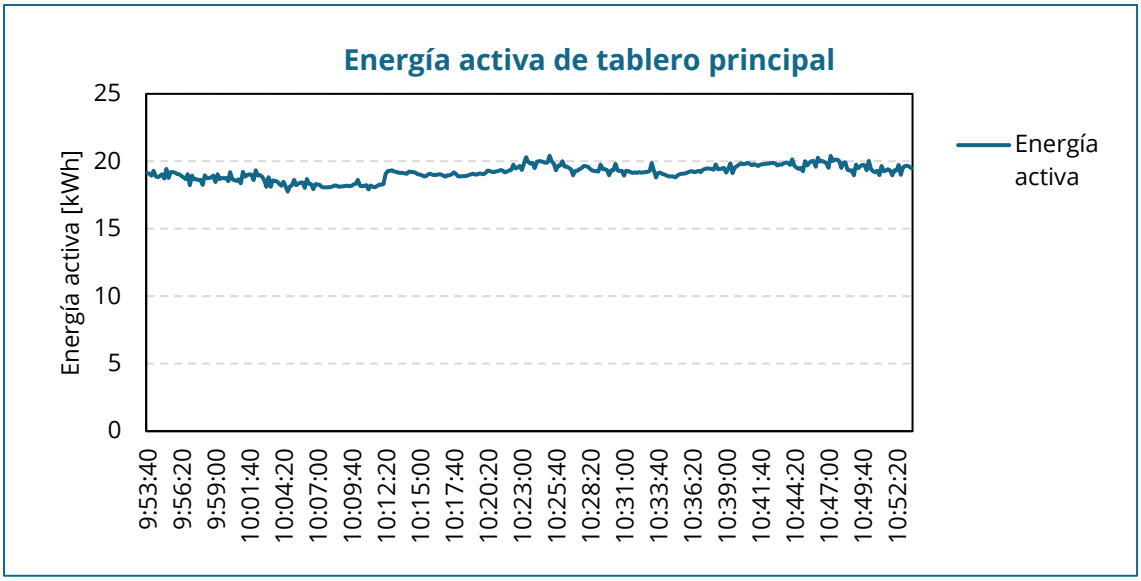

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Corrientes de tablero principal



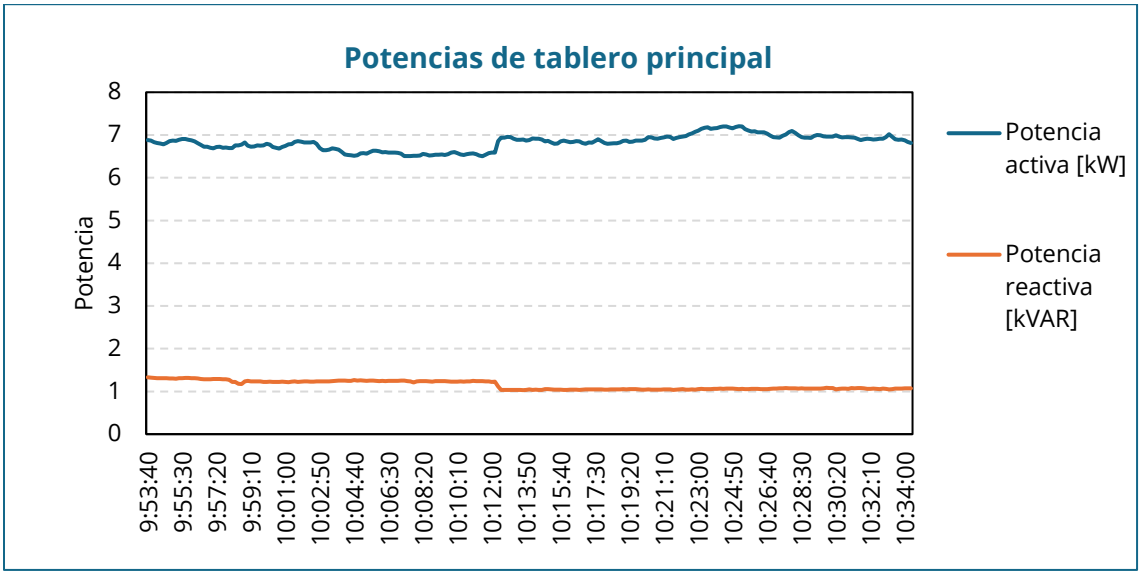

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Energía activa de tablero principal



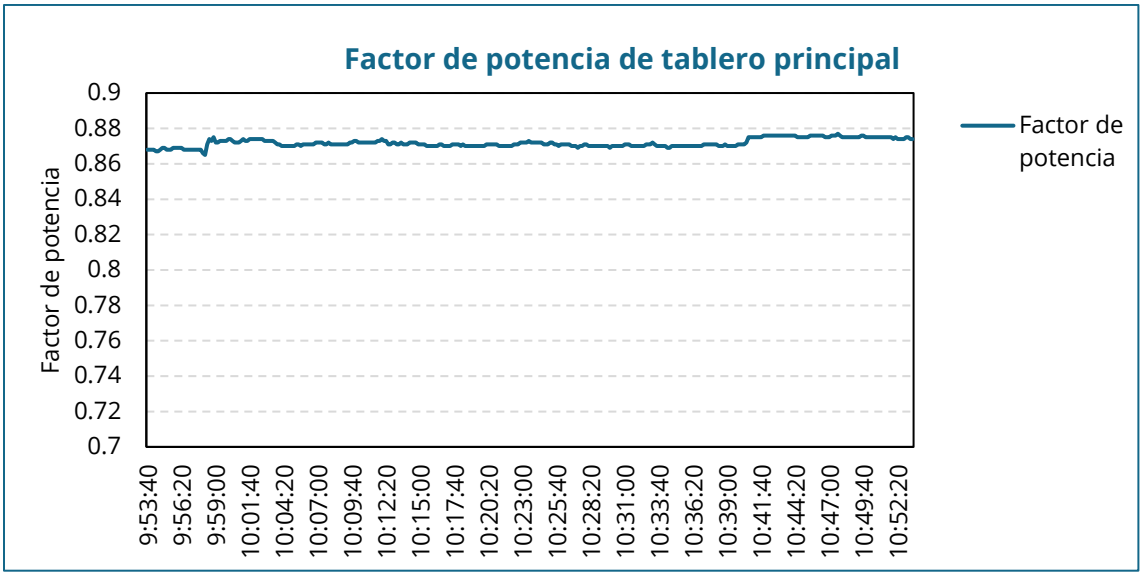

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Potencias de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Factor de potencia de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia en la Figura 9 que el factor de potencia se encuentra por debajo de los límites establecidos por la normativa colombiana (0,9 – 1). Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las

causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

## 4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa de la Biblioteca. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 11 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 11. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 218,48 | 0,12% |
| U23 | 221,79 | 0,17% |
| U31 | 220,67 | 0,13% |
| Factor de potencia | 0,87 | 0,26% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 12.

Figura 20. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Especificaciones de medición con datalogger

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 14 de noviembre de 2025 |
| **Feche final** | 18 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 3,96 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

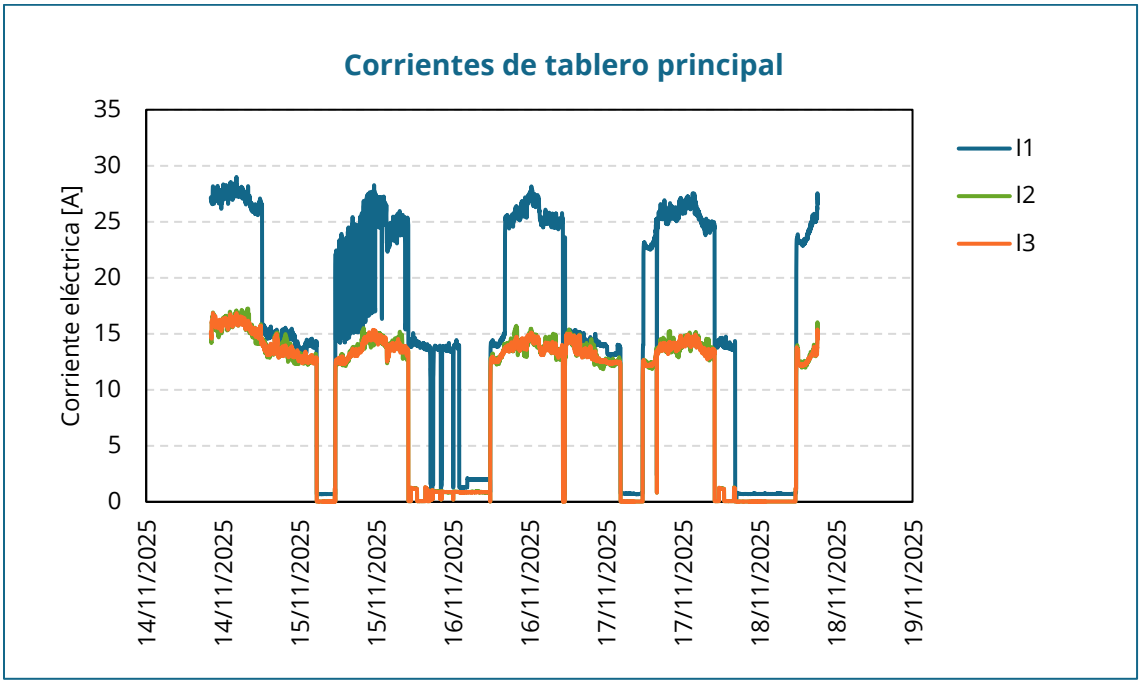
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 21y la Figura 22. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 13.

Tabla 13. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 364 |
| **Feche final** | 2.755 |
| **Días de medición** | 2.963 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 7,0% |

Fuente: Elaboración propia

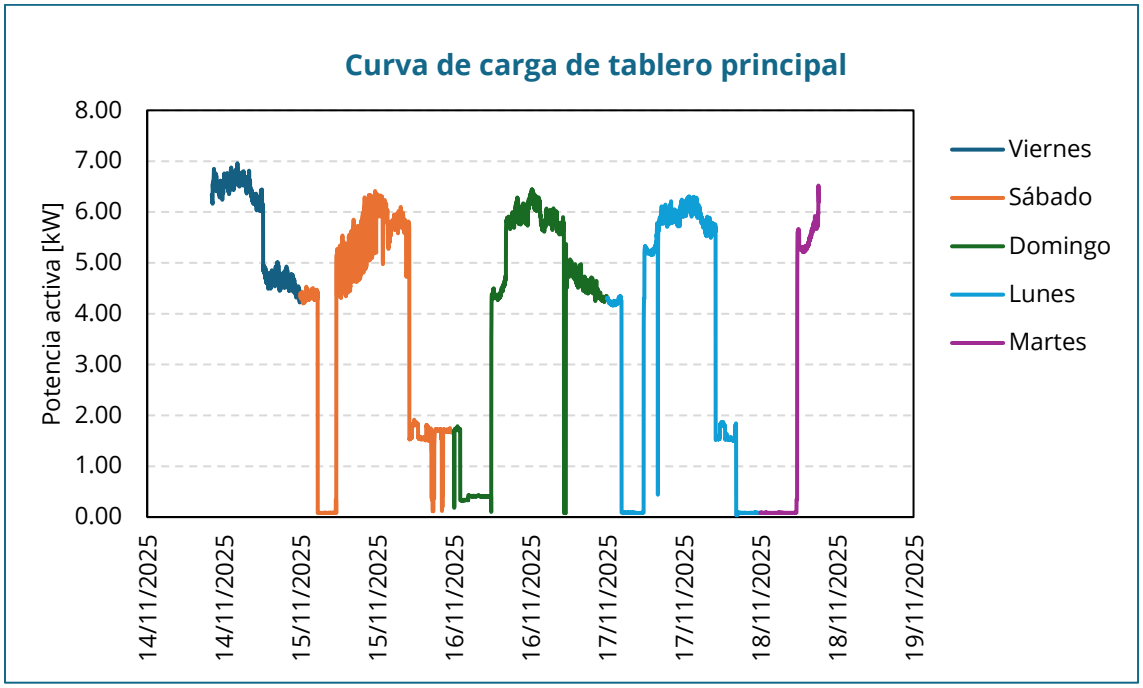
Figura 21. Corrientes de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las mediciones realizadas, se evidencia un desequilibrio en la corriente I3 de la Figura 21 con respecto a las fases restantes. Se recomienda realizar un balance de cargas que permita redistribuir uniformemente la demanda entre las tres fases, optimizando así el funcionamiento del sistema eléctrico y previniendo posibles daños.

Figura 22. Curva de carga de tablero principal




## 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 23).

Figura 23. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico.
- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana:** Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Biblioteca Barrio Costa de Oro - NIC: 7890588 - Medidor: 1318200429*

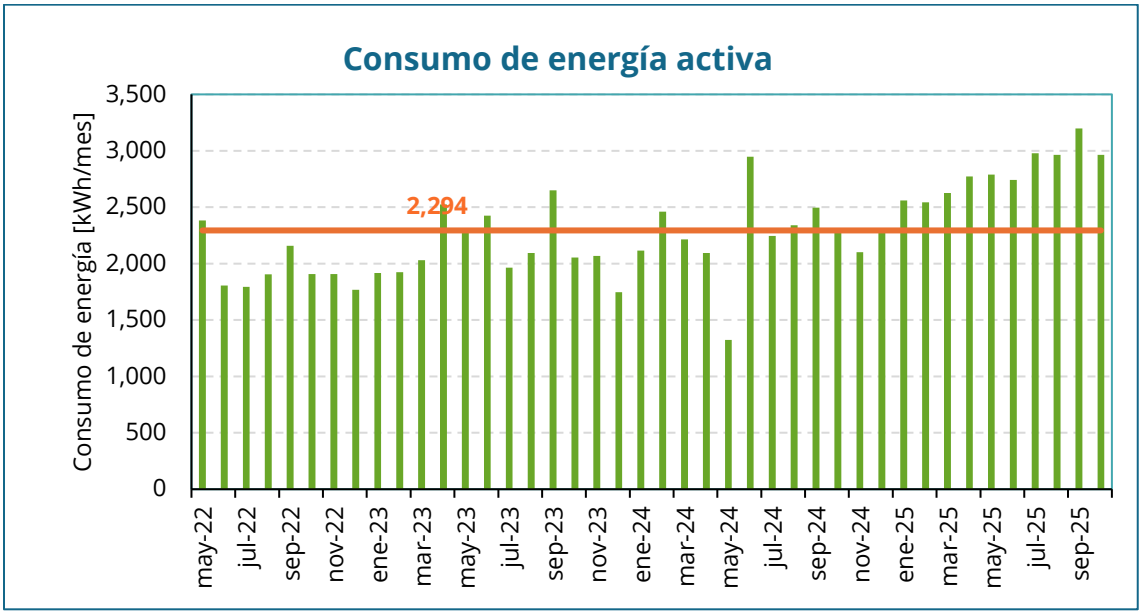
El histórico de energía activa se presenta en la Figura 24, con el cual se construyó la Tabla 14. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 14. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.917 | 2.115 | 2.559 |
| Febrero | Sin información | 1.923 | 2.460 | 2.544 |
| Marzo | Sin información | 2.031 | 2.215 | 2.626 |
| Abril | Sin información | 2.525 | 2.095 | 2.773 |
| Mayo | 2.382 | 2.276 | 1.324 | 2.789 |
| Junio | 1.806 | 2.424 | 2.947 | 2.741 |
| Julio | 1.794 | 1.964 | 2.245 | 2.979 |
| Agosto | 1.904 | 2.095 | 2.339 | 2.964 |
| Septiembre | 2.159 | 2.649 | 2.496 | 3.199 |
| Octubre | 1.907 | 2.053 | 2.286 | 2.963 |
| Noviembre | 1.908 | 2.067 | 2.100 | |
| Diciembre | 1.767 | 1.747 | 2.291 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 24. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 4,4% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla *14*), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

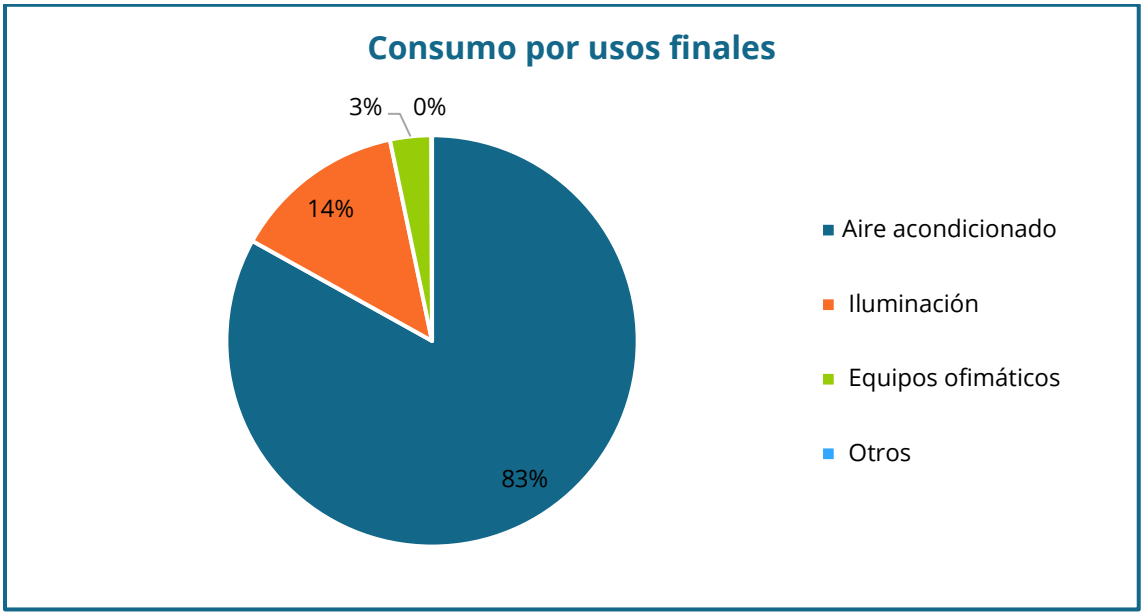
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 15, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 25 y el diagrama de Pareto en la Figura 26.

Tabla 15. Participación de consumo de energía por usos finales de la Biblioteca

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aire acondicionado | 60,46 | 83% |
| Iluminación | 9,92 | 14% |
| Equipos ofimáticos | 2,36 | 3% |
| Otros | 0,04 | 0% |
| **Total** | **72,771** | **100%** |

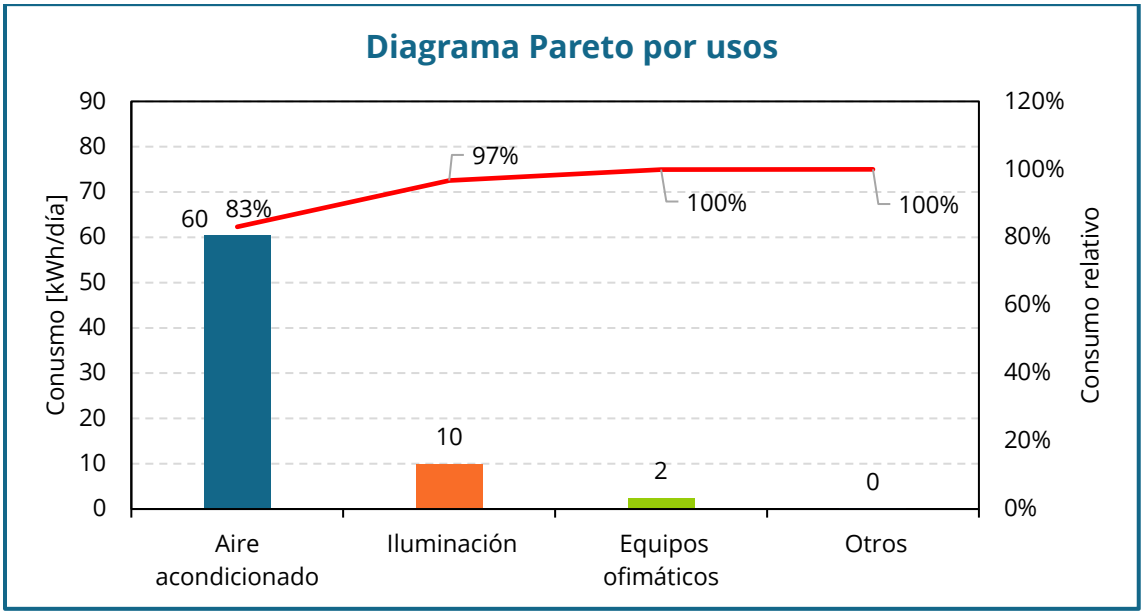
Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

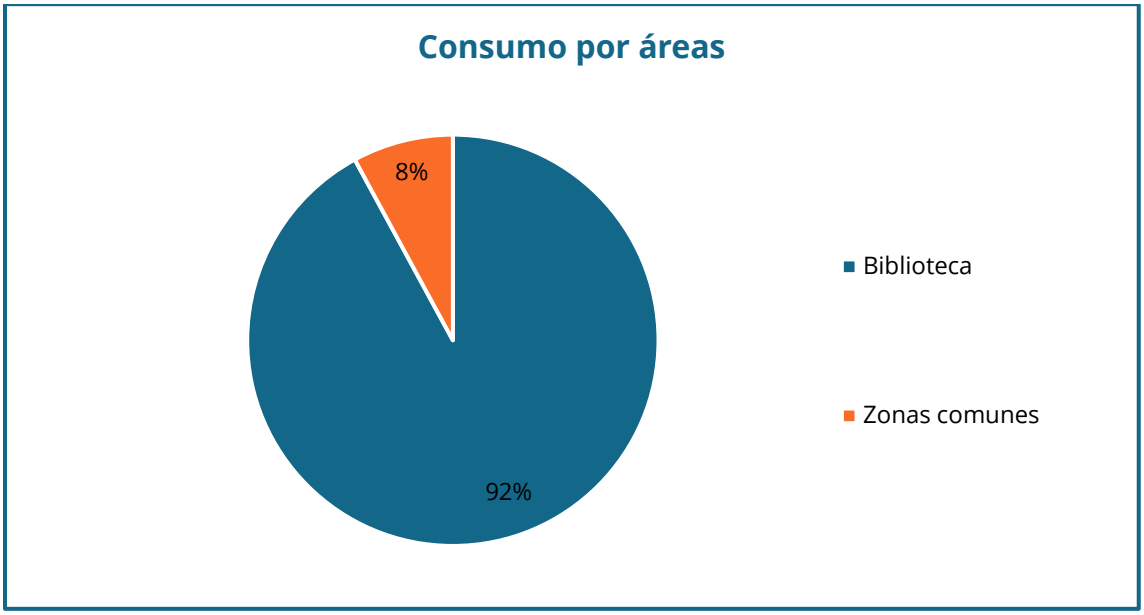
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 16, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 27 y el diagrama de Pareto en la Figura 28.

Tabla 16. Participación de consumo de energía por áreas de la Biblioteca

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Biblioteca | 67,01 | 92% |
| Zonas comunes | 5,76 | 8% |
| **Total** | **72,771** | **100%** |

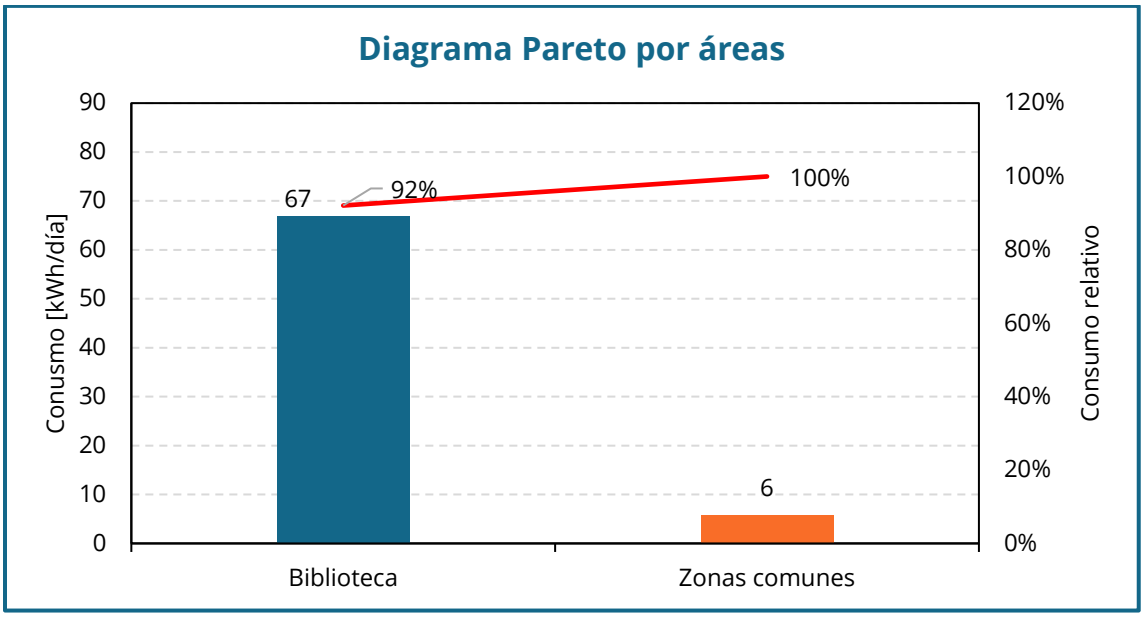
Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de la Biblioteca



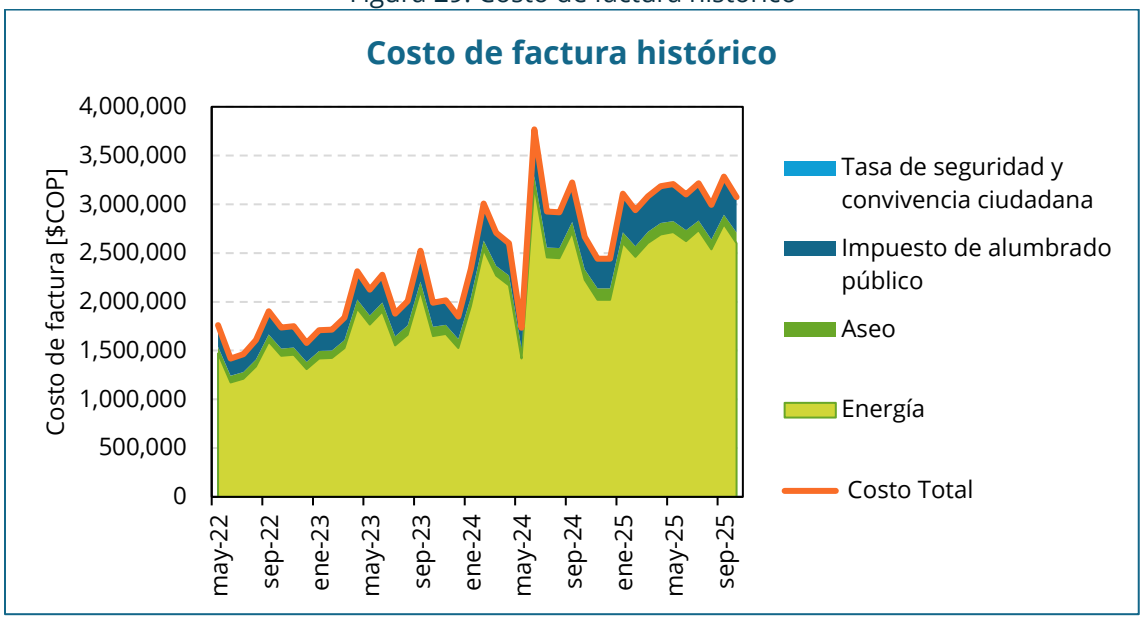

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Biblioteca Barrio Costa de Oro - NIC: 7890588 - Medidor: 1318200429*

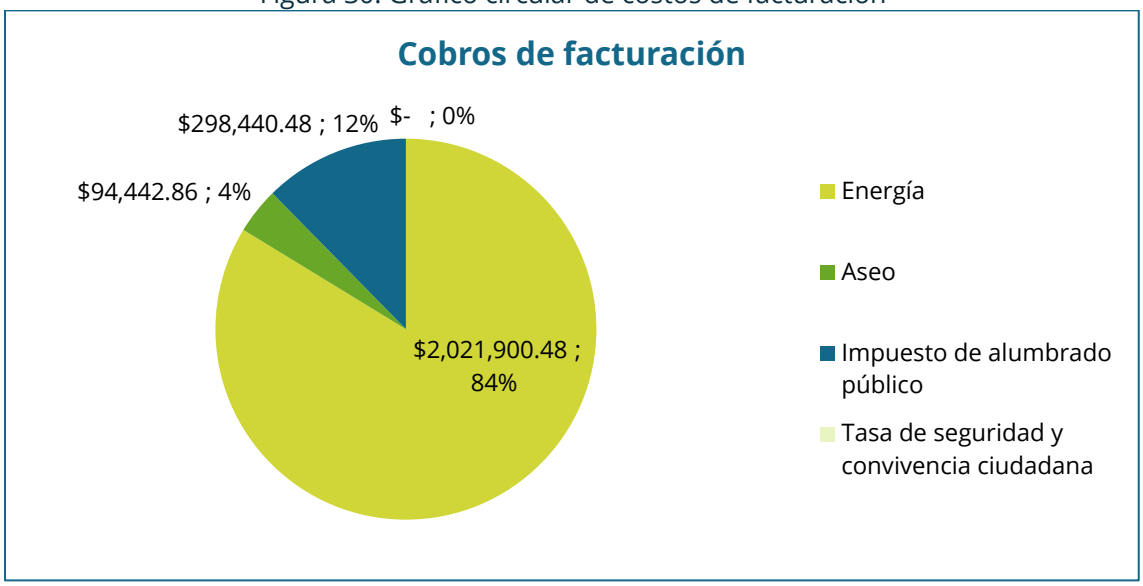
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 29 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 30.

Figura 29. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

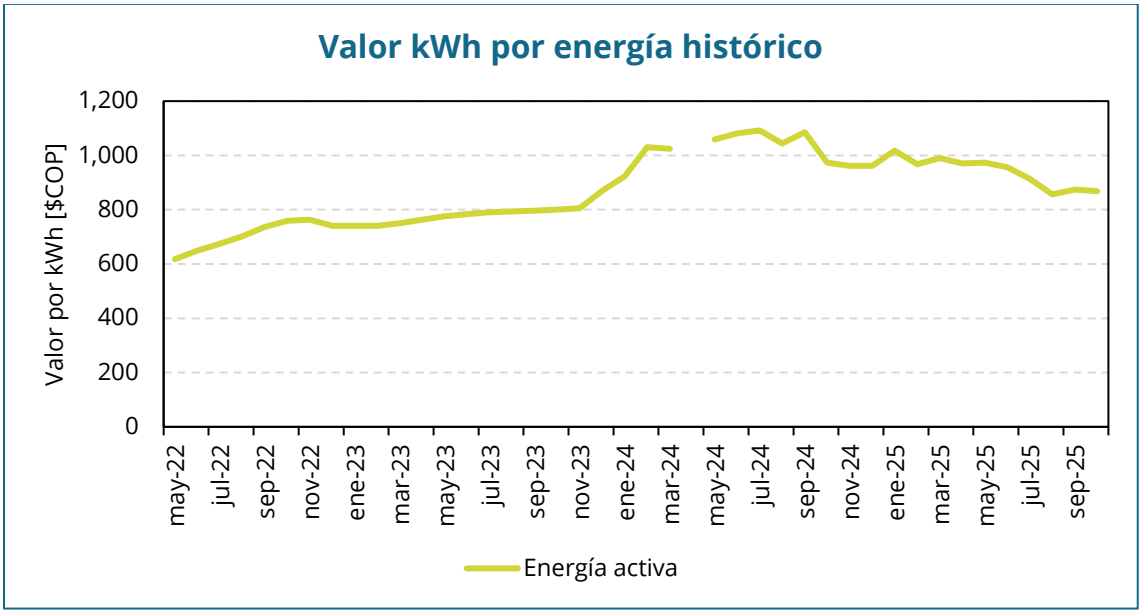
Figura 30. Gráfico circular de costos de facturación



Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa se representa en la Figura 31 (ver registros en la Tabla 17).

Figura 31. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 741 | 923 | 1.017 |
| Febrero | Sin información | 741 | 1.030 | 967 |
| Marzo | Sin información | 750 | 1.024 | 990 |
| Abril | Sin información | 763 | Sin información | 971 |
| Mayo | 618 | 776 | 1.059 | 974 |
| Junio | 649 | 784 | 1.082 | 957 |
| Julio | 675 | 790 | 1.092 | 914 |
| Agosto | 702 | 794 | 1.044 | 857 |
| Septiembre | 737 | 796 | 1.086 | 874 |
| Octubre | 759 | 800 | 973 | 868 |
| Noviembre | 763 | 806 | 962 | |
| Diciembre | 741 | 870 | 962 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

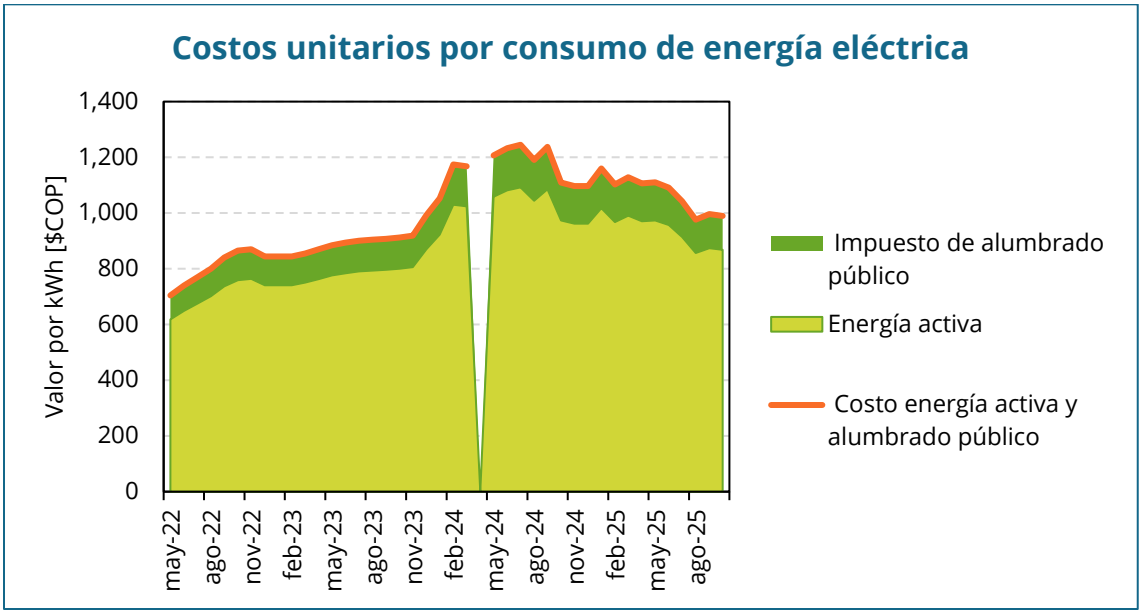
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 32 (ver registros en Tabla 18). El promedio de este valor es de $992,01 COP.

Tabla 18. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 844 | 1.052 | 1.160 |
| Febrero | Sin información | 844 | 1.174 | 1.103 |
| Marzo | Sin información | 855 | 1.168 | 1.129 |
| Abril | Sin información | 870 | Sin información | 1.107 |
| Mayo | 704 | 885 | 1.207 | 1.110 |
| Junio | 740 | 894 | 1.233 | 1.091 |
| Julio | 769 | 901 | 1.245 | 1.042 |
| Agosto | 800 | 905 | 1.190 | 977 |
| Septiembre | 840 | 907 | 1.238 | 996 |
| Octubre | 865 | 912 | 1.109 | 990 |
| Noviembre | 870 | 918 | 1.096 | |
| Diciembre | 844 | 992 | 1.096 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 32. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 33. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 19 y la Tabla 20, para energía activa, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 19. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.419.615 | 1.952.293 | 2.603.168 |
| Febrero | Sin información | 1.424.058 | 2.533.997 | 2.460.760 |
| Marzo | Sin información | 1.523.006 | 2.268.625 | 2.600.343 |
| Abril | Sin información | 1.927.105 | Sin información | 2.691.806 |
| Mayo | 1.471.623 | 1.765.903 | 1.401.772 | 2.715.593 |
| Junio | 1.171.552 | 1.900.489 | 3.187.357 | 2.622.945 |
| Julio | 1.210.430 | 1.551.874 | 2.451.630 | 2.723.998 |
| Agosto | 1.336.037 | 1.662.613 | 2.441.893 | 2.539.200 |
| Septiembre | 1.590.730 | 2.108.578 | 2.710.007 | 2.794.934 |
| Octubre | 1.447.203 | 1.642.358 | 2.224.072 | 2.573.099 |
| Noviembre | 1.456.644 | 1.665.113 | 2.019.780 | |
| Diciembre | 1.308.534 | 1.520.239 | 2.019.780 | |

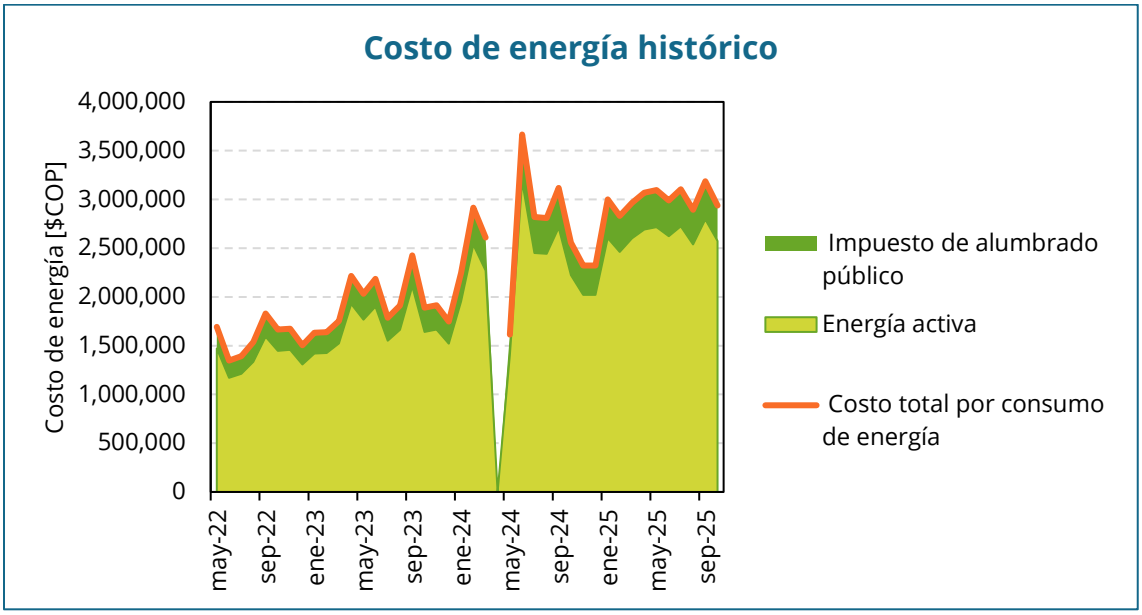
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 20. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.632.555 | 2.245.133 | 2.999.438 |
| Febrero | Sin información | 1.638.028 | 2.914.097 | 2.830.280 |
| Marzo | Sin información | 1.752.216 | 2.608.925 | 2.964.493 |
| Abril | Sin información | 2.216.175 | Sin información | 3.068.656 |
| Mayo | 1.692.363 | 2.030.793 | 1.615.012 | 3.096.663 |
| Junio | 1.347.292 | 2.185.629 | 3.665.547 | 2.990.155 |
| Julio | 1.392.030 | 1.785.154 | 2.819.420 | 3.105.378 |
| Agosto | 1.536.437 | 1.912.983 | 2.809.083 | 2.894.600 |
| Septiembre | 1.829.340 | 2.425.848 | 3.116.507 | 3.186.224 |
| Octubre | 1.664.283 | 1.888.738 | 2.557.902 | 2.937.649 |
| Noviembre | 1.675.144 | 1.914.893 | 2.322.740 | |
| Diciembre | 1.504.814 | 1.748.439 | 2.322.740 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 33. Costo total de energía activa




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \quad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \quad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \quad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *14*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 21).

