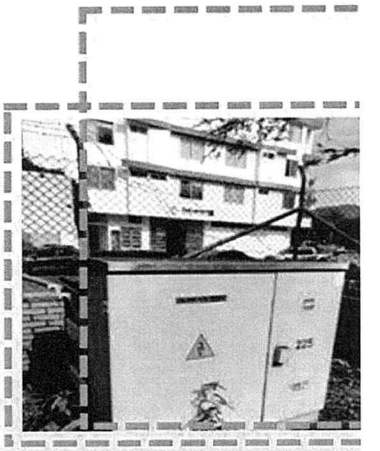
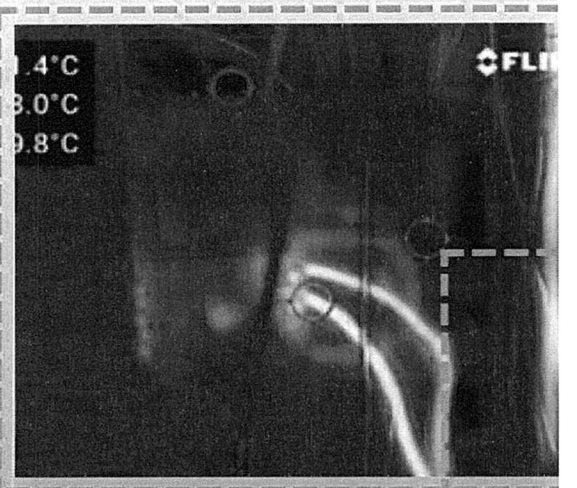
Alcaldía Municipal
de Yopal



# PLAN DE GESTIÓN EFICIENTE DE ENERGÍA - PGEE



## CONTRATO DE CONSULTORÍA NO.2950.2025, SUSCRITO ENTRE EL MUNICIPIO DE YOPAL Y CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025

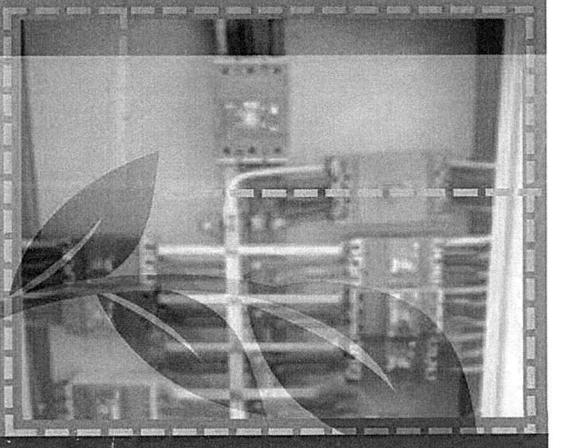
**"REALIZAR EL DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA, EN LA SEDE ADMINISTRATIVA PRINCIPAL, Y PROPONER ALTERNATIVAS DE USO RACIONAL Y EFICIENTE PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE LA ALCALDÍA DE YOPAL."**





**MAYO 2026**

CEY 2025
CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL 2025



# PLAN DE GESTIÓN EFICIENTE DE ENERGÍA - PGEE PALACIO MUNICIPAL DE YOPAL


Alba Carina Rojas Barreto
Secretaria General de Yopal

María Catalina Bohórquez Ramírez
Directora De Consultoría

Heilly Emiled Meléndez Pérez
Directora Administrativa- secretaria general de Yopal

Andrés Julián Meneses
Líder Auditor

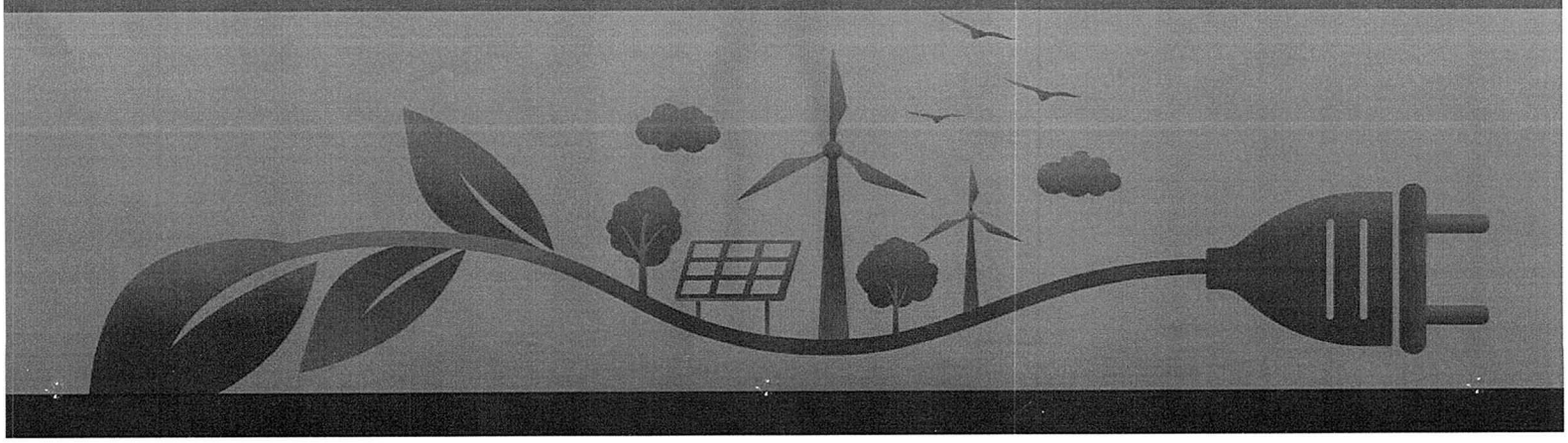
Hugo Fernández Sandoval
Profesional Apoyo Supervisión

Mayra Liliana Rodríguez Cabulo
R/L Consorcio Energético Yopal-2025


Alcaldía Municipal de Yopal

**MAYO 2026**

CEY 2025
CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL 2025



| | |
|---|---|
| **Documento de referencia** | **Plan de Gestión Eficiente de Energía - PGEE** |
| **Distribución** | Consorcio Energético Yopal – Cey 2025 |
| **Fecha de la versión I** | V.1 02/04/2026 |
| **Escrito por** | Andrés Julián Meneses |
| **Supervisor** | Heilly Emiled Meléndez Pérez/ Directora de Servicios Administrativos |
| **Revisado por** | Hugo Fernández Sandoval |
| **Historial de versiones** | Versión 1 |



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

## 1. CONTENIDO

**2. INTRODUCCIÓN** **8**

**3. JUSTIFICACIÓN** **9**

**4. OBJETIVO GENERAL** **10**

**4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS** **10**

**5. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO** **11**

**5.1. NATURALEZA DEL PROYECTO** 11
**5.2. MARCO JURÍDICO** 11
**5.3. CONTEXTO** 14

**6. DIAGNÓSTICO DE GESTIÓN ENERGÉTICA DE LA ENTIDAD** **15**

**6.1. GESTIÓN ADMINISTRATIVA** 15
*6.1.1. Definición del alcance y los límites* *15*
*6.1.2. Costos energéticos* *16*
*6.1.3. Compras y contractos* *16*
*6.1.4. Sistema de gestión* *17*
*6.1.5. Comunicación externa* *17*
*6.1.6. Financiación de proyectos de energía eficiencia* *17*
*6.1.7. Financiación de proyectos* *18*
**6.2. GESTIÓN DE PERSONAL** 19
*6.2.1. Estructura de personal* *19*
*6.2.2. Elementos necesarios para la implementación del PGEE* *21*
*6.2.3. Capacitación, formación y sensibilización* *21*
*6.2.4. Comunicación interna* *22*
**6.3. GESTIÓN OPERATIVA** 22
*6.3.1. Aspectos de edificación* *22*
*6.3.2. Suministro y consumo de energía* *32*
*6.3.3. Sistemas y equipos de consumo final de energía* *38*
*6.3.4. Potencial de Eficiencia Energética* *45*

**7. PLANIFICACIÓN** **53**

**7.1. POLÍTICA ENERGÉTICA** 53
**7.2. CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA** 54
**7.3. OBJETIVOS Y METAS ENERGÉTICAS** 54
*7.3.1. Objetivo general* *54*
*7.3.2. Objetivos específicos y metas* *55*
**7.4. COMUNICACIÓN INTERNA Y EXTERNA** 57
**7.5. PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS** 58
**7.6. FINANCIACIÓN DE PROYECTOS** 59

**8. IMPLEMENTACIÓN** **65**



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**8.1. BUENAS PRÁCTICAS** 65
*8.1.1. Mejoras operacionales* *65*
*8.1.2. Medidas de eficiencia energética de carácter pasivo* *70*
*8.1.3. Reconversión tecnológica de equipos* *74*
**8.2. COMPRAS PÚBLICAS SOSTENIBLES** 83
**8.3. MEJORAS OPERACIONALES** 83
**8.4. SENSIBILIZACIÓN Y CAPACITACIÓN** 84
**8.5. MEJORAS ORGANIZACIONALES** 85
**9. SEGUIMIENTO Y MONITOREO** **86**
**9.1. REVISIÓN DEL PGEE POR LA DIRECCIÓN** 86
**9.2. REVISIÓN DE INDICADORES** 88
**9.3. REVISIÓN DE PLANES DE ACCIÓN** 90



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Límites del PGEE ..... 15
Ilustración 2 - Alcance del PGEE ..... 15
Ilustración 3 - Ejemplo de Costos de suministro eléctrico - Resumen anual ..... 16
Ilustración 4 – Organigrama ..... 20
Ilustración 5 - Equipo de Gestión de la Energía ..... 20
Ilustración 6 - Ubicación de la Alcaldía de Yopal en Google Maps. Fuente: Google Maps ..... 23
Ilustración 7 - Orientación del edificio ..... 25
Ilustración 8 – Fachadas del edificio ..... 26
Ilustración 9 - Axonometría del edificio ..... 27
Ilustración 10 - Corte fachada ..... 29
Ilustración 11 - Ejemplo de gráfico de distribución anual de consumos por energéticos ..... 33
Ilustración 12 - Extracto del diagrama unifilar ..... 35
Ilustración 13 - Extracto de los planos de la ubicación de los tableros ..... 35
Ilustración 14 - Consumo histórico de energía eléctrica y CDD ..... 37
Ilustración 15 - Relación entre consumo eléctrico y CDD ..... 37
Ilustración 16 - Desglose energético por uso final del edificio ..... 39
Ilustración 17 - Inventario de equipos levantado en la auditoría energética ..... 41
Ilustración 18 - Comparación del consumo anual del edificio según otros datos en el mismo clima. ..... 55
Ilustración 19 - Especificaciones de aire acondicionado para data centers y salas de servidores ..... 66
Ilustración 20 - Uso de ventiladores en oficinas para optimizar las temperaturas del aire acondicionado - Fuente: mytek.com ..... 68
Ilustración 21 - Acta para la revisión anual del PGEE por la dirección ..... 87
Ilustración 22 - Formato de acta para la revisión anual de los IDEs por la dirección ..... 89
Ilustración 23 - Formato para la revisión anual de los planes de acción por la dirección ..... 90



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Personal del proyecto de auditoría energética ..... 11
Tabla 2 – Promedio histórico anual datos 2016-2026 estación Metereológica Aeropuerto Yopal ..... 24
Tabla 3 – Promedio histórico mensual datos 2026 estación Metereológica Aeropuerto Yopal ..... 24
Tabla 4 - Propiedades térmicas de los cerramientos ..... 30
Tabla 5 - Horario edificio alcaldía Yopal ..... 32
Tabla 6 - Ocupación mensual del edificio por tipo de colaborador 2026 ..... 32
Tabla 7 – Características técnicas de suministro de electricidad ..... 36
Tabla 8 - Inventario de equipos consumidores de energía ..... 42
Tabla 9 - Características de los espacios con iluminación interior ..... 42
Tabla 10 - Características de los equipos de iluminación interior ..... 43
Tabla 11 - Características de las áreas con alumbrado exterior ..... 43
Tabla 12 - Características de los equipos de alumbrado exterior ..... 44
Tabla 13 - Características de los espacios climatizados ..... 44
Tabla 14 - Características de los equipos de climatización ..... 45
Tabla 15 - Características de los equipos informáticos y asimilables ..... 45
Tabla 16 - Resumen de medidas de conservación de energía (ECM) ..... 47
Tabla 17 - Criterios de priorización de medidas de eficiencia energética ..... 49
Tabla 18 – Indicador de desempeño energético del edificio ..... 50
Tabla 19 – Objetivos y metas energéticas del PGEE ..... 56
Tabla 20 – Plan de comunicación para el uso eficiente de la energía ..... 57



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

## 2. INTRODUCCIÓN

El uso racional y eficiente de la energía constituye actualmente una prioridad para las entidades públicas, debido a la necesidad de optimizar los recursos, reducir costos operativos y contribuir a los objetivos nacionales de sostenibilidad y transición energética. En este contexto, la Alcaldía Municipal de Yopal adelanta la formulación del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE), como instrumento orientado a mejorar el desempeño energético institucional y promover una cultura de eficiencia energética dentro de la entidad.

El desarrollo del PGEE se fundamenta en la auditoría energética realizada por el CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025, mediante la cual se evaluaron las condiciones administrativas, operativas y técnicas relacionadas con el consumo de energía del edificio central de la Alcaldía. Este análisis permitió identificar los principales usos energéticos, los sistemas de mayor consumo y las oportunidades de mejora asociadas a la infraestructura eléctrica, iluminación, climatización y equipos tecnológicos.