Tabla 21. Registros para construcción de LBEn de la Biblioteca

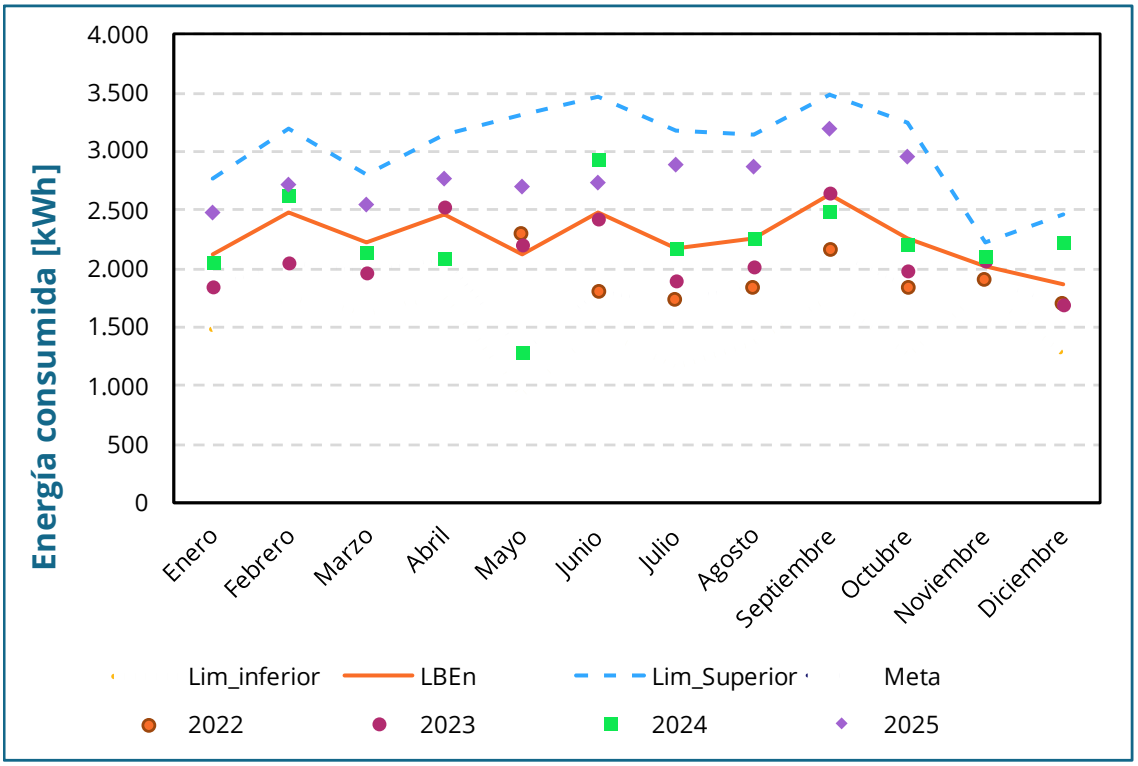
| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 1.490 | 2.126 | 2.762 | 1.855 |
| Febrero | 1.752 | 2.474 | 3.196 | 2.060 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Marzo | 1.627 | 2.217 | 2.806 | 1.965 |
| Abril | 1.778 | 2.464 | 3.150 | 2.095 |
| Mayo | 922 | 2.122 | 3.322 | 1.281 |
| Junio | 1.484 | 2.480 | 3.475 | 1.806 |
| Julio | 1.160 | 2.173 | 3.186 | 1.736 |
| Agosto | 1.357 | 2.250 | 3.144 | 1.843 |
| Septiembre | 1.759 | 2.626 | 3.493 | 2.159 |
| Octubre | 1.257 | 2.252 | 3.247 | 1.845 |
| Noviembre | 1.820 | 2.025 | 2.230 | 1.908 |
| Diciembre | 1.276 | 1.873 | 2.470 | 1.691 |
| **Total** | | **27.081** | | **22.245** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 34, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 34. Línea Base Energética (LBEn) de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 22 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 22. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Biblioteca para actividades de consulta y lectura | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 430 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Mayo 2022 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 42 | | | |
| Cantidad datos finales | 42 | | | |
| LBEn | Enero | | 2.126 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 2.474 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 2.217 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 2.464 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 2.122 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 2.480 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 2.173 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 2.250 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 2.626 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 2.252 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 2.025 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 1.873 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 271 | 12,7% | En kWh y % |
| | Febrero | 414 | 16,7% | En kWh y % |
| | Marzo | 251 | 11,3% | En kWh y % |
| | Abril | 369 | 15,0% | En kWh y % |
| | Mayo | 841 | 39,6% | En kWh y % |
| | Junio | 674 | 27,2% | En kWh y % |
| | Julio | 437 | 20,1% | En kWh y % |
| | Agosto | 408 | 18,1% | En kWh y % |
| | Septiembre | 467 | 17,8% | En kWh y % |
| | Octubre | 406 | 18,0% | En kWh y % |
| | Noviembre | 117 | 5,8% | En kWh y % |
| | Diciembre | 182 | 9,7% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

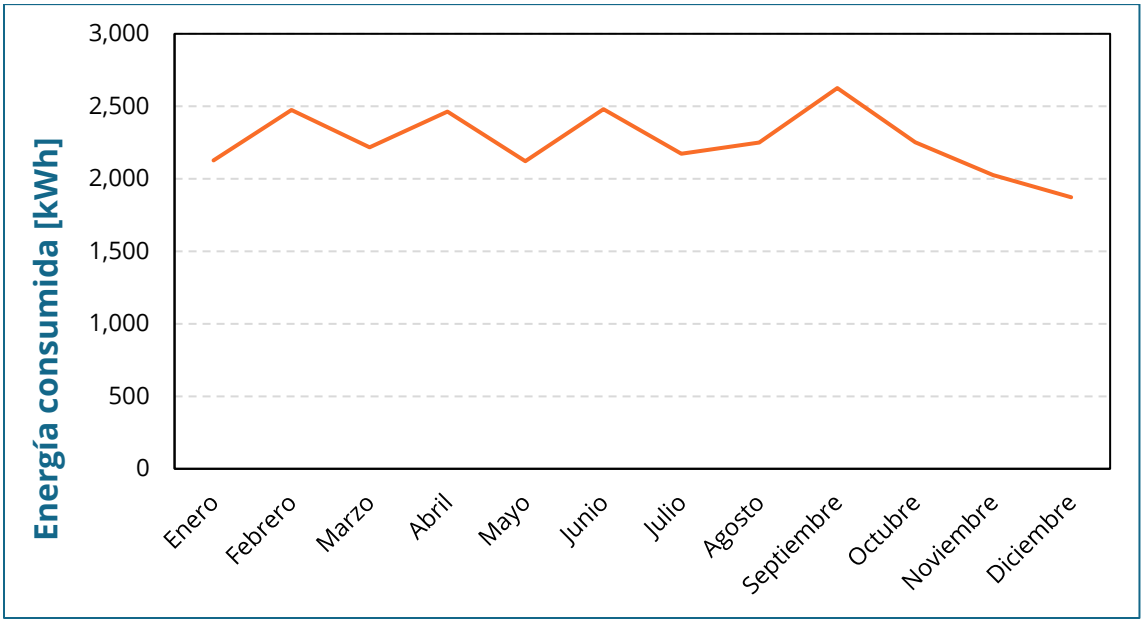
# 7. INDICADORES

Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado de la Biblioteca con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 35, cuyos valores se disponen en la Tabla 22.

Figura 35. Consumo de energía eléctrica mensual de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por la Biblioteca en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 27.081 kWh/año para la Biblioteca.

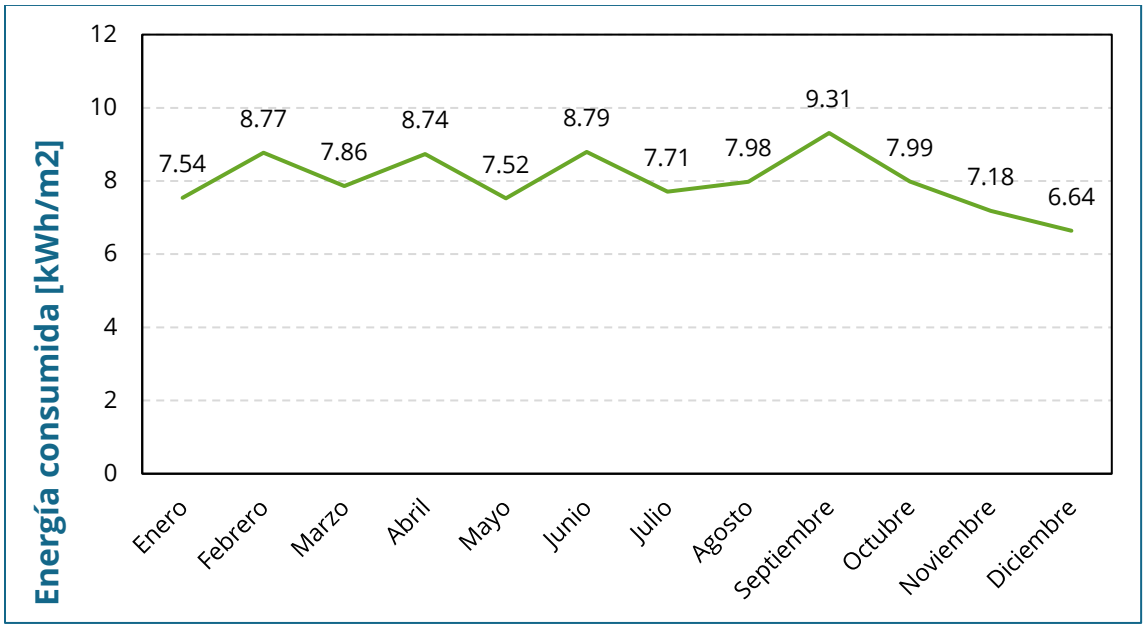
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 36.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n\ (\text{kWh/mes})}{\text{Área útil}\ (\text{m}^2)} \qquad (7)$$

Figura 36. Consumo de energía eléctrica mensual de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica de la Biblioteca con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área

útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 96,03 kWh/año/m² de la Biblioteca.

$$\text{CEEAS (kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n \text{ (kWh/mes/m}^2) \quad (8)$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico de la Biblioteca en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \quad (9)$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \quad (10)$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ítem 3, correspondiente a la Biblioteca del Barrio Costa de Oro, presenta condiciones operativas que ofrecen oportunidades claras para mejorar la eficiencia energética y la calidad del suministro:

- El aire acondicionado es el principal uso final de energía, representando más del 80% del consumo total, lo que lo identifica como el área de mayor impacto para implementar medidas de ahorro.
- La inspección visual no reveló deficiencias críticas que incumplan el RETIE en materia de riesgo eléctrico inmediato.
- Se registró un factor de potencia de 0,87, por debajo del límite mínimo normativo de 0,9, lo que indica ineficiencia en el uso de la energía y podría generar penalizaciones en la facturación futura.

- Se evidenció un desequilibrio en las corrientes de fase, lo que afecta la eficiencia del sistema eléctrico y puede reducir la vida útil de los equipos.
- La Línea Base Energética (LBEn) se estableció en 27.081 kWh/año. El análisis revela un potencial de ahorro energético significativo, con metas de reducción que van desde el 5,8% hasta el 39,6% por mes, superando en varios periodos el objetivo del 15% establecido por la ley.

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 3 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 3 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** *CORPORACION EMA.*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301-25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Fecha de emisión: 2025-10-02. 7404 Página 4 de 6

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 486-6030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Fecha de emisión: 2025-10-02. 7404 Página 6 de 6

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

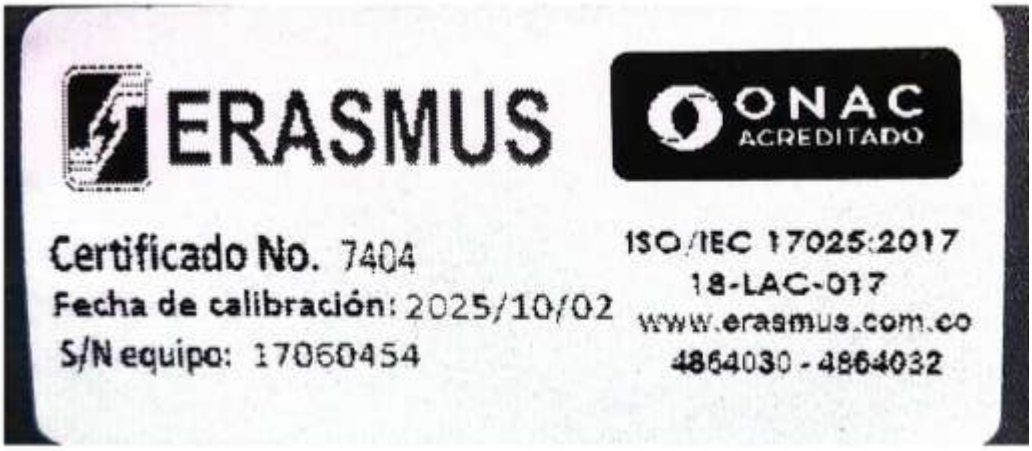
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas. | Elena P. Prieto Rodriguez. |
| Metrólogo del laboratorio. | Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301-25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

2 de 4

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365



Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Página Web:* www.erasmus.com.co

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González | Elena P. Prieto Rodríguez. |
| Metrólogo del laboratorio. | Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** CTE772
*Number*



| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMOGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| **(a) NÚMERO DE SERIE/ COD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| **(a) IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **(a) PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| **(a) SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| **(a) DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| **(a) PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** 0100183866 / 76560
*File number*

**Fecha de Emisión:** 2025-10-24
*Date of issue*

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN**
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*

CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*

La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0,95, measuring the central point*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*

LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*

Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad (E): Fija** *fixed Emissivity (E)* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution)* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| **Intervalo de Calibración** *Calibration interval* | **Valor aplicado** *Applied value* | **Resultados** *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty (U)* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto / * Result of the average of the measurement of 10 readings per point*

**Nota:** 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
***Note:*** *The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value*

***** FIN TOMA DE DATOS *****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLÓGICA** */ METROLOGICAL TRACEABILITY:*
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT2D |
| Número de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Número de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Código Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Código Interno: *Internal code:* | LMCCO-094 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0,95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0,95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was: 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los pixeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente**: Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad**: Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

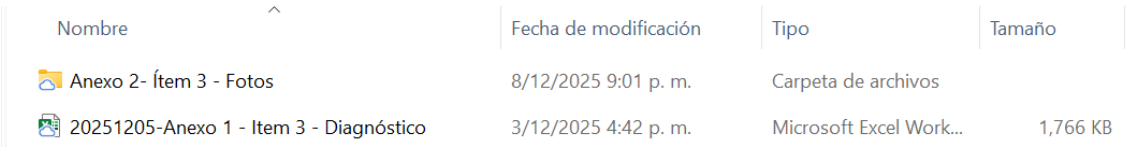
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 3.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2- Ítem 3 - Fotos | 8/12/2025 9:01 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 3 - Diagnóstico | 3/12/2025 4:42 p. m. | Microsoft Excel Work... | 1,766 KB |



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

# Consorcio

## Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

### Ítem 4 - Biblioteca Departamental e Imprenta Departamental / Archivos Histórico

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 9
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 10
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 12
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 12
2.2 Áreas útiles ..... 15
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 16
3.1 Generalidades de alimentación ..... 16
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 19
3.3 Inventario ..... 21
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 26
4.1 Temperatura y humedad ..... 27
4.2 Cámara termográfica ..... 28
4.3 Iluminancia ..... 30
4.4 Mediciones eléctricas ..... 31
4.5 Curva de carga ..... 37
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 41
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 43
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 47
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 55
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 65
6.1 Metodología ..... 65
6.2 Resultados ..... 66
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 68
7. INDICADORES ..... 70
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 70
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 72
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 72

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) .....74
7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 74
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....74
Bibliografía .....76
ANEXOS.....77

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Biblioteca ..... 13
Figura 2. Archivo ..... 13
Figura 3. Deterioro arquitectónico de Archivo Histórico ..... 14
Figura 4. Longitudes para cálculo de área del terreno y área construida en la Biblioteca Departamental ..... 15
Figura 5. Longitudes para cálculo de áreas en Archivo Histórico ..... 16
Figura 6. Conexión física de la red en la Biblioteca Departamental ..... 17
Figura 7. Tablero principal en la Biblioteca Departamental ..... 17
Figura 8. Muestra de tableros eléctricos en la Biblioteca Departamental ..... 18
Figura 9. Conexión física de la red en Archivo Histórico ..... 18
Figura 10. Tablero principal en Archivo Histórico ..... 19
Figura 11. Tomacorriente con tapa suelta ..... 20
Figura 12. Tubería PVC sin empotrar y caja de paso abierta. ..... 20
Figura 13. Cajas de paso sin tapa y cableado expuesto ..... 21
Figura 14. Equipos de aire acondicionado de la Biblioteca Departamental ..... 22
Figura 15. Equipos de iluminación de la Biblioteca Departamental ..... 23
Figura 16. Equipos de aire acondicionado de Archivo Histórico ..... 24
Figura 17. Equipos de iluminación de Archivo Histórico ..... 25
Figura 18. Equipos de ventilación de Archivo Histórico ..... 26
Figura 19. Equipos fuera de servicio de Archivo Histórico ..... 26
Figura 20. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 ..... 27
Figura 21. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal de la Biblioteca Departamental ..... 28
Figura 22. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal de Archivo Histórico ..... 29
Figura 23. Luxómetro digital MPT1014 ..... 31
Figura 24. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en tablero principal de la Biblioteca Departamental ..... 31
Figura 25. Tensiones de tablero principal de la Biblioteca Departamental ..... 32
Figura 26. Corrientes de tablero principal de la Biblioteca Departamental ..... 32
Figura 27. Energía activa de tablero principal de la Biblioteca Departamental ..... 33
Figura 28. Potencias de tablero principal de la Biblioteca Departamental ..... 33
Figura 29. Factor de potencia de tablero principal de la Biblioteca Departamental ..... 34
Figura 30. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en tablero principal del Archivo Histórico ..... 34
Figura 31. Tensiones de tablero principal del Archivo Histórico ..... 35
Figura 32. Corrientes de tablero principal del Archivo Histórico ..... 35
Figura 33. Energía activa de tablero principal del Archivo Histórico ..... 36
Figura 34. Potencias de tablero principal del Archivo Histórico ..... 36
Figura 35. Factor de potencia de tablero principal del Archivo Histórico ..... 37
Figura 36. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas ..... 38
Figura 37. Corrientes de tablero principal de la Biblioteca Departamental ..... 39

Figura 38. Curva de carga de tablero principal de la Biblioteca Departamental .....40
Figura 39. Corrientes de tablero principal del Archivo Histórico .....40
Figura 40. Curva de carga de tablero principal del Archivo Histórico .....41
Figura 41. Registro de datos clave de facturas .....42
Figura 42. Consumo histórico de energía activa .....44
Figura 43. Consumo histórico de energía reactiva .....45
Figura 44. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada .....46
Figura 45. Consumo histórico de energía activa .....47
Figura 46. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la Biblioteca Departamental .....48
Figura 47. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la Biblioteca Departamental .....49
Figura 48. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de la Biblioteca Departamental .....50
Figura 49. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de la Biblioteca Departamental .....50
Figura 50. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de Archivo Histórico .....51
Figura 51. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de Archivo Histórico .....52
Figura 52. Porcentaje de participación de consumo de energía por pisos de Archivo Histórico 52
Figura 53. Diagrama de Pareto – consumo de energía por pisos de Archivo Histórico .....53
Figura 54. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de Archivo Histórico .....54
Figura 55. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de Archivo Histórico .....54
Figura 56. Costo de factura histórico .....55
Figura 57. Gráfico circular de costos de facturación .....55
Figura 58. Costo unitario por kWh de energía .....56
Figura 59. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público .....58
Figura 60. Costo total de energía activa .....60
Figura 61. Costo de factura histórico .....60
Figura 62. Gráfico circular de costos de facturación .....61
Figura 63. Costo unitario por kWh de energía .....61
Figura 64. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público .....63
Figura 65. Costo total de energía activa .....64
Figura 66. Línea Base Energética (LBEn) de la Biblioteca Departamental .....67
Figura 67. Línea Base Energética (LBEn) de Archivo Histórico .....68
Figura 68. Consumo de energía eléctrica mensual de la Biblioteca .....71
Figura 69. Consumo de energía eléctrica mensual de Archivo Histórico .....71
Figura 70. Consumo de energía eléctrica mensual de la Biblioteca .....73
Figura 71. Consumo de energía eléctrica de Archivo Histórico .....73

# TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de la Biblioteca Departamental .....10
Tabla 2. Información de actividades de la Biblioteca Departamental .....10
Tabla 3. Información general de la Imprenta Departamental / Archivos Histórico .....11
Tabla 4. Información de actividades de la Imprenta Departamental / Archivos Histórico .....11
Tabla 5. Características arquitectónicas de la edificación .....12
Tabla 6. Características arquitectónicas de la edificación .....14
Tabla 7. Áreas de la Biblioteca Departamental .....15
Tabla 8. Áreas de la entidad de Archivo Histórico .....16
Tabla 9. Inventario de aire acondicionado de la Biblioteca Departamental .....22
Tabla 10. Inventario de equipos ofimáticos de la Biblioteca Departamental .....23
Tabla 11. Inventario de iluminación de la Biblioteca Departamental .....23
Tabla 12. Inventario de otros equipos de la Biblioteca Departamental .....24
Tabla 13. Inventario de aire acondicionado de Archivo Histórico .....24
Tabla 14. Inventario de equipos ofimáticos de Archivo Histórico .....25
Tabla 15. Inventario de iluminación de Archivo Histórico .....25
Tabla 16. Inventario de ventilación de Archivo Histórico.....25
Tabla 17. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad en Biblioteca Departamental.....27
Tabla 18. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad en Imprenta Departamental/ Archivos Histórico .....27
Tabla 19. Mediciones de iluminancia Biblioteca Departamental.....30
Tabla 20. Mediciones de iluminancia Archivo Histórico.....30
Tabla 21. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia en tablero principal de la Biblioteca Departamental .....37
Tabla 22. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia en tablero principal del Archivo Histórico.....38
Tabla 23. Especificaciones de medición con datalogger en tablero principal de la Biblioteca Departamental.....38
Tabla 24. Especificaciones de medición con datalogger en tablero principal del Archivo Histórico .....39
Tabla 25. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura de la Biblioteca Departamental.....39
Tabla 26. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del Archivo Histórico.....41
Tabla 27. Registro de consumo histórico de energía activa .....43
Tabla 28. Registro de consumo histórico de energía reactiva .....44
Tabla 29. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada .....45
Tabla 30. Registro de consumo histórico de energía activa .....46
Tabla 31. Participación de consumo de energía por usos finales de la Biblioteca Departamental .....48

Tabla 32. Participación de consumo de energía por áreas de la Biblioteca Departamental .....49
Tabla 33. Participación de consumo de energía por usos finales de Archivo Histórico .....51
Tabla 34. Participación de consumo de energía por pisos de Archivo Histórico .....53
Tabla 35. Participación de consumo de energía por áreas de Archivo Histórico .....53
Tabla 35. Costo unitario por kWh de energía activa.....56
Tabla 36. Costo unitario por kWh de energía reactiva .....57
Tabla 37. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....57
Tabla 38. Costo facturado por energía activa.....58
Tabla 39. Costo facturado por energía reactiva .....59
Tabla 40. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....59
Tabla 41. Costo unitario por kWh de energía activa.....62
Tabla 42. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....62
Tabla 43. Costo facturado por energía activa.....63
Tabla 44. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....64
Tabla 45. Registros para construcción de LBEn de la Biblioteca Departamental.....66
Tabla 46. Registros para construcción de LBEn de Archivo Histórico.....67
Tabla 47. Reporte UPME para potencial de ahorro energético de la Biblioteca Departamental 69
Tabla 48. Reporte UPME para potencial de ahorro energético de Archivo Histórico .....70

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en el Ítem 4, conformado por la Biblioteca Departamental y la Imprenta Departamental / Archivos Histórico en Montería, Córdoba. El estudio se desarrolló en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, el cual establece la obligatoriedad de ejecutar auditorías energéticas en entidades públicas y fijar metas de ahorro energético de al menos el 15% para el año 2026.

La auditoría comprendió una evaluación integral que incluyó: condiciones arquitectónicas y de envolvente, inspección detallada de las instalaciones eléctricas, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curvas de carga), análisis histórico de consumo y facturación, caracterización de los usos finales de la energía, establecimiento de una Línea Base Energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME, y el cálculo de indicadores clave de desempeño.

Los hallazgos principales revelan que el aire acondicionado es el principal uso final de energía en ambas edificaciones, representando el 82% del consumo en la Biblioteca y el 41% en el Archivo Histórico. Se identificaron varias deficiencias con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) que comprometen la seguridad, tales como tomacorrientes con tapas sueltas, tuberías plásticas sin empotrar y cajas de paso abiertas. Asimismo, las mediciones de iluminancia en áreas clave no cumplen con los niveles mínimos exigidos por el RETILAP (500 lux). El análisis de la LBEn permitió estimar un potencial de ahorro energético significativo, indicando una clara oportunidad para la implementación de medidas de eficiencia y Buenas Prácticas Operativas (BPO). Este informe proporciona la base técnica para priorizar intervenciones que mejoren la eficiencia energética, garanticen el cumplimiento normativo y contribuyan al logro de los objetivos de ahorro energético establecidos.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

# 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 4 está compuesto por la Biblioteca Departamental y la Imprenta Departamental / Archivos Histórico. Por una parte, la Biblioteca Departamental tiene por objetivos un ordenamiento de funciones y actividades orientadas a fortalecer y difundir información y conocimiento a todas las personas escolares y no escolares dentro del Departamento. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general de la Biblioteca Departamental

| | |
|---|---|
|  |  |
| **Nombre de la institución** | Biblioteca Departamental |
| **Dirección** | Cl 29 # 5-66 Local 01 |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8,755021° Longitud: -75,884568° |
| **Antigüedad [años]** | 18 |
| **Tipo de tenencia** | En propiedad |
| **Limitaciones patrimoniales** | No |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades de la Biblioteca Departamental

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Biblioteca |
| **Días de operación** | Lunes a viernes |
| **Horarios de operación** | 8:00 am a 6:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | 14 |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

Por una parte, la Imprenta Departamental / Archivos Histórico sirve para el fortalecimiento de la función archivística y la salvaguardar el patrimonio documental en el territorio. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 3, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 4.

Tabla 3. Información general de la Imprenta Departamental / Archivos Histórico

| | |
|---|---|
|  |  |
| **Nombre de la institución** | Imprenta Departamental Archivos Históricos |
| **Dirección** | Cl 29 # 5-44 |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8,755152° Longitud: -75,884647° |
| **Antigüedad [años]** | Sin información |
| **Tipo de tenencia** | En Propiedad |
| **Limitaciones patrimoniales** | No |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Información de actividades de la Imprenta Departamental / Archivos Histórico

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Archivo de documentación gubernamental |
| **Días de operación** | Lunes a viernes |
| **Horarios de operación** | 8:00 am a 6:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | 2 |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 5 se presentan las características de la edificación de la Biblioteca Departamental. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloque, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Biblioteca (ver Figura 1)

Tabla 5. Características arquitectónicas de la edificación




| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Suroriente |
| **Número de edificios o bloques** | 1 |
| **Número de pisos** | 3 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,4 |
| **Área construida aproximada [m²]** | 300 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 0° |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: blanco |
| | Estado de las paredes: buenas |
| | Tipo de aislamiento: edificaciones conjuntas |
| **Ventanas** | Material del marco: metal |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: buenas |
| **Techo** | Material: concreto |
| | Color: gris |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Biblioteca



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 se presentan las características de la edificación de la Imprenta Departamental / Archivos Histórico. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloque, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Archivo (ver Figura 2).

Figura 2. Archivo




Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Características arquitectónicas de la edificación

| | |
|---|---|
|  | |
| **Orientación de la fachada** | Nororiente |
| **Número de edificios o bloques** | 1 |
| **Número de pisos** | 2 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,5 |
| **Área construida aproximada [m²]** | 376 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 0° |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: blanco |
| | Estado de las paredes: buenas |
| | Tipo de aislamiento: edificaciones conjuntas |
| **Ventanas** | Material del marco: metal |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: buenas |
| **Techo** | Material: concreto |
| | Color: gris |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 3. Deterioro arquitectónico de Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que, la edificación muestra un alto grado de deterioro en paredes por humedad y antigüedad de la edificación (ver Figura 3). Esta situación debe considerarse de manera prioritaria antes de evaluar cualquier propuesta de instalación de un sistema solar fotovoltaico.

## 2.2 Áreas útiles

El área total del terreno de la Biblioteca Departamental es de aproximadamente 100 $m^2$ (ver Figura 4), mientras que la superficie construida, asciende a los 300 $m^2$. Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que la Biblioteca no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 7.

Figura 4. Longitudes para cálculo de área del terreno y área construida en la Biblioteca Departamental




Fuente: Elaboración propia

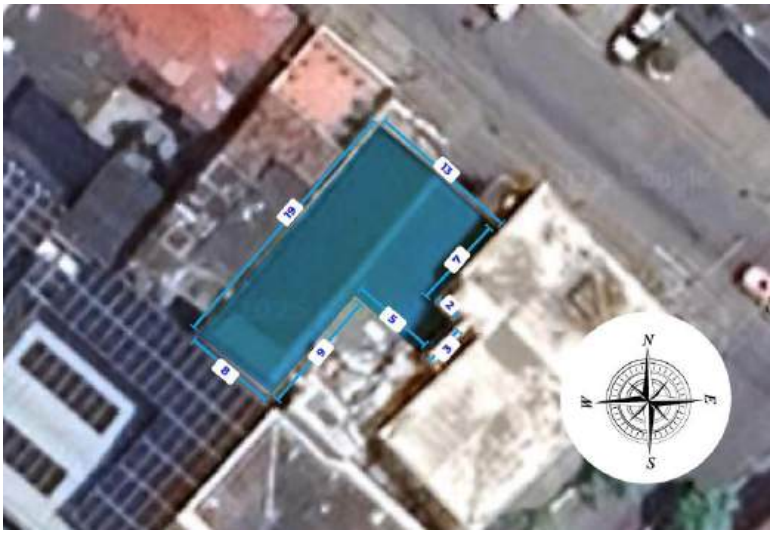
Tabla 7. Áreas de la Biblioteca Departamental

| Área | Área total [$m^2$] | Fuente |
|---|---|---|
| Archivo histórico | 16 | Estimación |
| Área procesos técnicos | 12 | Estimación |
| Auditorio Soad Louis zakah | 51,57 | Estimación |
| Coordinación patrimonial | 16 | Estimación |
| Oficina coordinación | 17,1 | Estimación |
| Oficina secretaria de cultura | 66 | Estimación |
| Sala de colecciones | 28 | Estimación |
| Sala general piso 2 | 104 | Estimación |
| Sala hemeroteca patrimonial | 28 | Estimación |
| Sala infantil | 72 | Estimación |
| Zonas comunes escaleras 2 piso | 40,15 | Estimación |
| Zonas comunes escaleras 3 piso | 40,15 | Estimación |

Fuente: Elaboración propia

El área total del terreno de la Imprenta Departamental / Archivos Histórico es de aproximadamente 188 $m^2$ (ver Figura 5), mientras que la superficie construida, asciende a los 376 $m^2$. Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que el Archivo Histórico no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Figura 6.

Figura 5. Longitudes para cálculo de áreas en Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Áreas de la entidad de Archivo Histórico

| Área | Área total [$m^2$] | Fuente |
|---|---|---|
| Oficina administrativa | 6 | Estimación |
| Sala de espera | 6 | Estimación |
| Librería | 150 | Estimación |
| Atención al usuario | 36 | Estimación |
| Piso 2 | 191 | Estimación |

Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

La Biblioteca Departamental se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13,2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo bandera (ver Figura 6), donde la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador de 112,5 kVA propiedad del operador, desde donde la distribución continúa en configuración subterránea hasta la edificación principal (ver Figura 7).

Figura 6. Conexión física de la red en la Biblioteca Departamental




Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Tablero principal en la Biblioteca Departamental




Fuente: Elaboración propia

Desde el tablero eléctrico principal se derivan los circuitos hacia los tableros seccionales ubicados en distintas áreas de la Biblioteca. En la Figura 8 se presentan ejemplos de estos tableros.

Figura 8. Muestra de tableros eléctricos en la Biblioteca Departamental




Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Conexión física de la red en Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

La Imprenta Departamental / Archivos Histórico se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13.2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo semibandera (ver Figura 9), donde la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador de 150 kVA propiedad del operador, desde donde la distribución continúa en configuración aérea hasta la edificación principal. Donde se encuentra el tablero principal y único de la Figura 10.

Figura 10. Tablero principal en Archivo Histórico



Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones de las instituciones, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

### Biblioteca Departamental

*Tomacorriente con tapa suelta*

**Requisito normativo (RETIE):** "Los interruptores deben ser provistos de sus respectivas tapas que impidan el contacto con partes energizadas." (Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 3.17.20 – Interruptores manuales de baja tensión / literal e)

**Hallazgo identificado:**

**Implicación:** Se evidenciaron tapas de tomas sin ajustar a la caja de paso. Estas condiciones representan un riesgo de contacto directo con partes energizadas, comprometiendo la seguridad de los usuarios.

Figura 11. Tomacorriente con tapa suelta



Fuente: Elaboración propia

## Imprenta Departamental / Archivo Histórico

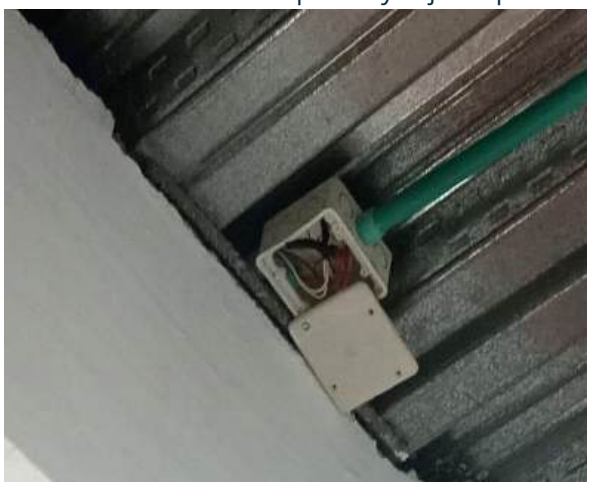
*Tubería plástica sin empotrar*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min [...]" (Título 17. Requisitos de instalación de los principales productos / utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios / literal f)

**Implicación:** Se evidenció tubería plástica sin empotrar en techo y caja de paso plástica con tapa abierta. Esta tubería no garantiza la resistencia al fuego ni protección mecánica adecuada, lo que representa un riesgo de deterioro del aislamiento y propagación de incendio.

Figura 12. Tubería PVC sin empotrar y caja de paso abierta.



Fuente: Elaboración propia

*Deficiencias en cajas de paso y fijación de rosetas*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Las cajas utilizadas en salidas para artefactos de alumbrado (portalámparas) deben estar diseñadas para ese fin [...]".

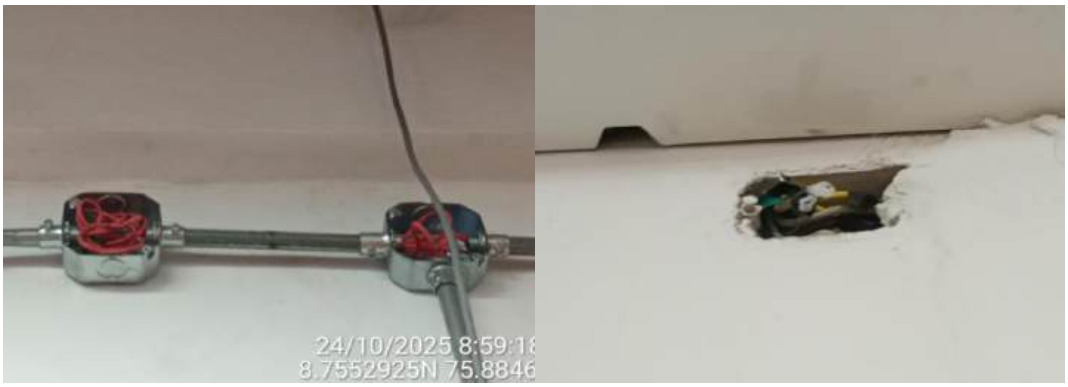
"No se deben retirar tapas de entrada de ductos no utilizadas, ni se deben hacer perforaciones adicionales."

"Las aberturas no utilizadas de las cajas deben estar cerradas para que ofrezcan una protección similar a la pared del equipo."

(Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 3.17.5 – Cajas y conduletas / literal b, e y f)

**Implicación:** Se observaron cajas de paso abiertas con cableado expuesto. Estas condiciones comprometen la seguridad mecánica y eléctrica de los puntos de alumbrado, generando riesgo de contacto con partes energizadas, caída de componentes y posibles fallas eléctricas.

Figura 13. Cajas de paso sin tapa y cableado expuesto




Fuente: Elaboración propia

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado en la Biblioteca Departamental de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 9 (ver Figura 7).

Tabla 9. Inventario de aire acondicionado de la Biblioteca Departamental

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Aire central split | --- | 5.600 | 3 |
| Electroviento cortina de aire | --- | 120 | 2 |
| Minisplit | 18.000 | 5.600 | 5 |
| Minisplit | 24.000 | 2.300 | 1 |
| Minisplit | 36.000 | 14.700 | 9 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Equipos de aire acondicionado de la Biblioteca Departamental



Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 10.