Asimismo, el PGEE se encuentra alineado con las disposiciones establecidas en la Ley 1715 de 2014, la Ley 2099 de 2021 y demás normativas nacionales relacionadas con eficiencia energética, sostenibilidad ambiental y transición energética. Su implementación permitirá establecer estrategias, indicadores y mecanismos de seguimiento que faciliten el control y la optimización del consumo energético institucional.

De esta manera, el Plan de Gestión Eficiente de la Energía se convierte en una herramienta fundamental para fortalecer la gestión energética de la entidad, promover el ahorro de energía, reducir impactos ambientales y garantizar un mejor aprovechamiento de los recursos públicos.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

## 3. JUSTIFICACIÓN

La formulación e implementación de un Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE) en la Alcaldía Municipal de Yopal responde a la necesidad de establecer mecanismos organizacionales y técnicos que permitan optimizar el uso de la energía dentro de la entidad, mejorar el desempeño energético y contribuir al cumplimiento de las políticas nacionales de sostenibilidad y eficiencia energética.

Actualmente, el edificio presenta consumos energéticos significativos asociados principalmente a los sistemas de aire acondicionado, iluminación e infraestructura tecnológica, los cuales representan una parte importante de los costos operativos de la administración municipal. Adicionalmente, la auditoría energética evidenció oportunidades de mejora relacionadas con la calidad de la energía, el control operativo de los sistemas y la ausencia de un esquema estructurado de gestión energética.

En este sentido, el PGEE permitirá establecer lineamientos, objetivos, indicadores y acciones orientadas al uso racional y eficiente de la energía, facilitando el seguimiento continuo del consumo energético y la implementación de medidas de ahorro y optimización. Asimismo, contribuirá al fortalecimiento institucional mediante la definición de responsabilidades, procesos de sensibilización y estrategias de mejora continua.

La implementación del plan también permitirá a la entidad avanzar en el cumplimiento de la normativa vigente en materia de eficiencia energética, gestión ambiental y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, alineándose con los objetivos nacionales de transición energética y descarbonización.

Finalmente, el PGEE representa una herramienta estratégica para promover una cultura institucional de sostenibilidad, generar beneficios económicos derivados de la reducción del consumo energético y posicionar a la Alcaldía como una entidad comprometida con el desarrollo sostenible y el uso responsable de los recursos públicos.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

## 4. OBJETIVO GENERAL

Formular el Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE) para la Alcaldía Municipal de Yopal, mediante el diagnóstico y análisis del desempeño energético de sus instalaciones, con el fin de establecer estrategias y acciones orientadas al uso racional y eficiente de la energía, el mejoramiento continuo y la sostenibilidad institucional.

### 4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar el estado actual de la gestión energética de la entidad, identificando los principales usos y consumos de energía en las instalaciones de la Alcaldía.
- Establecer una línea base energética y definir indicadores de desempeño que permitan realizar seguimiento y control al consumo energético institucional.
- Identificar oportunidades de mejora en los sistemas de climatización, iluminación, infraestructura tecnológica y demás equipos consumidores de energía.
- Evaluar las condiciones técnicas de las instalaciones eléctricas y verificar el cumplimiento de la normativa aplicable en materia de eficiencia energética y seguridad eléctrica.
- Proponer medidas técnicas, administrativas y operativas orientadas a la optimización del consumo energético y la reducción de pérdidas de energía.
- Definir estrategias de seguimiento, sensibilización y mejora continua que permitan fortalecer la cultura de eficiencia energética dentro de la entidad.
- Establecer lineamientos para la implementación, monitoreo y actualización del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE).



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

## 5. PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO

### 5.1. Naturaleza del proyecto

A través del **CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL – CEY 2025** se realizó una auditoría energética para la Alcaldía del Municipio de Yopal. Este estudio pretende realizar un inventario energético con el fin de proponer medidas adecuadas de conservación de energía alineadas con el proceso global de descarbonización.

Se relaciona el listado de personal que la empresa contratista Consorcio Energético Yopal – CEY 2025 dispuso para el desarrollo del Contrato de Consultoría No. 2950-2025.

Tabla 1 - Personal del proyecto de auditoría energética

| NOMBRE | CEDULA | CARGO |
|---|---|---|
| BOHORQUEZ MARIA | 1049614912 | Directora |
| ESLAVA DANIEL | 1002393035 | Profesional |
| HERMOSILLA MAURICIO | 7176178 | Abogado |
| MENESES ANDRES | 1052409483 | Líder Auditor |
| PAIPILLA JAIR | 1116544540 | Dibujante |
| RINCON JAVIER | 74270902 | Técnico Electricista |
| RIVERO FRANK | 599493 | Profesional |
| RODRIGUEZ KAROL | 1029643620 | Secretaria |
| RODRIGUEZ MAYRA | 1118549962 | Representante Legal |
| PUERTO WILLINTON | 1116544540 | Técnico Electricista |

### 5.2. Marco jurídico

El desarrollo de la presente auditoría energética para la Alcaldía de Yopal se fundamenta en el marco normativo colombiano vigente en materia de eficiencia energética, instalaciones eléctricas, calidad de la energía, iluminación y gestión ambiental, el cual orienta tanto la evaluación técnica realizada como las recomendaciones propuestas.

En este contexto, el análisis efectuado durante la visita técnica y la revisión de la infraestructura eléctrica evidenció la necesidad de verificar el cumplimiento de reglamentos obligatorios como el **RETIE** y la **NTC**



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**2050**, los cuales establecen las condiciones mínimas de seguridad, operación y diseño de las instalaciones eléctricas en Colombia.

**Eficiencia y transición energéticas**

La auditoría se enmarca en las políticas nacionales de uso racional de la energía, principalmente:

- **Ley 697 de 2001**, que promueve el Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE).
- **Ley 1715 de 2014** y **Ley 2099 de 2021**, que impulsan la transición energética mediante el uso de fuentes no convencionales y la mejora del desempeño energético en edificaciones.
-

Estas normas respaldan el enfoque del estudio, orientado a identificar oportunidades de ahorro energético, especialmente en los sistemas de **aire acondicionado e iluminación**, que representan los mayores consumos del edificio según el análisis realizado.

**Reglamentación técnica eléctrica y calidad de energía**

El análisis técnico desarrollado en la auditoría se apoya en la normativa aplicable al sistema eléctrico colombiano, destacándose:

- **RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas):** Aplicable a la evaluación de riesgos eléctricos, condiciones de seguridad, señalización, estado de tableros, canalizaciones y equipos.
- **NTC 2050 (Código Eléctrico Colombiano):** Referente para la verificación de diseño, instalación y operación de los sistemas eléctricos.
- **Resolución CREG 025 de 1995:** Establece los límites de calidad de energía, utilizados en el análisis de:
    - Distorsión armónica (THD)
    - Niveles de tensión
    - Condiciones de operación del sistema eléctrico

- **Resolución CREG 015 de 2018:** Relacionada con el control del factor de potencia, relevante dado que el sistema presenta valores inferiores a los recomendados.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

En coherencia con estas normas, la auditoría evidenció desviaciones como altos niveles de distorsión armónica, desbalances de carga y bajo factor de potencia, lo cual puede generar sobrecostos, pérdidas energéticas y riesgos operativos.

**Reglamentación en iluminación**

El sistema de iluminación fue evaluado bajo criterios de eficiencia energética y confort visual, considerando:

- **RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público):** Este reglamento establece niveles mínimos de iluminación, eficiencia de luminarias y condiciones de calidad lumínica. En el análisis del edificio se identificaron niveles de iluminación no uniformes y ausencia de sistemas de control, lo cual representa oportunidades de mejora alineadas con dicha normativa.

**Normativa ambiental y sostenibilidad**

El enfoque de la auditoría energética también responde a la normativa ambiental colombiana y a los compromisos de reducción de emisiones:

- **Ley 99 de 1993**, que establece el marco general de protección ambiental.
- **Decreto 1076 de 2015**, compilatorio del sector ambiente.
- **Ley 1931 de 2018**, sobre gestión del cambio climático.
- **Política Nacional de Cambio Climático (CONPES 3934 de 2018)**

Estas disposiciones respaldan las estrategias de reducción del consumo energético y emisiones de $CO_2$ planteadas en los escenarios de mejora del estudio.

**Seguridad y salud en el trabajo (SST)**

Dado que la auditoría identificó riesgos eléctricos asociados a la infraestructura, el análisis se articula con:

- **Decreto 1072 de 2015 (SG-SST)**
- Estándares asociados a gestión de riesgos eléctricos

Esto es especialmente relevante considerando los hallazgos relacionados con deficiencias en señalización, acceso a áreas eléctricas y condiciones de operación, los cuales representan riesgos para el personal.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**Normativa y estándares técnicos de referencia**

Adicionalmente, el estudio adopta buenas prácticas internacionales que complementan la normativa nacional:

- **ASHRAE – Auditorías energéticas nivel 2**
- **IEEE 519-2014 (armónicos)**
- **IEEE 1159-2019 (calidad de energía)**

Estas referencias fortalecen el análisis técnico realizado, particularmente en la evaluación de la calidad de la energía y el desempeño de los sistemas eléctricos.

El marco normativo descrito orienta tanto la evaluación técnica como las recomendaciones de mejora energética planteadas en el presente informe. Su cumplimiento no solo garantiza condiciones adecuadas de seguridad eléctrica y operación, sino que también permite avanzar hacia una gestión energética eficiente, alineada con los objetivos nacionales de sostenibilidad y transición energética.

### 5.3. Contexto

El Artículo 32 de la Ley 1715 de 2014 (Diario Oficial nº 49.150 de 13 de mayo de 2014) por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, indica explícitamente:

*"El Gobierno Nacional, y el resto de las administraciones públicas, en el ámbito de sus respectivas competencias adoptarán planes de gestión eficiente de la energía, que incluirán acciones en eficiencia energética y mecanismos de respuesta de la demanda. Las administraciones públicas, en sus ámbitos territoriales, adoptarán planes de gestión eficiente de la energía, así como de la utilización de FNCE para los edificios y equipos consumidores de energía de titularidad pública con análogos objetivos al del Gobierno Nacional."*

El modelo de Plan de Gestión Eficiente de la Energía propuesto consta de 4 fases:

- Diagnóstico
- Planificación
- Implementación
- Seguimiento y monitoreo.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Esta estructura está inspirada en el ciclo de mejora continua "Planificar – Hacer – Verificar – Actuar" (PHVA) y muestra una clara orientación al cumplimiento de metas de eficiencia energética.

## 6. DIAGNÓSTICO DE GESTIÓN ENERGÉTICA DE LA ENTIDAD

### 6.1. Gestión administrativa

#### 6.1.1. Definición del alcance y los límites

**Límites del PGEE:** corresponden a los límites físicos del emplazamiento y/o a los límites organizacionales definidos por la entidad. En este caso, la auditoría energética se limita al edificio central y no incluye las entidades descentralizadas.

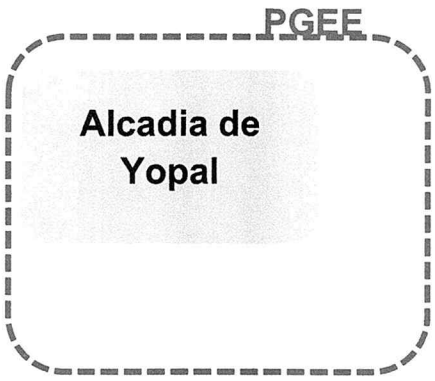



Ilustración 1 - Límites del PGEE

**Alcance del PGEE:** extensión de actividades, instalaciones y decisiones cubiertas por la organización a través del PGEE, que puede incluir varios límites

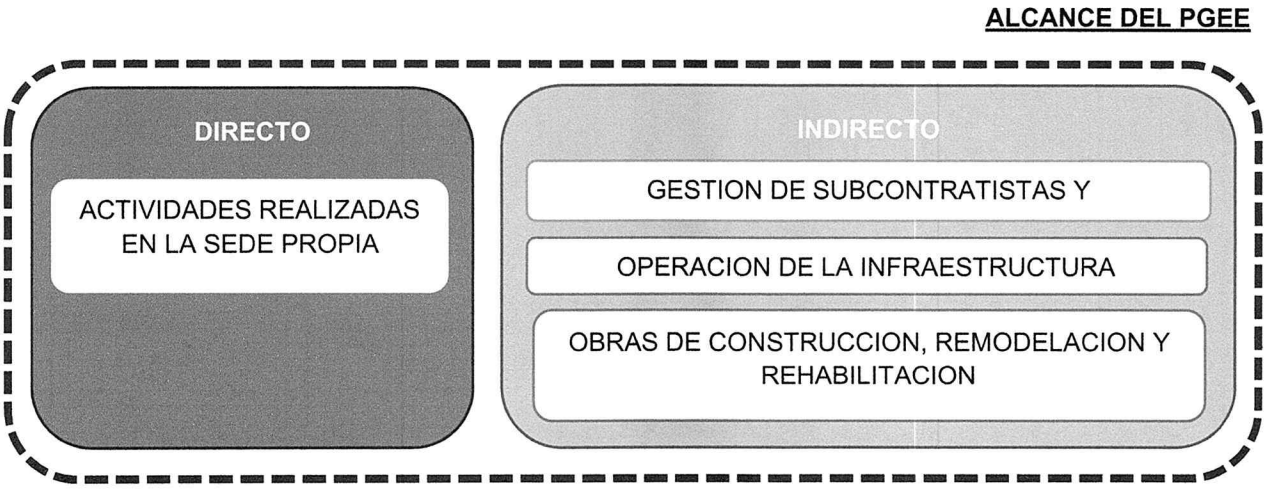



Ilustración 2 - Alcance del PGEE



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

### 6.1.2. Costos energéticos

Las facturas de electricidad y gas se recopilan sin tratarlas o capitalizarlas en una herramienta propria. No hay medidores de los paneles fotovoltaicos.

- Se tiene que crear una herramienta de recopilación de las facturas por fuente de energía, con los datos siguientes:

| Periodo Consumo | Energia Activa (kWh) | Cargo No Regulado ($/kWh) | Cargo Regulado ($/kWh) | Contribución ($/kWh) | Valor Unitario Activa ($/kWh) | Valor Activa ($) | Exceso Energia Reactiva (kVarh) | Valor Exceso Energia Reactiva ($) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2016-1 | 58.479,71 | 175,76 | 144,92 | 0,00 | $ 320,68 | 18.753.440,48 | 62,27 | $ 6.155,00 |
| 2016-2 | 60.389,00 | 177,21 | 152,98 | 0,00 | $ 330,19 | 19.939.722,11 | 80,14 | $ 8.507,00 |
| 2016-3 | 51.509,59 | 176,48 | 153,56 | 0,00 | $ 330,04 | 17.000.328,36 | 527,68 | $ 56.424,00 |
| 2016-4 | 57.111,55 | 175,91 | 149,13 | 0,00 | $ 325,04 | 18.563.326,50 | 419,68 | $ 44.684,00 |
| 2016-5 | 53.510,29 | 176,95 | 156,59 | 0,00 | $ 333,54 | 17.847.690,22 | 280,49 | $ 29.343,00 |
| 2016-6 | 56.661,73 | 178,00 | 157,67 | 0,00 | $ 335,67 | 19.019.695,15 | 283,60 | $ 29.685,00 |
| 2016-7 | 55.945,94 | 177,95 | 161,95 | 0,00 | $ 339,90 | 19.015.884,36 | 304,61 | $ 32.651,00 |
| 2016-8 | 154.013,08 | 176,04 | 159,12 | 0,00 | $ 335,16 | 51.619.251,68 | 24,37 | $ 2.645,00 |
| 2016-9 | 164.274,43 | 175,46 | 163,09 | 0,00 | $ 338,55 | 55.615.754,37 | 8,51 | $ 913,00 |
| 2016-10 | 65.900,00 | 175,59 | 160,58 | 0,00 | $ 336,17 | 22.153.700,14 | 197,73 | $ 21.445,00 |
| 2016-11 | 73.947,55 | 177,40 | 168,96 | 0,00 | $ 346,36 | 25.612.787,77 | 435,21 | $ 48.232,00 |
| 2016-12 | 55.097,46 | 176,67 | 172,60 | 0,00 | $ 349,27 | 19.244.162,64 | 748,83 | $ 81.943,00 |

Ilustración 3 - Ejemplo de Costos de suministro eléctrico - Resumen anual

- Se tiene que instalar medidores para el suministro de los paneles fotovoltaicos.

### 6.1.3. Compras y contractos

Una oportunidad de mejora del desempeño energético es la adquisición de productos y servicios más eficientes. De esta manera también se puede actuar sobre la cadena de suministros, ejerciendo un efecto tractor sobre su comportamiento energético.

Es conveniente establecer criterios de evaluación relacionados con la eficiencia energética al adquirir equipos que tengan o puedan tener un impacto en el uso de la energía a lo largo de su vida operativa. Los proveedores deberían ser informados por la entidad sobre la incorporación al proceso de evaluación de criterios relacionados con el desempeño energético.

- La alcaldía tiene que establecer un guía de compra ambiental.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

### 6.1.4. Sistema de gestión

La entidad no cuenta con un sistema de gestión.

Se recomienda implementar un sistema de gestión de la energía que permita establecer de manera estructurada políticas, objetivos, procedimientos, indicadores y mecanismos de seguimiento, orientados al mejoramiento del desempeño energético de la entidad.

### 6.1.5. Comunicación externa

Las entidades públicas están sometidas a la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional (Ley 1712 de 2014), en la que se indican, entre otros, los principios de transparencia y de divulgación proactiva de la información.

La comunicación externa de los consumos energéticos, indicadores de desempeño y objetivos y metas estarían alineados con la mencionada ley. Adicionalmente, la comunicación externa en materia de gestión energética por parte de entidades púbicas entrega una clara señal al conjunto de la sociedad, y un ejemplo a seguir, acerca de la importancia del uso racional de la energía.

Por el momento, la entidad no hizo comunicación externa.

### 6.1.6. Financiación de proyectos de energía eficiencia

La implementación de proyectos orientados al mejoramiento del desempeño energético requiere la disponibilidad de recursos financieros que permitan su ejecución. En el contexto de entidades públicas, estas inversiones pueden ser gestionadas a través de diferentes fuentes, tales como recursos del Presupuesto General de la Nación (PGN), regalías, cooperación internacional, así como mecanismos de financiación propios derivados de ahorros energéticos.

| |
|---|
| Identificar qué mecanismos de financiación se vienen utilizando para los proyectos de eficiencia energética o ERNC, o para otros proyectos que fueran asimilables a los mencionados. Registrar un listado de proyectos ejecutados, incluyendo las partes implicadas, los montos financiados y, en su caso, las condiciones de la financiación. |

En Colombia, existen incentivos tributarios y mecanismos de promoción que fomentan la implementación de proyectos de eficiencia energética y el uso de Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) y gestión eficiente de la energía (GEE), en el marco de la Ley 1715 de 2014 y la Ley 2099 de 2021. Estos



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

incentivos buscan reducir el consumo de energía y las emisiones de carbono, alineándose con objetivos de desarrollo sostenible, incluyen:

- Deducción de hasta el 50% de la inversión realizada en proyectos de FNCE y gestión eficiente de la energía en el impuesto sobre la renta.
- Exclusión del IVA para equipos y servicios asociados a proyectos de eficiencia energética y energías renovables.
- Exención de aranceles para la importación de equipos destinados a estos proyectos.
- Depreciación acelerada de activos asociados a inversiones energéticas sostenibles.

Estos beneficios aplican a iniciativas como:

- Mejoramiento de la eficiencia energética en sistemas de iluminación, climatización y equipos.
- Diseño y adecuación de edificaciones energéticamente eficientes.
- Implementación de sistemas de medición y gestión energética.
- Instalación de sistemas de generación con energías renovables (por ejemplo, sistemas fotovoltaicos).

### 6.1.7. Financiación de proyectos

Para la financiación de proyectos de eficiencia energética en entidades públicas en Colombia, existen diversas opciones como líneas de crédito de entidades financieras como Findeter, recursos de los ahorros generados por los mismos proyectos, y apoyo de organismos internacionales. Se identifican las siguientes alternativas:

- **Líneas de crédito especializadas**, como las ofrecidas por FINDETER, orientadas a proyectos de eficiencia energética y sostenibilidad.
- **Esquemas de financiación con ahorros energéticos**, donde los recursos generados por la reducción del consumo pueden ser reinvertidos en nuevos proyectos, conforme a la Resolución 40412 de 2024 del Ministerio de Minas y Energía.
- **Recursos de cooperación internacional**, destinados a proyectos de mitigación de emisiones y transición energética.
- **Alianzas público - privadas o esquemas ESCO**, que permiten la implementación de proyectos sin inversión inicial directa por parte de la entidad.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Banco nacional de desarrollo (Findeter), cuenta con líneas como:

- Línea compromiso eficiencia energética: El producto está diseñado para dar soluciones de financiamiento a proyectos de inversión en el Sector Energético para eficiencia, generación, comercialización, distribución, transmisión y almacenamiento, así como la adquisición de capital de trabajo que genere mitigación de gases de efectos invernadero. Es una línea de redescuento con tasa compensada para apoyar la necesidad de recursos para capital de trabajo de las empresas del sector Energía.
- Energía y Eficiencia Energética KFW: Una vez aprobado el crédito de redescuento, se otorgará un descuento en la tasa de interés a los proyectos que impulsen el desarrollo energético del país, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030, en colaboración con el Banco de Desarrollo del Estado de la República Federal de Alemania KfW y Findeter

### 6.2. Gestión de personal

El aspecto de gestión de personal, incluido en el diagnóstico de gestión energética, trata de identificar aquellas características relacionadas con el componente humano de la entidad que tienen influencia en el uso de la energía.

#### 6.2.1. Estructura de personal

La gestión del recurso humano es un elemento fundamental para la implementación del Plan de Gestión de la Energía (PGEE), ya que permite identificar las dependencias de la entidad que influyen directa o indirectamente en el consumo energético.

De acuerdo con la estructura organizacional de la Alcaldía de Yopal, se identifican las siguientes dependencias con potencial incidencia en la gestión energética:

- **Secretaría de Infraestructura:** responsable de la ejecución de obras, mantenimiento de instalaciones y adecuaciones físicas, siendo un actor clave en la implementación de medidas de eficiencia energética.
- **Secretaría de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC):** encargada de la gestión de equipos tecnológicos y sistemas, los cuales representan una parte importante del consumo energético.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

- **Secretaría General (Servicios Administrativos):** responsable de la operación interna, uso de equipos y coordinación de servicios generales.
- **Secretaría de Planeación:** encargada de la formulación, seguimiento y evaluación de proyectos, incluyendo aquellos relacionados con eficiencia energética.
- **Secretaría de Hacienda:** relacionada con la asignación de recursos y viabilidad financiera de proyectos energéticos.

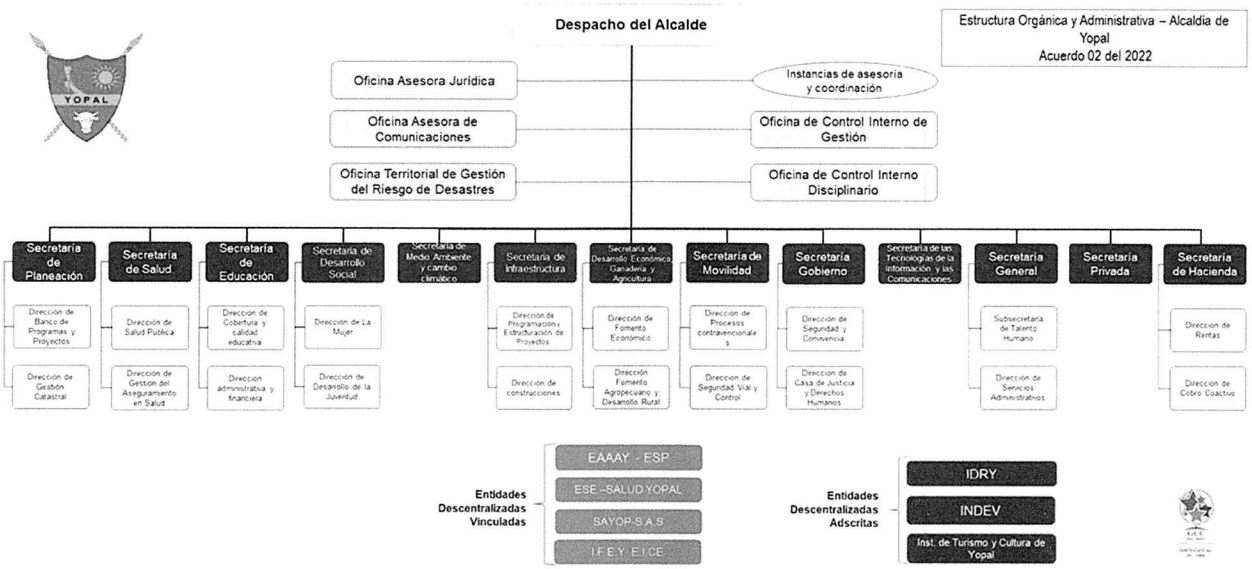



Ilustración 4 – Organigrama

Actualmente, no se evidencia la existencia de un equipo o responsable específico para la gestión energética dentro de la estructura organizacional, ni la asignación formal de funciones relacionadas con el seguimiento y control del consumo energético. En este sentido, se recomienda formalizar este rol, el cual, para el tamaño de la entidad, puede ser asumido por dos personas, como el técnico Luis Teherán y Javier Pérez, designados por la alta dirección.

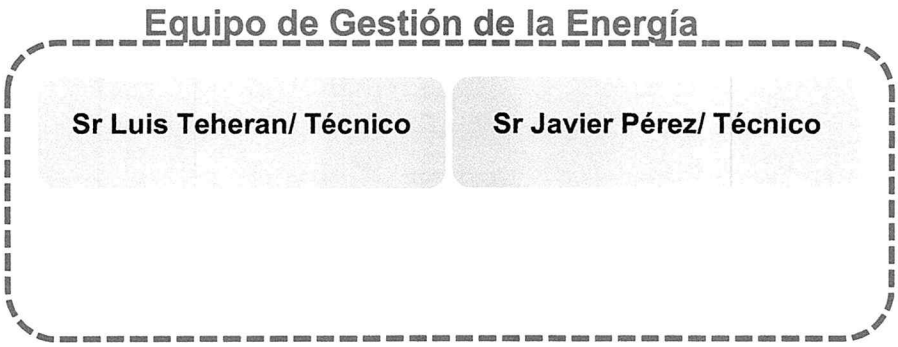



Ilustración 5 - Equipo de Gestión de la Energía



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

### 6.2.2. Elementos necesarios para la implementación del PGEE

Para la adecuada implementación del PGEE en la entidad, se requiere:

- Definir el compromiso de la alta dirección, liderado por el despacho del alcalde.
- Establecer una política energética institucional.
- Designar un responsable o gestor energético.
- Conformar un equipo de trabajo interdisciplinario que apoye la implementación del plan.
- Establecer mecanismos de seguimiento, control y reporte del desempeño energético.