Tabla 10. Inventario de equipos ofimáticos de la Biblioteca Departamental

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Computador | 600 | 16 |
| Impresora | 800 | 2 |
| Portátil | 160 | 2 |
| Servidor | 150 | 1 |
| Sistema de cámaras | 20 | 16 |
| Video beam | 700 | 2 |

Fuente: Elaboración propia

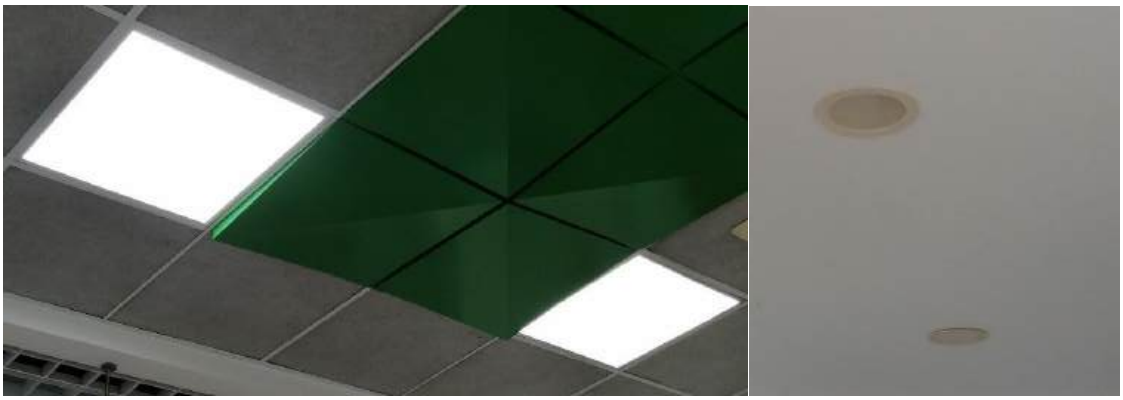
Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 11 (ver Figura 15).

Tabla 11. Inventario de iluminación de la Biblioteca Departamental

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Lámpara led cuadrada 50 x 50 | 650 | 137 |
| Lámparas led redonda | 12 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Equipos de iluminación de la Biblioteca Departamental



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de otros equipos se sintetizan en la Tabla 12.

Tabla 12. Inventario de otros equipos de la Biblioteca Departamental

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Ascensor 3 hp | 2.280 | 1 |
| Deshumificador | 1.000 | 3 |
| Secador de manos | 1.000 | 3 |
| Televisor | 100 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

El inventario recopilado de la Imprenta Departamental / Archivos Histórico de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1):

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 13 (ver Figura 16).

Tabla 13. Inventario de aire acondicionado de Archivo Histórico

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Aire acondicionado centralizado | --- | 2.000 | 1 |
| Minisplit | 12.000 | 2.326 | 2 |
| Minisplit | 24.000 | 2.000 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Equipos de aire acondicionado de Archivo Histórico



Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 14.

Tabla 14. Inventario de equipos ofimáticos de Archivo Histórico

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Computador | 60 | 1 |
| Servidor | 80 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 15 (ver Figura 17).

Tabla 15. Inventario de iluminación de Archivo Histórico

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Bombilla LED | 160 | 48 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Equipos de iluminación de Archivo Histórico



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de ventilación se sintetizan en la Tabla 16 (ver Figura 18).

Tabla 16. Inventario de ventilación de Archivo Histórico

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Recolector de humedad | 400 | 5 |
| Ventilador | 20 | 3 |
| Ventilador de techo | 180 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Equipos de ventilación de Archivo Histórico



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se evidenciaron equipos fuera de servicio o en mal estado (ver Figura 19):

- **Aires acondicionados** en las librerías.
- **Luminarias** en las escaleras y otros

Figura 19. Equipos fuera de servicio de Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

## 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 20). Donde se registraron tres mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 17 y la Tabla 18.

Figura 20. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663




Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad en Biblioteca Departamental

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 10:10 am | 28 | 61% |
| 2 | 11:00 am | 27 | 68% |
| 3 | 11:20 am | 27 | 66% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad en Imprenta Departamental/ Archivos Histórico

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 9:00 | 28 | 70% |
| 2 | 9:30 | 28 | 68% |
| 3 | 10:00 | 29 | 65% |

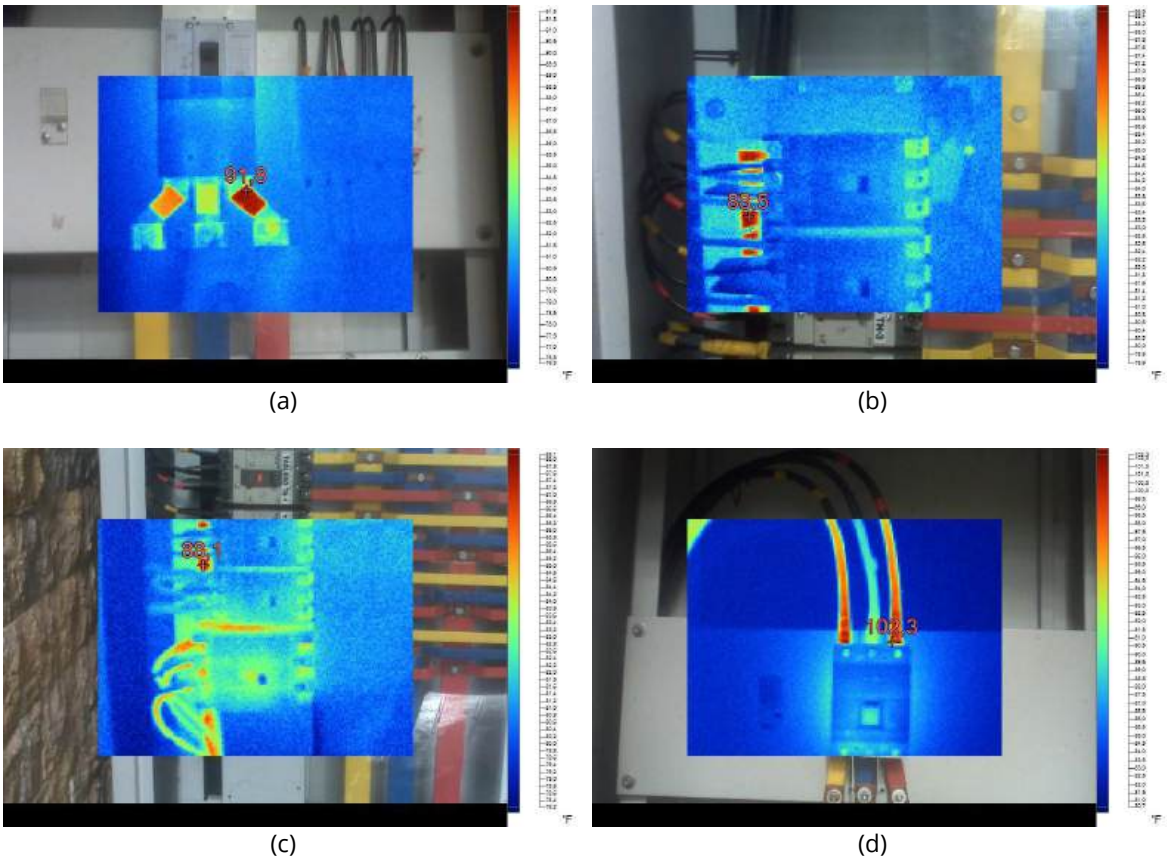
Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Cámara termográfica

Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en los tableros eléctricos principales, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 21 y la Figura 22. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 27 °C (según la Tabla 17) y 28 °C (según la Tabla 18), se obtiene un diferencial máximo de 52°C, correspondiente a la Figura 21(e) con 79°C (175 °F) en la Biblioteca Departamental y un diferencial máximo de 38°C, correspondiente Figura 22(c) con 10°C (100,2°F) en el Archivo Histórico.

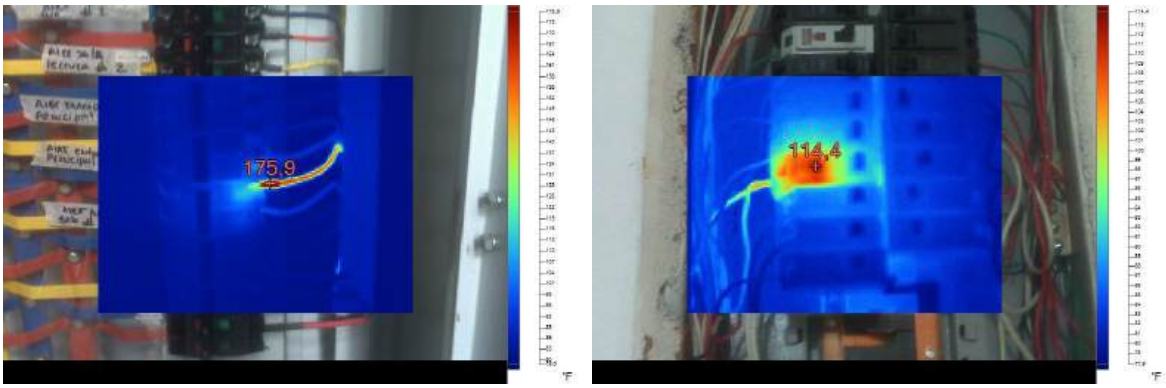
Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente, se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “deficiencia mayor” (>40 °C) en la Biblioteca Departamental y “posible deficiencia” (1 °C a 10 °C) en Archivo Histórico. En la Biblioteca Departamental se recomienda revisar posibles cortos en los puntos calientes encontrados, mientras que en Archivo Histórico estos niveles de temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar seguimiento periódico para detectar cualquier tendencia al sobrecalentamiento.

Figura 21. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal de la Biblioteca Departamental




(a) (b)

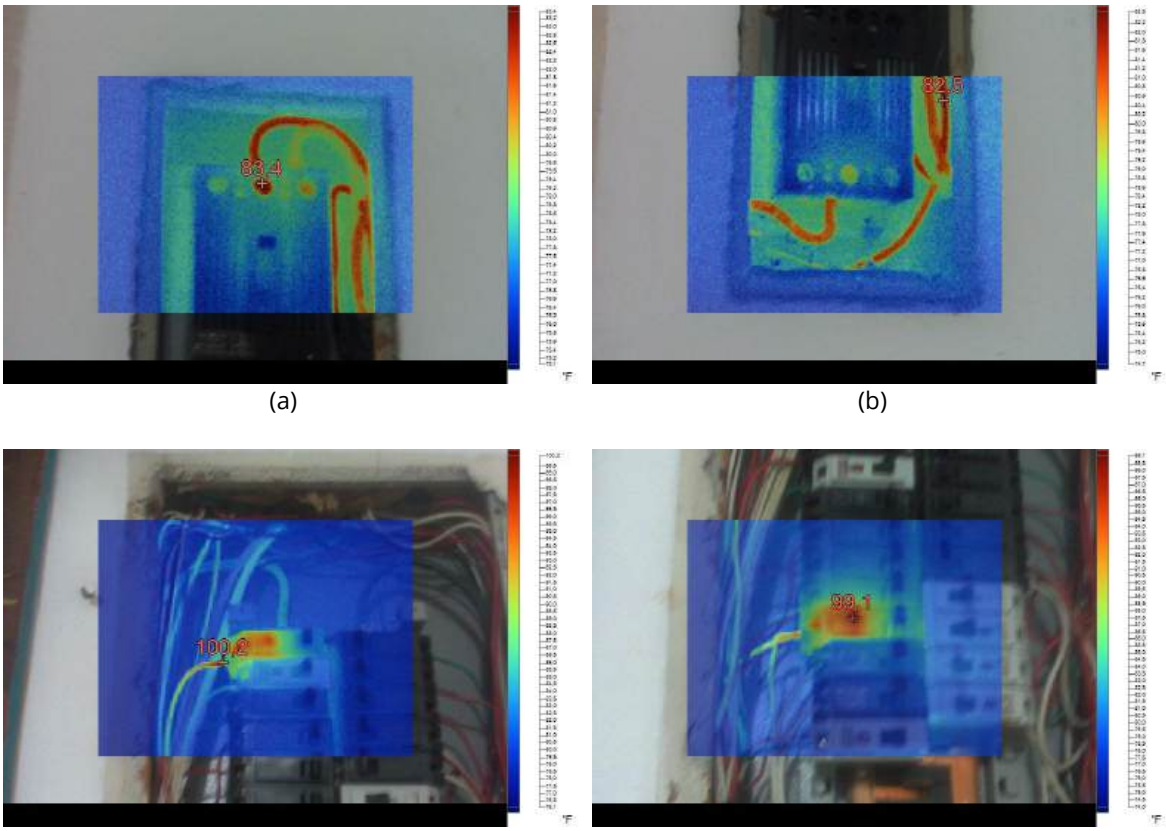
(c) (d)




(e) (f)

Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal de Archivo Histórico




(a) (b)

(c) (d)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones, se realizaron mediciones de iluminancia con un luxómetro digital MPT1014, en varios espacios que, de manera visual, presentaban niveles bajos de iluminación. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 19 y la Tabla 20.

Tabla 19. Mediciones de iluminancia Biblioteca Departamental

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Coordinación patrimonial | 10 | 388 | 500 | No cumple |
| Sala infantil | 10 | 116 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Mediciones de iluminancia Archivo Histórico

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Oficina administrativa | 1 | 366 | 500 | No cumple |
| Sala de espera | 3 | 250 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Figura 23. Luxómetro digital MPT1014




Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Mediciones eléctricas

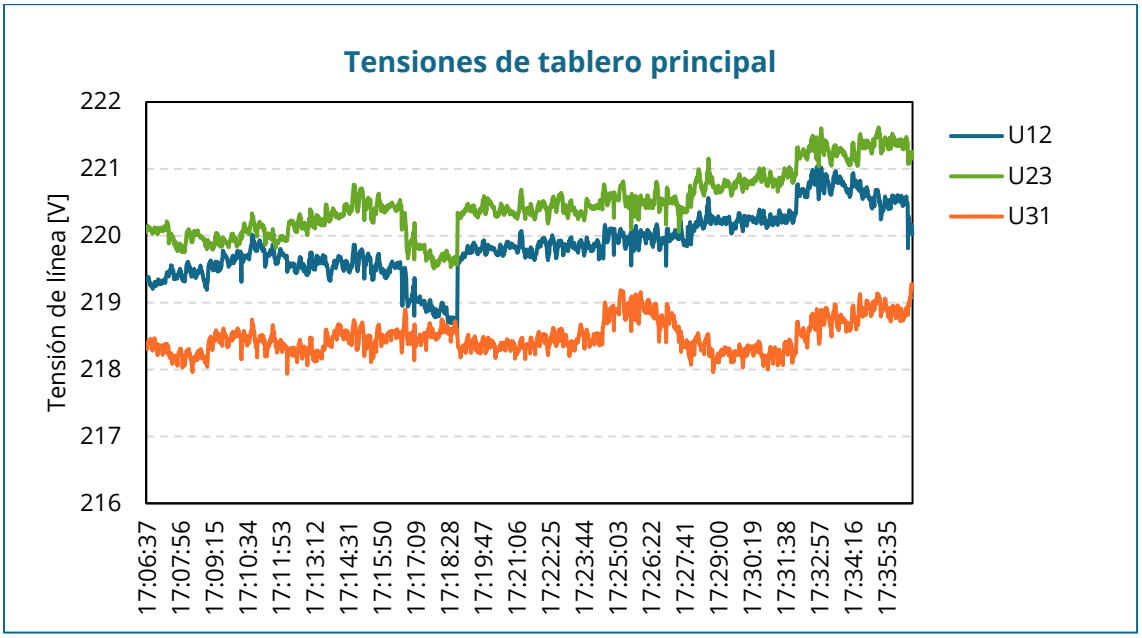
Las mediciones eléctricas en el tablero de la Biblioteca Departamental fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de la Bibilioteca y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 24. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en tablero principal de la Biblioteca Departamental



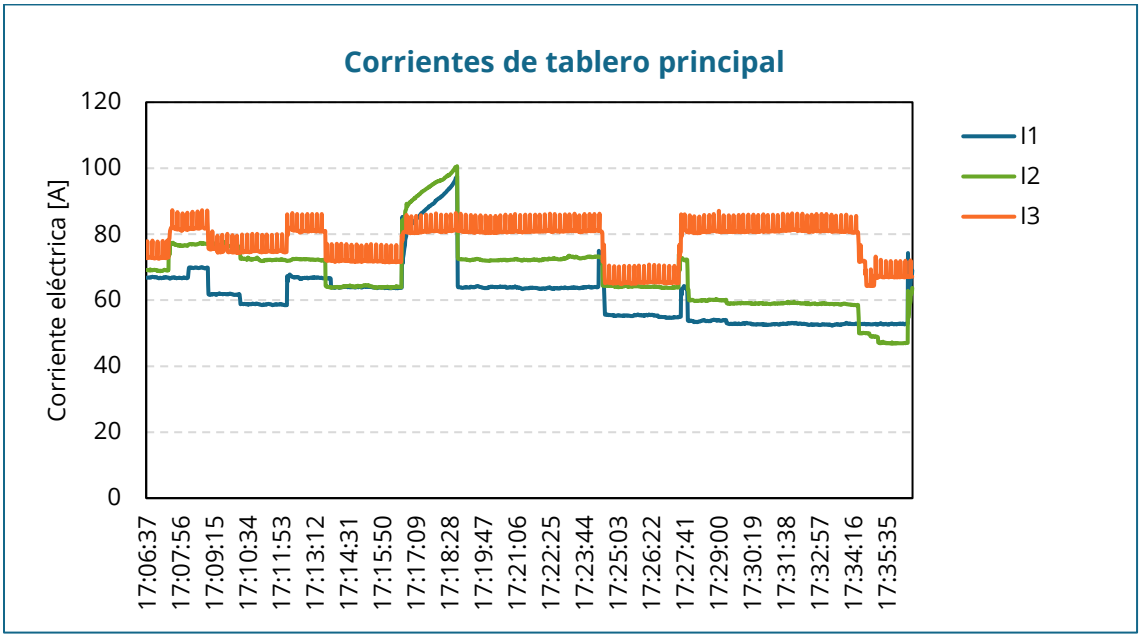
Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Tensiones de tablero principal de la Biblioteca Departamental



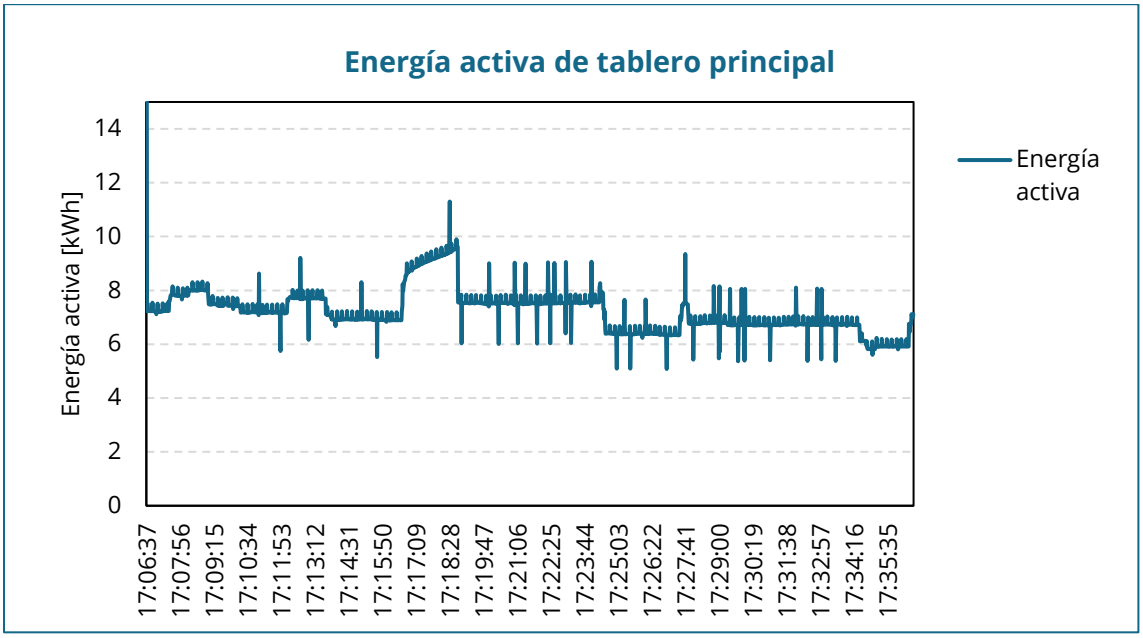

Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Corrientes de tablero principal de la Biblioteca Departamental



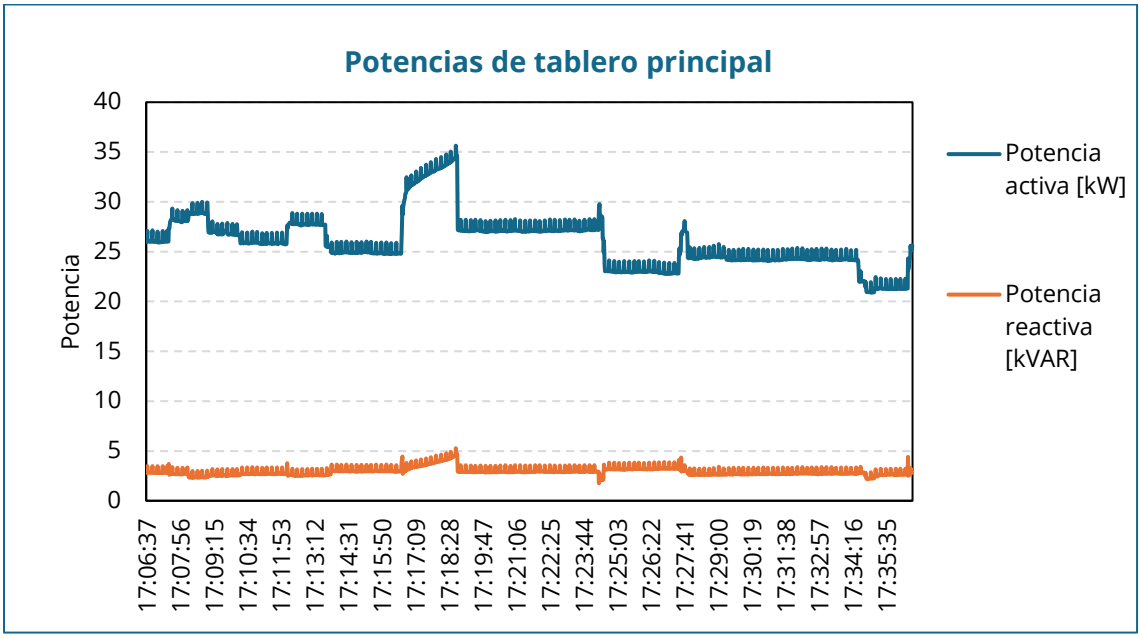

Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Energía activa de tablero principal de la Biblioteca Departamental



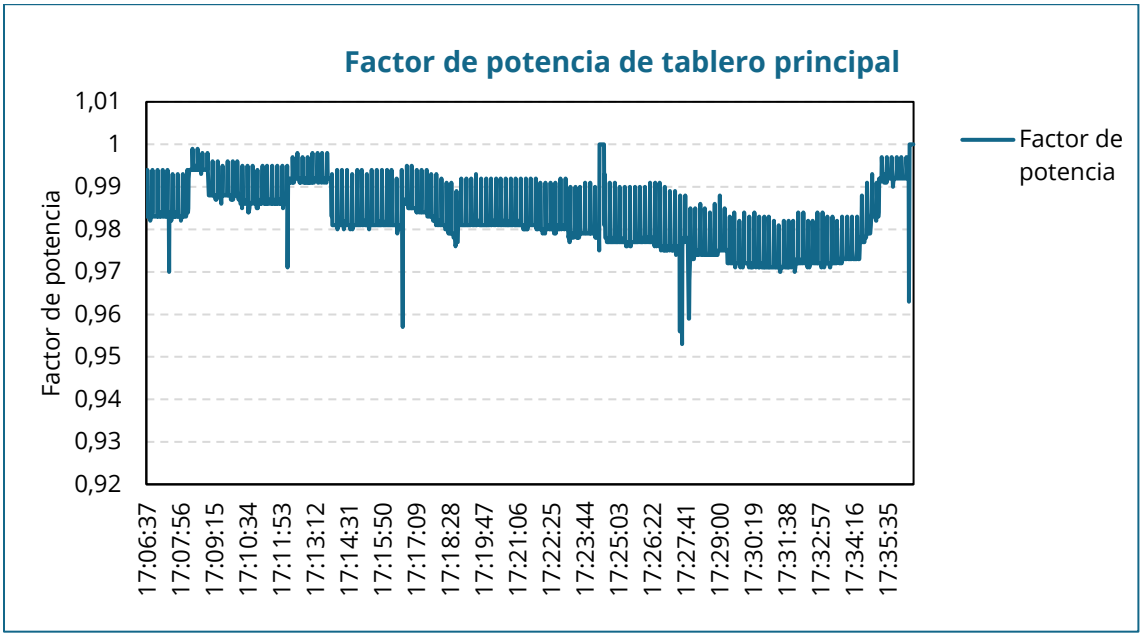

Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Potencias de tablero principal de la Biblioteca Departamental




Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Factor de potencia de tablero principal de la Biblioteca Departamental




Fuente: Elaboración propia

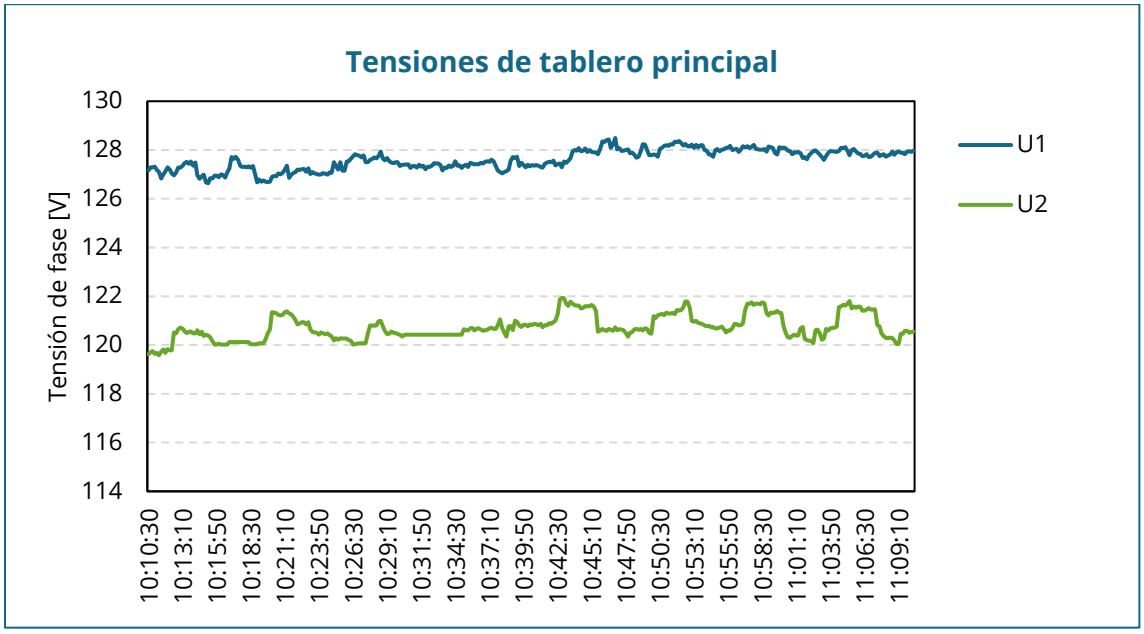
Las mediciones eléctricas del Archivo Histórico fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de Archivo Histórico y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia (sistema bifásico).

Figura 30. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en tablero principal del Archivo Histórico



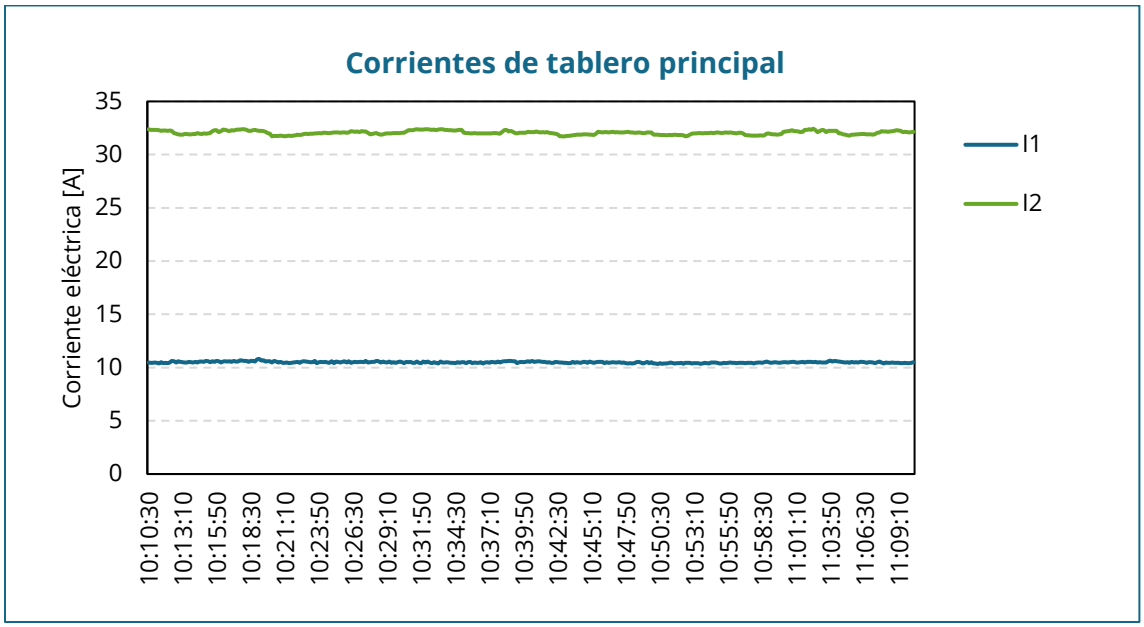
Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Tensiones de tablero principal del Archivo Histórico



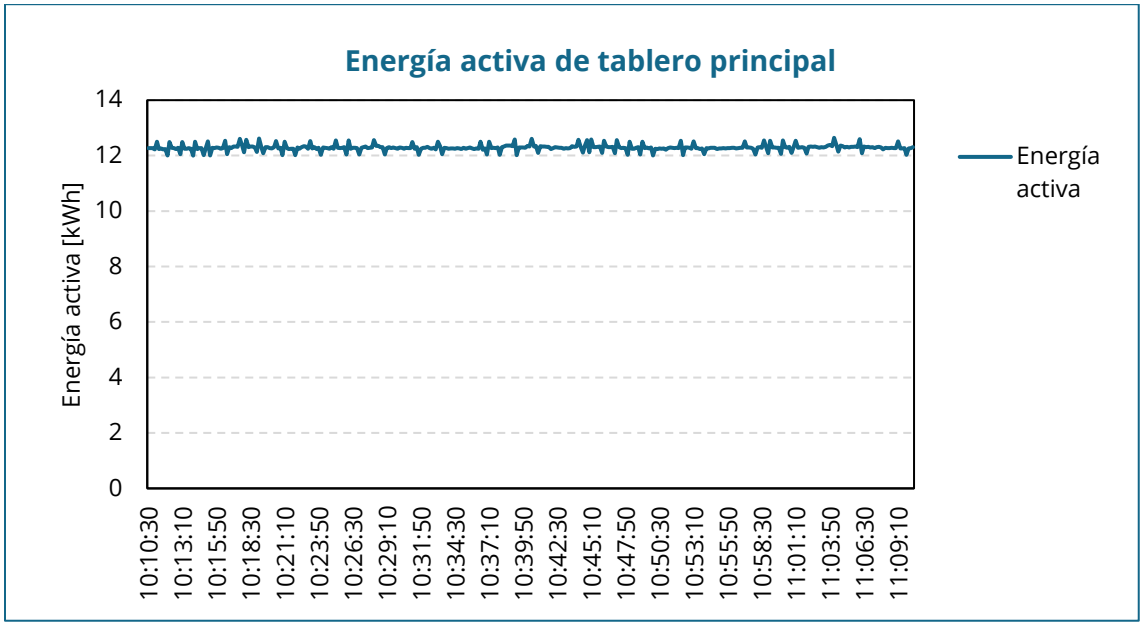

Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Corrientes de tablero principal del Archivo Histórico



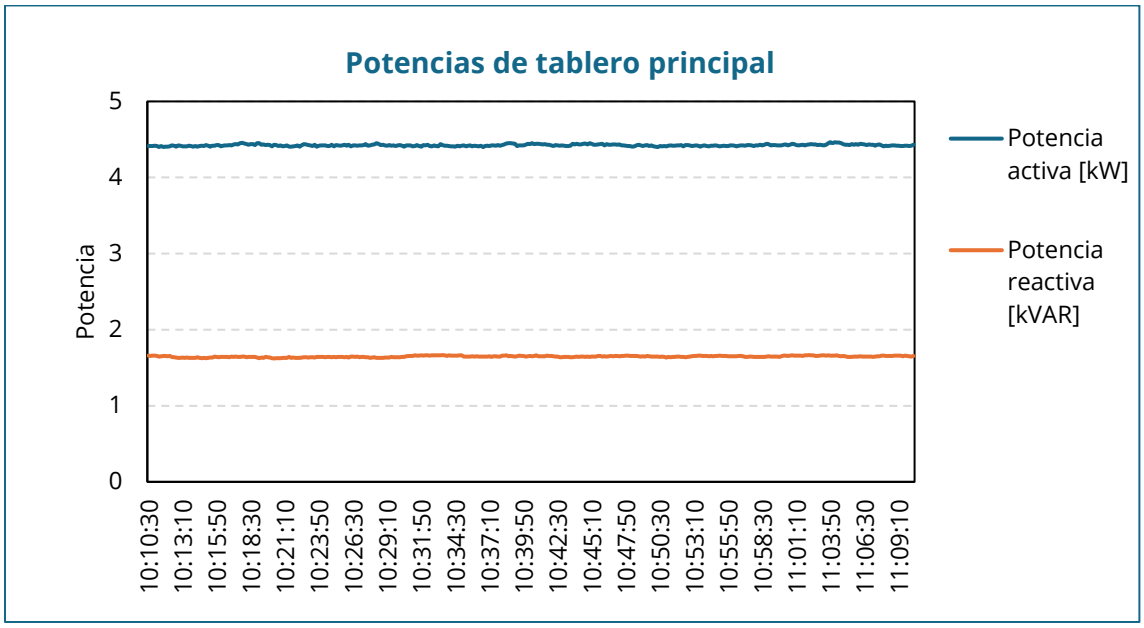

Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Energía activa de tablero principal del Archivo Histórico



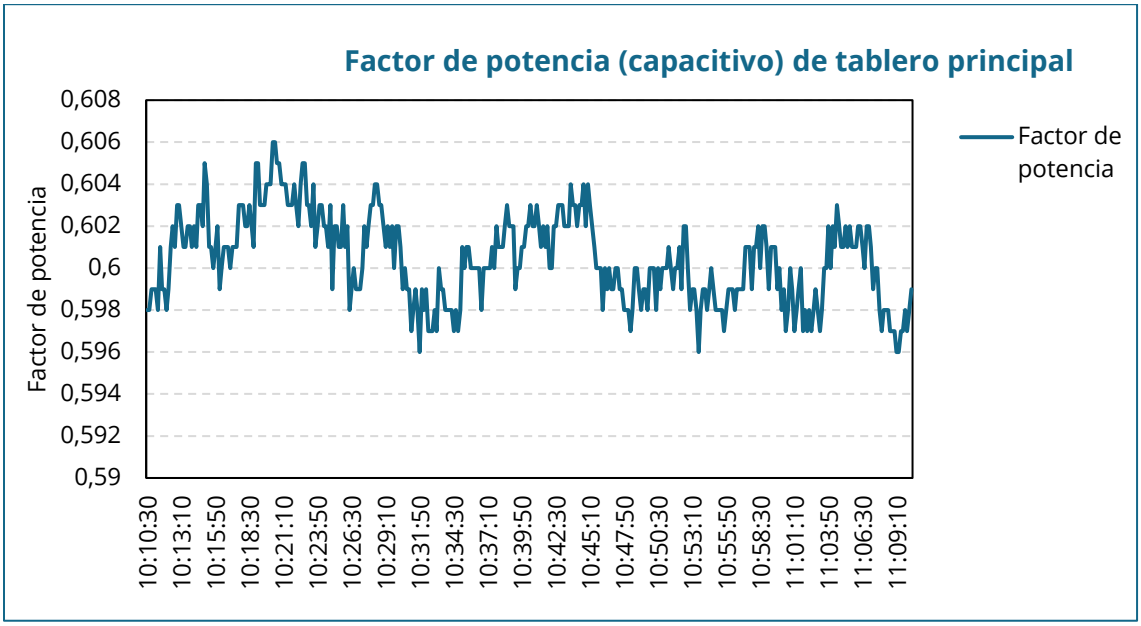

Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Potencias de tablero principal del Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Factor de potencia de tablero principal del Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia en la Figura 35 que el factor de potencia se encuentra por debajo de los límites establecidos por la normativa colombiana (0,9 – 1). Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

## 4.5 Curva de carga

Las curvas de carga corresponden al perfil de potencia activa de las entidades. Dichas curvas se elaboraron considerando como valores constantes el promedio de las tensiones y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 21 y la Tabla 22 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 21. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia en tablero principal de la Biblioteca Departamental

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U12 | 219,87 | 0,21% |
| U23 | 220,48 | 0,21% |
| U31 | 218,50 | 0,11% |
| Factor de potencia | 0,98 | 0,74% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia en tablero principal del Archivo Histórico

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U1 | 127,60 | 0,32% |
| U2 | 120,72 | 0,42% |
| Factor de potencia | 0,600 (capacitivo) | 0,35% |

Fuente: Elaboración propia

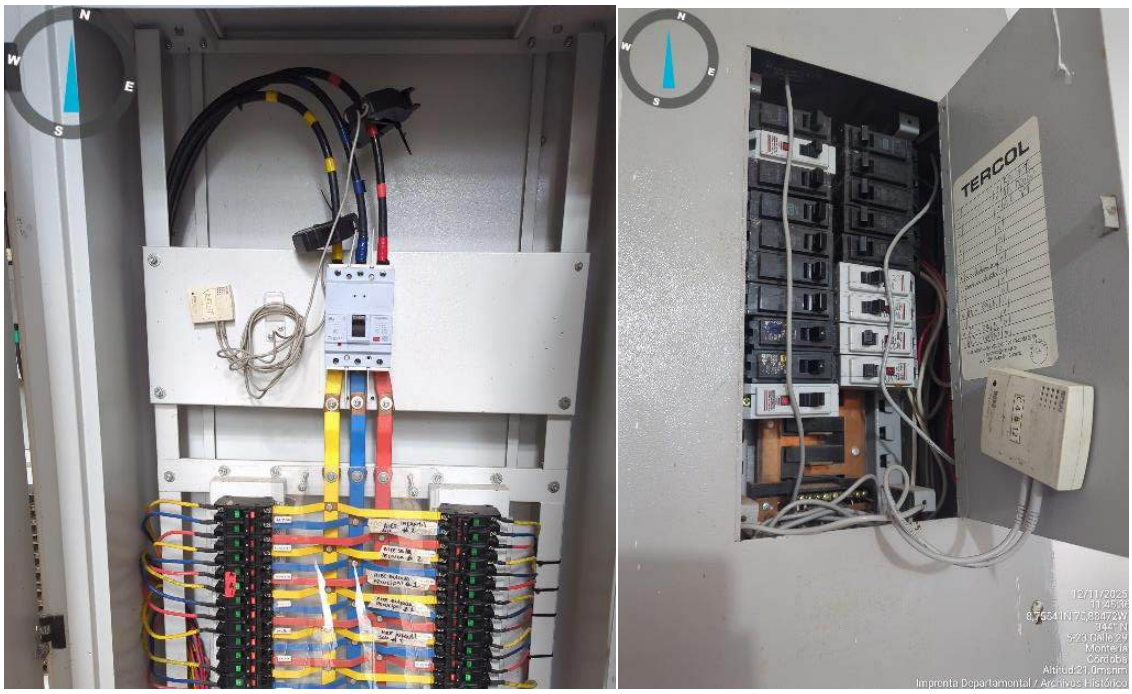
La medición de corriente en los tableros principales se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 23 y la Tabla 24.