Se recomienda que el equipo de gestión energética esté conformado por representantes de las secretarías de Infraestructura, TIC, Planeación, General y Hacienda, debido a su impacto directo en el uso y gestión de la energía.

### 6.2.3. Capacitación, formación y sensibilización

Es determinante para el correcto desarrollo del PGEE asegurar que todos los funcionarios de la entidad sean conscientes de la importancia de la mejora del desempeño energético. Las necesidades de las personas que asumen los diferentes roles de relevancia en el marco del PGEE deben ser monitoreadas con el fin de entregar el apoyo necesario en cada caso.

- Asignar a cada uno de los miembros de la entidad un rol en relación con su implicación con el PGEE.
- Realizar periódicamente una identificación de necesidades de formación para cada uno de los roles presentes en la entidad.
- Actualizar matriz de plan de capacitación anual, de temas relacionados con eficiencia energética, nuevas tecnologías y mejores prácticas, priorizando el personal encargado de la gestión administrativa y técnica de proyectos, a nivel nacional y a nivel central (Profesionales grupos especiales, gestor energético, unidad de infraestructura, gestión administrativa, mejoramiento y mantenimiento, y transformación digital)



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

#### 6.2.4. Comunicación interna

El comportamiento de los usuarios es fundamental para el éxito de un PGEE. En este sentido es relevante establecer canales de información a los funcionarios, contratistas y visitantes de la entidad para facilitar contenidos relacionados con el uso racional de la energía, tratando de motivar comportamientos positivos. Asimismo, es importante facilitar la retroalimentación.

- En cualquier caso, todo empleado debe conocer, al menos, la política energética, los objetivos y metas establecidas, el plan energético y las acciones emprendidas. Esto se puede asegurar, por ejemplo, a través de la exposición de carteles alusivos en áreas de acceso, de campañas de difusión de un documento resumen o de un boletín energético periódico.
- Del mismo modo, deberá facilitar un mecanismo por el cual todo funcionario o contratista pueda hacer comentarios o sugerencias para la mejora del desempeño energético.

### 6.3. Gestión operativa

El aspecto de gestión operativa, incluido en el diagnóstico de gestión energética, trata de identificar aquellas características relacionadas con el propio uso de la energía de la entidad.

#### 6.3.1. Aspectos de edificación

El PGEE debe tener en cuenta cómo es el edificio, dónde está ubicado y de qué modo se utiliza. De esta manera se tendrá una visión ajustada a la realidad de su demanda energética y del potencial de mejora.

##### 6.3.1.1. Ubicación y entorno de la edificación

La Alcaldía de Yopal se encuentra ubicada en el municipio de Yopal, departamento de Casanare, en una zona urbana con predominio de actividades administrativas e institucionales. (ver Ilustración 6).



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

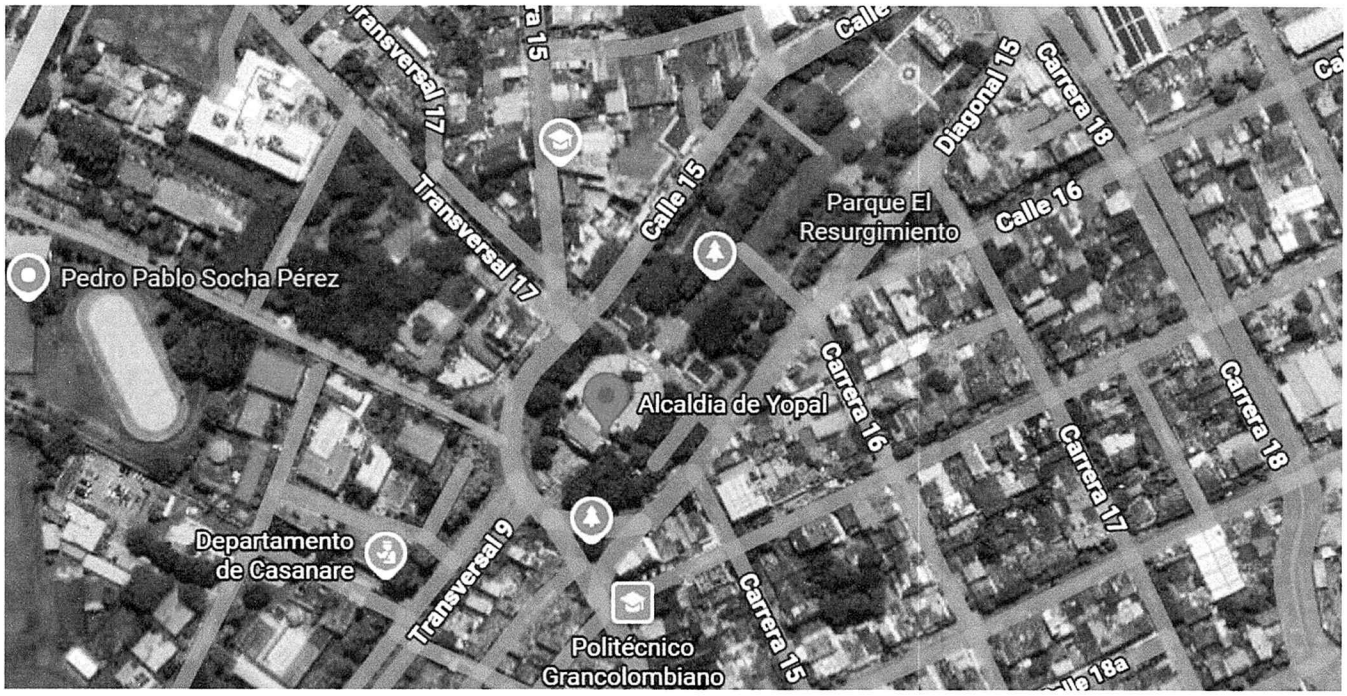


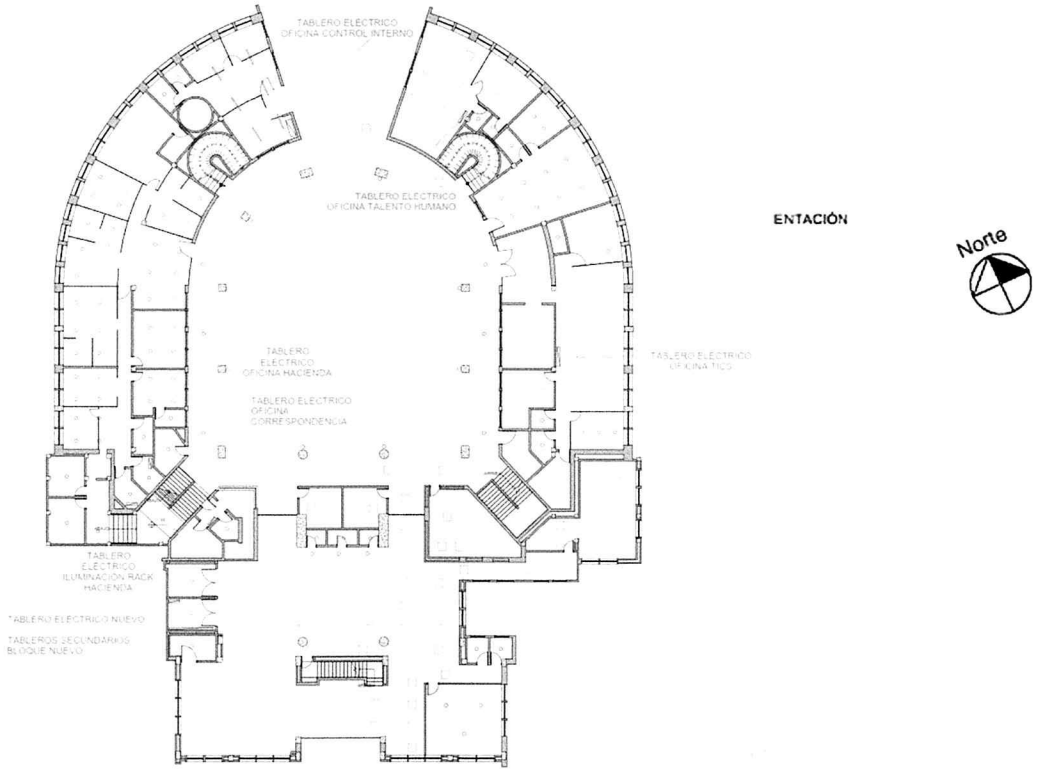

Ilustración 6 - Ubicación de la Alcaldía de Yopal en Google Maps. Fuente: Google Maps

Desde el punto de vista climático, el municipio presenta un clima cálido, con temperaturas promedio superiores a los 24 °C, alta radiación solar durante gran parte del año y niveles elevados de humedad relativa. Estas condiciones climáticas inciden directamente en la demanda energética de la edificación, especialmente en el uso de sistemas de ventilación y climatización, los cuales representan uno de los principales consumos energéticos en este tipo de instalaciones. En este contexto, el clima se convierte en una variable relevante para el análisis del desempeño energético, debido a su influencia en el confort térmico y en la operación de los sistemas de aire acondicionado. Con el fin de caracterizar las condiciones climáticas del entorno, se presenta a continuación el promedio histórico de variables meteorológicas de la estación Aeropuerto Yopal.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Ilustración 7 - Orientación del edificio




### 6.3.1.2. Características de la edificación

Las características constructivas de la edificación influyen directamente en su desempeño energético, especialmente en la demanda de climatización. Factores como los materiales de los cerramientos, la composición de los muros, la proporción de superficies acristaladas y la exposición a la radiación solar determinan las ganancias térmicas del edificio y, en consecuencia, el consumo energético de los sistemas de aire acondicionado.

A continuación, se presentan las principales características arquitectónicas del edificio, incluyendo sus fachadas, geometría general y elementos constructivos relevantes.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

En esta parte del PGEE se ha de recopilar toda la información disponible sobre las características de la edificación.

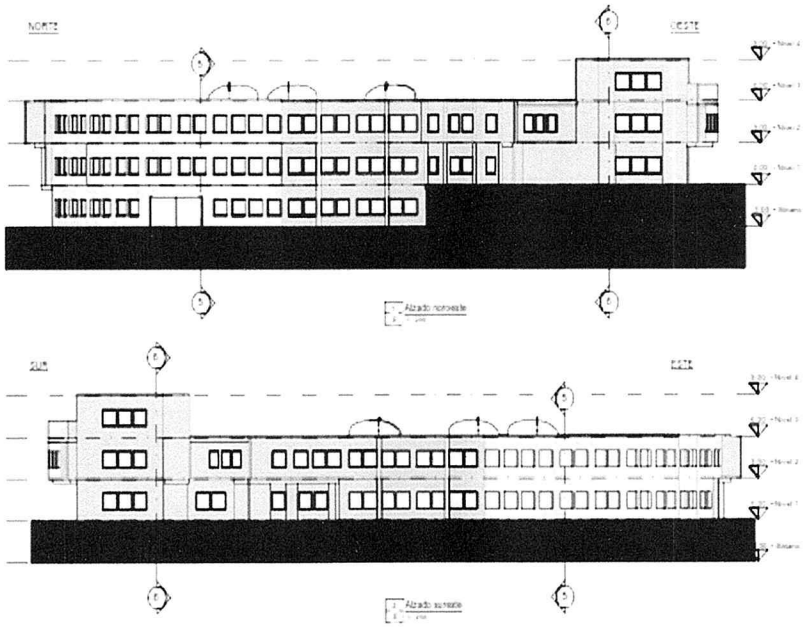
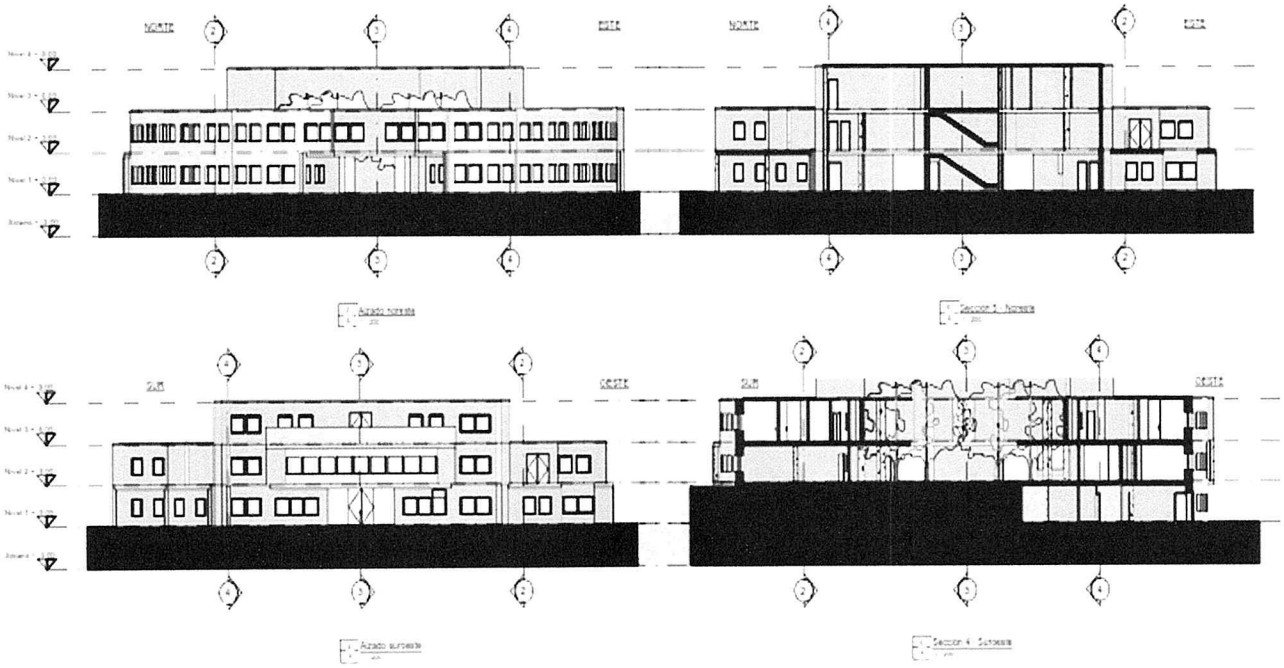