Tabla 23. Especificaciones de medición con datalogger en tablero principal de la Biblioteca Departamental

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 12 de noviembre de 2025 |
| **Feche final** | 13 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,08 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 36. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas




Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Especificaciones de medición con datalogger en tablero principal del Archivo Histórico

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 12 de noviembre de 2025 |
| **Feche final** | 13 de noviembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,12 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

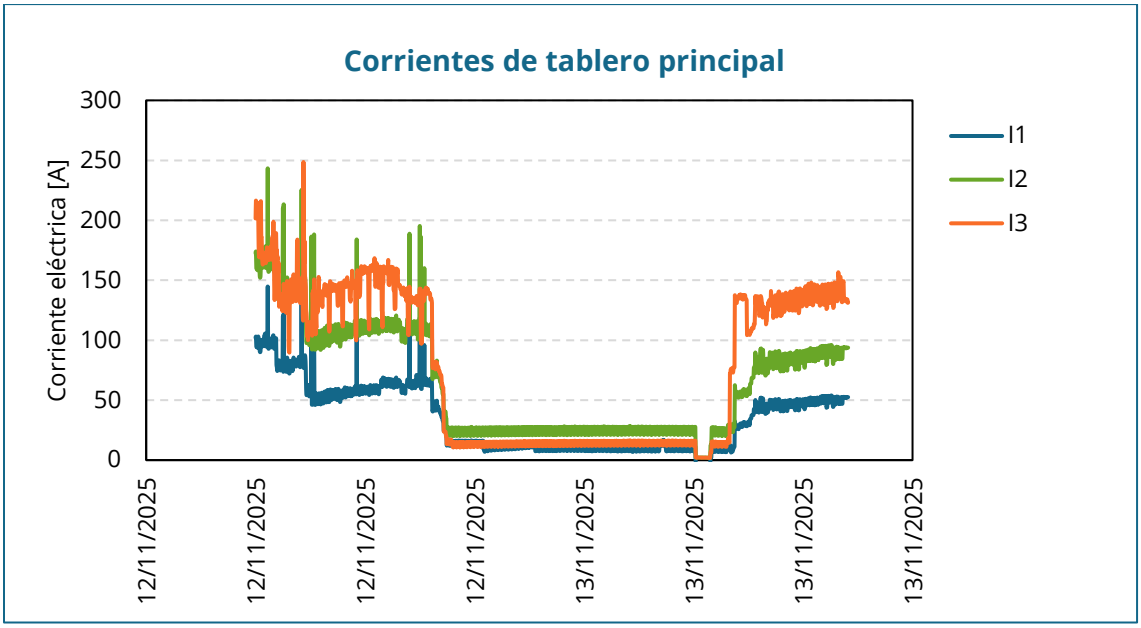
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 37 y la Figura 38 para la Biblioteca Departamental, así como la Figura 39 y la Figura 40 para el Archivo Histórico. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 25 y la Tabla 26.

Tabla 25. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura de la Biblioteca Departamental

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 576 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 15.955 |
| **Energía facturada [kWh]** | 15.040 |
| **Diferencia relativa [%]** | 6,1% |

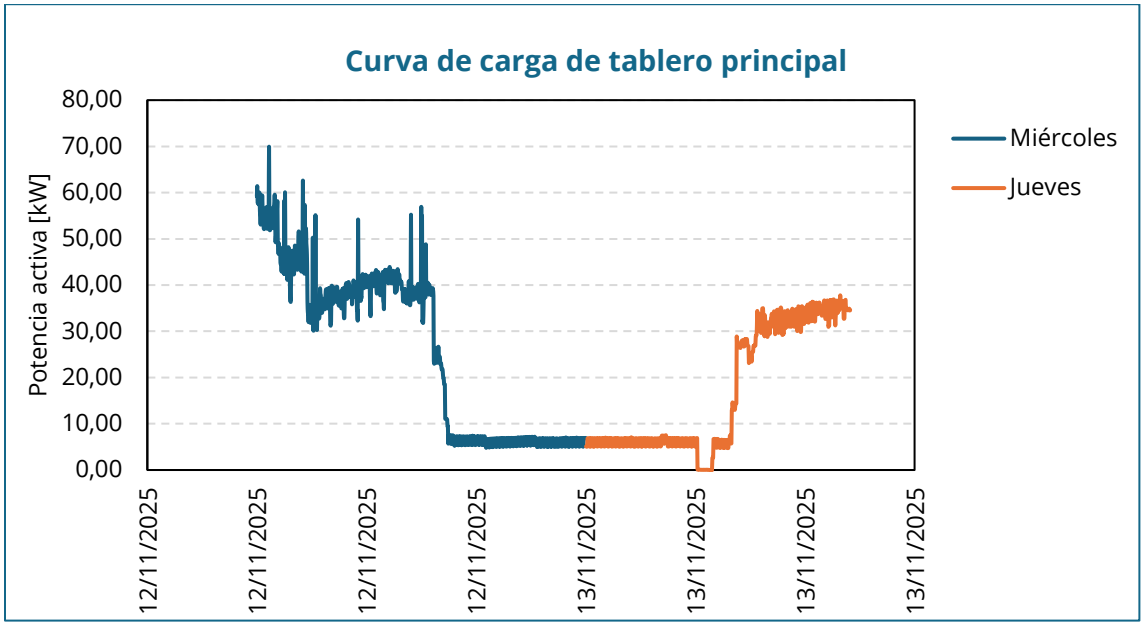
Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Corrientes de tablero principal de la Biblioteca Departamental



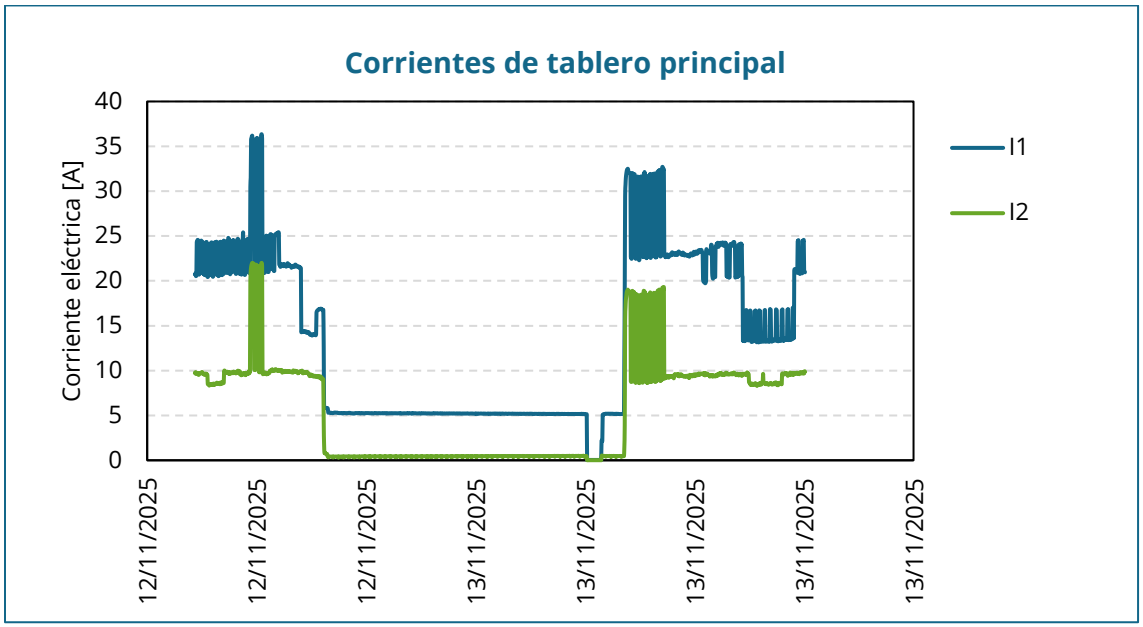

Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Curva de carga de tablero principal de la Biblioteca Departamental




Fuente: Elaboración propia

Figura 39. Corrientes de tablero principal del Archivo Histórico

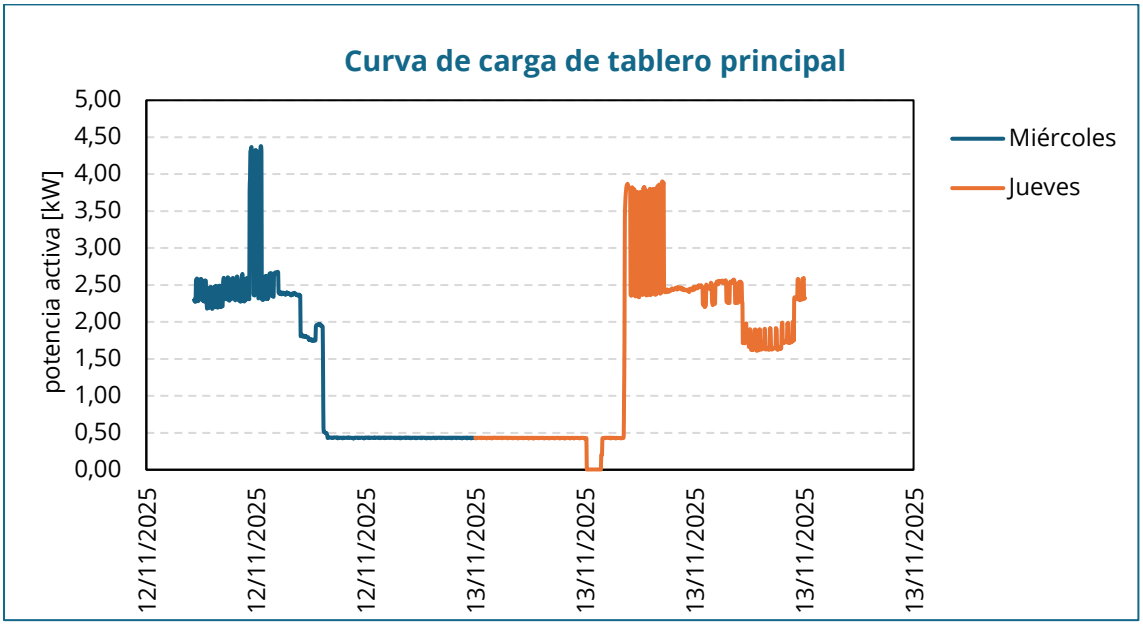



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las mediciones realizadas, se evidencia un desequilibrio en la corriente I3 de la Figura 39 con respecto a las fases restantes. Se recomienda realizar un balance de cargas que

permita redistribuir uniformemente la demanda entre las tres fases, optimizando así el funcionamiento del sistema eléctrico y previniendo posibles daños.

Figura 40. Curva de carga de tablero principal del Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del Archivo Histórico

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 38 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 1.030 |
| **Energía facturada [kWh]** | 994 |
| **Diferencia relativa [%]** | 3,6% |

Fuente: Elaboración propia

## 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura *41*).

Figura 41. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia. Este caso puntual ocurre con la cuenta NIC: 4553766 del Biblioteca Departamental.

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana:** Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan

a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.

- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Biblioteca Departamental - NIC: 4553766 - Medidor: 62019778*

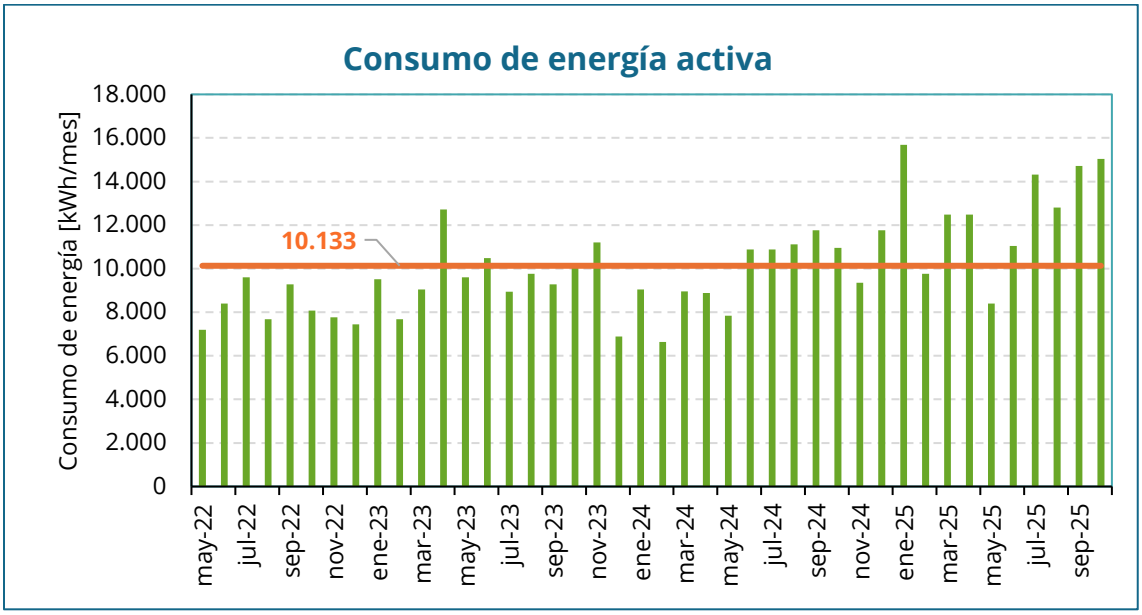
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 27, con el cual se construyó la Figura 42. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 27. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 9.520 | 9.040 | 15.680 |
| Febrero | Sin información | 7.680 | 6.640 | 9.760 |
| Marzo | Sin información | 9.040 | 8.960 | 12.480 |
| Abril | Sin información | 12.720 | 8.880 | 12.480 |
| Mayo | 7.200 | 9.600 | 7.840 | 8.400 |
| Junio | 8.400 | 10.480 | 10.880 | 11.040 |
| Julio | 9.600 | 8.940 | 10.880 | 14.320 |
| Agosto | 7.680 | 9.760 | 11.120 | 12.800 |
| Septiembre | 9.280 | 9.280 | 11.760 | 14.720 |
| Octubre | 8.080 | 10.240 | 10.960 | 15.040 |
| Noviembre | 7.760 | 11.200 | 9.360 | |
| Diciembre | 7.440 | 6.880 | 11.760 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 42. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

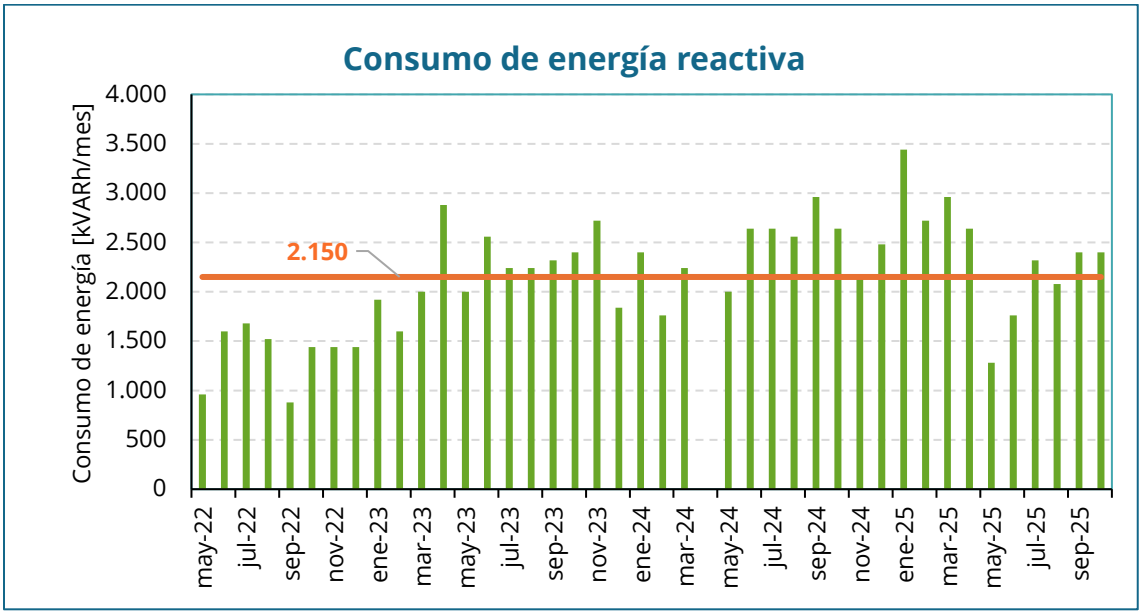
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 28, con el cual se construyó la Figura 43. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 28. Registro de consumo histórico de energía reactiva

| Mes | Consumo de energía reactiva [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 1.920 | 2.400 | 3.440 |
| Febrero | Sin información | 1.600 | 1.760 | 2.720 |
| Marzo | Sin información | 2.000 | 2.240 | 2.960 |
| Abril | Sin información | 2.880 | Sin información | 2.640 |
| Mayo | 960 | 2.000 | 2.000 | 1.280 |
| Junio | 1.600 | 2.560 | 2.640 | 1.760 |
| Julio | 1.680 | 2.240 | 2.640 | 2.320 |
| Agosto | 1.520 | 2.240 | 2.560 | 2.080 |
| Septiembre | 880 | 2.320 | 2.960 | 2.400 |
| Octubre | 1.440 | 2.400 | 2.640 | 2.400 |
| Noviembre | 1.440 | 2.720 | 2.160 | |
| Diciembre | 1.440 | 1.840 | 2.480 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 43. Consumo histórico de energía reactiva




Fuente: Elaboración propia

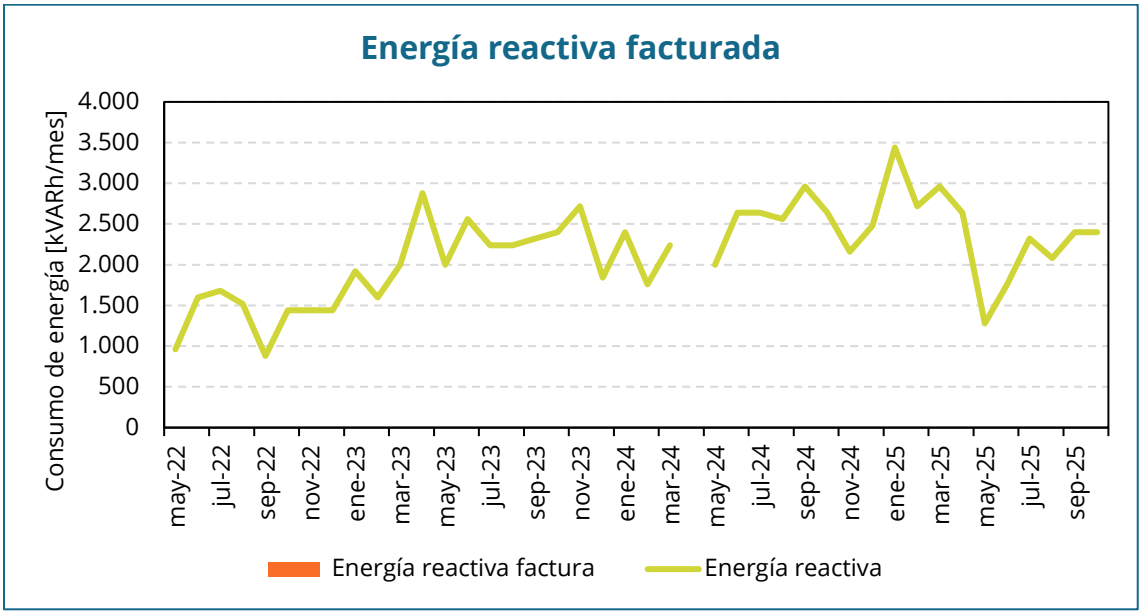
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 29, con el cual se construyó la Figura 44. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 29. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

| Mes | Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 44. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada




Fuente: Elaboración propia

*Imprenta Departamental/ Archivos Histórico - NIC: 4553763 - Medidor: 36955504*

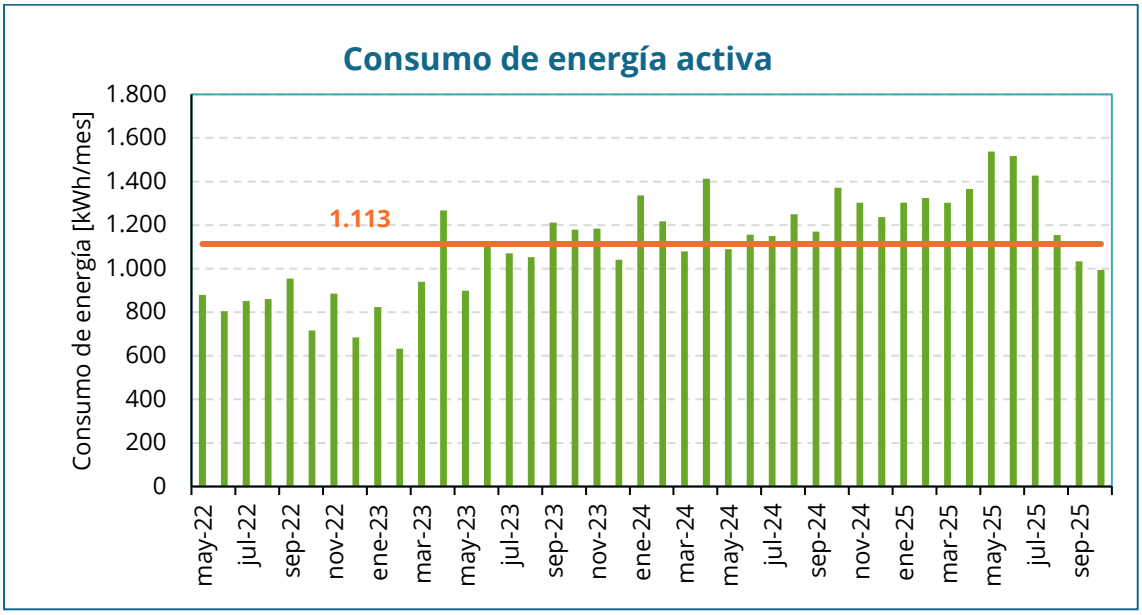
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 30, con el cual se construyó la Figura 45. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 30. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 823 | 1.337 | 1.303 |
| Febrero | Sin información | 633 | 1.218 | 1.325 |
| Marzo | Sin información | 939 | 1.079 | 1.302 |
| Abril | Sin información | 1.268 | 1.412 | 1.365 |
| Mayo | 879 | 899 | 1.090 | 1.537 |
| Junio | 804 | 1.100 | 1.155 | 1.517 |
| Julio | 852 | 1.070 | 1.150 | 1.427 |
| Agosto | 860 | 1.053 | 1.250 | 1.154 |
| Septiembre | 954 | 1.211 | 1.170 | 1.033 |
| Octubre | 717 | 1.179 | 1.371 | 994 |
| Noviembre | 885 | 1.183 | 1.303 | |
| Diciembre | 684 | 1.041 | 1.237 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 45. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 5,8% en Biblioteca Departamental en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla 28), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

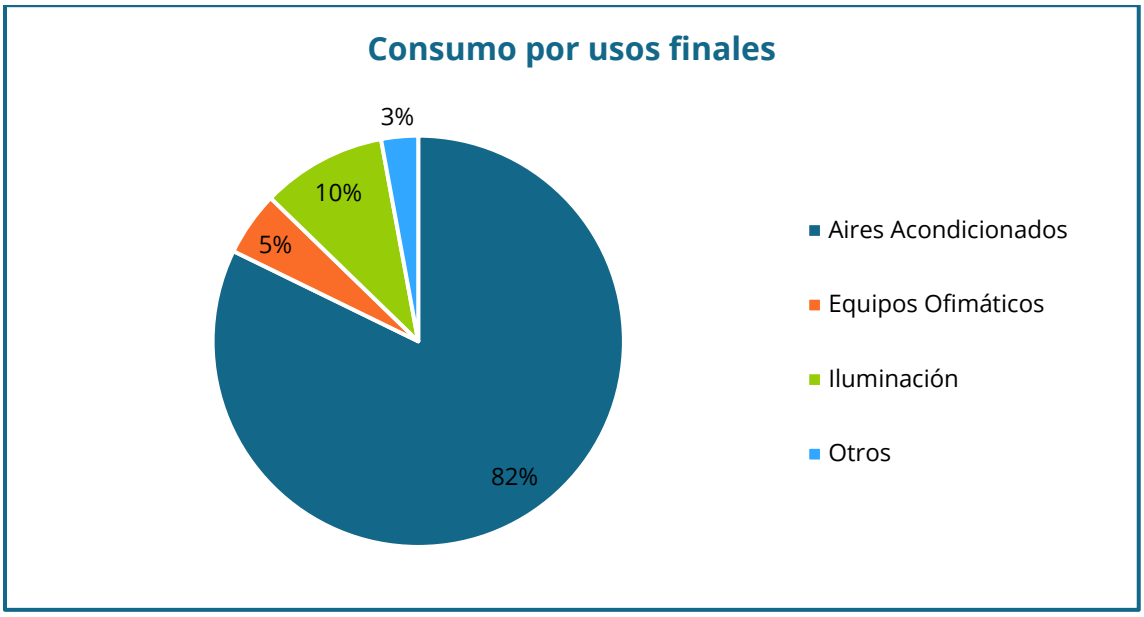
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 31, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 46 y el diagrama de Pareto en la Figura 47.

Tabla 31. Participación de consumo de energía por usos finales de la Biblioteca Departamental

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aires Acondicionados | 372,42 | 82% |
| Equipos Ofimáticos | 22,82 | 5% |
| Iluminación | 44,552 | 10% |
| Otros | 13,15 | 3% |
| **Total** | **453** | **100%** |

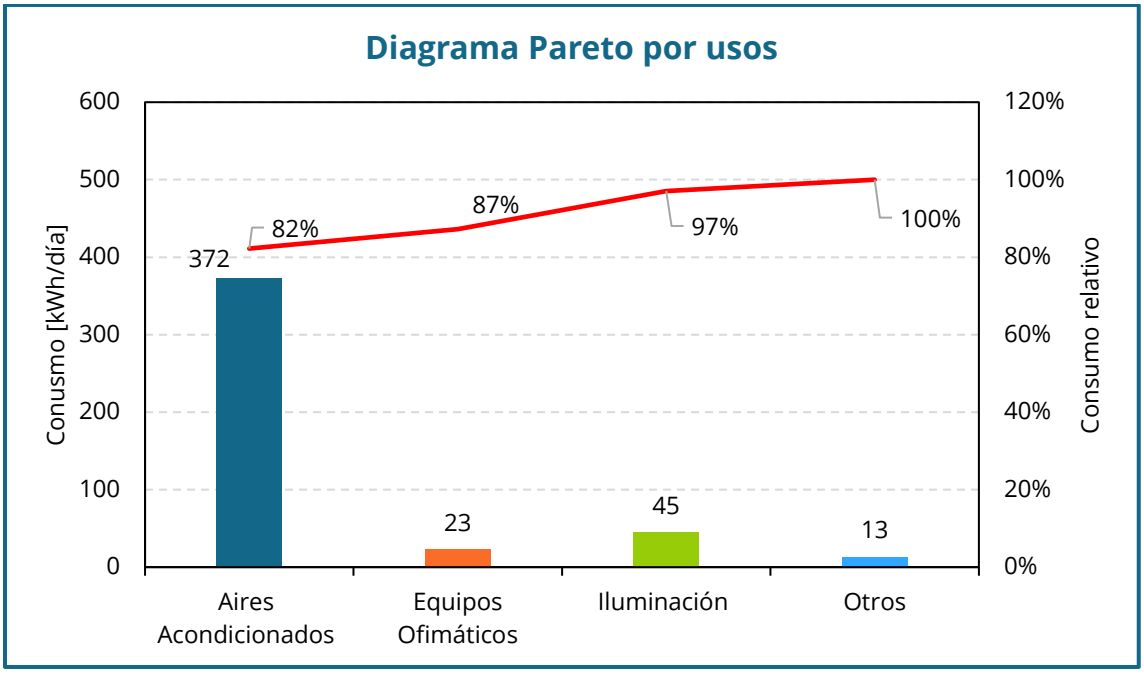
Fuente: Elaboración propia

Figura 46. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la Biblioteca Departamental




Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la Biblioteca Departamental




Fuente: Elaboración propia

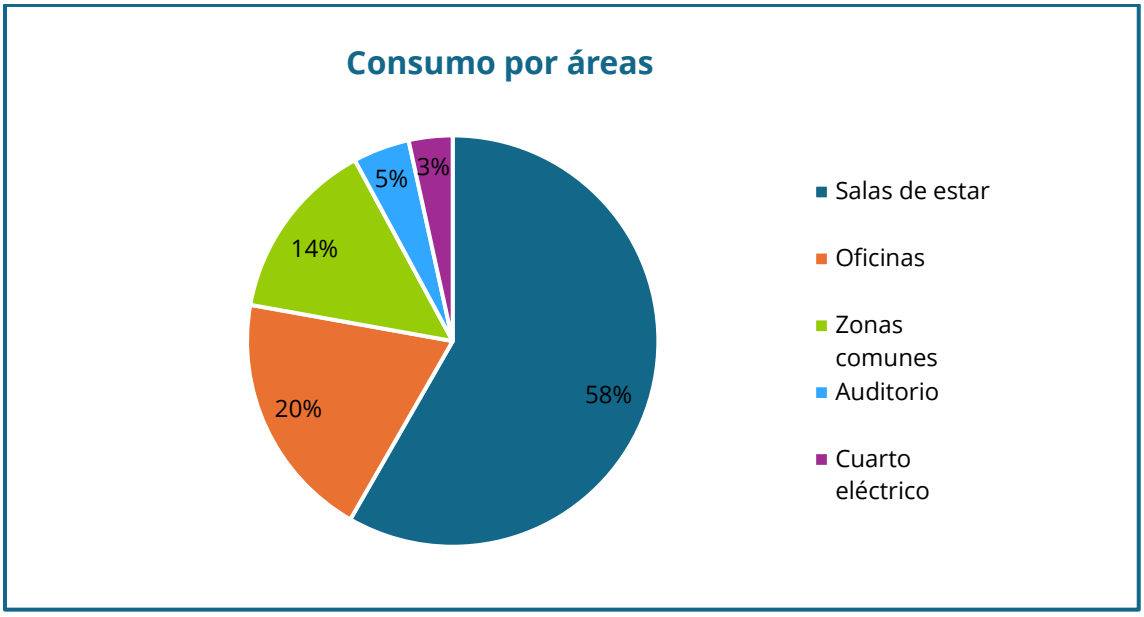
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 32, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 48 y el diagrama de Pareto en la Figura 49.

Tabla 32. Participación de consumo de energía por áreas de la Biblioteca Departamental

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Salas de estar | 264,05 | 58% |
| Oficinas | 88,44 | 20% |
| Zonas comunes | 64,702 | 14% |
| Auditorio | 20,15 | 4% |
| Cuarto eléctrico | 15,6 | 3% |
| **Total** | **453** | **100%** |

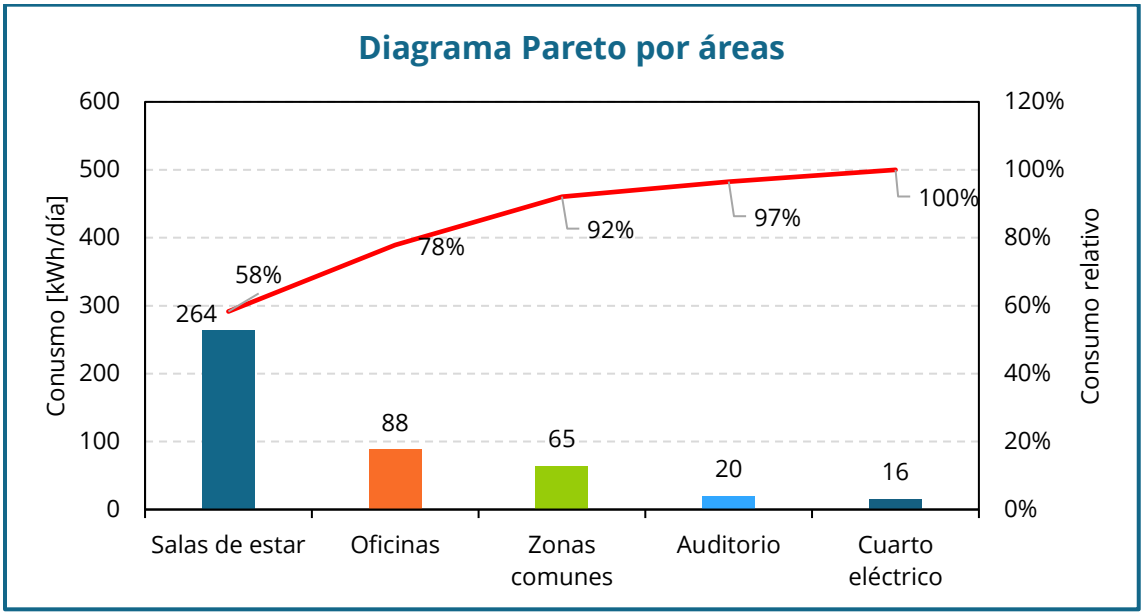
Fuente: Elaboración propia

Figura 48. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de la Biblioteca Departamental




Fuente: Elaboración propia

Figura 49. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de la Biblioteca Departamental




Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 2,9% en Imprenta Departamental/ Archivos Histórico en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla *30*), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

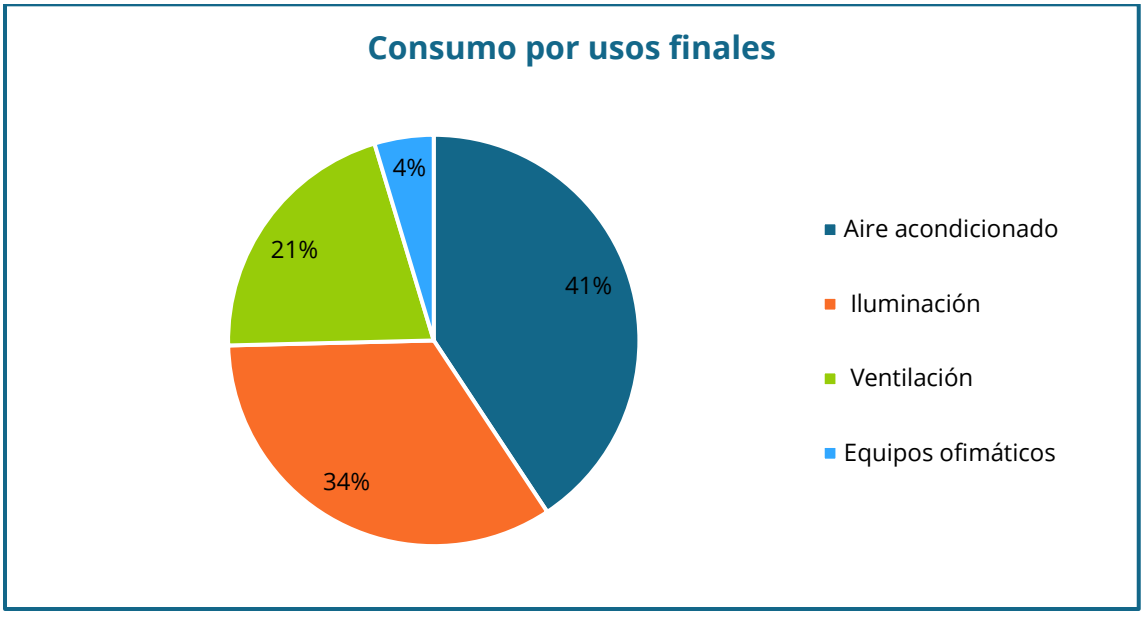
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 33, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 50 y el diagrama de Pareto en la Figura 51.

Tabla 33. Participación de consumo de energía por usos finales de Archivo Histórico

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aire acondicionado | 20,978 | 41% |
| Iluminación | 17,488 | 34% |
| Ventilación | 10,688 | 21% |
| Equipos ofimáticos | 2,4 | 5% |
| **Total** | **52** | **100%** |

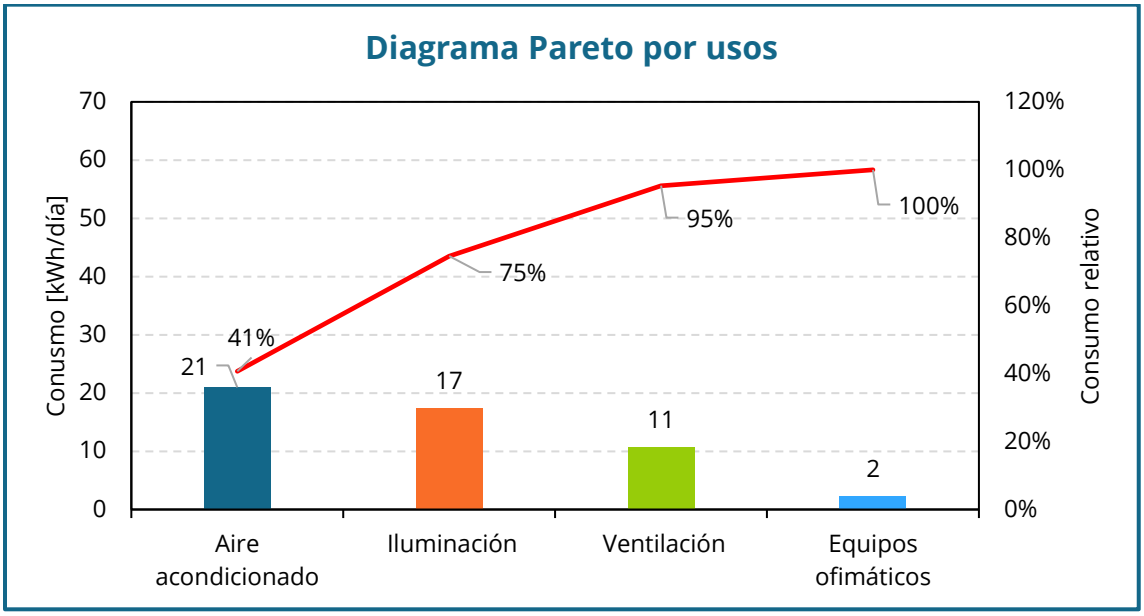
Fuente: Elaboración propia

Figura 50. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

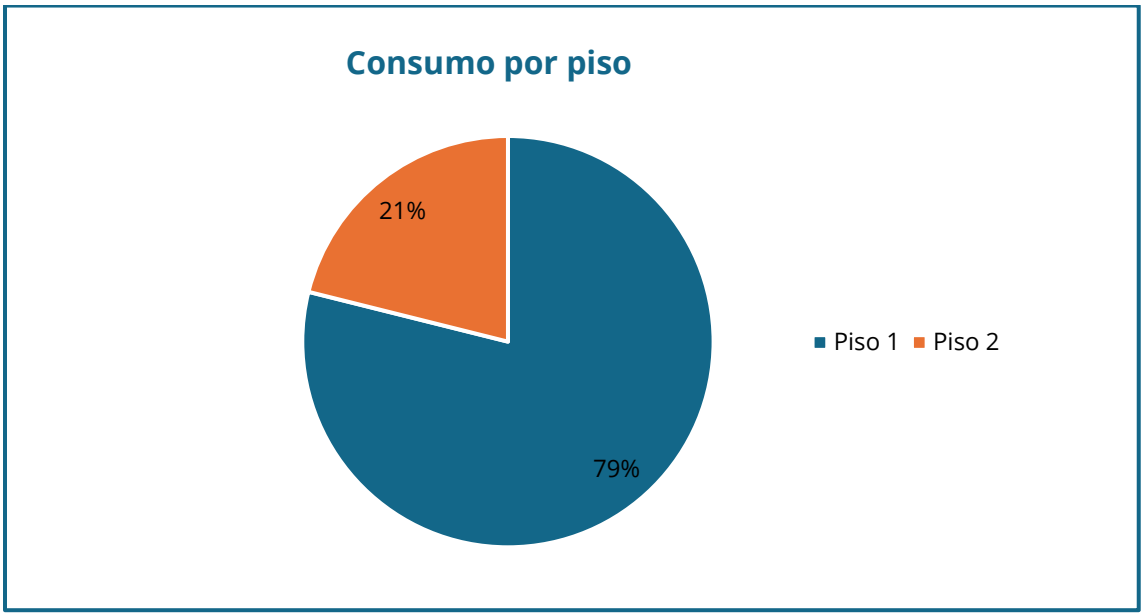
Figura 51. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

La participación de consumo por pisos se sintetiza en la Tabla 34, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 52 y el diagrama de Pareto en la Figura 53.

Figura 52. Porcentaje de participación de consumo de energía por pisos de Archivo Histórico



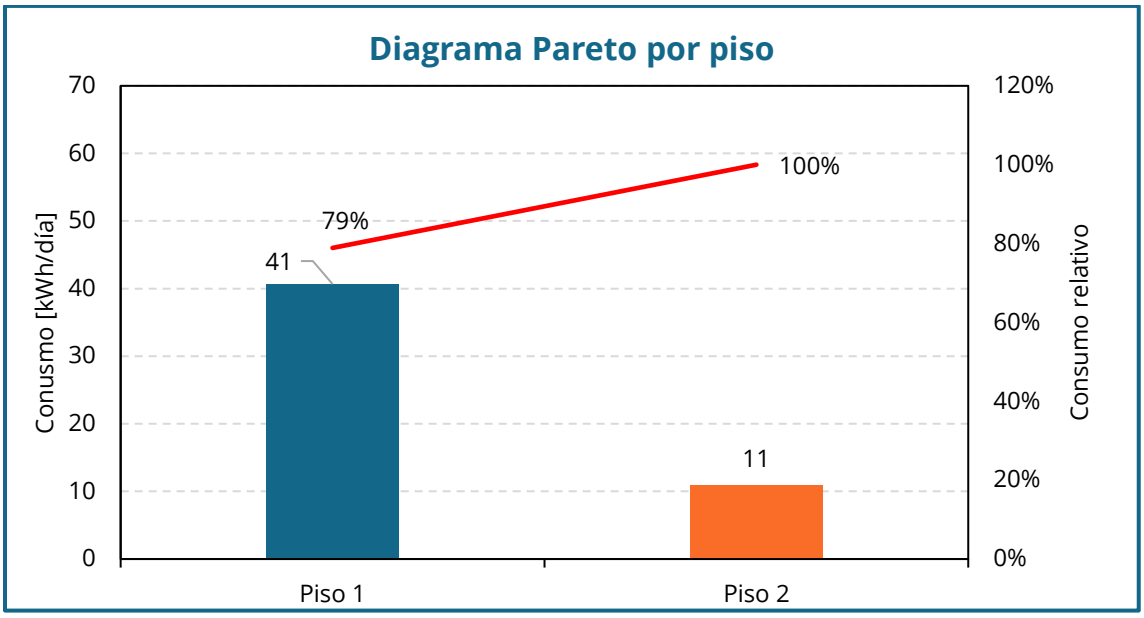

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Participación de consumo de energía por pisos de Archivo Histórico

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Piso 1 | 40,674 | 79% |
| Piso 2 | 10,88 | 21% |
| **Total** | **52** | **100%** |

Fuente: Elaboración propia

Figura 53. Diagrama de Pareto – consumo de energía por pisos de Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

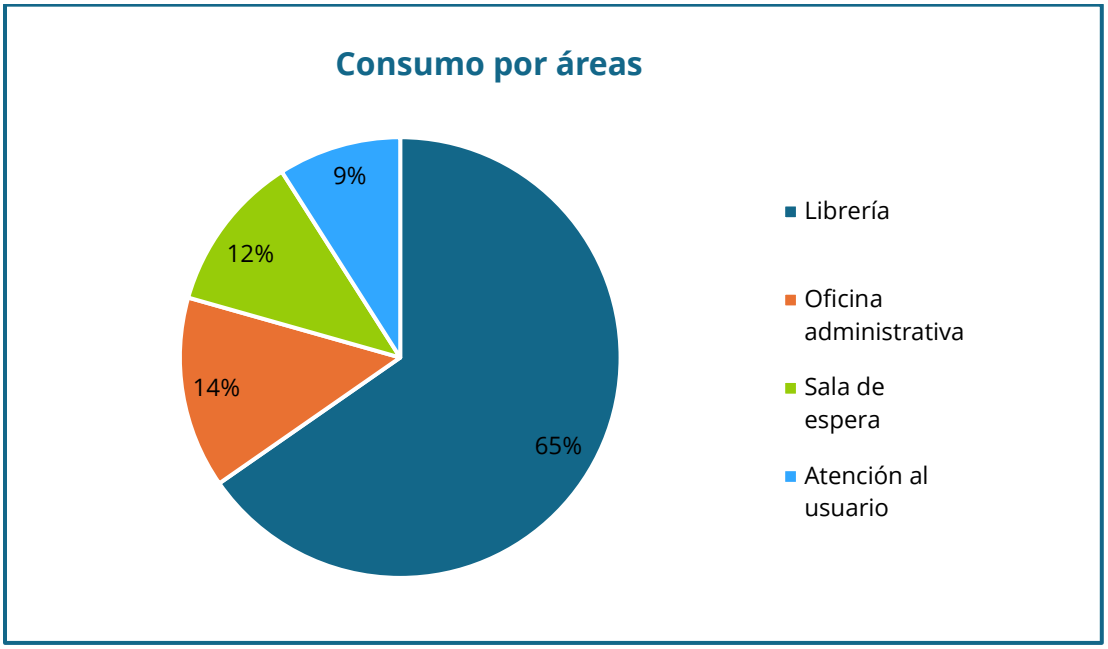
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 35, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 54 y el diagrama de Pareto en la Figura 55.

Tabla 35. Participación de consumo de energía por áreas de Archivo Histórico

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Librería | 33.68 | 65% |
| Oficina administrativa | 7.248 | 14% |
| Sala de espera | 5.97 | 12% |
| Atención al usuario | 4.656 | 9% |
| **Total** | **52** | **100%** |

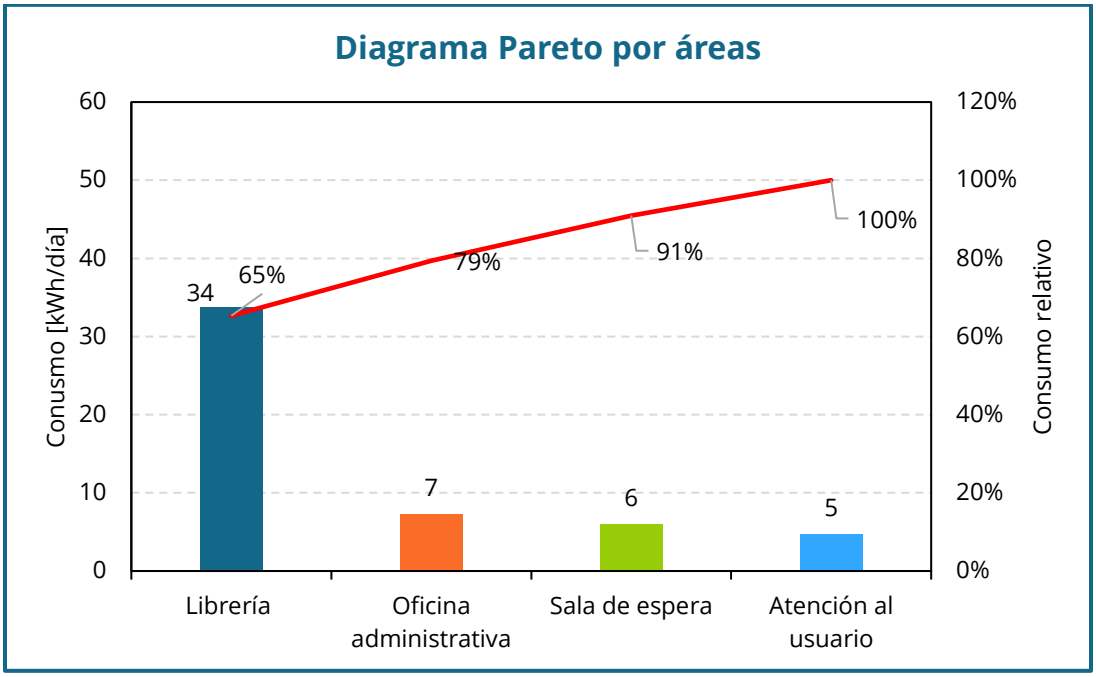
Fuente: Elaboración propia

Figura 54. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

Figura 55. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de Archivo Histórico



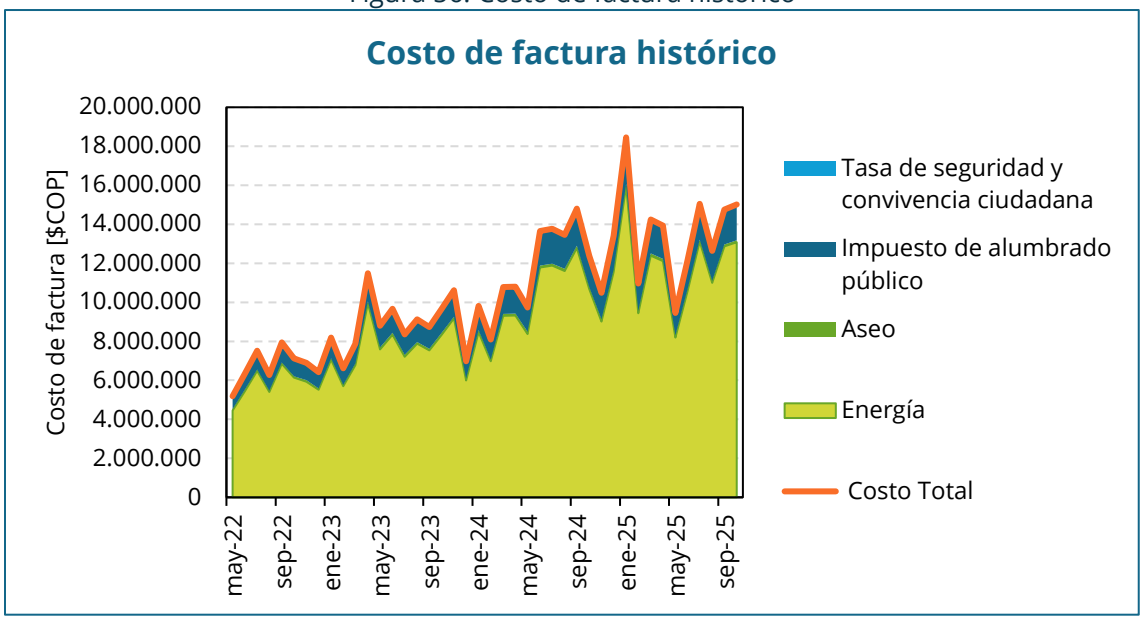

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Biblioteca Departamental - NIC: 4553766 - Medidor: 62019778*

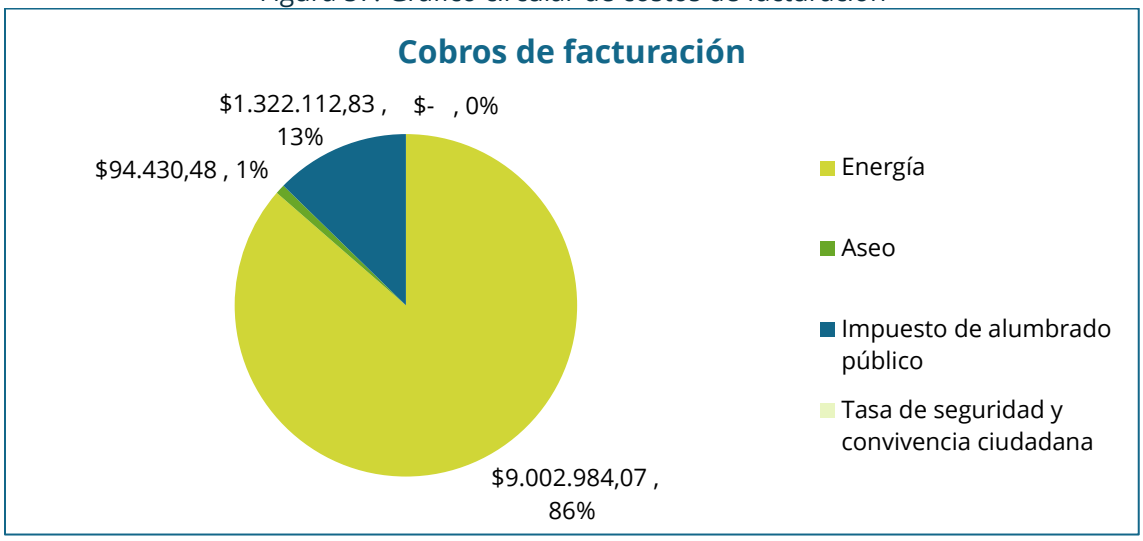
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 56 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 57.

Figura 56. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

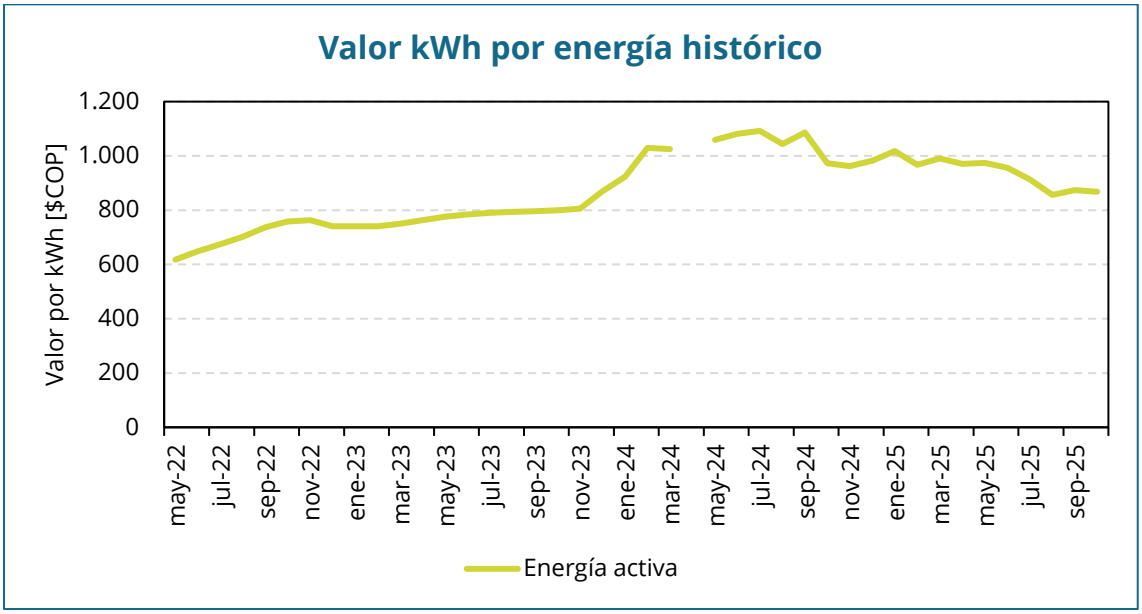
Figura 57. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 58 (ver registros en la Tabla 36 y la Tabla 37).

Figura 58. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 741 | 923 | 1.017 |
| Febrero | Sin información | 741 | 1.030 | 967 |
| Marzo | Sin información | 750 | 1.024 | 990 |
| Abril | Sin información | 763 | Sin información | 971 |
| Mayo | 618 | 776 | 1.059 | 974 |
| Junio | 649 | 784 | 1.082 | 957 |
| Julio | 675 | 790 | 1.092 | 914 |
| Agosto | 702 | 794 | 1.044 | 856 |
| Septiembre | 737 | 796 | 1.086 | 874 |
| Octubre | 759 | 800 | 973 | 868 |
| Noviembre | 763 | 806 | 962 | |
| Diciembre | 741 | 871 | 982 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 37. Costo unitario por kWh de energía reactiva

| Mes | Valor promedio facturado por kVARh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

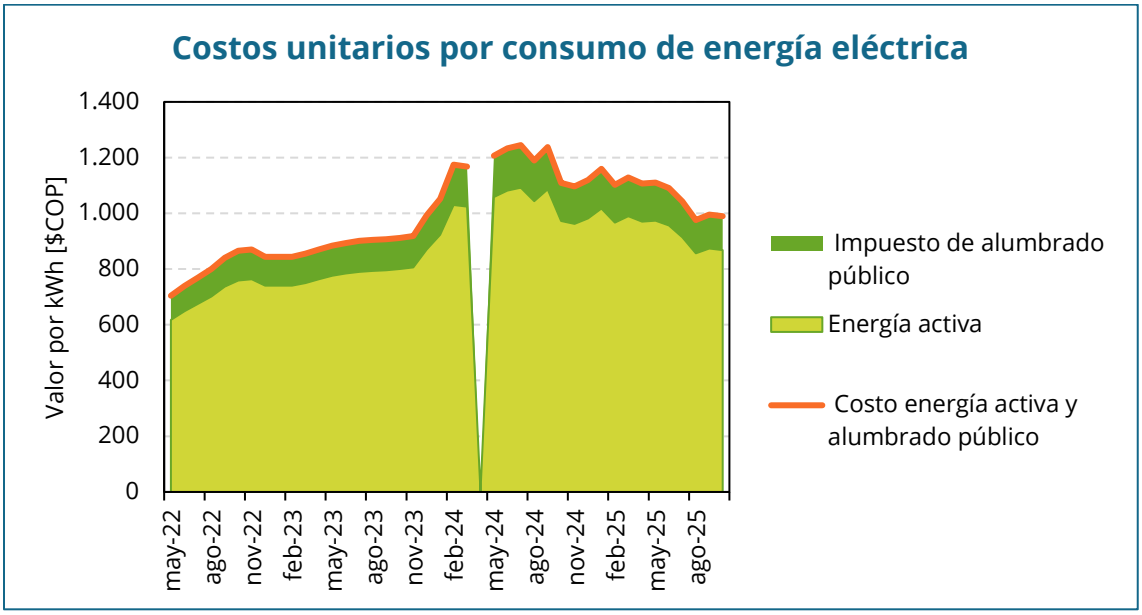
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 59 (ver registros en Tabla 38). El promedio de este valor es de $992,58 COP.

Tabla 38. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 844 | 1.052 | 1.160 |
| Febrero | Sin información | 844 | 1.174 | 1.103 |
| Marzo | Sin información | 855 | 1.168 | 1.129 |
| Abril | Sin información | 870 | Sin información | 1.107 |
| Mayo | 704 | 885 | 1.207 | 1.110 |
| Junio | 740 | 894 | 1.233 | 1.091 |
| Julio | 769 | 901 | 1.245 | 1.042 |
| Agosto | 800 | 905 | 1.190 | 976 |
| Septiembre | 840 | 907 | 1.238 | 996 |
| Octubre | 865 | 912 | 1.109 | 990 |
| Noviembre | 870 | 918 | 1.096 | |
| Diciembre | 844 | 993 | 1.120 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 59. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 60. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 39, la Tabla 40 y la Tabla 41, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 39. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 7.049.941 | 8.344.553 | 15.950.636 |
| Febrero | Sin información | 5.687.347 | 6.839.731 | 9.440.652 |
| Marzo | Sin información | 6.778.915 | 9.177.190 | 12.358.070 |
| Abril | Sin información | 9.708.031 | Sin información | 12.114.585 |
| Mayo | 4.448.232 | 7.448.448 | 8.300.522 | 8.178.912 |
| Junio | 5.449.080 | 8.216.634 | 11.767.373 | 10.564.507 |
| Julio | 6.477.216 | 7.063.852 | 11.881.395 | 13.094.208 |
| Agosto | 5.389.056 | 7.745.634 | 11.609.169 | 10.962.944 |
| Septiembre | 6.837.411 | 7.386.787 | 12.768.302 | 12.860.717 |
| Octubre | 6.131.831 | 8.191.795 | 10.663.094 | 13.060.886 |
| Noviembre | 5.924.294 | 9.022.384 | 9.002.448 | |
| Diciembre | 5.509.618 | 5.991.242 | 11.550.790 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 40. Costo facturado por energía reactiva

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

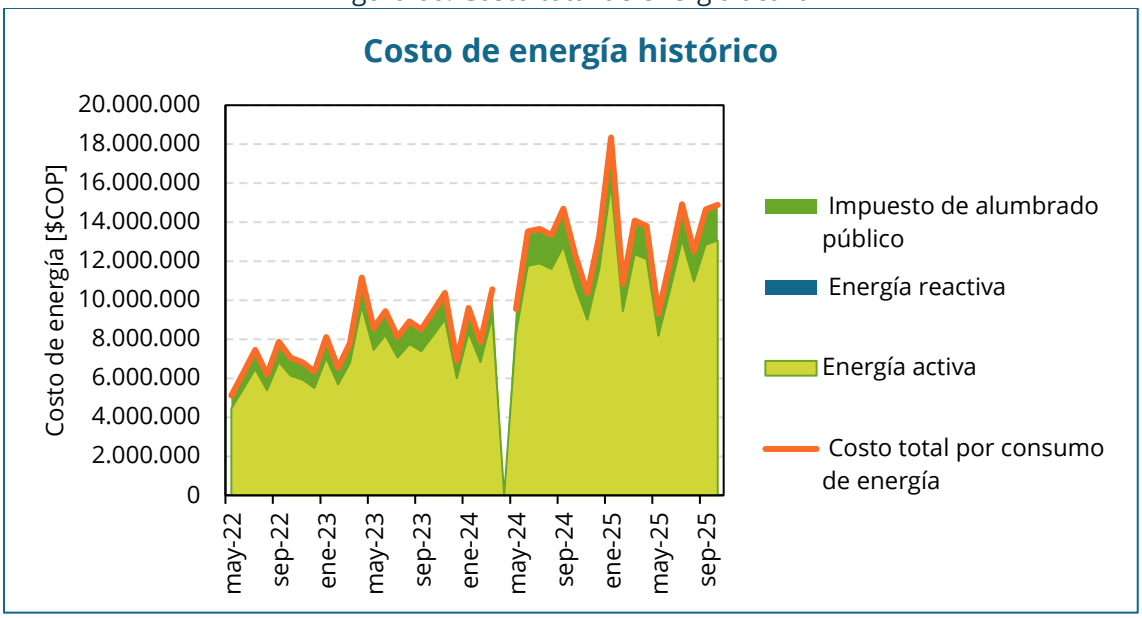
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 41. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 8.107.931 | 9.597.782 | 18.343.246 |
| Febrero | Sin información | 6.540.977 | 7.866.141 | 10.857.332 |
| Marzo | Sin información | 7.795.755 | 10.553.730 | 14.088.200 |
| Abril | Sin información | 11.165.341 | Sin información | 13.810.625 |
| Mayo | 5.115.792 | 8.566.348 | 9.556.252 | 9.325.172 |
| Junio | 6.267.230 | 9.449.134 | 13.533.783 | 12.043.887 |
| Julio | 7.448.836 | 8.126.532 | 13.664.955 | 14.927.408 |
| Agosto | 6.197.426 | 8.908.804 | 13.350.559 | 12.498.094 |
| Septiembre | 7.863.381 | 8.498.057 | 14.684.752 | 14.662.327 |
| Octubre | 7.052.131 | 9.420.595 | 12.262.844 | 14.889.406 |
| Noviembre | 6.813.574 | 10.377.254 | 10.353.468 | |
| Diciembre | 6.336.778 | 6.891.672 | 13.283.410 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 60. Costo total de energía activa

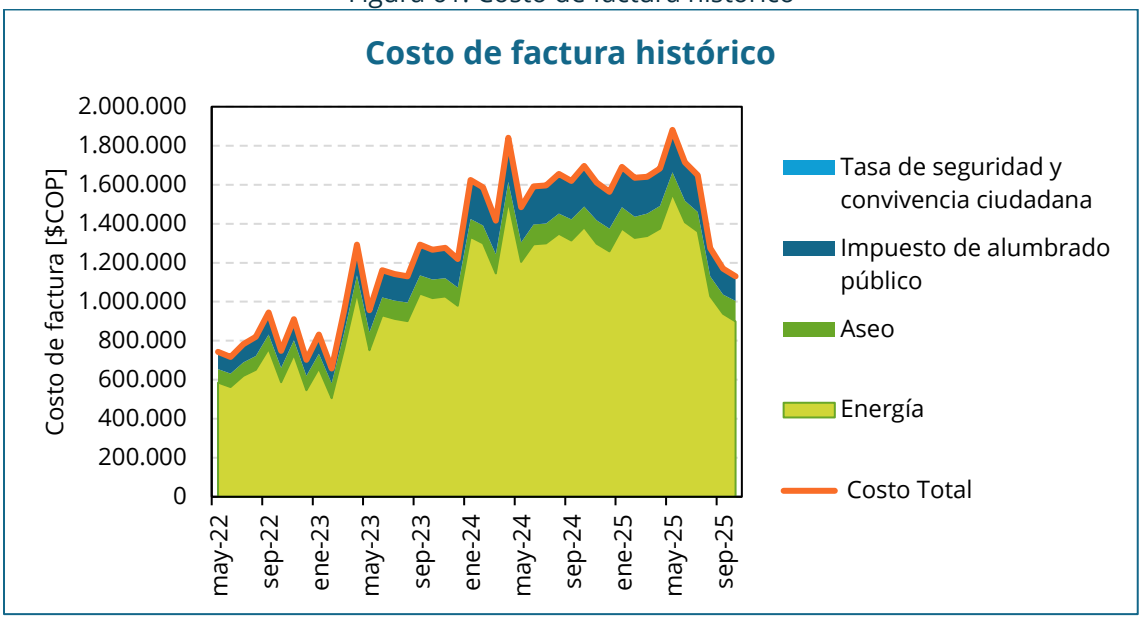



Fuente: Elaboración propia

*Imprenta Departamental/ Archivos Histórico - NIC: 4553763 - Medidor: 36955504*

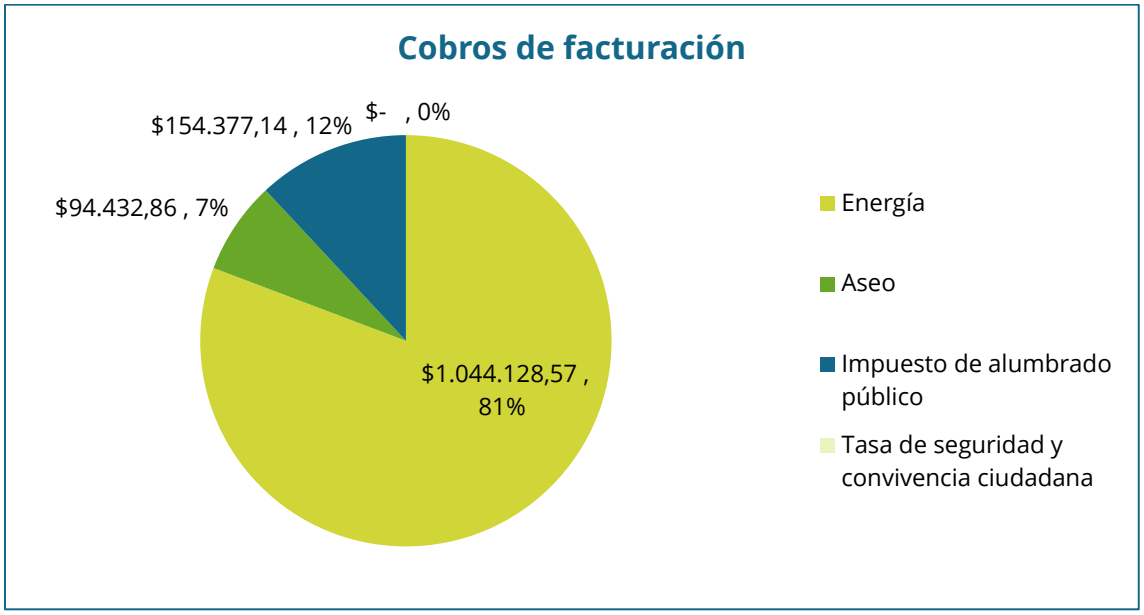
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 61 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 62.

Figura 61. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

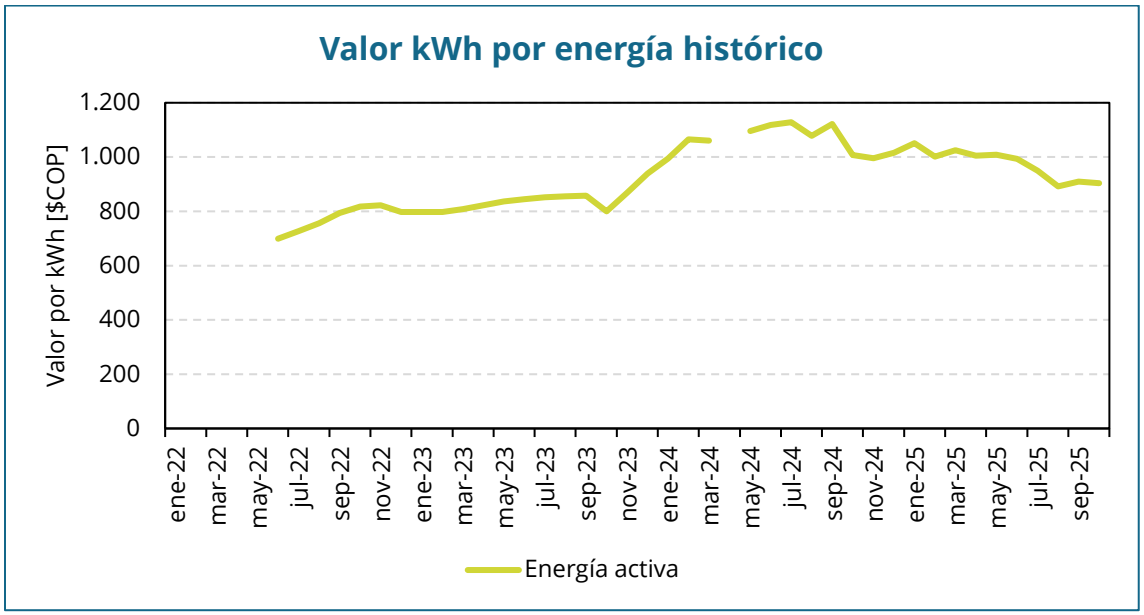
Figura 62. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa se representa en la Figura 63 (ver registros en la Tabla 42).

Figura 63. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 798 | 995 | 1.051 |
| Febrero | Sin información | 798 | 1.066 | 1.002 |
| Marzo | Sin información | 808 | 1.061 | 1.025 |
| Abril | Sin información | 823 | Sin información | 1.006 |
| Mayo | Sin información | 836 | 1.095 | 1.009 |
| Junio | 699 | 845 | 1.119 | 993 |
| Julio | 727 | 851 | 1.128 | 950 |
| Agosto | 756 | 855 | 1.078 | 892 |
| Septiembre | 794 | 858 | 1.122 | 909 |
| Octubre | 818 | 800 | 1.007 | 904 |
| Noviembre | 823 | 868 | 996 | |
| Diciembre | 798 | 939 | 1.016 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

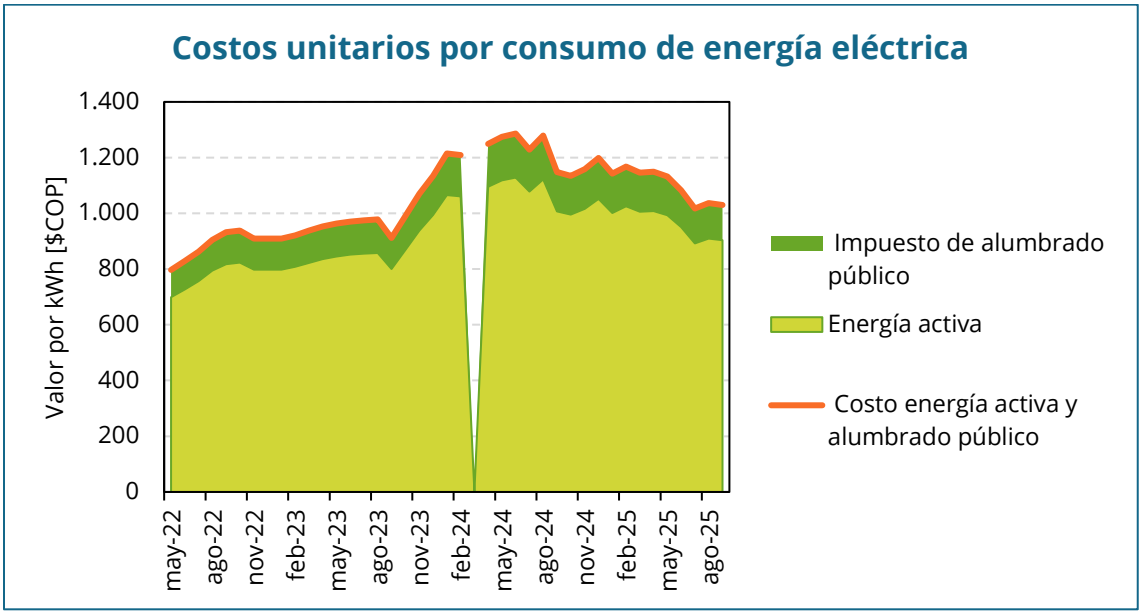
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 64 (ver registros en la Tabla 43). El promedio de este valor es de $1.052,17 COP.

Tabla 43. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Febrero | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Marzo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Abril | Sin información | 0 | Sin información | 0 |
| Mayo | Sin información | 0 | 0 | 0 |
| Junio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Julio | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agosto | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Septiembre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Octubre | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Noviembre | 0 | 0 | 0 | |
| Diciembre | 0 | 0 | 0 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 64. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 65. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 44 y la Tabla 45, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 44. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 656.853 | 1.330.114 | 1.369.974 |
| Febrero | Sin información | 505.210 | 1.297.974 | 1.327.345 |
| Marzo | Sin información | 758.890 | 1.144.916 | 1.334.289 |
| Abril | Sin información | 1.042.993 | Sin información | 1.372.644 |
| Mayo | Sin información | 751.753 | 1.194.030 | 1.550.126 |
| Junio | 562.109 | 929.500 | 1.291.902 | 1.506.032 |
| Julio | 619.540 | 910.998 | 1.297.614 | 1.356.050 |
| Agosto | 650.384 | 900.652 | 1.347.813 | 1.029.391 |
| Septiembre | 757.552 | 1.038.905 | 1.312.787 | 939.059 |
| Octubre | 586.434 | 943.176 | 1.380.693 | 898.427 |
| Noviembre | 728.178 | 1.027.092 | 1.297.267 | |
| Diciembre | 545,914 | 977,020 | 1,257,077 | |

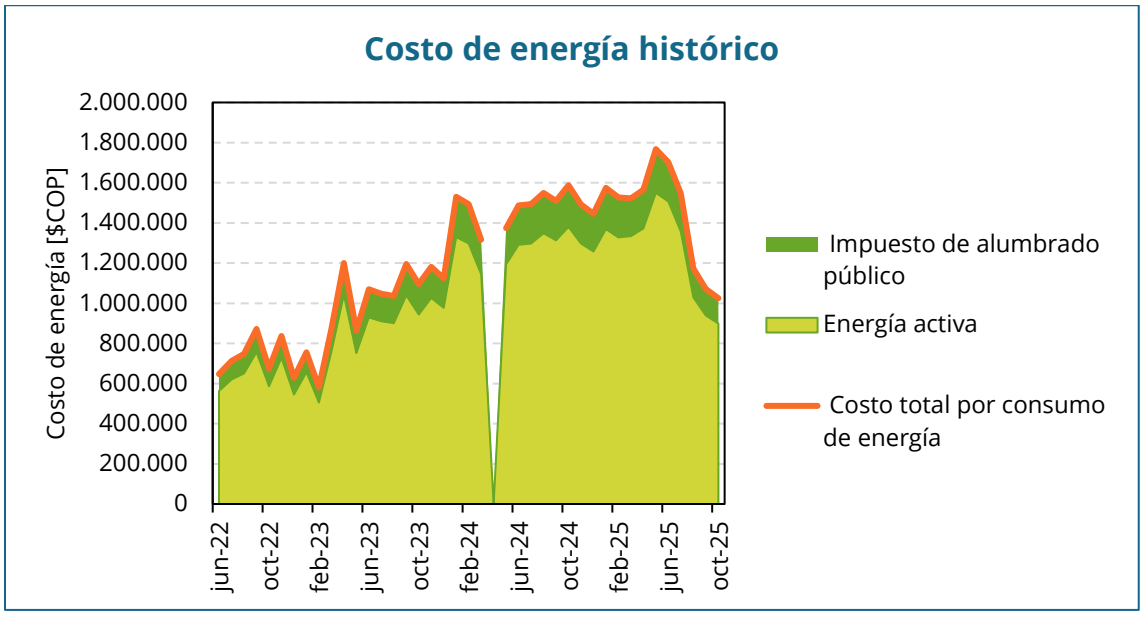
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 45. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | 755.563 | 1.530.284 | 1.575.484 |
| Febrero | Sin información | 581.050 | 1.492.854 | 1.526.675 |
| Marzo | Sin información | 872.730 | 1.316.656 | 1.521.979 |
| Abril | Sin información | 1.199.723 | Sin información | 1.565.324 |
| Mayo | Sin información | 864.513 | 1.374.720 | 1.767.656 |
| Junio | 646.589 | 1.068.930 | 1.486.462 | 1.703.122 |
| Julio | 712.490 | 1.047.678 | 1.492.854 | 1.545.910 |
| Agosto | 747.934 | 1.036.232 | 1.549.993 | 1.173.661 |
| Septiembre | 871.282 | 1.195.265 | 1.510.317 | 1.071.079 |
| Octubre | 674.554 | 1.095.666 | 1.587.943 | 1.024.517 |
| Noviembre | 837.648 | 1.181.792 | 1.492.187 | |
| Diciembre | 627.804 | 1.124.280 | 1.445.637 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 65. Costo total de energía activa




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \qquad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \qquad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \qquad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *28* y Tabla *30*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 46 y Tabla 47).