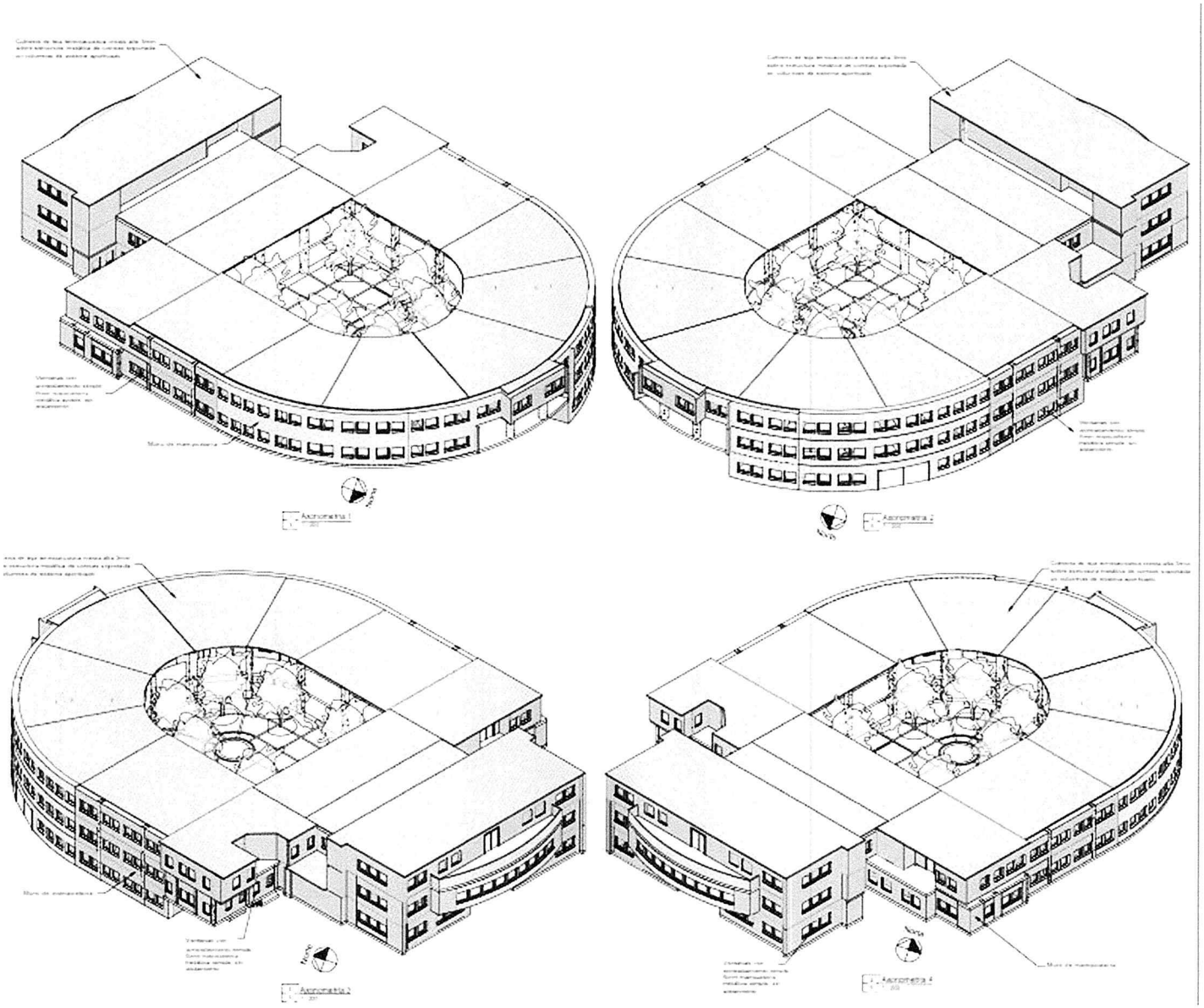

Ilustración 8 – Fachadas del edificio





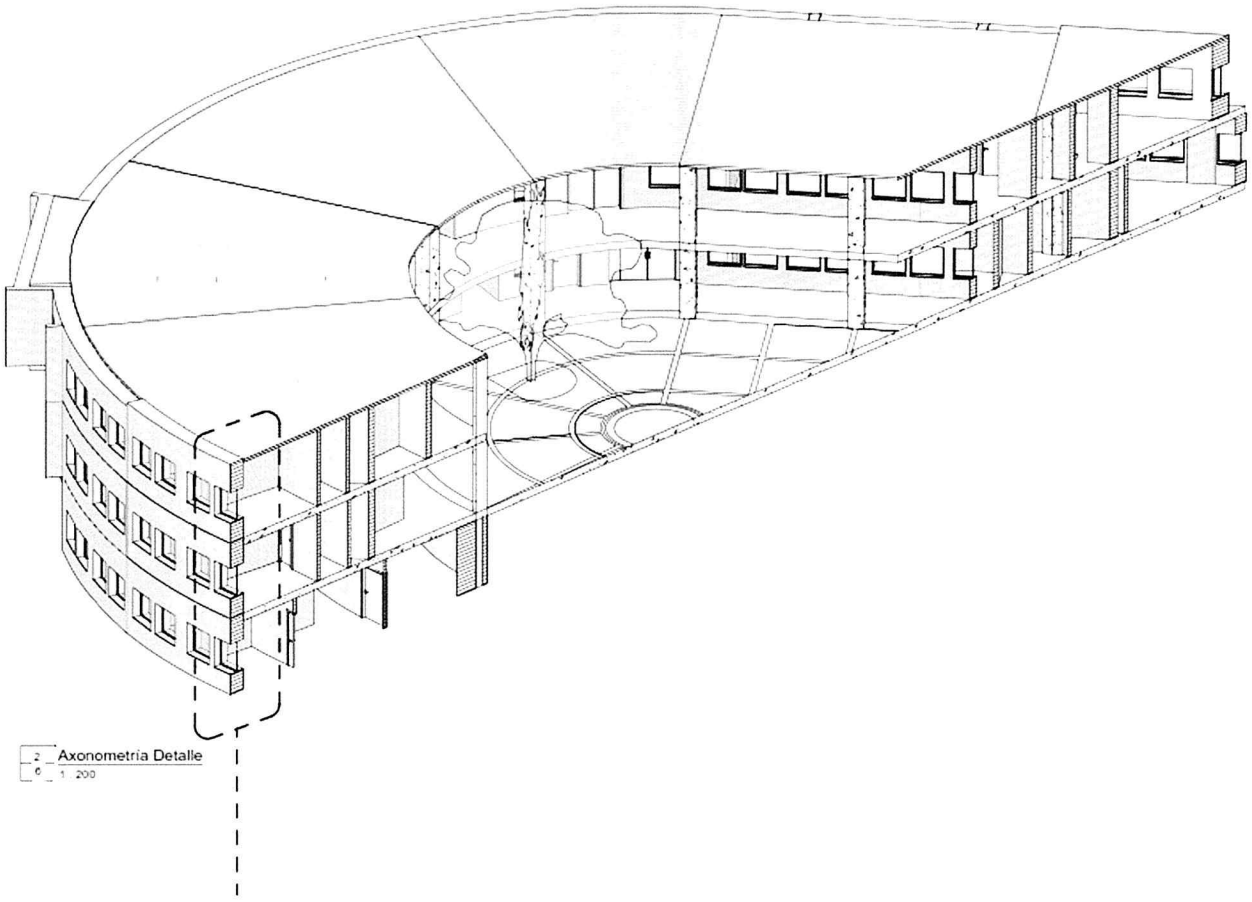

auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Ilustración 9 - Axonometría del edificio





auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

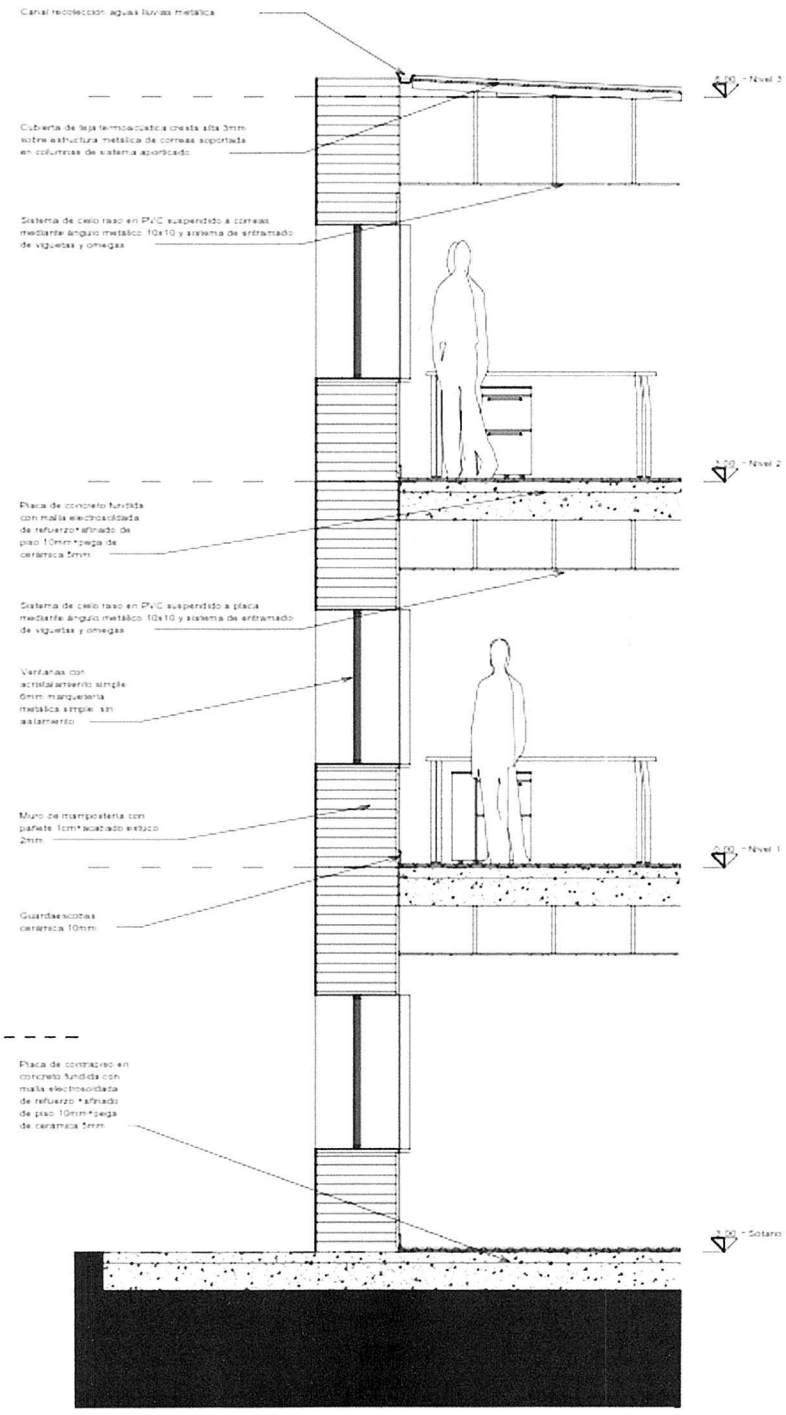


2 6 Axonometria Detalle
1 : 200



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Ilustración 10 - Corte fachada






auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Las configuraciones constructivas observadas evidencian la presencia de diferentes tipos de cerramientos, con variaciones en espesores y materiales entre el edificio antiguo y el edificio nuevo. Estas diferencias generan comportamientos térmicos distintos, afectando la transferencia de calor hacia el interior de los espacios.

Adicionalmente, la presencia de superficies acristaladas y la exposición directa a la radiación solar en algunas fachadas incrementan las cargas térmicas internas, lo que repercute en una mayor demanda de los sistemas de climatización.