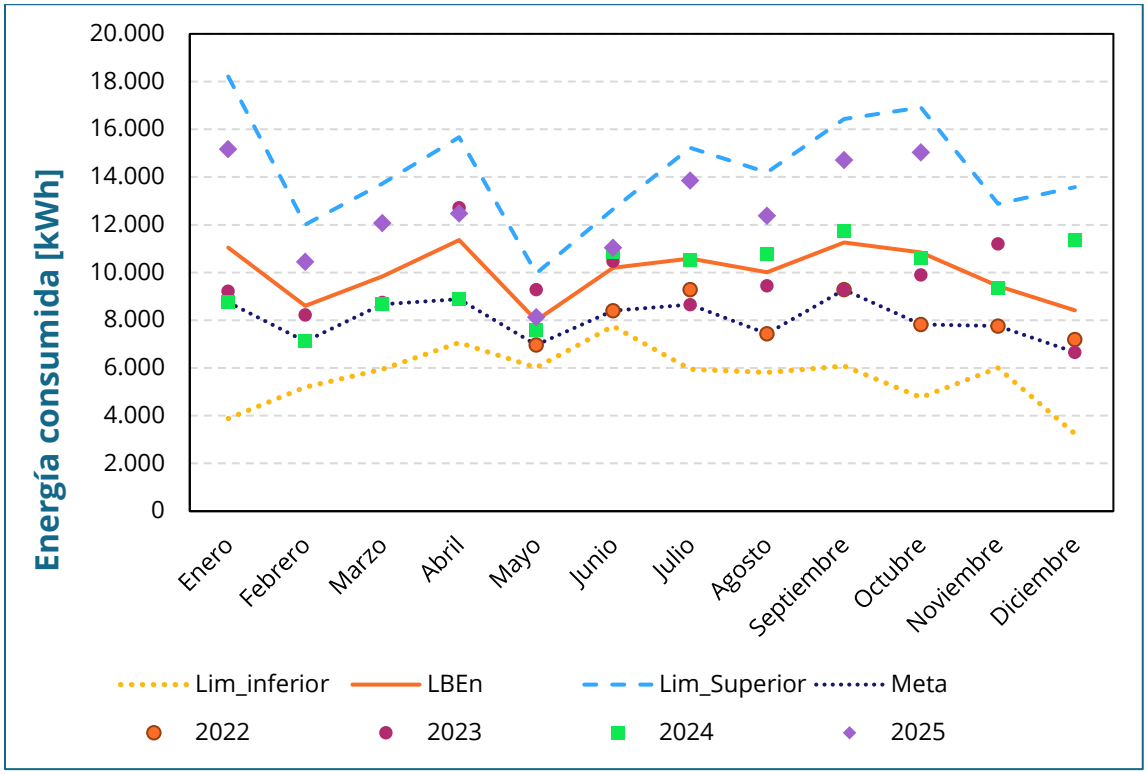
Tabla 46. Registros para construcción de LBEn de la Biblioteca Departamental

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 3.878 | 11.045 | 18.212 | 8.748 |
| Febrero | 5.196 | 8.600 | 12.004 | 7.114 |
| Marzo | 5.943 | 9.832 | 13.722 | 8.671 |
| Abril | 7.058 | 11.360 | 15.662 | 8.880 |
| Mayo | 6.021 | 7.994 | 9.966 | 6.968 |
| Junio | 7.754 | 10.200 | 12.646 | 8.400 |
| Julio | 5.945 | 10.582 | 15.220 | 8.652 |
| Agosto | 5.815 | 10.006 | 14.198 | 7.432 |
| Septiembre | 6.088 | 11.260 | 16.432 | 9.280 |
| Octubre | 4.768 | 10.844 | 16.919 | 7.819 |
| Noviembre | 5.997 | 9.440 | 12.883 | 7.760 |
| Diciembre | 3.244 | 8.413 | 13.582 | 6.658 |
| **Total** | | **119.576** | | **96.383** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 66 y la Figura 67, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 66. Línea Base Energética (LBEn) de la Biblioteca Departamental



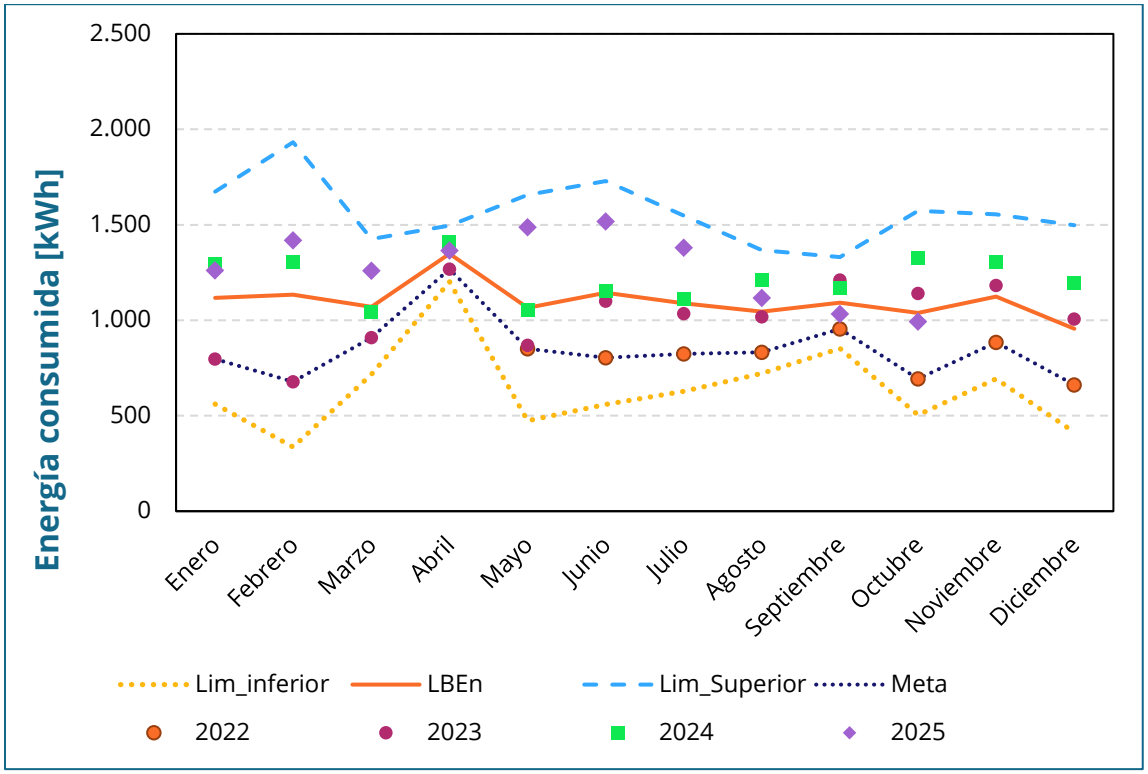

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Registros para construcción de LBEn de Archivo Histórico

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 561 | 1.117 | 1.673 | 796 |
| Febrero | 336 | 1.134 | 1.933 | 678 |
| Marzo | 717 | 1.071 | 1.425 | 909 |
| Abril | 1.201 | 1.348 | 1.495 | 1.268 |
| Mayo | 474 | 1.066 | 1.657 | 851 |
| Junio | 559 | 1.144 | 1.729 | 804 |
| Julio | 629 | 1.088 | 1.548 | 825 |
| Agosto | 722 | 1.044 | 1.367 | 832 |
| Septiembre | 853 | 1.092 | 1.331 | 954 |
| Octubre | 504 | 1.039 | 1.574 | 694 |
| Noviembre | 693 | 1.124 | 1.554 | 885 |
| Diciembre | 413 | 955 | 1.498 | 662 |
| **Total** | | **13.223** | | **10.158** |

Fuente: Elaboración propia

Figura 67. Línea Base Energética (LBEn) de Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 48 y la Tabla 49 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 48. Reporte UPME para potencial de ahorro energético de la Biblioteca Departamental

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Biblioteca para actividades de consulta y lectura | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 100 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Mayo 2022 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 42 | | | |
| Cantidad datos finales | 42 | | | |
| LBEn | Enero | | 11.045 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 8.600 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 9.832 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 11.360 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 7.994 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 10.200 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 10.582 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 10.006 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 11.260 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 10.844 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 9.440 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 8.413 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 2.297 | 20,8% | En kWh y % |
| | Febrero | 1.486 | 17,3% | En kWh y % |
| | Marzo | 1.161 | 11,8% | En kWh y % |
| | Abril | 2.480 | 21,8% | En kWh y % |
| | Mayo | 1.026 | 12,8% | En kWh y % |
| | Junio | 1.800 | 17,6% | En kWh y % |
| | Julio | 1.931 | 18,2% | En kWh y % |
| | Agosto | 2.574 | 25,7% | En kWh y % |
| | Septiembre | 1.980 | 17,6% | En kWh y % |
| | Octubre | 3.025 | 27,9% | En kWh y % |
| | Noviembre | 1.680 | 17,8% | En kWh y % |
| | Diciembre | 1.755 | 20,9% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

Tabla 49. Reporte UPME para potencial de ahorro energético de Archivo Histórico

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Almacenamiento de archivos históricos de la Gobernación de Córdoba | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 188 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Mayo 2022 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 42 | | | |
| Cantidad datos finales | 42 | | | |
| LBEn | Enero | | 1.117 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 1.134 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 1.071 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 1.348 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 1.066 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 1.144 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 1.088 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 1.044 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 1.092 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 1.039 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 1.124 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 955 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 321 | 28,7% | En kWh y % |
| | Febrero | 456 | 40,2% | En kWh y % |
| | Marzo | 162 | 15,2% | En kWh y % |
| | Abril | 80 | 6,0% | En kWh y % |
| | Mayo | 215 | 20,2% | En kWh y % |
| | Junio | 340 | 29,7% | En kWh y % |
| | Julio | 264 | 24,2% | En kWh y % |
| | Agosto | 212 | 20,3% | En kWh y % |
| | Septiembre | 138 | 12,6% | En kWh y % |
| | Octubre | 345 | 33,2% | En kWh y % |
| | Noviembre | 239 | 21,2% | En kWh y % |
| | Diciembre | 294 | 30,7% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

# 7. INDICADORES

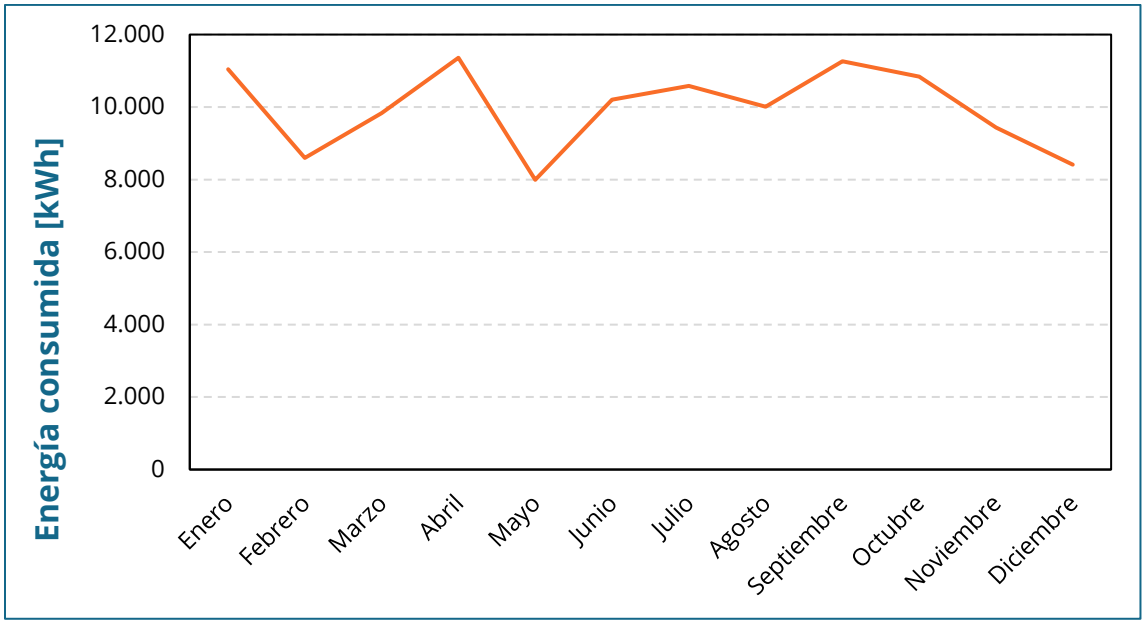
Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado de las entidades con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la

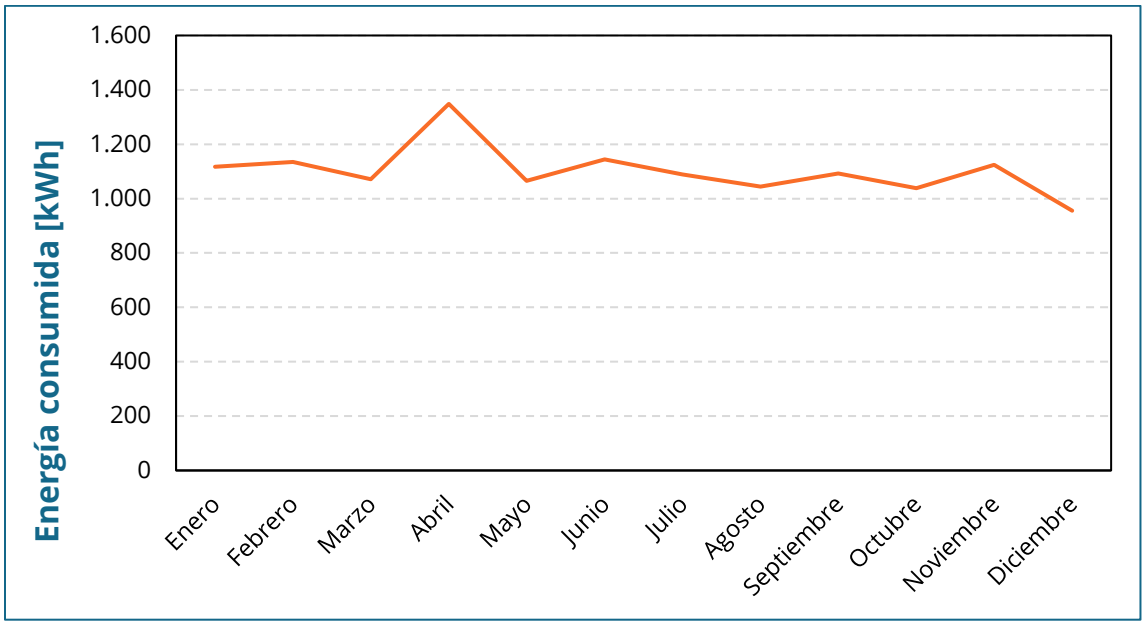
Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 68 y la Figura 69, cuyos valores se disponen en la Tabla 48 y Tabla 49.

Figura 68. Consumo de energía eléctrica mensual de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

Figura 69. Consumo de energía eléctrica mensual de Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por las entidades en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 119.576 kWh/año para la Biblioteca y 13.223 kWh/año para Archivo Histórico.

$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \tag{6}$$

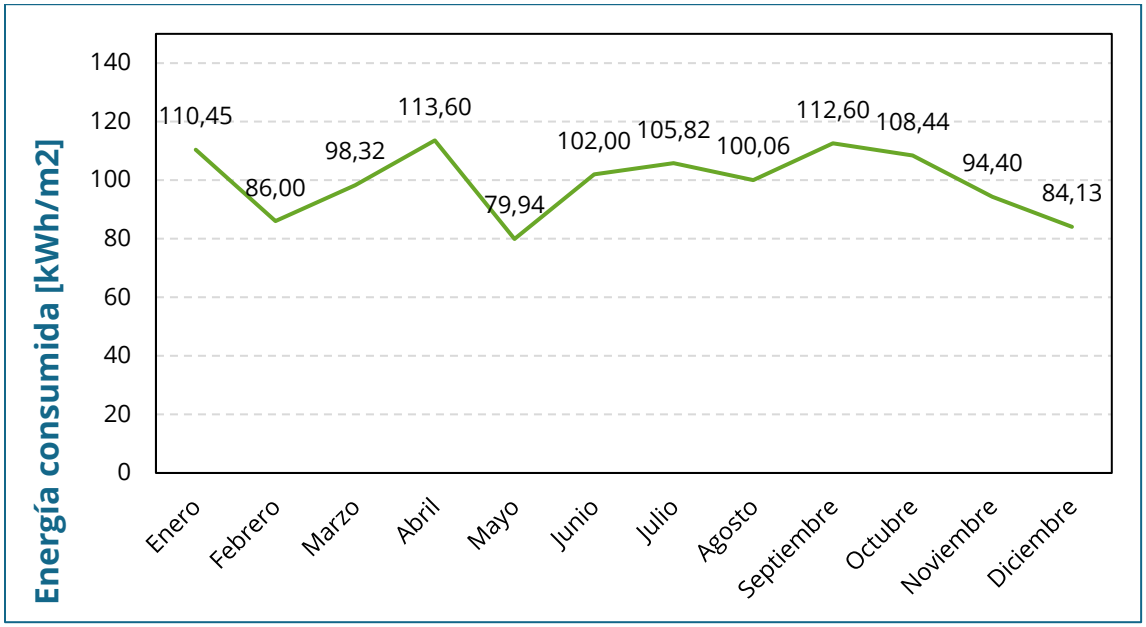
## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 70 y la Figura 71.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n \text{ (kWh/mes)}}{\text{Área útil (m}^2\text{)}} \tag{7}$$

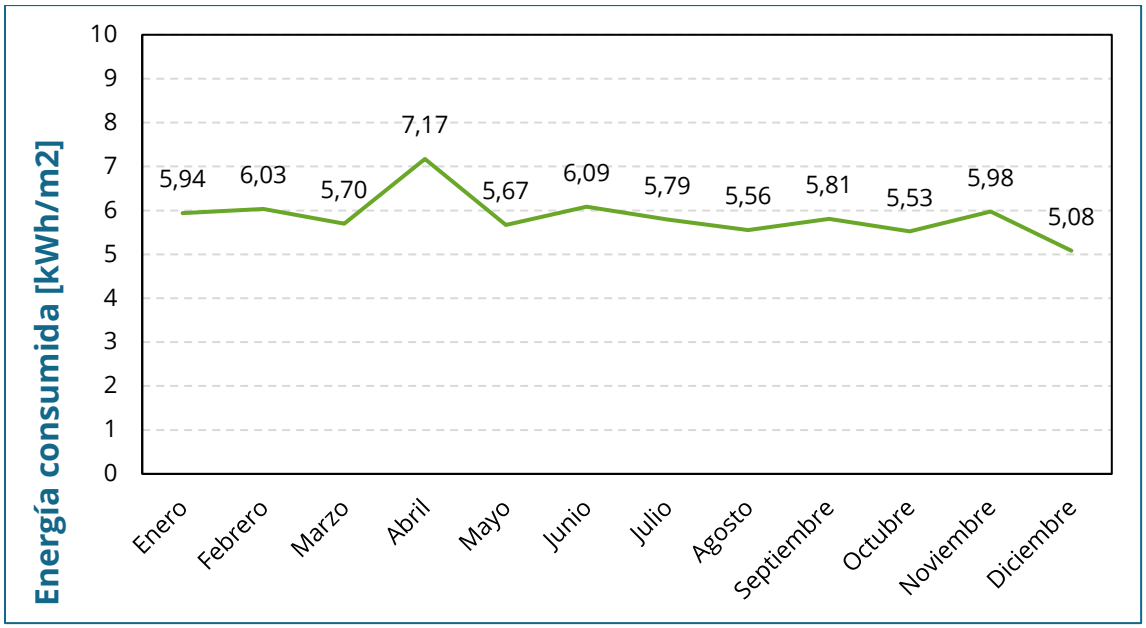
Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica de las entidades con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

Figura 70. Consumo de energía eléctrica mensual de la Biblioteca




Fuente: Elaboración propia

Figura 71. Consumo de energía eléctrica de Archivo Histórico




Fuente: Elaboración propia

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 1.195,76 kWh/año/m² para la Biblioteca y 70,34 kWh/año/m² para Archivo Histórico.

$$\text{CEEAS}\ (\text{kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \tag{8}$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico de la entidad en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \tag{9}$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \tag{10}$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Ítem 4, conformado por la Biblioteca Departamental y la Imprenta Departamental / Archivos Histórico, presenta condiciones que ofrecen oportunidades claras para mejorar la eficiencia energética y la seguridad de las instalaciones:

- Los sistemas de aire acondicionado constituyen el uso final de energía más significativo, representando el 82% del consumo en la Biblioteca y el 41% en el Archivo Histórico. Esto los identifica como el área de mayor impacto para la implementación de medidas de ahorro y optimización.

- La inspección evidenció múltiples incumplimientos al RETIE, incluyendo tomacorrientes con tapas sueltas (riesgo de contacto directo), tuberías PVC no empotradas y cajas de paso abiertas con cableado expuesto (riesgo de incendio y deterioro). Se recomienda una intervención correctiva prioritaria para garantizar la seguridad de las personas y los bienes.
- Las mediciones de iluminancia en oficinas y salas de ambas edificaciones están por debajo del mínimo reglamentario de 500 lux establecido por el RETILAP. Se recomienda un rediseño o adecuación del sistema de alumbrado para cumplir con la normativa y garantizar condiciones visuales adecuadas.
- En el Archivo Histórico se registró un factor de potencia de 0,6 en adelanto (capacitivo), fuera del rango normativo (0,9 - 1). Además, se observó un desequilibrio notable en las corrientes de fase. Se recomienda realizar un estudio de calidad de energía e implementar las correcciones necesarias (por ejemplo, balanceo de cargas y ajuste de compensación reactiva) para proteger los equipos y optimizar el consumo.
- La construcción de la Línea Base Energética (LBEn) según la metodología de la UPME permitió cuantificar un potencial de ahorro significativo. La implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO) y medidas de eficiencia identificadas podría permitir a estas edificaciones acercarse o superar la meta de ahorro del 15% establecida por la ley.
- El Archivo Histórico presenta un alto grado de deterioro por humedad en paredes y techos. Se recomienda abordar estas patologías estructurales y de humedad de manera prioritaria antes de considerar inversiones en sistemas de generación distribuida (ej. paneles solares), ya que podrían comprometer su instalación y durabilidad.

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 4 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 4 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** ***CORPORACION EMA.***
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

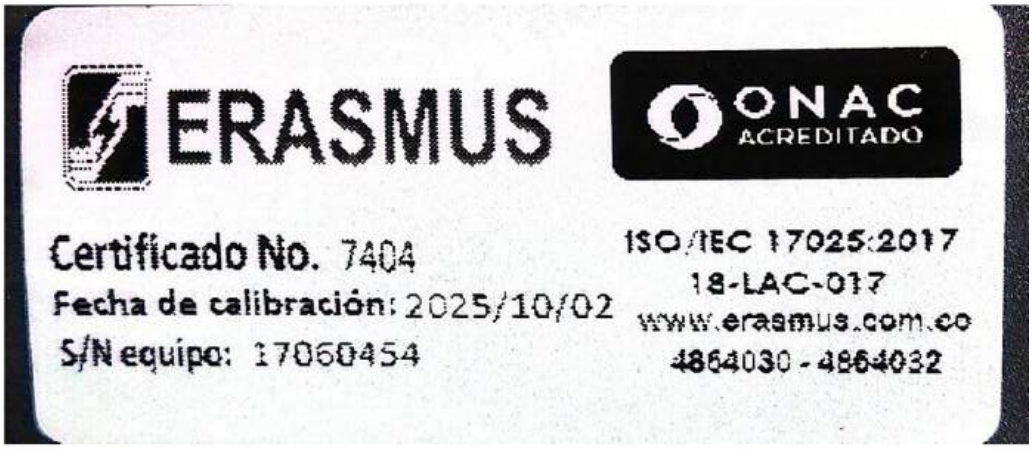
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas.<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad**: Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

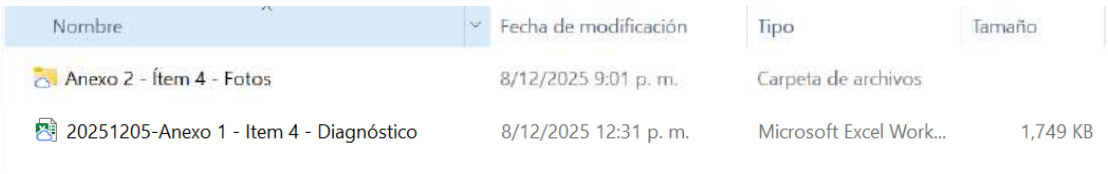
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 4.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.





CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

# Consorcio

## Producto 4 - Informe Técnico de Análisis Energético

### Ítem 5 - Defensa Civil

**SG-CMA-001-2025**

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

# TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... 8
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN ..... 9
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN ..... 10
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes ..... 10
2.2 Áreas útiles ..... 11
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA ..... 12
3.1 Generalidades de alimentación ..... 12
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas ..... 14
3.3 Inventario ..... 18
4. MEDICIONES REALIZADAS ..... 22
4.1 Temperatura y humedad ..... 22
4.2 Cámara termográfica ..... 23
4.3 Iluminancia ..... 24
4.4 Mediciones eléctricas ..... 25
4.5 Curva de carga ..... 28
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO ..... 30
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación ..... 31
5.2 Caracterización del consumo por usos finales ..... 32
5.3 Caracterización de costo de la energía ..... 36
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA ..... 40
6.1 Metodología ..... 40
6.2 Resultados ..... 41
6.3 Potencial de ahorro energético ..... 43
7. INDICADORES ..... 44
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) ..... 44
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) ..... 44
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) ..... 45

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) .....46
7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 46
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....46
Bibliografía .....48
ANEXOS.....49

# TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Defensa civil ....11
Figura 2. Longitudes para cálculo de área construída ....11
Figura 3. Conexión física de la red a la edificación ....12
Figura 4. Tablero principal ....13
Figura 5. Muestra de tableros eléctricos de la edificación ....13
Figura 6. Gabinete de medición sin tapa ....14
Figura 7. Cuarto eléctrico con tablero principal ....16
Figura 8. Tubería PVC sin empotrar ....17
Figura 9. Transformador en subestación eléctrica ....18
Figura 10. Equipos de aire acondicionado en la Defensa Civil ....19
Figura 11. Equipos ofimáticos de la Defensa Civil ....20
Figura 12. Equipos de iluminación de la Defensa Civil ....20
Figura 13. Equipos de refrigeración de la Defensa Civil ....21
Figura 14. Equipos de ventilación de la Defensa Civil ....22
Figura 15. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 ....23
Figura 16. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal ....23
Figura 17. Luxómetro digital MPT1014 ....25
Figura 18. Instalación de equipo Metrel MI 2883 ....25
Figura 19. Tensiones de tablero principal ....26
Figura 20. Corrientes de tablero principal ....26
Figura 21. Energía activa de tablero principal ....27
Figura 22. Potencias de tablero principal ....27
Figura 23. Factor de potencia de tablero principal ....28
Figura 24. Corrientes de tablero principal ....29
Figura 25. Curva de carga de tablero principal ....30
Figura 26. Registro de datos clave de facturas ....31
Figura 27. Consumo histórico de energía activa ....32
Figura 28. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la Defensa Civil ....33
Figura 29. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la Defensa Civil ....34
Figura 30. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de la Defensa Civil ....35
Figura 31. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de la Defensa Civil ....35
Figura 32. Costo de factura histórico ....36
Figura 33. Gráfico circular de costos de facturación ....36
Figura 34. Costo unitario por kWh de energía ....37
Figura 35. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público ....38
Figura 36. Costo total de energía activa ....40
Figura 37. Línea Base Energética (LBEn) de la Defensa Civil ....42
Figura 38. Consumo de energía eléctrica mensual de la Defensa Civil ....44

Figura 39. Consumo de energía eléctrica mensual de la Defensa Civil .....45

## TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de la Defensa Civil....9
Tabla 2. Información de actividades de la Defensa Civil....9
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación....10
Tabla 4. Áreas de la Defensa Civil....12
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de la Defensa Civil....18
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de la Defensa Civil....19
Tabla 7. Inventario de iluminación de la Defensa Civil....20
Tabla 8. Inventario de refrigeración de la Defensa Civil....21
Tabla 9. Inventario de ventilación de la Defensa Civil....21
Tabla 10. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad....22
Tabla 11. Mediciones de iluminancia....24
Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia....28
Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger....29
Tabla 14. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura....29
Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía activa....32
Tabla 16. Participación de consumo de energía por usos finales de la Defensa Civil....33
Tabla 17. Participación de consumo de energía por áreas de la Defensa Civil....34
Tabla 18. Costo unitario por kWh de energía activa....37
Tabla 19. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público....38
Tabla 20. Costo facturado por energía activa....39
Tabla 21. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público....39
Tabla 22. Registros para construcción de LBEn de la Defensa Civil....42
Tabla 23. Reporte UPME para potencial de ahorro energético....43

# RESUMEN

Este informe presenta los resultados de la auditoría energética realizada en la Defensa Civil de Montería, Córdoba. El estudio se desarrolló en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, que establece la obligatoriedad de ejecutar auditorías energéticas y fijar metas de ahorro energético para las entidades gubernamentales.

La auditoría incluyó una evaluación integral de las condiciones arquitectónicas y operativas, una inspección detallada de las instalaciones eléctricas, mediciones *in situ* (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curva de carga), análisis histórico de consumo y costos, caracterización de usos finales de la energía, establecimiento de la Línea Base Energética (LBEn) conforme a la Resolución 16 de 2024 de la UPME y cálculo de indicadores clave de desempeño.

Se determinó que el aire acondicionado es el principal uso final de energía, representando el 68% del consumo total, seguido por la iluminación (16%). La inspección eléctrica reveló múltiples deficiencias con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) que comprometen la seguridad de las instalaciones y del personal. Asimismo, las mediciones de iluminancia en todas las áreas administrativas inspeccionadas están por debajo del mínimo reglamentario de 500 lux establecido por el RETILAP. El análisis de la Línea Base Energética, a partir de los datos disponibles, establece un consumo anual de referencia de 11.794 kWh. Este informe proporciona la base técnica para priorizar intervenciones que mejoren la eficiencia energética, cumplan con la normativa vigente y contribuyan a los objetivos de ahorro energético institucional.

# INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el cuarto producto – Informe Técnico de Análisis Energético, integra la estructura del producto tres y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección cinco sobre análisis de desempeño energético, sección seis que presenta línea base energética y sección siete sobre indicadores.

## 1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 5 corresponde a la Defensa Civil tiene como función de la prevención inminente y atención inmediata de los desastres y calamidades y como integrante del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general de la Defensa Civil



| | |
|---|---|
| **Nombre de la institución** | Defensa Civil |
| **Dirección** | Kr 6 #117-515 |
| **Municipio** | Montería |
| **Coordenadas** | Latitud: 8.82239° Longitud: -75.84107° |
| **Antigüedad [años]** | 40 |
| **Tipo de tenencia** | En Propiedad |
| **Limitaciones patrimoniales** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades de la Defensa Civil

| | |
|---|---|
| **Servicios** | Oficinas y almacén |
| **Días de operación** | Lunes a viernes<br>Sábado (capacitaciones) |
| **Horarios de operación** | 08:00 am – 6:00 pm |
| **Cantidad de empleados** | 5 |
| **Nombre de responsable de administración de la entidad** | Ricardo Fabian Pastrana Muñoz |
| **Cargo** | Jefe de Almacén |
| **Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría** | Ninguna |

Fuente: Elaboración propia

# 2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

## 2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloque, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Defensa civil (ver Figura 1)

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación




| | |
|---|---|
| **Orientación de la fachada** | Suroriente |
| **Número de edificios o bloques** | 1 |
| **Número de pisos** | 2 |
| **Altura techos internos [m]** | 2,5 (áreas administrativas)<br>10 (Bodega) |
| **Área construida aproximada [m²]** | 2.475 |
| **Inclinación cubierta [°]** | 15° |
| **Envolvente** | Material del muro: ladrillo cocido con pañete |
| | Color de muros: naranja |
| | Estado de las paredes: regulares |
| | Tipo de aislamiento: árboles alrededor |
| **Ventanas** | Material del marco: metal |
| | Tipo de vidrio: vidrio flotado |
| | Estado: regular |
| **Techo** | Material: fibrocemento |
| | Color: gris |

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Defensa civil

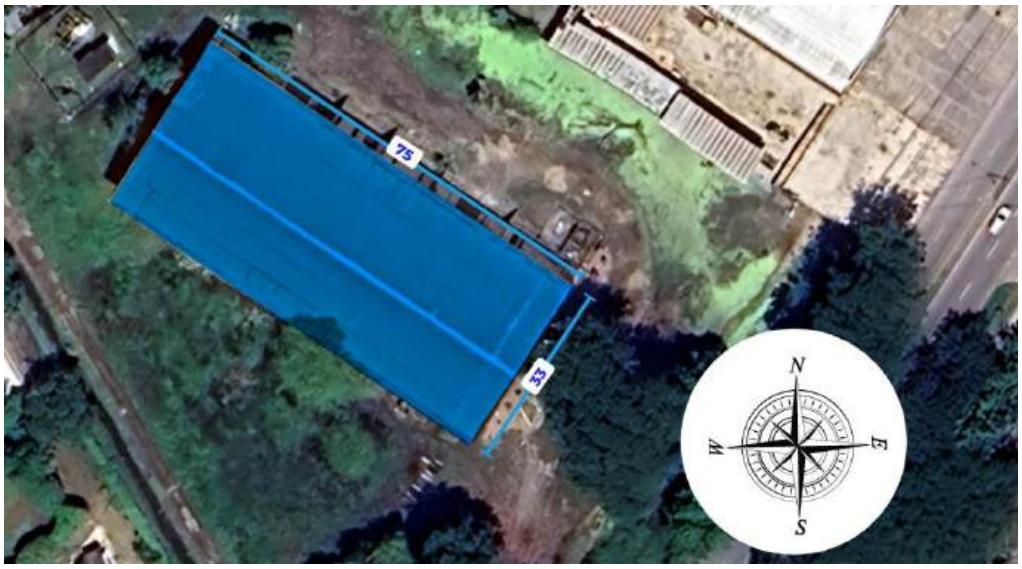


Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Áreas útiles

El área total del terreno de la Defensa Civil es de aproximadamente 11.200 $m^2$, mientras que la superficie construida, asciende a los 2.475 $m^2$ (ver Figura 2). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que la Defensa Civil no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 2. Longitudes para cálculo de área construída




Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas de la Defensa Civil

| Área | Área total [m²] | Fuente |
|---|---|---|
| Auditorio | 30 | Estimado |
| Oficina | 25 | Estimado |
| Recepción | 25 | Estimado |
| Capacitación | 25 | Estimado |

Fuente: Elaboración propia

# 3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

## 3.1 Generalidades de alimentación

La Defensa Civil se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13,2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo semibandera (ver Figura 3), donde la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador propiedad de la defensa civil, desde donde la distribución continúa en configuración subterránea hasta la edificación principal (ver Figura 4).

Figura 3. Conexión física de la red a la edificación



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Tablero principal



Fuente: Elaboración propia

Desde el tablero eléctrico principal se derivan los circuitos hacia los tableros seccionales ubicados en distintas áreas de la Defensa Civil. En la Figura 5 se presentan ejemplos de estos tableros.

Figura 5. Muestra de tableros eléctricos de la edificación




Fuente: Elaboración propia

## 3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones de la Defensa Civil, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

*Gabinete de medición sin tapa*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas, que permita el acceso para el operario, sólo en condiciones de seguridad, mediante enclavamientos mecánicos en los aparatos de maniobra como cerraduras o candados." (Título 2. Objeto y campo de aplicación / 2.3.31.4. Requisitos para celdas de media tensión / literal d)

**Implicación:** El gabinete de medidores se encuentra sin tapa. Esta condición representa un riesgo de contacto directo con partes activas, lo que puede ocasionar descargas eléctricas al personal o usuarios que transiten cerca del gabinete.

Figura 6. Gabinete de medición sin tapa



Fuente: Elaboración propia

*Cuarto eléctrico con almacenamiento inadecuado, tablero sin señalización de riesgo eléctrico y sueño sin marcaciones de distancias de seguridad*

**Requisito normativo (RETIE):** "El espacio de trabajo y las salidas de las puertas de cuartos eléctricos y bóvedas debe permanecer libre de otros equipos y obstáculos." (Título 4. Espacios para montaje de equipos y distancias mínimas de seguridad, para operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica / literal h).

"Los lugares donde se construya cualquier instalación eléctrica [...] Debe cumplir las distancias mínimas de seguridad para la operación y mantenimiento de los equipos (espacios de trabajo) y demás componentes, de tal manera que se garantice la seguridad tanto de las personas como de la misma instalación y los bienes aledaños [...] " (Título 4. Espacios para montaje de equipos y distancias mínimas de seguridad, para operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica)

"Para efectos del presente Reglamento, los siguientes requisitos de señalización, tomados de las normas IEC 60617, NTC 1461, ISO 80416-1, ANSI Z535 e ISO 3864 son de obligatoria aplicación y el propietario del sistema e instalación será responsable de su utilización. Su escritura debe ser en idioma castellano y deben localizarse en sitios visibles que permitan cumplir su objetivo. El uso de las señales de riesgo adoptadas en el presente Reglamento será de obligatorio cumplimiento [..]" (Título 3. Abreviaturas, sistema de unidades y señalización / Artículo 1.3.3. Señalización de seguridad/ 1.3.3.1. Objetivo)

**Implicación:** La presencia de equipos y objetos no eléctricos dentro del cuarto técnico de la subestación representa un riesgo para la seguridad operativa y del personal. Estos elementos pueden obstruir los accesos a equipos eléctricos, dificultar las labores de mantenimiento y operación, generar acumulación de polvo o humedad, e incluso representar un peligro en situaciones de emergencia al impedir una evacuación rápida o una intervención oportuna. Además, la ausencia de señalización de advertencia en las puertas de acceso a cuartos eléctricos representa un riesgo para la seguridad del personal y visitantes, ya que impide identificar adecuadamente la presencia de tensión eléctrica o equipos de alto riesgo.

Figura 7. Cuarto eléctrico con tablero principal




Fuente: Elaboración propia

*Tubería plástica sin empotrar*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min [...]" (Título 17. Requisitos de instalación de los principales productos / utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios / literal f)

**Implicación:** Esta tubería no garantiza la resistencia al fuego ni protección mecánica adecuada, lo que representa un riesgo de deterioro del aislamiento y propagación de incendio.

Figura 8. Tubería PVC sin empotrar



Fuente: Elaboración propia

*Hallazgo de Auditoría – Cableado de transformador sin canaleta y distancias de seguridad*

**Requisito normativo (RETIE):**

"Deben estar sólidamente soportadas y con encerramiento completo"

"Se debe evitar la abrasión o el corte del aislamiento de los conductores, mediante el uso de pasacables, tubos o accesorios adecuados"

(Título 16. Requisitos de instalación de los principales productos utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.4. Sistemas de canales y de ductos cerrados de sección no circular / literal g y h)

"Los lugares donde se construya cualquier instalación eléctrica [...] Debe cumplir las distancias mínimas de seguridad para la operación y mantenimiento de los equipos (espacios de trabajo) y demás componentes, de tal manera que se garantice la seguridad tanto de las personas como de la misma instalación y los bienes aledaños [...] " (Título 4. Espacios para montaje de equipos y distancias mínimas de seguridad, para operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica)

**Implicación:** El transformador de la subestación presenta cableado expuesto y carece de terminales en las borneras de baja tensión. Asimismo, sus conexiones se encuentran oxidadas y en general no cumple con las distancias de seguridad establecidas. Estas condiciones ponen en riesgo la seguridad eléctrica de las instalaciones y del personal.

Figura 9. Transformador en subestación eléctrica




Fuente: Elaboración propia

## 3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 10).

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de la Defensa Civil

| Equipo | Capacidad térmica [BTU/h] | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|---|
| Minisplit | 12.000 | 8.505 | 3 |
| Minisplit | 18.000 | 6.020 | 1 |
| Minisplit | 24.000 | 2.360 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Equipos de aire acondicionado en la Defensa Civil



Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 11).

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de la Defensa Civil

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Computador | 110 | 1 |
| Equipo de sonido | 200 | 1 |
| Impresora laser | 200 | 2 |
| Portátil | 75 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Equipos ofimáticos de la Defensa Civil



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 12).

Tabla 7. Inventario de iluminación de la Defensa Civil

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Lámpara led | 92 | 43 |
| Reflector led | 100 | 6 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Equipos de iluminación de la Defensa Civil



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 13).

Tabla 8. Inventario de refrigeración de la Defensa Civil

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Dispensador de agua | 510 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Equipos de refrigeración de la Defensa Civil



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de ventilación se sintetizan en la Tabla 9.

Tabla 9. Inventario de ventilación de la Defensa Civil

| Equipo | Suma de potencias[W] | Cantidad |
|---|---|---|
| Ventilador | 180 | 3 |

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Equipos de ventilación de la Defensa Civil



Fuente: Elaboración propia

# 4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

## 4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables, se utilizaron mediciones con el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 15). Donde se registraron mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 10.

Tabla 10. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

| Medición | Hora | Temperatura | Humedad relativa |
|---|---|---|---|
| 1 | 4:08 pm | 30 | 89% |
| 2 | 4:10 pm | 30 | 86% |
| 3 | 4:16 pm | 30 | 78% |
| 4 | 4:24 pm | 28 | 90% |
| 5 | 4:25 pm | 29 | 86% |

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663



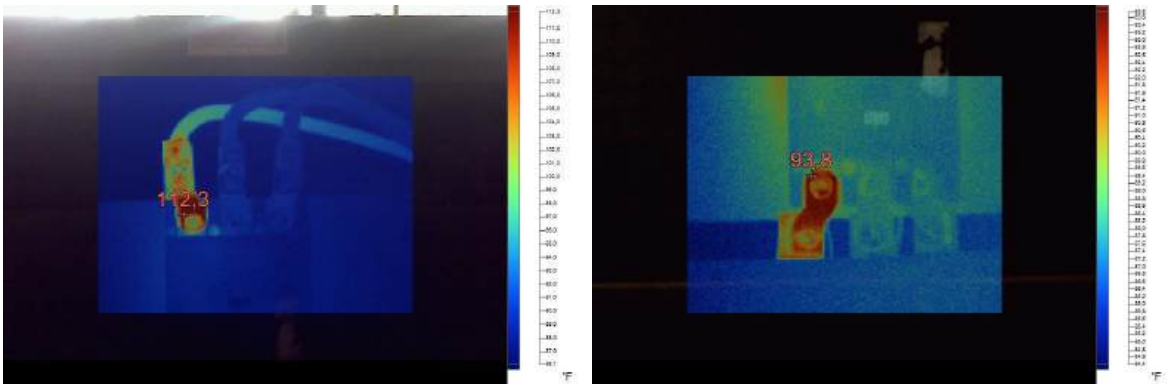
Fuente: Elaboración propia

## 4.2 Cámara termográfica

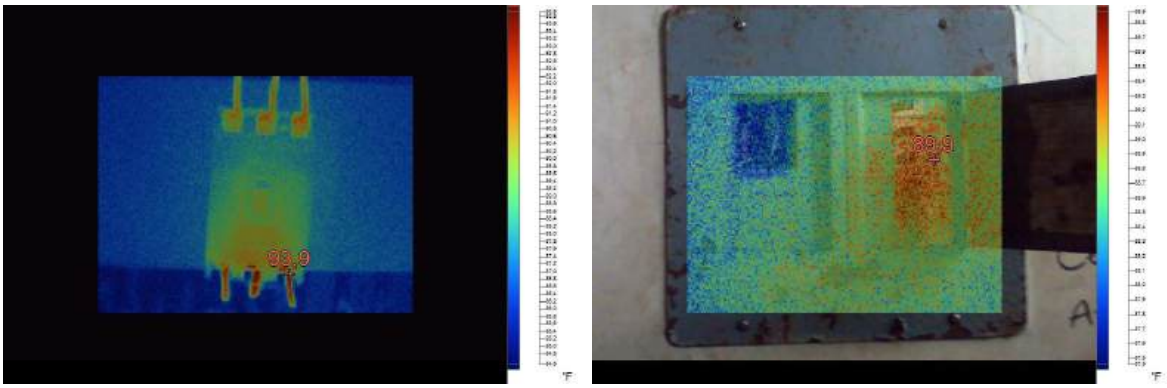
Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en el tablero eléctrico principal, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 16. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 30 °C (según la Tabla 10**),** se obtiene un diferencial máximo de 14,6°C, correspondiente a la Figura 16(a) con 44,6°C (112,3 °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (11 °C a 20 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “Probable deficiencia”. Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar revisión en el siguiente mantenimiento preventivo.

Figura 16. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal




(a) (b)



(c) (d)

Fuente: Elaboración propia

## 4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones de la Defensa Civil, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 11.

Tabla 11. Mediciones de iluminancia

| Área | Número de mediciones | Iluminancia promedio [lx] | Especificación de iluminancia [lx] | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|
| Oficina | 4 | 81 | 500 | No cumple |
| Recepción | 4 | 88 | 500 | No cumple |
| Papelería | 4 | 91 | 500 | No cumple |
| Dirección | 6 | 48 | 500 | No cumple |

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Figura 17. Luxómetro digital MPT1014




Fuente: Elaboración propia

## 4.4 Mediciones eléctricas

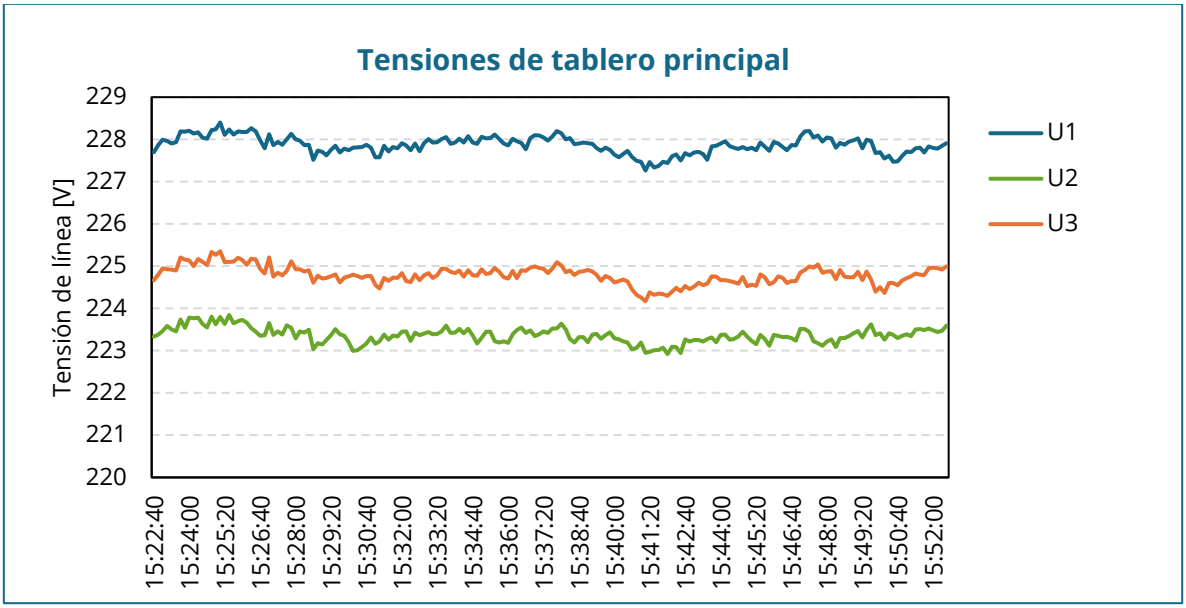
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de la Defensa Civil y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 18. Instalación de equipo Metrel MI 2883



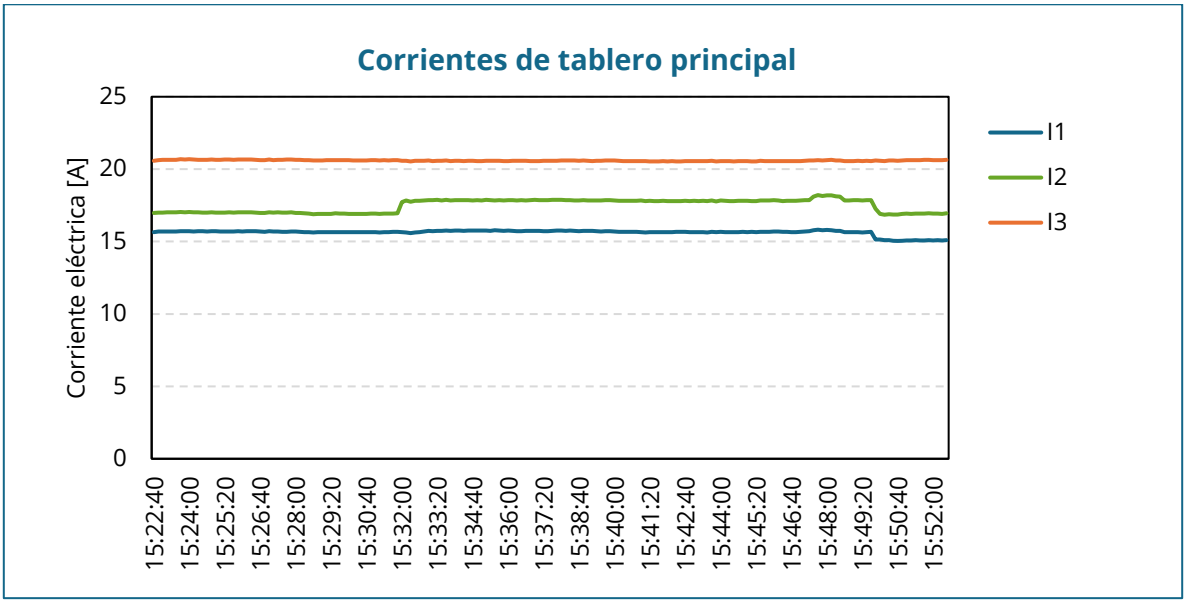
Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Tensiones de tablero principal



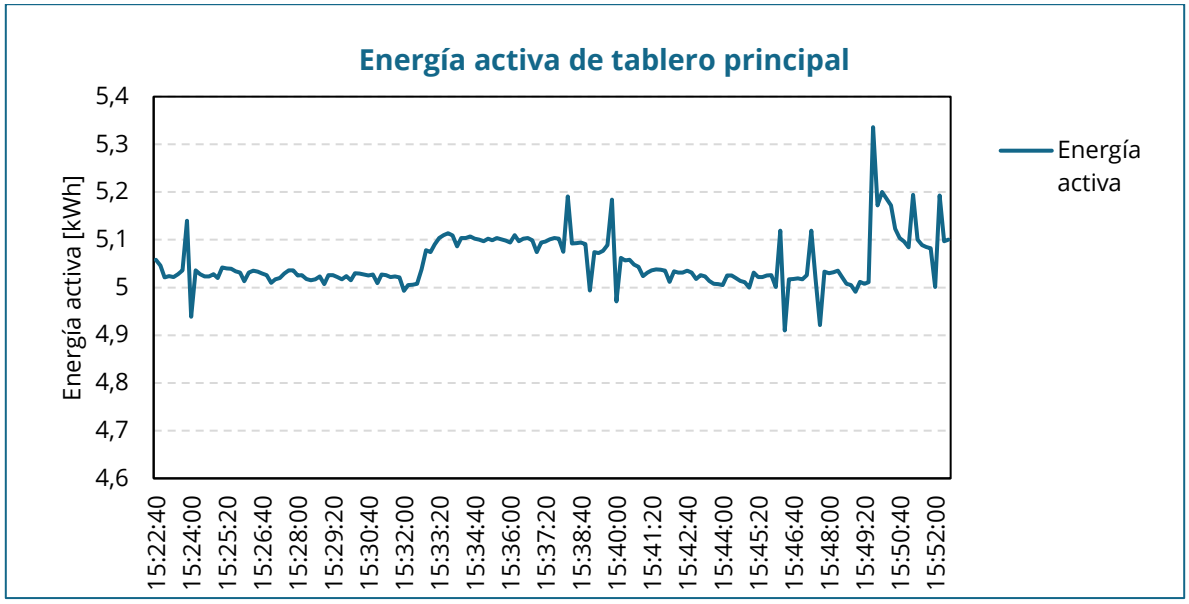

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Corrientes de tablero principal



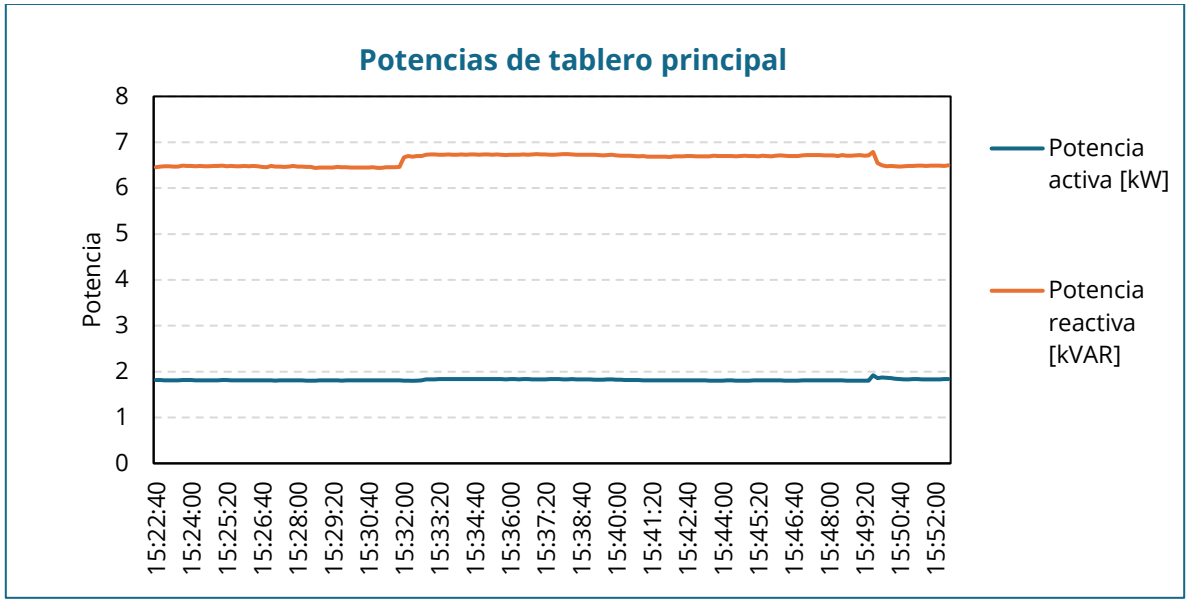

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Energía activa de tablero principal



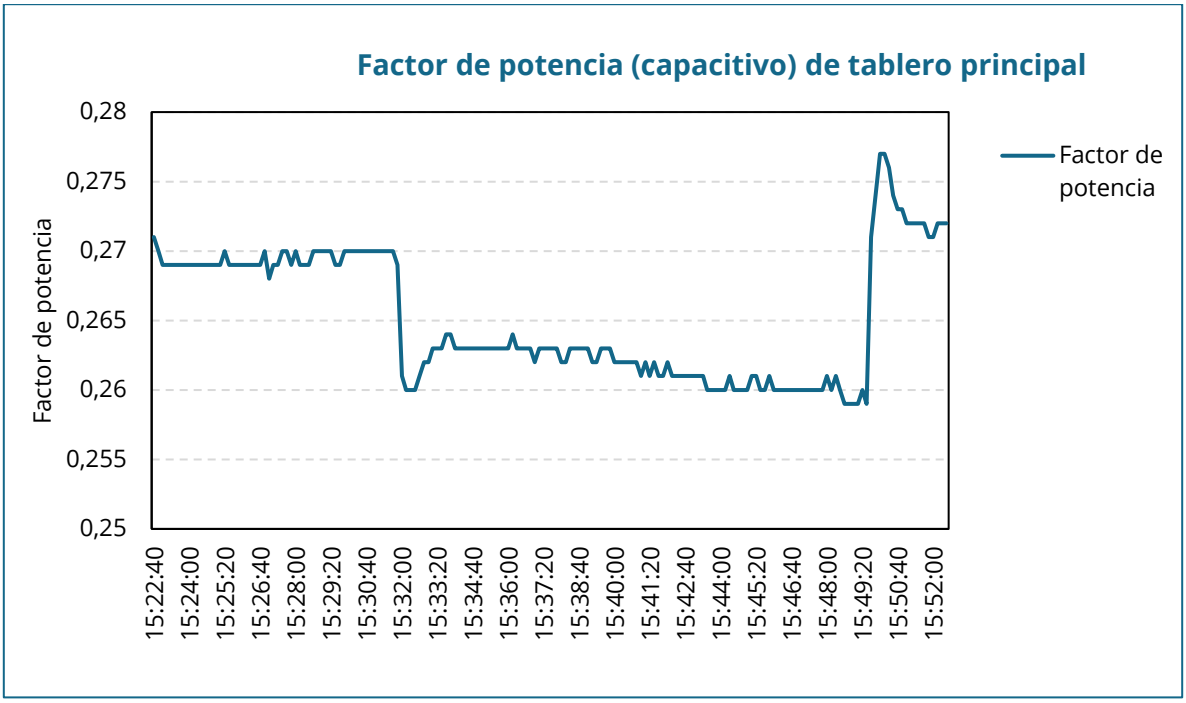

Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Potencias de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Factor de potencia de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia en la Figura 23 que el factor de potencia se encuentra por debajo de los límites establecidos por la normativa colombiana (0,9 – 1). Esto puede ser resultado de un arreglo de condensadores instalado en el tablero principal, se sugiere su desconexión.

## 4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa de la Defensa Civil. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 12 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia

| Variable | Promedio | Desviación estándar |
|---|---|---|
| U1 | 227,94 | 0,09% |
| U2 | 223,44 | 0,10% |
| U3 | 224,90 | 0,09% |
| Factor de potencia | 0,27 (capacitivo) | 0,88% |

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 13.

Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger

| | |
|---|---|
| **Fecha de inicio** | 09 de diciembre de 2025 |
| **Feche final** | 10 de diciembre de 2025 |
| **Días de medición** | 1,03 |
| **Frecuencia de muestreo [s]** | 60 |

Fuente: Elaboración propia

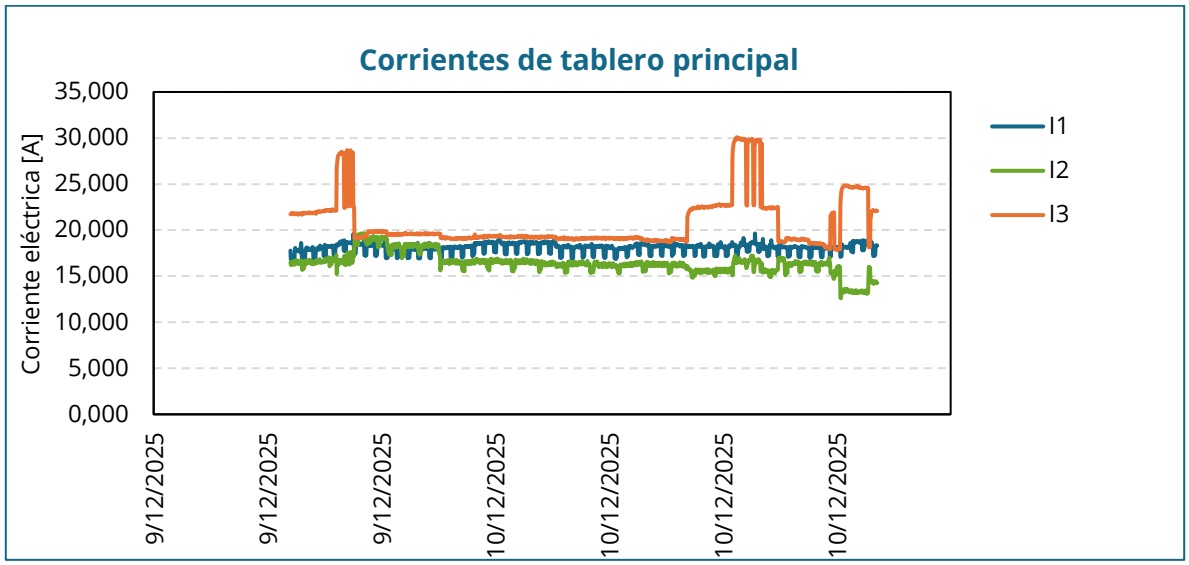
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 24 y la Figura 25. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 14.

Tabla 14. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura

| | |
|---|---|
| **Energía medida [kWh]** | 48 |
| **Energía interpolada [kWh]** | 974 |
| **Energía facturada [kWh]** | 1.007 |
| **Diferencia relativa [%]** | 3,3% |

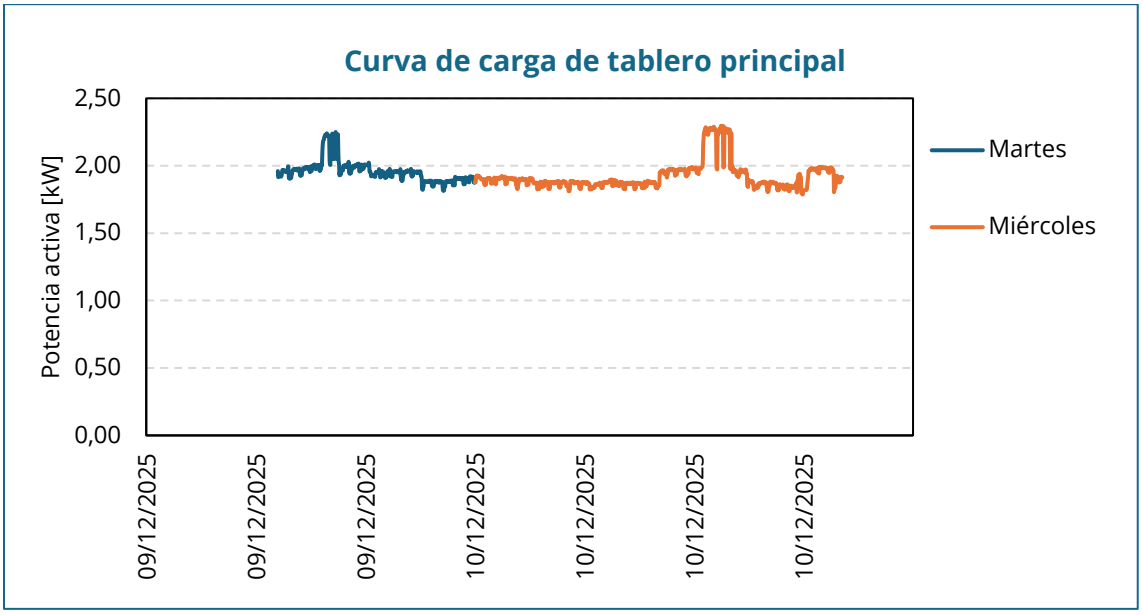
Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Corrientes de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Curva de carga de tablero principal




Fuente: Elaboración propia

## 5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 26).

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico.
- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público**: Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana**: Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a

la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.

- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

Figura 26. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

**Observación General:**

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

## 5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

*Defensa Civil NIC: 4551783 - Medidor: 5154548*

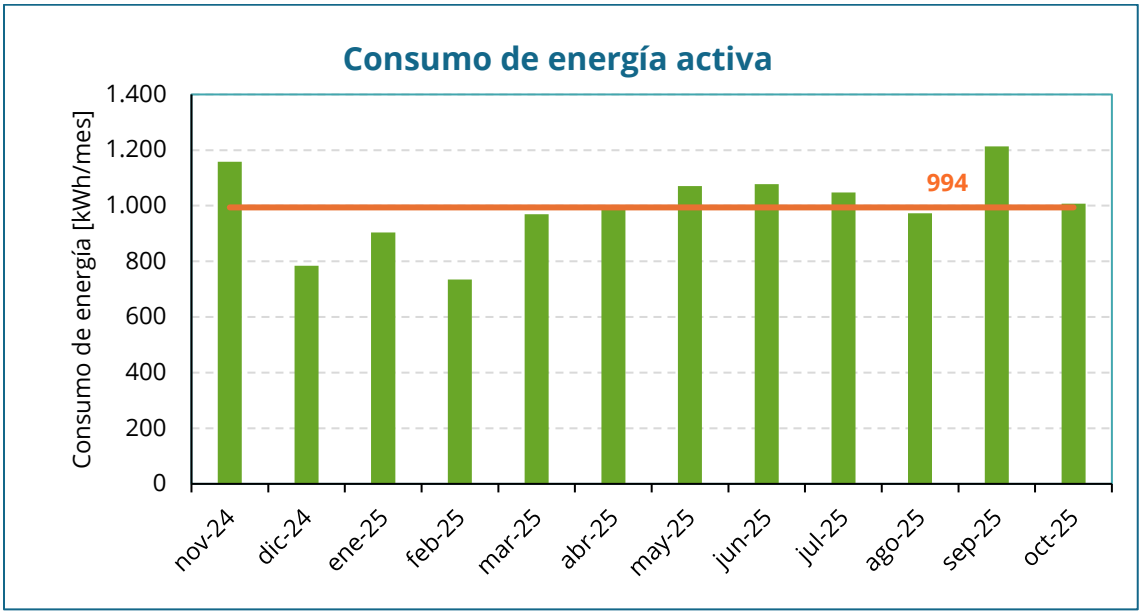
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 15, con el cual se construyó la Figura 27. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía activa

| Mes | Consumo de energía activa [kWh/mes] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | 904 |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | 735 |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | 969 |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | 987 |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.071 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.078 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.048 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 973 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.213 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.007 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | 1,158 | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | 784 | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 27. Consumo histórico de energía activa




Fuente: Elaboración propia

## 5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 5,6% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla *15*), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

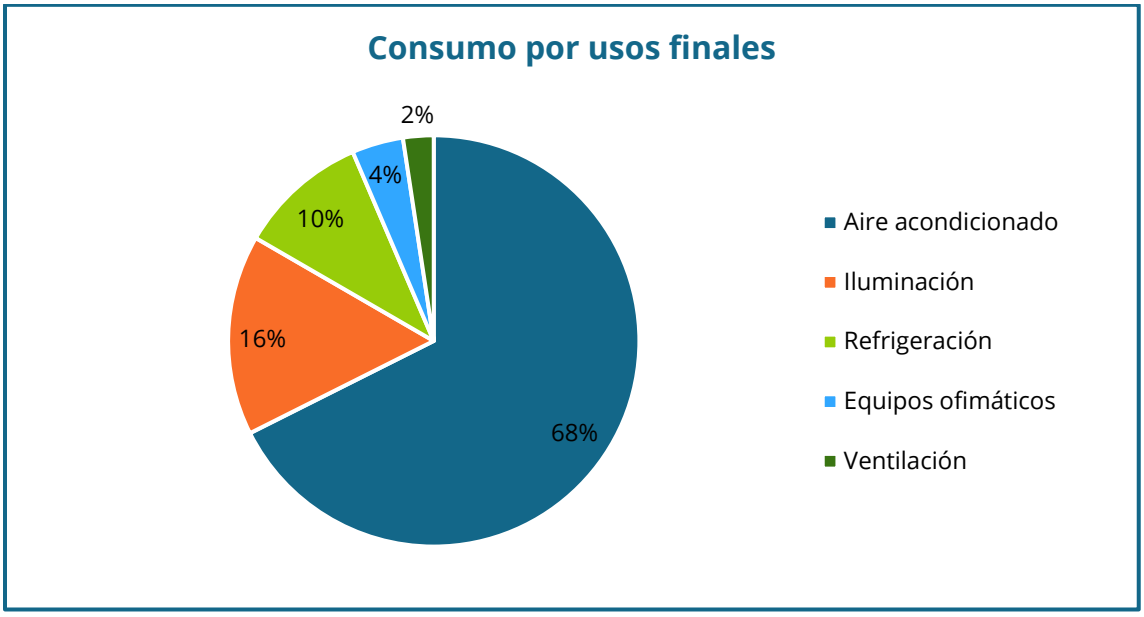
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 16, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 28 y el diagrama de Pareto en la Figura 29.

Tabla 16. Participación de consumo de energía por usos finales de la Defensa Civil

| Uso | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Aire acondicionado | 33,77 | 68% |
| Iluminación | 7,87 | 16% |
| Refrigeración | 5,10 | 10% |
| Equipos ofimáticos | 2,02 | 4% |
| Ventilación | 1,20 | 2% |
| **Total** | **50** | **100%** |

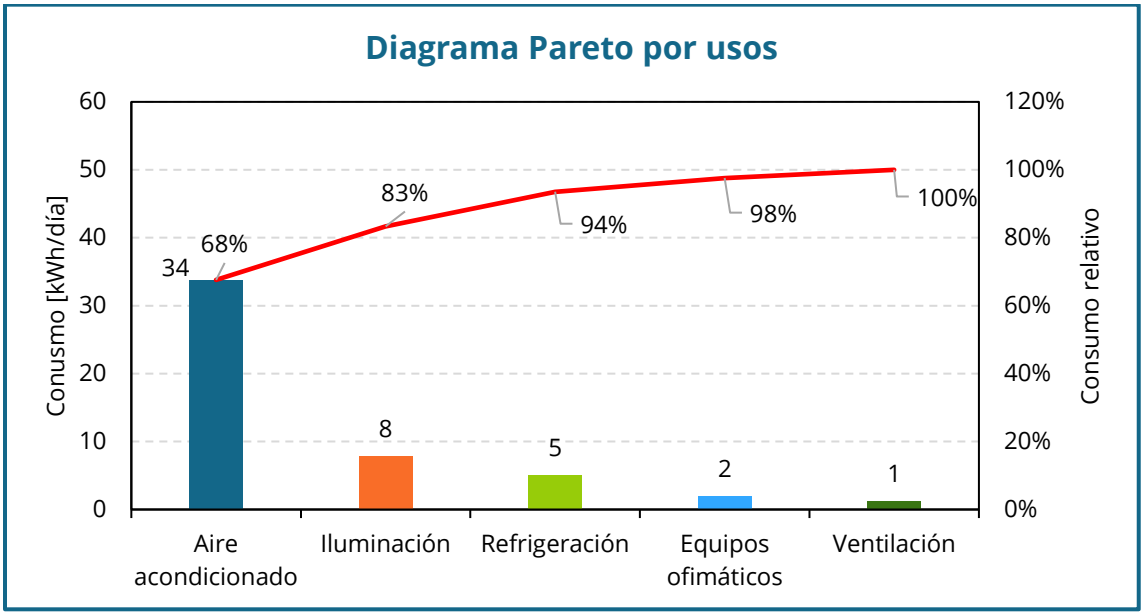
Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de la Defensa Civil




Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de la Defensa Civil




Fuente: Elaboración propia

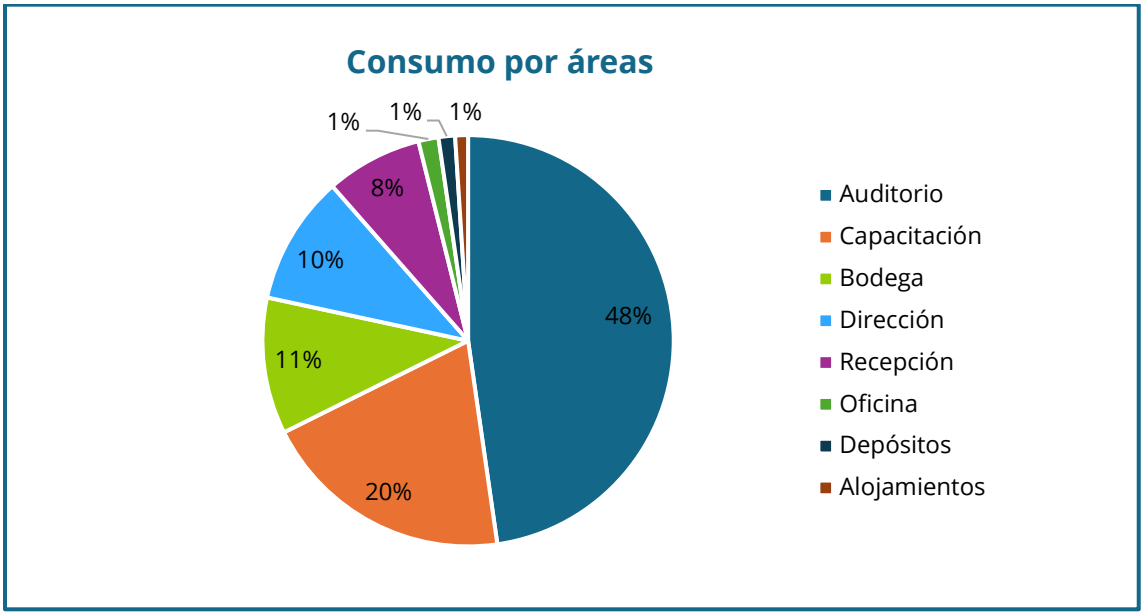
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 17, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 30 y el diagrama de Pareto en la Figura 31.