Tabla 4 - Propiedades térmicas de los cerramientos

| Cerramiento | Composición | Espesor (m) | Conductividad térmica W/(mk) | Resistencia térmica R | Suma resistencias ∑R (Incluye R exterior+R interior) | U value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Muro cerramiento 1 (edificio antiguo)** | Ladrillo perforado | 0.65 | 0.8 | 0.81 | 1.50 | 0.67 |
| | Mortero | 0.02 | 1.3 | 0.02 | | |
| | Estuco | 0.005 | 0.01 | 0.50 | | |
| **Muro cerramiento 2 (edificio nuevo)** | Ladrillo perforado | 0.1 | 0.8 | 0.13 | 1.08 | 0.92 |
| | Cámara de aire | 0.17 | 1.09 | 0.16 | | |
| | Ladrillo perforado | 0.1 | 0.8 | 0.13 | | |
| | Mortero | 0.01 | 1.3 | 0.01 | | |
| | Estuco | 0.005 | 0.01 | 0.50 | | |
| **Muro interno 1** | Estuco | 0.005 | 0.01 | 0.50 | 1.31 | 0.76 |
| | Mortero | 0.01 | 1.3 | 0.01 | | |
| | Ladrillo perforado | 0.1 | 0.8 | 0.13 | | |
| | Mortero | 0.01 | 1.3 | 0.01 | | |
| | Estuco | 0.005 | 0.01 | 0.50 | | |



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

| Cerramiento | Composición | Espesor (m) | Conductividad térmica W/(mk) | Resistencia térmica R | Suma resistencias ∑R (Incluye R exterior+R interior) | U value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Muro interno 2** | Lamina de placa yeso | 0.015 | 0.2 | 0.08 | 0.39 | 2.54 |
| | Cámara de aire | 0.08 | 1.09 | 0.07 | | |
| | Lamina de placa yeso | 0.015 | 0.2 | 0.08 | | |
| **Cubierta típica** | Teja termoacústica | 0.003 | 0.18 | 0.02 | 0.66 | 1.52 |
| | Cámara de aire | 0.5 | 1.09 | 0.46 | | |
| | Cielo raso PVC | 0.002 | 0.16 | 0.01 | | |
| **Carpintería** | Ventana simple acristalamiento | 0.006 | | | | 5.7 |
| | Puerta de vidrio | | | | | 4 |

Se ha de identificar la información técnica (planos, memorias de arquitectura) en la que se especifiquen las características de la edificación (estructurales, constructivas, arquitectónicas, años de uso y vida útil) Asimismo, se han de identificar las modificaciones que haya sufrido el edificio, esto es reformas constructivas en la envolvente del edificio o arquitectónicas, evaluando el impacto en la funcionalidad del edificio y en el desempeño energético de la edificación.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

#### 6.3.1.3. Uso del edificio

El tercer aspecto de la edificación a considerar es el uso que recibe el edificio. La demanda energética del edificio depende del tiempo que se encuentre operativo, por lo que es importante conocer los horarios de actividad, cuándo está cerrado y si se dan variaciones importantes en la ocupación a lo largo del año.

Tabla 5 - Horario edificio alcaldía Yopal

| Horario |
|---|
| De 7:3h0 a 12:00h y de 14h a 17:30h |
| De lunes a viernes (excepto festivos) |
| Aseo durante las horas de apertura |

Tabla 6 - Ocupación mensual del edificio por tipo de colaborador 2026

| Tipo | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Funcionarios** | 375 | 340 | 415 | | | | | | | | | |
| **Ops (contratista)** | 35 | 320 | 400 | | | | | | | | | |
| **Ciudadanos** | 3.050 | 4.141 | 15.369 | | | | | | | | | |
| **Total** | 3.460 | 4.801 | 16.184 | | | | | | | | | |

Se ha de identificar el calendario de uso del edificio, considerando fines de semana, vacaciones y festivos, si es de aplicación.

Se ha de identificar el horario de uso del edificio, considerando diferentes actividades (por ejemplo, horario de operación convencional, diferente al horario de aseo)

Se ha de registrar, en la medida de lo posible, la ocupación por áreas a lo largo del año, incluyendo tanto funcionarios como contratistas u otros usuarios (visitas, estudiantes)

### 6.3.2. Suministro y consumo de energía

En el PGEE de la entidad deben quedar identificados los suministros energéticos y un histórico de los valores de consumo de cada uno de ellos. Además, se debe construir la línea base de consumo energético, esto es, el consumo energético de referencia contra el que compararse para monitorear la evolución del desempeño energético de la entidad.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

| Cerramiento | Composición | Espesor (m) | Conductividad térmica W/(mk) | Resistencia térmica R | Suma resistencias ∑R (Incluye R exterior+R interior) | U value |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Muro interno 2** | Lamina de placa yeso | 0.015 | 0.2 | 0.08 | 0.39 | 2.54 |
| | Cámara de aire | 0.08 | 1.09 | 0.07 | | |
| | Lamina de placa yeso | 0.015 | 0.2 | 0.08 | | |
| **Cubierta típica** | Teja termoacústica | 0.003 | 0.18 | 0.02 | 0.66 | 1.52 |
| | Cámara de aire | 0.5 | 1.09 | 0.46 | | |
| | Cielo raso PVC | 0.002 | 0.16 | 0.01 | | |
| **Carpintería** | Ventana simple acristalamiento | 0.006 | | | | 5.7 |
| | Puerta de vidrio | | | | | 4 |

Se ha de identificar la información técnica (planos, memorias de arquitectura) en la que se especifiquen las características de la edificación (estructurales, constructivas, arquitectónicas, años de uso y vida útil) Asimismo, se han de identificar las modificaciones que haya sufrido el edificio, esto es reformas constructivas en la envolvente del edificio o arquitectónicas, evaluando el impacto en la funcionalidad del edificio y en el desempeño energético de la edificación.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

#### 6.3.1.3. Uso del edificio

El tercer aspecto de la edificación a considerar es el uso que recibe el edificio. La demanda energética del edificio depende del tiempo que se encuentre operativo, por lo que es importante conocer los horarios de actividad, cuándo está cerrado y si se dan variaciones importantes en la ocupación a lo largo del año.

Tabla 5 - Horario edificio alcaldía Yopal

| Horario |
|---|
| De 7:3h0 a 12:00h y de 14h a 17:30h |
| De lunes a viernes (excepto festivos) |
| Aseo durante las horas de apertura |

Tabla 6 - Ocupación mensual del edificio por tipo de colaborador 2026

| Tipo | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Funcionarios** | 375 | 340 | 415 | | | | | | | | | |
| **Ops (contratista)** | 35 | 320 | 400 | | | | | | | | | |
| **Ciudadanos** | 3.050 | 4.141 | 15.369 | | | | | | | | | |
| **Total** | 3.460 | 4.801 | 16.184 | | | | | | | | | |

Se ha de identificar el calendario de uso del edificio, considerando fines de semana, vacaciones y festivos, si es de aplicación.

Se ha de identificar el horario de uso del edificio, considerando diferentes actividades (por ejemplo, horario de operación convencional, diferente al horario de aseo)

Se ha de registrar, en la medida de lo posible, la ocupación por áreas a lo largo del año, incluyendo tanto funcionarios como contratistas u otros usuarios (visitas, estudiantes)

### 6.3.2. Suministro y consumo de energía

En el PGEE de la entidad deben quedar identificados los suministros energéticos y un histórico de los valores de consumo de cada uno de ellos. Además, se debe construir la línea base de consumo energético, esto es, el consumo energético de referencia contra el que compararse para monitorear la evolución del desempeño energético de la entidad.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

#### 6.3.2.1. Energéticos utilizados

Como punto de partida para el análisis energético de la entidad, se identifican las fuentes de energía empleadas durante la operación del edificio

.

De acuerdo con la auditoría energética realizada, el edificio utiliza principalmente energía eléctrica, la cual representa aproximadamente el 95% del consumo total, constituyéndose como la fuente energética predominante para el funcionamiento de los sistemas de climatización, iluminación y equipos eléctricos. Adicionalmente, se identifican consumos asociados a gas natural y a generación fotovoltaica, los cuales representan una participación minoritaria dentro del balance energético, con valores cercanos al 3% y 2% respectivamente.

En este sentido, si bien el edificio cuenta con más de una fuente energética, el análisis de consumo y las estrategias de gestión energética deben centrarse en el uso de energía eléctrica, dado su impacto significativo en el consumo total.

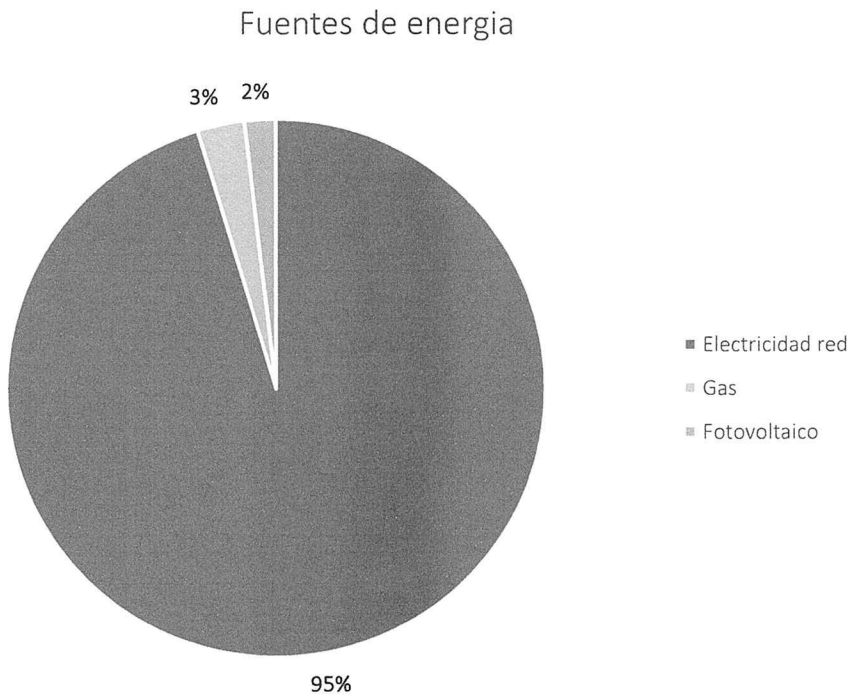



Ilustración 11 - Ejemplo de gráfico de distribución anual de consumos por energéticos



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

#### 6.3.2.2. Características técnicas de los suministros

Cada uno de los suministros energéticos del edificio cuenta con características técnicas específicas que permiten comprender su funcionamiento, distribución y condiciones de operación.
En el marco del Plan de Gestión de la Eficiencia Energética (PGEE), es fundamental recopilar y analizar la documentación técnica asociada a estos suministros (diagramas unifilares, esquemas de principio, memorias), con el fin de garantizar la trazabilidad, el control operativo y la adecuada toma de decisiones en materia energética.

De acuerdo con la información evidenciada en la auditoría energética, el edificio dispone de la siguiente documentación técnica:

- **Diagramas unifilares,** correspondientes a cada subestación y a los diferentes tableros eléctricos, los cuales permiten identificar la configuración del sistema eléctrico, los puntos de conexión y la distribución de cargas.
- **Planos de ubicación de tableros eléctricos,** que facilitan la localización física de los elementos del sistema dentro de la infraestructura del edificio, apoyando actividades de operación, mantenimiento y gestión de riesgos.

Adicionalmente, se cuenta con información técnica asociada al suministro de energía eléctrica, que incluye parámetros relevantes para su caracterización, tales como tensión de suministro y potencia contratada.

Las ilustraciones incluidas a continuación presentan ejemplos de los diagramas unifilares, planos de ubicación y características técnicas del suministro eléctrico, evidenciando el nivel de detalle disponible para el análisis del sistema energético.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

## *DIAGRAMA UNIFILAR*

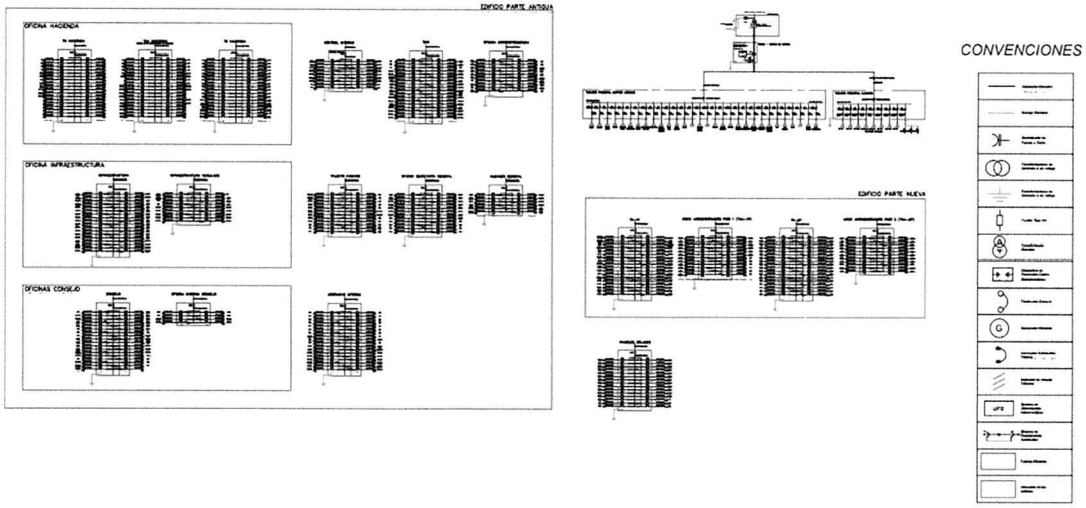



Ilustración 12 - Extracto del diagrama unifilar

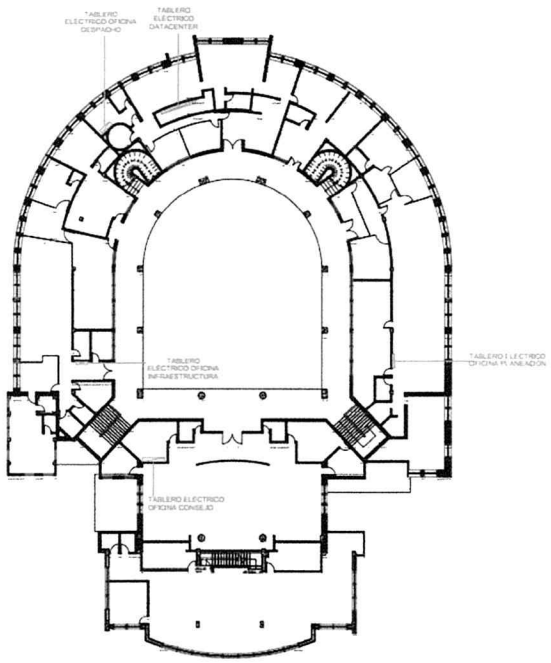



Ilustración 13 - Extracto de los planos de la ubicación de los tableros



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Tabla 7 – Características técnicas de suministro de electricidad

| Tensión de suministro | kV |
|---|---|
| Potencia contratada | kW |

Se ha de identificar la información técnica (diagramas unifilares, esquemas de principio, memorias) relativa a los suministros de electricidad (acometidas y circuitos de distribución) o combustibles, incluyendo plantas de emergencia.