Tabla 17. Participación de consumo de energía por áreas de la Defensa Civil

| Área | Consumo [kWh/día] | Participación |
|---|---|---|
| Auditorio | 23,84 | Auditorio |
| Capacitación | 9,96 | Capacitación |
| Bodega | 5,36 | Bodega |
| Dirección | 5,07 | Dirección |
| Recepción | 3,79 | Recepción |
| Oficina | 0,788 | Oficina |
| Depósitos | 0,648 | Depósitos |
| Alojamientos | 0,504 | Alojamientos |
| **Total** | **50** | **100%** |

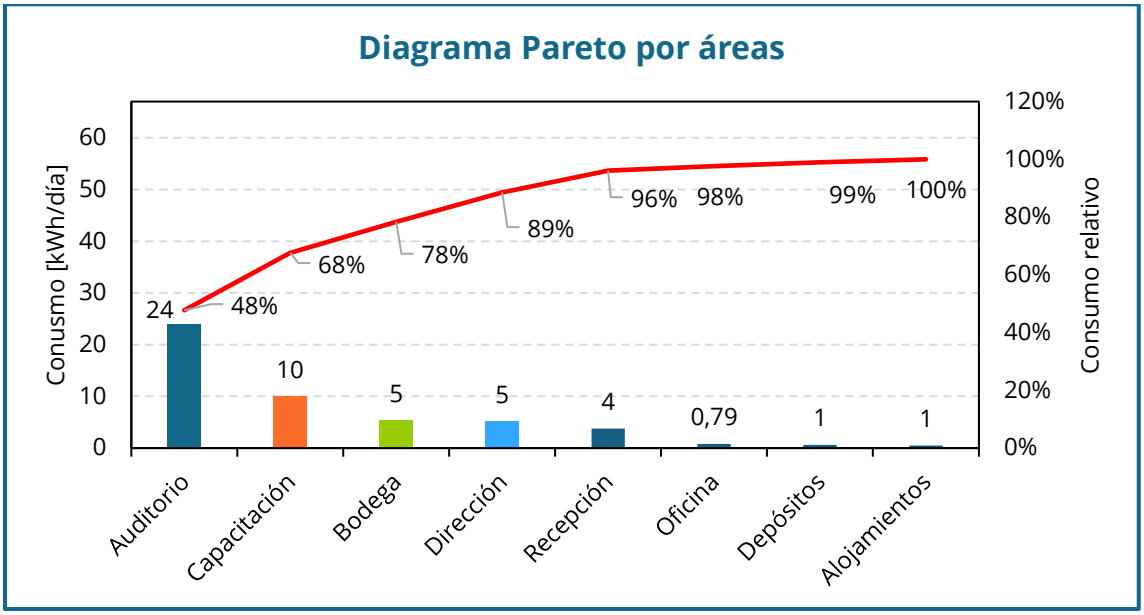
Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas de la Defensa Civil




Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas de la Defensa Civil



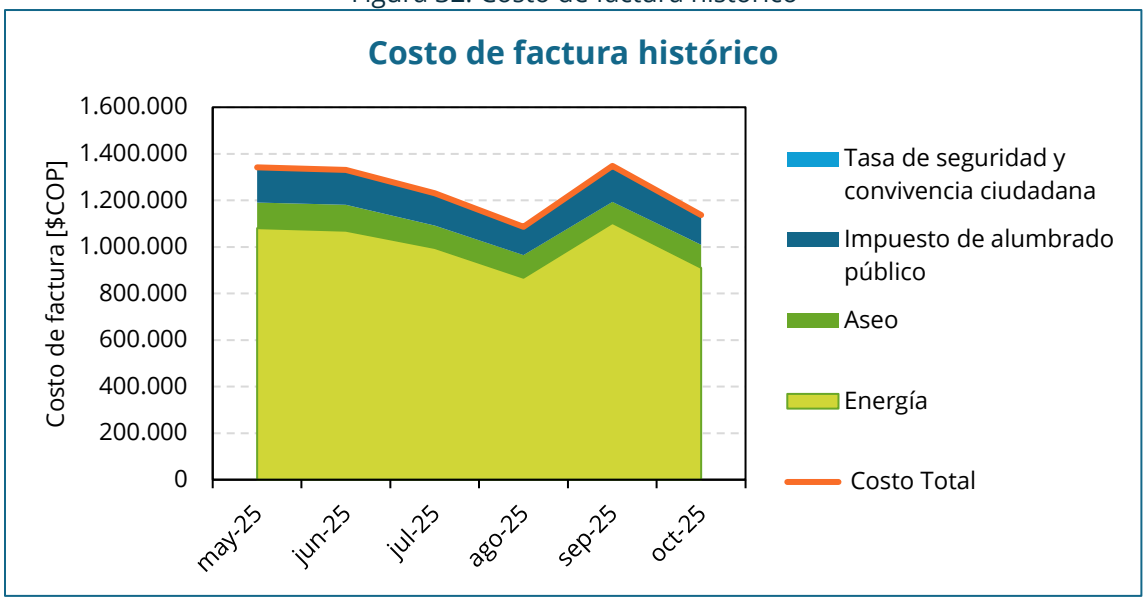

Fuente: Elaboración propia

## 5.3 Caracterización de costo de la energía

*Defensa Civil NIC: 4551783 - Medidor: 5154548*

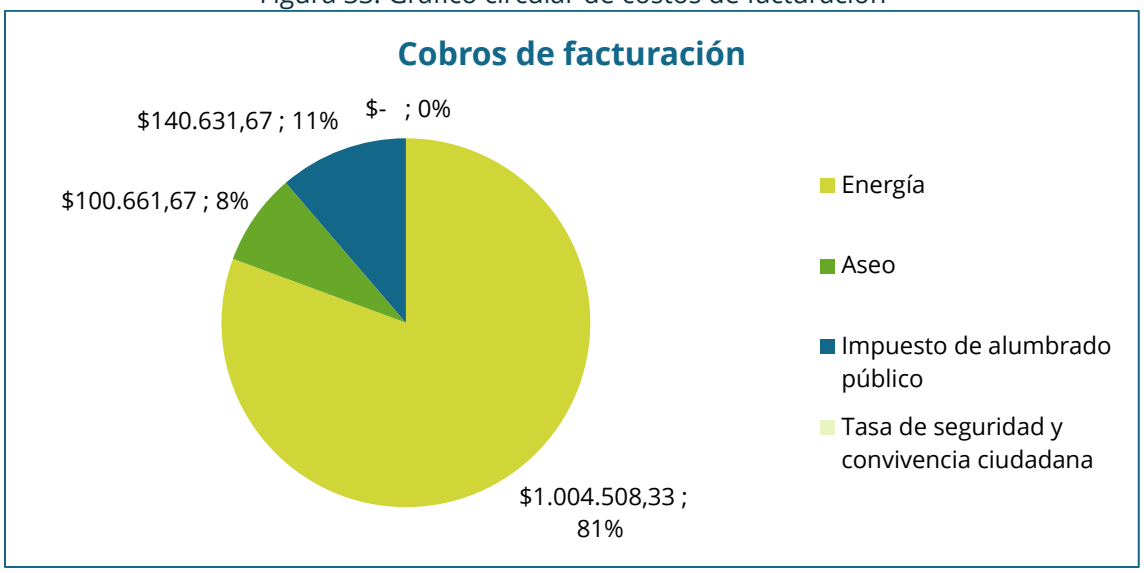
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 32 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 33.

Figura 32. Costo de factura histórico




Fuente: Elaboración propia

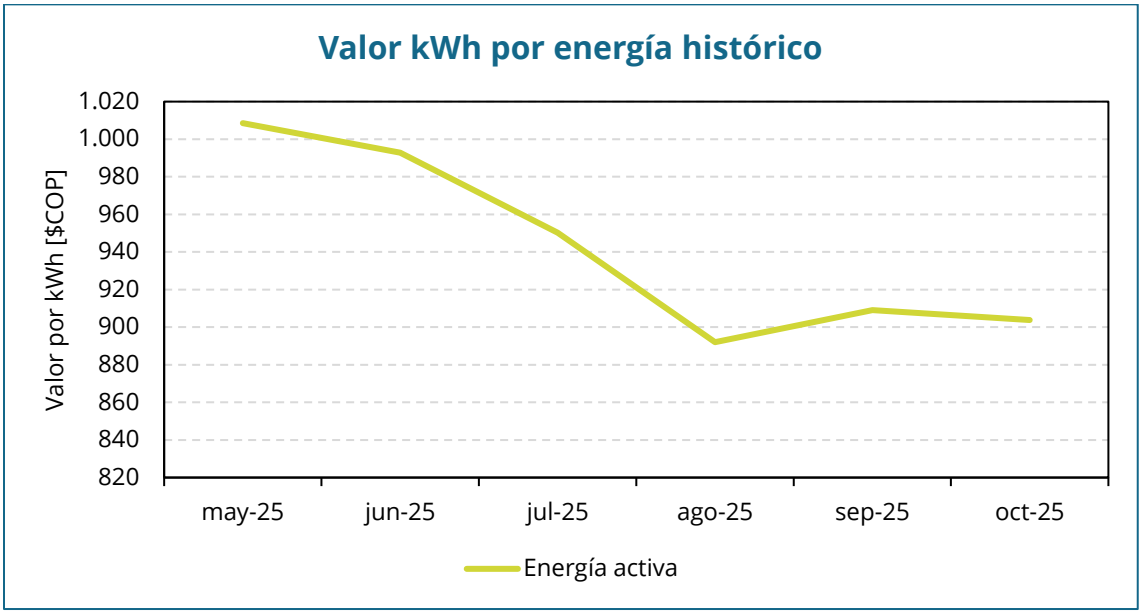
Figura 33. Gráfico circular de costos de facturación




Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa se representa en la Figura 34 (ver registros en la Tabla 18).

Figura 34. Costo unitario por kWh de energía




Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Costo unitario por kWh de energía activa

| Mes | Valor promedio facturado por kWh [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.009 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 993 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 950 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 892 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 909 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 904 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

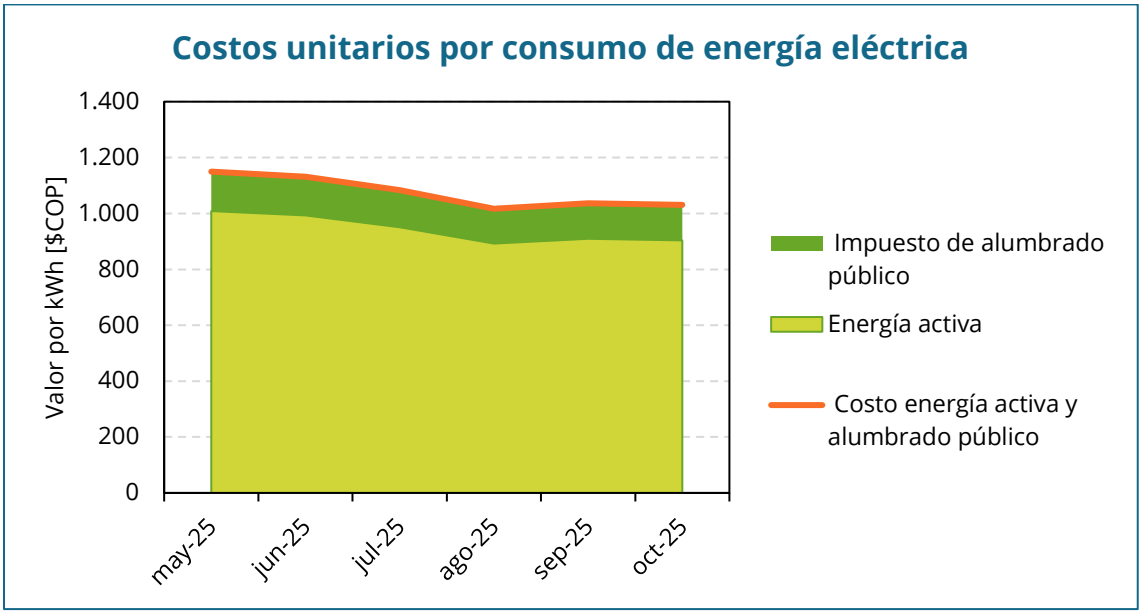
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 35 (ver registros en Tabla 19). El promedio de este valor es de $1.074,74 COP.

Tabla 19. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.150 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.132 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.083 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 1.017 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.036 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.030 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 35. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público




Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 36. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 20 y la Tabla 21, para energía activa, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 20. Costo facturado por energía activa

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.080.146 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.070.206 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 995.893 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 867.935 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.102.690 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 910.177 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

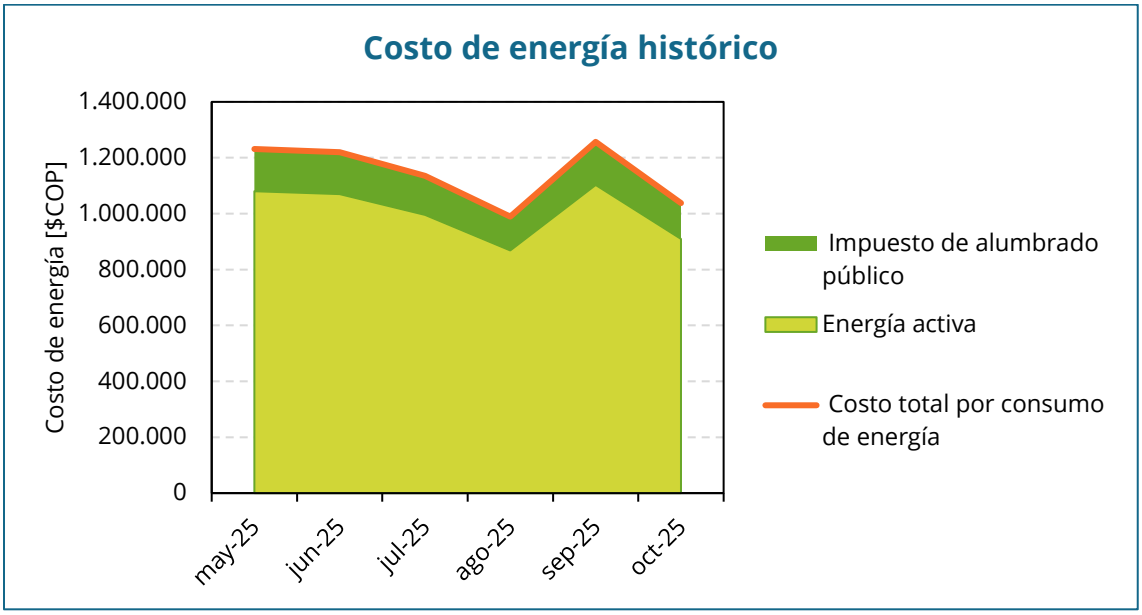
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 21. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

| Mes | Valor facturado [$COP] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 |
| Enero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Febrero | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Marzo | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Abril | Sin información | Sin información | Sin información | Sin información |
| Mayo | Sin información | Sin información | Sin información | 1.231.366 |
| Junio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.220.036 |
| Julio | Sin información | Sin información | Sin información | 1.135.323 |
| Agosto | Sin información | Sin información | Sin información | 989.445 |
| Septiembre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.257.060 |
| Octubre | Sin información | Sin información | Sin información | 1.037.607 |
| Noviembre | Sin información | Sin información | Sin información | |
| Diciembre | Sin información | Sin información | Sin información | |

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 36. Costo total de energía activa




Fuente: Elaboración propia

# 6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

## 6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \quad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \quad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \quad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

## 6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *15*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 22).

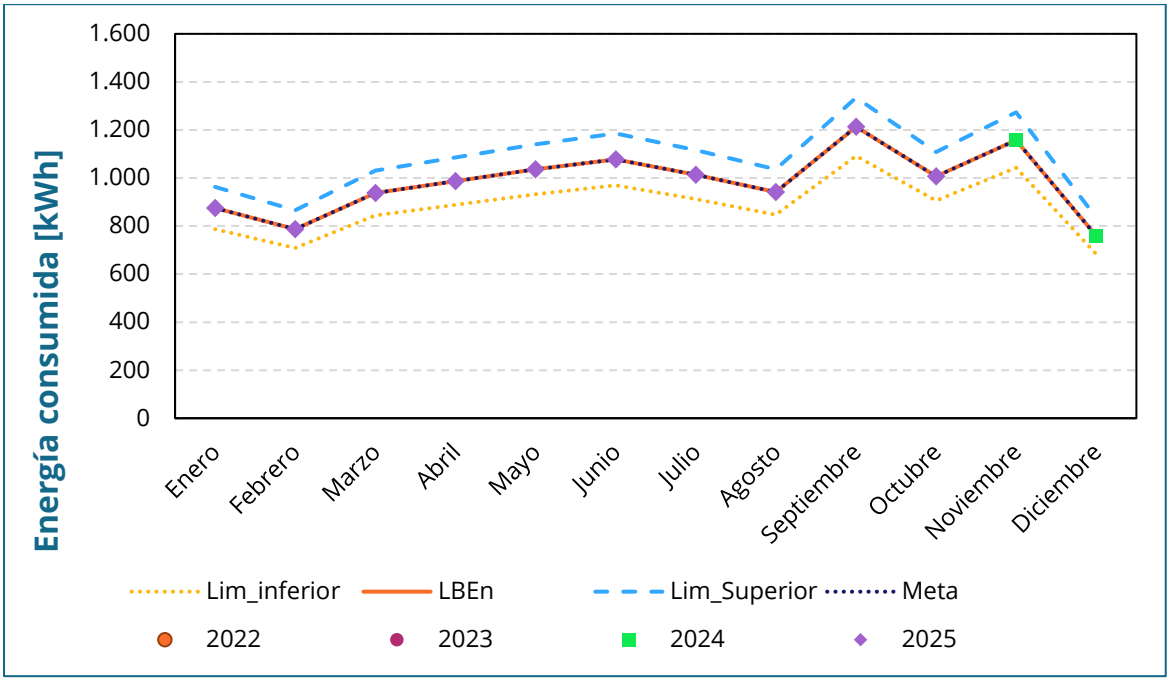
Tabla 22. Registros para construcción de LBEn de la Defensa Civil

| Mes | Energía eléctrica [kWh] | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Lim_inferior | LBEn | Lim_Superior | Meta |
| Enero | 787 | 875 | 962 | 875 |
| Febrero | 709 | 788 | 866 | 788 |
| Marzo | 844 | 938 | 1.032 | 938 |
| Abril | 888 | 987 | 1.086 | 987 |
| Mayo | 933 | 1.036 | 1.140 | 1.036 |
| Junio | 970 | 1.078 | 1.186 | 1.078 |
| Julio | 913 | 1.014 | 1.116 | 1.014 |
| Agosto | 847 | 942 | 1.036 | 942 |
| Septiembre | 1.092 | 1.213 | 1.334 | 1.213 |
| Octubre | 906 | 1.007 | 1.108 | 1.007 |
| Noviembre | 1.042 | 1.158 | 1.274 | 1.158 |
| Diciembre | 683 | 759 | 835 | 759 |
| **Total** | | **11.794** | | **11.794** |

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 37, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 37. Línea Base Energética (LBEn) de la Defensa Civil




Fuente: Elaboración propia

## 6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 23 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 23. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

| Atributo | Descripción | | | Observaciones |
|---|---|---|---|---|
| Uso/destino del edificio | Actividades administrativas | | | |
| Área útil reportada [$m^2$] | 4.950 | | | |
| Fuentes de energía utilizadas | Energía eléctrica | | | |
| **Modelo LBEn utilizado** | **Valor absoluto de energía** | | | |
| Período base | Noviembre 2024 - octubre 2025 | | | Datos mensuales |
| Cantidad datos iniciales | 12 | | | |
| Cantidad datos finales | 12 | | | |
| LBEn | Enero | | 875 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Febrero | | 788 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Marzo | | 938 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Abril | | 987 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Mayo | | 1.036 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Junio | | 1.078 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Julio | | 1.014 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Agosto | | 942 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Septiembre | | 1.213 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Octubre | | 1.007 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Noviembre | | 1.158 | Valor promedio mes [kWh] |
| | Diciembre | | 759 | Valor promedio mes [kWh] |
| Ahorro estimado | Enero | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Febrero | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Marzo | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Abril | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Mayo | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Junio | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Julio | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Agosto | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Septiembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Octubre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Noviembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |
| | Diciembre | 0 | 0,0% | En kWh y % |

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

Es importante señalar que el ahorro estimado es nulo. Esto se debe a que, para cada mes, solo se dispone de un único mes de datos como referencia. En consecuencia, el valor de energía de

la línea base (LBEn) y la meta (definida como el consumo mínimo registrado en un mes dado) son idénticos.

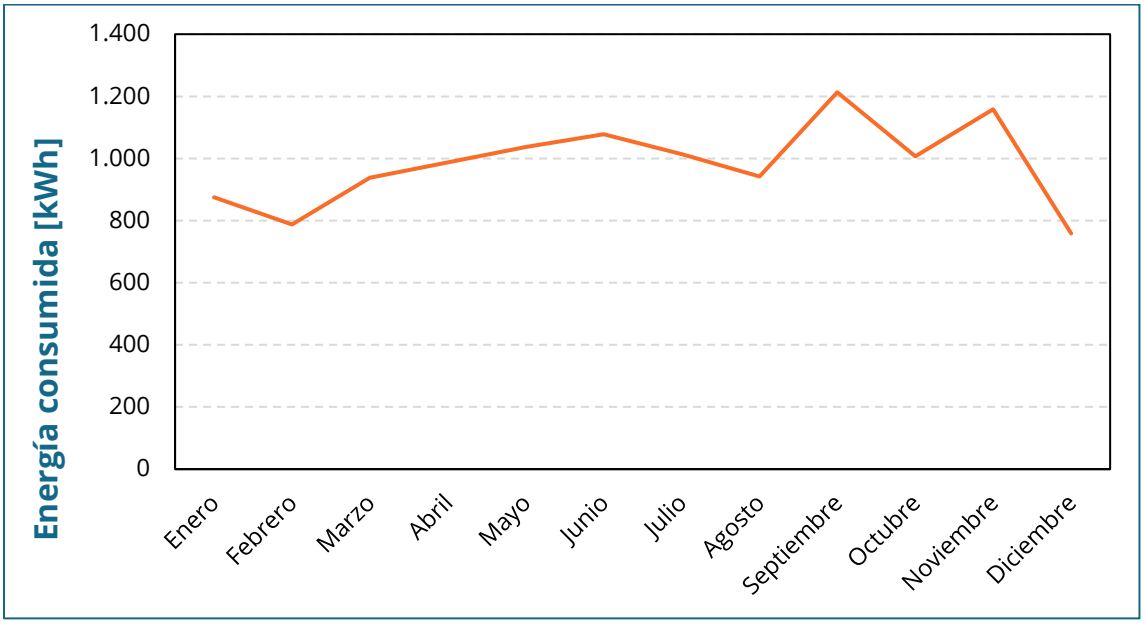
# 7. INDICADORES

Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

## 7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado de la Defensa Civil con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 38, cuyos valores se disponen en la Tabla 23.

Figura 38. Consumo de energía eléctrica mensual de la Defensa Civil




Fuente: Elaboración propia

## 7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por la Defensa Civil en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 11.794 kWh/año para l Defensa Civil.

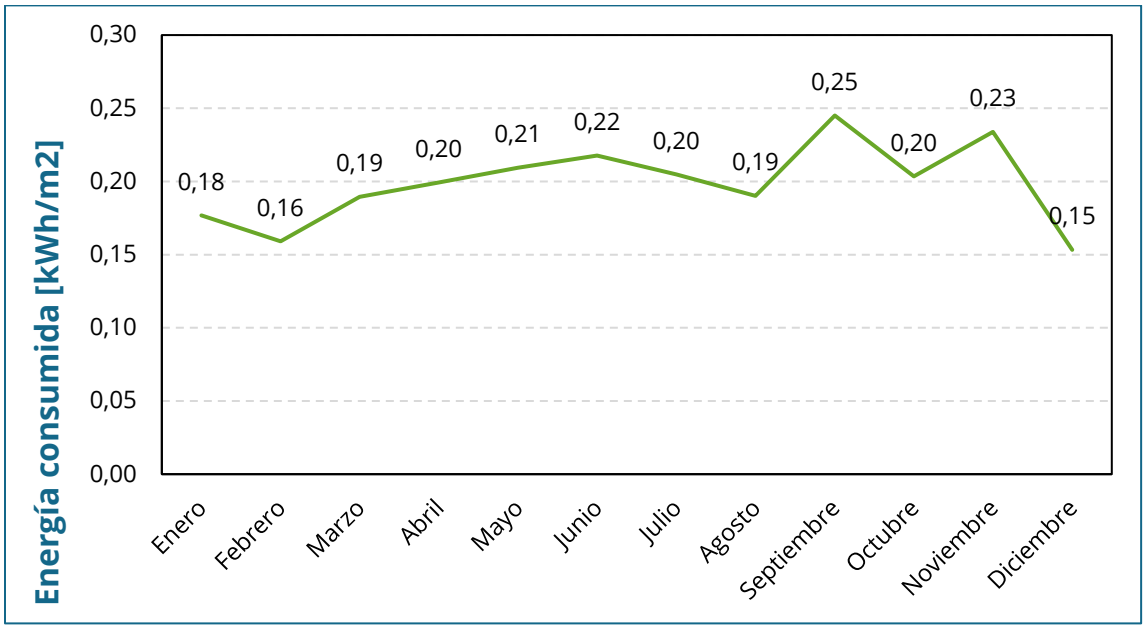
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

## 7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 39.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n \text{ (kWh/mes)}}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 39. Consumo de energía eléctrica mensual de la Defensa Civil




Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica de la Defensa Civil con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 2,38 kWh/año/m² para la Defensa Civil.

$$\text{CEEAS}\ (\text{kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \tag{8}$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

## 7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico de la Defensa Civil en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \tag{9}$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \tag{10}$$

# 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El ítem 5, correspondiente a la Defensa Civil, presenta condiciones operativas e instalaciones que ofrecen oportunidades claras para la mejora de la eficiencia energética y la seguridad:

- El sistema de aire acondicionado es el mayor consumidor de energía (68%), identificándolo como el área prioritaria para la implementación de medidas de eficiencia y gestión de la demanda.

- Se identificaron múltiples no conformidades con el RETIE que representan riesgos significativos, incluyendo: gabinete de medición sin tapa (riesgo de contacto eléctrico), cuarto eléctrico utilizado como almacén y sin señalización adecuada, tubería plástica no empotrada, y cableado del transformador expuesto sin protección ni distancias de seguridad. Estas condiciones incrementan el riesgo de accidentes eléctricos, incendios y fallas en los equipos.
- Las mediciones de iluminancia en oficinas, recepción y dirección están muy por debajo del estándar mínimo de 500 lux (RETILAP), lo que afecta las condiciones visuales para el trabajo y evidencia ineficiencia en el sistema de alumbrado actual.
- Las mediciones eléctricas revelaron un factor de potencia muy bajo (0,27 capacitivo), fuera del rango normativo (0,9 - 1). Se sugiere revisar y posiblemente desconectar el banco de condensadores instalado, ya que su condición actual podría estar penalizando la facturación.
- Se construyó la Línea Base Energética (LBEn) conforme a la metodología de la UPME. Debido a la limitada historia de datos (solo se contó con un año completo de información), el ahorro estimado contra la LBEn resultó nulo en este cálculo inicial, ya que la meta se estableció igual al único dato disponible por mes. Esto resalta la necesidad de continuar monitoreando el consumo para establecer una línea base más robusta y poder cuantificar futuros ahorros de manera precisa.

A modo de cierre, cabe mencionar que el Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética utilizará como base los hallazgos de este análisis para formular propuestas concretas de mejora, enfocadas especialmente en los usos finales más representativos identificados.

## Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

# ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 5 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 5 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

**Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883**

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

## CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404



Fecha de emisión: 2025-10-02.

**Cliente:** ***CORPORACION EMA.***
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Analizador de calidad de energía.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 2883.

**Número de Serie:** 17060454.

**Fecha de Calibración:** Octubre 02 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

### 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

### 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Página Web:* www.erasmus.com.co

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,499 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 55,999 | -0,001 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

| *Medición de frecuencia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| Hz | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 42,500 A 57,500 | Hz | 42,500 | 42,500 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 44,000 | 44,000 | 0,00 | 0,67 | 1,97 |
| | Hz | 56,000 | 56,000 | 0,000 | 0,027 | 1,96 |

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0,09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,97 | -0,03 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,9 | -0,10 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,9 | -0,1 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,9 | -0,1 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,3 | -0,7 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 898,1 | -1,9 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,41 | -0.09 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,89 | -0,11 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,99 | -0,01 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,2 | -0,8 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,9 | -2,1 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,9 | -2,2 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 30 | A | 22,50 | 22,40 | -0,10 | 0,41 | 1,97 |
| | A | 27,00 | 26,90 | -0,10 | 0,42 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 300 | A | 75,00 | 74,95 | -0,05 | 0,56 | 1,97 |
| | A | 150,0 | 149,8 | -0,20 | 0,79 | 1,97 |
| | A | 225,0 | 224,8 | -0,2 | 1,1 | 1,97 |
| | A | 270,0 | 269,8 | -0,2 | 1,3 | 1,97 |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 3000 | A | 300,0 | 299,5 | -0,5 | 1,7 | 1,97 |
| | A | 600,0 | 598,6 | -1,4 | 3,4 | 1,97 |
| | A | 900,0 | 897,6 | -2,4 | 5,1 | 1,97 |
| | A | 1000,1 | 997,6 | -2,5 | 5,7 | 1,97 |

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,39 | 0,000 | 0,077 | 1,98 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,68 | -0,010 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,60 | 0,010 | 0,035 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,40 | 0,010 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,64 | -0,050 | 0,097 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,5 | 0,00 | 0,15 | 2,03 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,3 | 0,00 | 0,21 | 2,01 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,4 | 0,00 | 0,56 | 2,05 |

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
## No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

| Medición de tensión eléctrica C.A. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Frecuencia | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 50 A 136 | V | 0,045 | 58,59 | 58,57 | -0,020 | 0,035 | 1,98 |
| | V | 0,045 | 127,39 | 127,34 | -0,050 | 0,077 | 1,99 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 137 A 374 | V | 0,045 | 160,69 | 160,66 | -0,030 | 0,097 | 1,99 |
| | V | 0,045 | 255,5 | 255,4 | -0,10 | 0,15 | 1,97 |
| | V | 0,045 | 350,3 | 350,2 | -0,10 | 0,21 | 1,97 |
| V | ---- | kHz | ----- | ---- | ----- | ----- | ----- |
| 375 A 1000 | V | 0,045 | 937,4 | 937,3 | -0,10 | 0,56 | 2,01 |

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



ERASMUS S.A.S.
*Dirección:* Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
*Teléfono:* (57) (1) 4864030 Ext. 1112
*Correo electrónico:* laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12214. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-29. | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 22,2 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 54,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 9:12 | *Hora Final* | 11:02 |

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

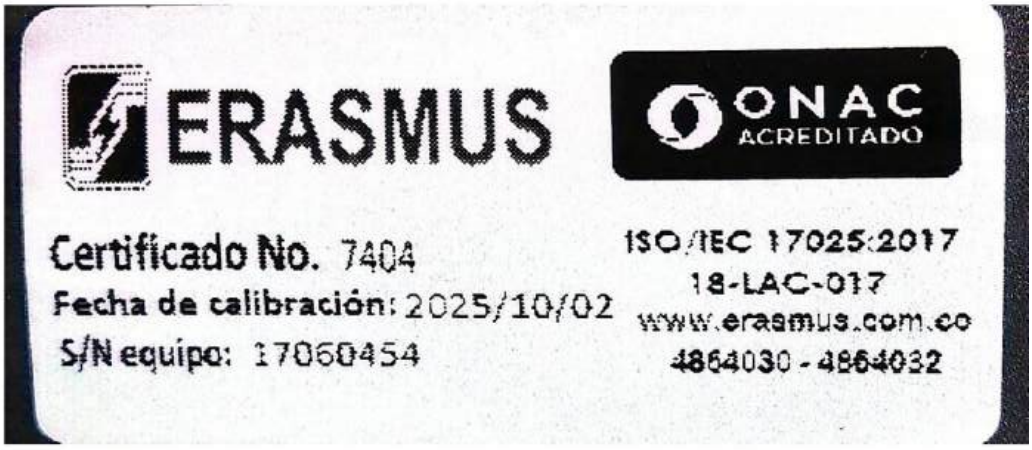
## 8. RESPONSABLES.

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| Paula Andrea Cardenas Dueñas.<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a ERASMUS S.A.S.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- ERASMUS S.A.S. no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- ERASMUS S.A.S. no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- ERASMUS S.A.S. no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

**Cliente:** *CORPORACION EMA*
*Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.*
*NIT: 900.298.527.*

**Instrumento calibrado:** Telurómetro.

**Fabricante:** METREL.

**Modelo:** MI 3123.

**Número de Serie:** 17360533.

**Fecha de Calibración:** Septiembre 22 del 2025.

**Lugar de calibración:** Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

## 1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

## 2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

| EQUIPO | NÚMERO DE SERIE | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN | FECHA DE CALIBRACIÓN | EMITE |
|---|---|---|---|---|
| Calibrador Fluke 5502A | 5440806 | CG3301–25 | 2025-01-15 | Set y Gad. S.A.S. |
| Termohigrómetro Testo 175-H1 | 40326218 | CLH 147624<br>CLT 366124 | 2024-12-24<br>2024-12-27 | Conamet. |
| Década de resistencia CS-3000 | 19510092 | E-24-0038 | 2024-01-10 | Metrel d.o.o. |

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

## 3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

## 4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

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.

| Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 0,00 A 19,99 | Ω | 0,50 | 0,52 | 0,020 | 0,011 | 1,97 |
| | Ω | 1,00 | 1,00 | 0,000 | 0,010 | 1,96 |
| | Ω | 19,04 | 19,01 | -0,003 | 0,013 | 1,98 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 20,0 A 199,9 | Ω | 99,8 | 100,2 | 0,40 | 0,24 | 1,97 |
| | Ω | 190,3 | 190,8 | 0,50 | 0,18 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 200 A 1999 | Ω | 1003 | 1005 | 2,0 | 2,6 | 1,97 |
| | Ω | 1902 | 1903 | 1,0 | 1,3 | 1,99 |
| Ω | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 2000 A 9999 | Ω | 10012 | 9945 | -67 | 18 | 1,97 |

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

| Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Rango | Unidad | Valor de referencia | Valor leído | Error de la lectura | Incertidumbre expandida | k (Adimensional) |
| A | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- | ----- |
| 1,00 A 19,99 | A | 5,00 | 4,88 | -0,120 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 10,00 | 9,78 | -0,220 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 15,00 | 14,68 | -0,320 | 0,029 | 1,97 |
| | A | 18,00 | 17,63 | -0,370 | 0,030 | 1,97 |

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

## 5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017



# CERTIFICADO DE CALIBRACION
# No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

## 6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

## 7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| *Encargado(s) de la calibración:* | Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2). | | | |
| *Supervisor:* | Rafael Zamudio Ayala. | | | |
| *Personal adicional:* | Ninguno. | | | |
| *Código de muestra:* | 12129. | | | |
| *Fecha de recepción* | 2025-09-16. | | | |
| Sesión 1. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 21,9 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 58,6 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 11:22 | *Hora Final* | 11:28 |
| Sesión 2. | | | | |
| *Condiciones ambientales* | *Temperatura (°C)* | 23,7 ± 0,2 | *Humedad relativa (%)* | 57,9 ± 1,5 |
| *Intervalo de tiempo de la prueba* | *Hora Inicial* | 16:59 | *Hora Final* | 17:07 |

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

**8. RESPONSABLES.**

| Elaboro | Aprobado |
|---|---|
| S. Gamez | |
| Esneyder Gamez González<br>Metrólogo del laboratorio. | Elena P. Prieto Rodríguez.<br>Coordinador del laboratorio. |

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S.**
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

**Final del certificado.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

## Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003
ilac-MRA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
**CALIBRATION CERTIFICATE**

**NÚMERO:** *Number* **CTE772**

Página: 1 de 3
*Page: 1 of 3*

| | | |
|---|---|---|
| **LABORATORIO** *Laboratory* | : | TEMPERATURA / TEMPERATURE |
| **INSTRUMENTO** *Instrument* | : | CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA |
| **FABRICANTE** *Manufacturer* | : | FLUKE |
| **MODELO** *Model* | : | TI10 |
| (a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number* | : | 11030423 |
| (a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification* | : | SIN // Without Customer Identification |
| (a) **PARTE NÚMERO** *Part Number* | : | SIN // Without Customer Identification |
| **RESOLUCIÓN** *Resolution* | : | 0,1 °C |
| (a) **SOLICITANTE** *Customer* | : | **CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA** |
| (a) **DIRECCIÓN** *Address* | : | Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia |
| **FECHA DE RECEPCIÓN** *Date of reception* | : | 2025-10-22 |
| **FECHA DE CALIBRACIÓN** *Date of calibration* | : | 2025-10-23 |
| (a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date* | : | No Aplica |
| **NÚMERO DE PÁGINAS** *Number of pages* | : | 3 |

**FIRMAS AUTORIZADAS:**
*Authorized signatures*

Calibrado por / Calibrated by

**JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.**

Autorizado por / Authorized by

**Radicación :** *File number* **0100103066 / 76560**

**Fecha de Emisión:** *Date of issue* **2025-10-24**

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

**El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.**
**The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.**

LAB-FT-CTE-60-02
2025-07-11

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



## DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
***CALIBRATION DATA AND RESULTS***

**Trabajo Realizado:**
*Work done*
CALIBRACION
*Calibration*

**Método Utilizado:**
*Method Used*
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
*Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.*

**Procedimiento interno utilizado:**
*Internal procedure used:*
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
*LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers*

**CONDICIONES AMBIENTALES**
*ENVIRONMENTAL CONDITIONS*

| | MÁXIMO // MAXIMUM | MÍNIMO // MINIMUM |
|---|---|---|
| **Temperatura ambiente:** *Temperature* | 27,7 °C | 21,4 °C |
| **Humedad Relativa:** *Relative Humidity* | 58 %hr | 45 %hr |

**Unidades de medida:**
*Measurement units:*
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
*International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008*
Equivalencia // Equivalence: 1 °C = 273,15 K

**Datos del instrumento a calibrar:**
*Instrument data to be calibrated:*

| | |
|---|---|
| **Emisividad [ε]: Fija** *fixed Emissivity [ε]:* | 0,95 |
| **Banda Espectral:** *Spectral Band:* | 7,5 µm a 14 µm |
| **Distancia de medición** *Distance Measure* | 112,5 mm a 1 m |
| **Distancia de Calibración:** *Calibration Distance:* | 90 cm |
| **CDVI (resolución espacial):** *CDVI (spatial resolution):* | 2,50 mrad |
| **Intervalo de medida:** *Measuring range* | -20 °C a 250 °C |

**Configuración:** *Setting:* **Manual**

| Intervalo de Calibración *Calibration Interval* | Valor aplicado *Applied value* | Resultados *Results* | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Temperatura Generada** *Generated Temperature* | **Valor medido*** *Measured value** | **Corrección** *Correction* | **Factor De Cobertura** *Coverage Factor k* | **Incertidumbre** *Uncertainty ±U* |
| 35 °C a 250 °C | 35 °C | 35,2 °C | -0,24 °C | 2,0 | 0,71 °C |
| | 150 °C | 146,7 °C | 3,32 °C | 2,0 | 0,77 °C |
| | 250 °C | 246,9 °C | 3,2 °C | 2,0 | 1,0 °C |

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

**Nota:** 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.
*Note: The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

**** FIN TOMA DE DATOS ****
**** END OF DATA COLLECTION ****



CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

**LABORATORIO DE TEMPERATURA**
***(Temperature Laboratory)***
**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
***(Calibration Certificate Number)***



**TRAZABILIDAD METROLOGICA** *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
*The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.*

**EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN**
*STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **PATRÓN UTILIZADO:** ***Standard Used:*** | PRECISION INFRARED CALIBRATOR | **EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:*** | HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER |
| Modelo: *Model:* | 4181 | Modelo: *Model:* | RHT20 |
| Numero de Serie: *Serie Number:* | 856286 | Numero de Serie: *Serie Number:* | A21114570 |
| Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-091 | Codigo Interno: *Internal code:* | LMCCO-084 |
| Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TLM-T-3826 | Certificado de Calibración: *Calibration certificate:* | TE-9801-25<br>HR-5401-25 |
| Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-07-24 | Fecha de calibración: *Date Calibration:* | 2025-05-02 |
| Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2027-07-24 | Fecha de Vencimiento: *Due Date:* | 2026-05-02 |
| Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | TESLA / ONAC | Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:* | VALMET L&M / ONAC |

**OBSERVACIONES:**
***Observations:***
1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
*1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.*
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
*2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.*
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
*3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.*
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
*4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emissivity of the standard radiator.*
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
*5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.*
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
*6. The calibrated points were previously agreed with the client.*
7. El diámetro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
*7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in*
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los píxeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente.** Sumincol no se hace responsable de dicha información.
**(b) Descargo de Responsabilidad**: Sumincol no se hace responsable cuando la información proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

**FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772**
*END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772*



Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

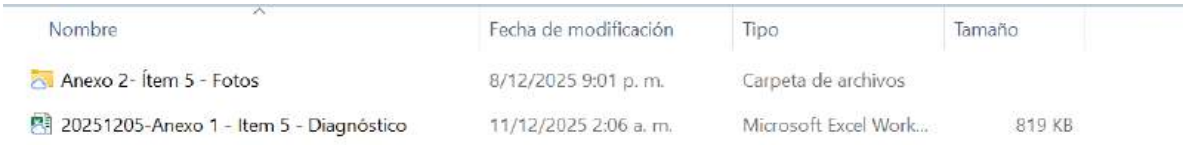
CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

Producto 4. ítem 5.

Este producto junto a sus anexos reposa en el correo enviado a la gobernación para su respectiva revisión.

Se anexó como evidencia en la plataforma SECOP II.



| Nombre | Fecha de modificación | Tipo | Tamaño |
|---|---|---|---|
| Anexo 2- Ítem 5 - Fotos | 8/12/2025 9:01 p. m. | Carpeta de archivos | |
| 20251205-Anexo 1 - Item 5 - Diagnóstico | 11/12/2025 2:06 a. m. | Microsoft Excel Work... | 819 KB |