Se han de identificar las condiciones de suministro de cada energético, esto es tensión de alimentación y potencia contratada en el caso de electricidad, presión de alimentación de gas natural o volumen de almacenamiento de combustibles líquidos o sólidos.

En el caso de suministros no continuos, que requieren recarga de depósitos, se indicará el criterio de lanzamiento de pedido (periódico, al alcanzar un mínimo)

#### 6.3.2.3. Históricos de consumo y línea base

Como elemento fundamental en la gestión de la energía, es necesario conocer y analizar el comportamiento histórico del consumo energético de la entidad. Para ello, se recopila la información de consumo de energía eléctrica a partir de los registros de facturación del edificio, con periodicidad mensual, correspondiente al periodo de análisis definido en la auditoría energética.

Este histórico permite identificar tendencias, variaciones en el consumo y posibles patrones asociados a la operación del edificio, constituyéndose como base para la evaluación del desempeño energético.
A partir de esta información, se establece la **línea base energética**, entendida como la representación del comportamiento energético del edificio bajo condiciones normales de operación. Esta línea base sirve como referencia para comparar el consumo energético una vez se implementen medidas de eficiencia energética.

En definitiva, se trata de comparar el escenario real con el comportamiento de la entidad en el caso hipotético de que no se hubiera realizado ningún cambio. Generalmente la línea base se construye obteniendo una ecuación que entregue el consumo energético con base a una variable externa (temperatura exterior, nivel de ocupación, horas de funcionamiento).

Los ahorros energéticos conseguidos tras la implementación de una mejora no se pueden medir con un instrumento, es por ello por lo que se debe utilizar una referencia para comparar consumos presentes con



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

consumos pasados. Utilizando la línea base se pueden calcular los ahorros energéticos de acuerdo con la siguiente expresión:

Ahorro = Consumo de línea base - Consumo real

La línea base energética deberá registrarse y mantenerse actualizada. Asimismo, deberá ajustarse o recalcularse cuando los Indicadores de Desempeño Energético dejen de reflejar adecuadamente el uso y consumo de energía de la entidad, o cuando se presenten cambios relevantes en los sistemas, los modos de operación o las fuentes de energía.

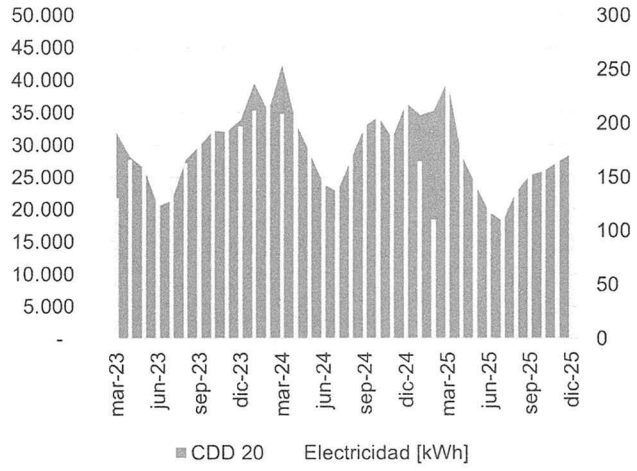



Ilustración 14 - Consumo histórico de energía eléctrica y CDD

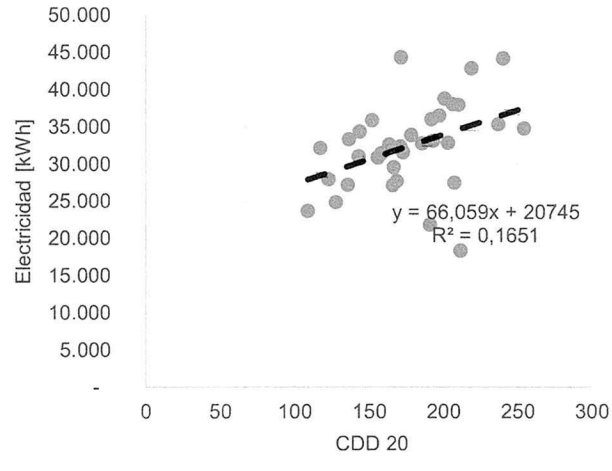



Ilustración 15 - Relación entre consumo eléctrico y CDD

A partir del análisis de las gráficas presentadas, no se evidencia una correlación significativa entre el consumo energético y los CDD, lo que confirma que el comportamiento del consumo está principalmente asociado a condiciones operativas internas del edificio.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Con el fin de trabajar con cierta solidez estadística, es conveniente recopilar datos históricos con la mayor amplitud posible. Si bien un ciclo de un año puede considerarse representativo, es recomendable rescatar datos de los tres últimos años para levantar una línea base.

Un punto delicado es la adecuada selección del periodo de tiempo (normalmente un año completo) de referencia para tomar la línea base. Se ha de cuidar que no sea un período atípico por factores ambientales (p. ej. eventos climáticos excepcionales), organizativos (p.ej. huelga de funcionarios) o de uso de las instalaciones (p.ej. cierre de una planta durante dos meses por obras de remodelación)

En ocasiones no se obtiene un valor suficientemente alto de correlación (usualmente R2 superior a 0,75) entre el consumo energético y la variable seleccionada. Puede deberse a la presencia de datos erróneos o meses atípicos. También puede deberse al protagonismo de dos variables sobre el comportamiento energético del edificio (p.ej. rigor climático y nivel de ocupación o radiación solar)

Los datos de rigor climático "Heating Degree Days" (HDD) y "Cooling Degree Days" (CDD) pueden calcularse a partir de los datos de temperatura diaria u obtenerse en la web www.degreedays.net

### 6.3.3. Sistemas y equipos de consumo final de energía

Una vez identificadas las fuentes de energía utilizadas en la edificación, se procede a analizar los usos finales de la energía, es decir, la forma en que esta es consumida por los diferentes sistemas y equipos del edificio.

De acuerdo con los resultados de la auditoría energética, el consumo energético del edificio se concentra principalmente en los siguientes sistemas:

- Sistemas de aire acondicionado, los cuales representan el mayor consumo energético del edificio, con una participación aproximada del 57,5% del total.
- Sistemas de iluminación, que constituyen el segundo uso más relevante del consumo energético.
- Infraestructura tecnológica, que incluye datacenter y equipos ofimáticos, asociados al funcionamiento administrativo del edificio.
- Otros consumos menores, como equipos auxiliares, ventilación y servicios complementarios.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

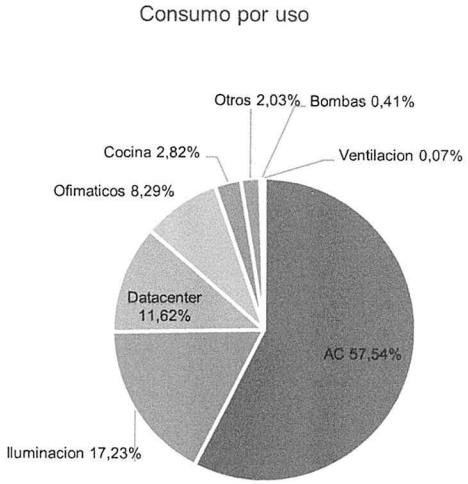



Ilustración 16 - Desglose energético por uso final del edificio

Una vez conocidos los usos y consumos energéticos de la entidad, es necesario definir cuáles de estos corresponden a usos significativos de la energía. La definición de uso significativo es la siguiente:

*"Uso de la energía que ocasiona un consumo sustancial de energía y/o que ofrece un potencial considerable para la mejora del desempeño energético".*

Cada entidad puede establecer los criterios para determinar cuáles de los usos energéticos identificados resultan significativos. Estos criterios deben estar documentados y basarse en el análisis del consumo energético del edificio.

Algunos ejemplos de criterios utilizados para considerar un uso de energía como significativo son:

- Tomar como significativos aquellos usos que sumen el 80% del consumo energético total de la entidad
- Tomar como significativos aquellos usos con mayor potencial de mejora o con tecnología susceptible de optimización

Con base en el análisis de la distribución del consumo energético presentado anteriormente, se identifican como usos significativos en la edificación los sistemas de aire acondicionado, iluminación e infraestructura tecnológica (datacenter y equipos ofimáticos).

Identificar un uso como significativo implica que se le debe prestar especial atención, al menos mediante el seguimiento y control de su desempeño energético.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

#### 6.3.3.1. Generalidades sobre el levantamiento de información

Normalmente no se dispone de un sistema masivo de medición directa que permita conocer, mediante instrumentos, cuánta energía consume cada equipo de forma individual. Por ello, es necesario combinar la medición directa de grandes sistemas (como la electricidad asociada a sistemas de climatización) con la estimación del consumo a partir del inventario de equipos, considerando su potencia y tiempo de funcionamiento.

El proceso parte de la recopilación y análisis de los datos generales de consumo de la entidad. Como información de partida, es conveniente disponer de:

- Inventario de los principales equipos consumidores de energía
- Medición y/o estimación del tiempo de funcionamiento de cada equipo identificado
- Registros de medición y monitoreo energético

En el caso de la Alcaldía de Yopal, se cuenta con un inventario detallado de equipos desarrollado en el marco de la auditoría energética, el cual incluye información por espacio sobre sistemas de iluminación, climatización, equipos ofimáticos y otros equipos relevantes (260304 - Inventario). Este inventario constituye la principal fuente de información para la caracterización de los usos de la energía en la entidad. Una vez recopilada la información, puede realizarse la estimación del consumo energético mediante la siguiente expresión:

$$\text{Energía (kWh)} = \text{Potencia (kW)} \times \text{Tiempo (h)} \times \text{Factor de carga}$$

De esta manera, aunque no se disponga de medición directa, es posible estimar el consumo eléctrico de los equipos con base en su potencia y condiciones de operación.

En este sentido, las tablas de caracterización incluidas en este apartado se consideran referenciales, dado que el detalle completo de los sistemas y equipos se encuentra consignado en el inventario de equipos. Cualquier actualización en los sistemas, modos de uso o incorporación de nuevos equipos deberá reflejarse en dicho inventario, garantizando la consistencia y trazabilidad de la información del PGEE.

En general, y en la medida de lo posible, el inventario de equipos debe contener información como la identificación del equipo, ubicación, potencia, condiciones de operación y tiempo de funcionamiento.


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Ilustración 17 - Inventario de equipos levantado en la auditoría energética

CEY 2025

## Inventario de equipamento eléctrico y equipos

Alcaldía Municipal de Yopal

Durante las visitas técnicas se realizó el levantamiento y registro fotografico detallado de los principales equipos eléctricos, incluyendo iluminación, sistemas de climatización, equipos ofimáticos y otros equipos diversos, identificados por cada espacio.

El presente documento corresponde al inventario de estos equipos eléctricos.

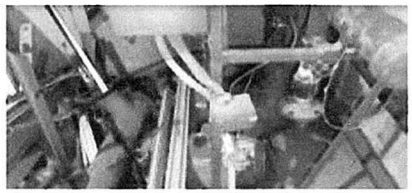
| Piso | Zona | Fotografia espacio | Uso del espacio | Area [m²] | #pers | Iluminacion | Aire acondicionado | Ofimaticos | Equipo adicional | Anotación referente al espacio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -1 | Cuarto bodega oficina (TICS) |  | Oficinas abiertas | 23,6 | 5 | 2 x Bombillo LED - 30 W<br>2 x T8 Fluorescente - 120 cm - 36W<br>Sensibilizacion<br>Medida 1 [Puesto de trabajo] = 465 lux<br>Medida 2 [Debajo de la luminaria] = 470 lux<br>Medida 3 [Entre dos luminarias] = 500 lux<br>Porcentaje Iluminacion Natural = 0% | No aire acondicionado | Computador torre = 3<br>Computador todo en uno = 1 | 1 x TV 32"<br>2 x Impresora multifunción<br>1 x Aire acondicionado portátil (3500 W) | La potencia del aire acondicionado portátil está expresada en Watts, es estimada ya que no habia placa caracteristicas visible |
| -1 | Bodega insumos |  | Bodega | 15,7 | 2 | 1 x Bombillo LED - 30 W<br>Sectorización<br>Sensibilizacion<br>Medida 1 [Puesto de trabajo] = 650 lux<br>Medida 2 [Debajo de la luminaria] = 720 lux<br>Medida 3 [Entre dos luminarias] = 780 lux<br>Porcentaje Iluminacion Natural = 0% | No aire acondicionado | | | |
| -1 | Cuarto bombas |  | Cuartos técnicos | 14,1 | 0 | 1 x Bombillo LED - 30 W<br>2 x Bombillo LED - 12 W<br>Sectorización<br>Sensibilizacion<br>Medida 1 [Puesto de trabajo] = 455 lux<br>Medida 2 [Debajo de la luminaria] = 478 lux<br>Medida 3 [Entre dos luminarias] = 499 lux<br>Porcentaje Iluminacion Natural = 0% | No aire acondicionado | | | |

Tabla 8 - Inventario de equipos consumidores de energía

| Inventario de equipos | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Equipo** | **Fabricante** | **Año de fabricación** | **Capacidad** | **Tensión (V)** | **Velocidad (km/h)** | **Presión (PSI)** | **Potencia (kW)** | **Rendimiento nominal** | **Ubicación** | **Tiempo de funcionamiento** |
| | | | | | | | | | | |

En los siguientes apartados se indican particularidades para cada tipo de equipo. Es conveniente actualizar este proceso periódicamente, o en todo caso, siempre que se dé un cambio relevante en las instalaciones, equipamiento o modos de utilización que pueda suponer una modificación en el uso y consumo de la energía en la entidad.

#### 6.3.3.2. Iluminación interior

Se debe describir con la mayor precisión posible el sistema de iluminación interior, esto es, indicar:

Tabla 9 - Características de los espacios con iluminación interior

| Características de los espacios iluminados | | | |
|---|---|---|---|
| **Dimensiones ($m^2$)** | **Tiempo de funcionamiento (h)** | **Tipo de accionamiento y control** | **Mediciones de nivel de iluminación y comparación con el nivel exigido por la reglamentación legal vigente** |
| | | | |


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Tabla 10 - Características de los equipos de iluminación interior

| Características de los equipos de iluminación | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo | Número | Distribución | Altura de techo (m) | Ubicación | Tecnología de las fuentes luminosas | | | | Características técnicas | | | Tecnología de equipos auxiliares (balastos) y potencia |
| | | | | | Incandescente | Fluorescente | LED | Otros | Potencia | Eficacia luminosa | Temperatura de color | |

### 6.3.3.3. Alumbrado exterior

Se debe describir con la mayor precisión posible el sistema de iluminación exterior, esto es, indicar:

Tabla 11 - Características de las áreas con alumbrado exterior

| Características de las áreas iluminadas (incluyendo fachadas) | | | |
|---|---|---|---|
| Dimensiones ($m^2$) | Tiempo de funcionamiento (h) | Tipo de accionamiento y control | Mediciones de nivel de iluminación y comparación con el nivel exigido por la reglamentación legal vigente |


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Tabla 12 - Características de los equipos de alumbrado exterior

| Características de los equipos de iluminación | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo | Número | Distribución | Altura (m) | Ubicación | Tecnología de las fuentes luminosas | | | | Características técnicas | | | Tecnología de equipos auxiliares (balastos) y potencia |
| | | | | | Descarga | Fluorescente | LED | Otros | Potencia | Eficacia luminosa | Temperatura de color | |

### 6.3.3.4. Climatización

Se debe describir con la mayor precisión posible el sistema de climatización, esto es, indicar:

Tabla 13 - Características de los espacios climatizados

| Características de los espacios climatizados | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Dimensiones ($m^2$) | Tiempo de funcionamiento (h) | Tipo de accionamiento y control | Mediciones de | |
| | | | Temperatura | Humedad |


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Tabla 14 - Características de los equipos de climatización

**Características de los equipos de climatización**

| Tipo | | | | Número | Ubicación | Tecnología y características técnicas | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Caldera** | **Radiador** | **Split** | **Chiller** | | | **Potencia** | **Rendimiento** |
| | | | | | | | |

#### 6.3.3.5. Equipos informáticos y asimilables a domésticos

Se debe describir con la mayor precisión posible el conjunto de equipos informáticos y asimilables a domésticos, esto es, indicar:

Tabla 15 - Características de los equipos informáticos y asimilables

**Características de los equipos domésticos**

| Tipo | | | | | Número | Ubicación | Tecnología y características técnicas | | Tiempo de funcionamiento |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Computador** | **Impresora** | **Televisor** | **Hervidor** | **Microondas** | | | **Potencia** | **Rendimiento** | |
| | | | | | | | | | |

#### 6.3.3.6. Otros equipos

En caso en que en la entidad se desarrollen actividades diferentes a labores administrativas de oficina, se tendrán en cuenta aquellos otros equipos especiales que sean determinantes en el consumo de energía.

### 6.3.4. Potencial de Eficiencia Energética

El fin último de implementar un PGEE en una entidad pública es tratar de mejorar su desempeño energético.


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Para ello se ha de determinar cuál es el potencial de eficiencia energética, identificando las oportunidades de mejora del desempeño energético, estableciendo criterios de priorización de dichas oportunidades y definiendo indicadores que permitan verificar los resultados.

#### 6.3.4.1. Identificación de oportunidades

A la hora de identificar oportunidades de mejora del desempeño energético existen diversas alternativas:

- **Estudios técnicos (auditorías energéticas):** permiten identificar los principales focos de consumo del edificio y las oportunidades de mejora, evidenciando que los mayores potenciales se encuentran en los sistemas de aire acondicionado, iluminación e infraestructura tecnológica.
- **Propuestas de los funcionarios:** es posible captar estas propuestas por medio de herramientas de participación (buzones de sugerencias, concursos de ideas, etc.) o talleres dedicados. Las propuestas recopiladas deben ser filtradas y estudiadas por un profesional capacitado para ello.
- **Estándares de equipamiento:** existen estándares o etiquetados de equipos relacionados con el desempeño energético, que permiten identificar oportunidades de mejora mediante la sustitución o mejora tecnológica.
- **Mejores prácticas/Técnicas disponibles:** orientadas a la optimización de la operación de los sistemas, tales como control de horarios, ajustes de temperatura y uso eficiente de los equipos.

En general, las oportunidades de mejora del desempeño energético pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- **Blandas:** no conllevan gasto alguno o implican una inversión reducida (cambios de hábitos de consumo, regulación y programación de equipos, mantenimiento, etc.).
- **Duras:** requieren una inversión inicial relevante (sustitución de equipos, implementación de sistemas de control, etc.).


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Tabla 16 - Resumen de medidas de conservación de energía (ECM)

| # | Tipo de uso afectado | Descripción de la medida | Tipo de oportunidad | Ahorro energético anual (MWh/año) | Ahorro de costos (%) | Inversión necesaria (COP) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Climatización | Eliminación de protecciones solares en ventanas del edificio antiguo (court interior) | Blanda | 952,884 | 0.3% | 0 |
| 2 | Iluminación | Optimización de la densidad de iluminación en oficinas (futura renovación) | Blanda | 1,563,350 | 0.5% | 0 |
| 3 | Climatización | Política de cierre de ventanas con AC en funcionamiento | Blanda | 3,937,320 | 1.2% | 0 |
| 4 | Climatización | Ventilación natural nocturna | Blanda | 3,937,320 | 1.2% | 0 |
| 5 | Climatización | Procedimiento de apagado del aire acondicionado | Blanda | 13,780,621 | 4.1% | 0 |
| 6 | Iluminación | Sensores de presencia en locales técnicos | Dura | 429,484 | 0.1% | 750,000 |
| 7 | Climatización | Instalación de cortina de aire en acceso posterior | Dura | 1,133,948 | 0.3% | 1,500,000 |
| 8 | Climatización | Control horario para aire acondicionado (edificio nuevo) | Dura | 7,157,745 | 2.1% | 1,800,000 |
| 9 | Equipos eléctricos | Sistema centralizado de control horario para | Dura | 2,537,062 | 0.8% | 1,974,900 |


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

| # | Tipo de uso afectado | Descripción de la medida | Tipo de oportunidad | Ahorro energético anual (MWh/año) | Ahorro de costos (%) | Inversión necesaria (COP) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | tomas eléctricas (edificio nuevo) | | | | |
| 10 | Iluminación | Sensores de presencia en pasillos exteriores | Dura | 2,361,492 | 0.7% | 3,500,000 |
| 11 | Climatización | Eliminación de films solares innecesarios | Dura | 2,384,433 | 0.7% | 6,000,000 |
| 12 | Climatización | Control horario centralizado para aire acondicionado (edificio antiguo) | Dura | 12,528,856 | 3.7% | 7,200,000 |
| 13 | Climatización | Instalación de ventiladores de techo | Dura | 17,191,718 | 5.1% | 42,000,000 |

Las oportunidades de mejora del desempeño energético deben documentarse al menos en un registro, que será ocupado en el momento de fijar los objetivos y las metas energéticas de la entidad. Algunos datos que deberían reflejarse en el registro de oportunidades de mejora del desempeño energético son:

- Uso energético
- Descripción de la medida
- Tipo de oportunidad
- Ahorro energético anual
- Ahorro económico anual
- Inversión necesaria
- Periodo de retorno de la inversión

Para cada propuesta se debe calcular la inversión necesaria y su rentabilidad económica en base al ahorro energético que entregan (periodo de retorno de la inversión).


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

#### 6.3.4.2. Toma de decisión en proyectos de eficiencia energética

Dado que la entidad dispone de recursos limitados para la implementación de las medidas de eficiencia energética identificadas, es necesario establecer criterios técnicos y financieros de priorización que permitan orientar la toma de decisiones de manera objetiva, eficiente y alineada con los objetivos del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE) de la Alcaldía Municipal de Yopal.

En este sentido, la priorización de las medidas se realiza con base en los siguientes criterios:

**Inversión requerida (CAPEX):** Se evalúa el nivel de inversión inicial necesario para la implementación de cada medida, favoreciendo aquellas con menor requerimiento de capital cuando sea posible.

**Periodo de Retorno Simple (PRS):** Se considera el tiempo estimado de recuperación de la inversión a partir de los ahorros energéticos y económicos generados por la medida.

**Ahorro energético potencial:** Se analiza el impacto de cada medida en la reducción del consumo energético, dando prioridad a aquellas con mayor contribución al mejoramiento del desempeño energético de la entidad.

Estos criterios permiten establecer un orden de prioridad objetivo para la ejecución de las acciones del PGEE, facilitando la asignación eficiente de recursos y maximizando los beneficios técnicos, económicos y ambientales asociados a la gestión energética institucional.

Tabla 17 - Criterios de priorización de medidas de eficiencia energética

| Criterio | Descripción | Valoración |
|---|---|---|
| CAPEX | Inversión requerida para implementar la medida | Baja: 10 / Media: 6 / Alta: 3 |
| PRS | Tiempo de recuperación de la inversión | < 1 año: 10 / 1–3 años: 6 / > 3 años: 3 |
| Ahorro energético | Impacto en reducción del consumo | Alto: 10 / Medio: 6 / Bajo: 3 |


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Al establecer los criterios de priorización, se ha de verificar:

- Que los criterios están alineados con las directrices generales de inversión de la entidad
- Que los criterios son objetivos y están orientados a la mejora del desempeño energético de la entidad
- Que los criterios permiten efectivamente cumplir su cometido, que es facilitar la toma de decisión a la dirección de la entidad Inversión necesaria

Los criterios de priorización, y en su caso los procesos de valoración han de ser documentados.

#### 6.3.4.3. Indicadores de desempeño energético

Un PGEE debe permitir el seguimiento y medición del desempeño energético de la entidad. Para ello se ha de dotar al sistema de unos indicadores adecuados. Por lo tanto, la entidad debe identificar los Indicadores de Desempeño Energético (IDEs) apropiados para realizar el seguimiento y la medición de su desempeño energético.

De acuerdo con sus características y naturaleza, cada entidad debe elegir los IDEs que informen del desempeño energético de su operación, y deberá actualizarlos cuando se produzcan cambios relevantes que afecten al uso de la energía.

Como ventaja adicional, disponer de IDEs permite realizar estudios comparativos de desempeño energético entre entidades de características similares.

Tabla 18 – Indicador de desempeño energético del edificio

| Uso o consumo energético identificado | Indicador | Unidades |
|---|---|---|
| **Consumo de energía eléctrica del edificio** | Consumo eléctrico por unidad de área | kWh/m² |

Este indicador permite realizar el seguimiento del desempeño energético del edificio de forma integral, facilitando la comparación en el tiempo y la evaluación de las medidas implementadas.

Antes de definir un indicador es conveniente reflexionar sobre los siguientes aspectos:

- ¿Es posible levantar la información que exige el indicador? ¿Es fiable?
- ¿Cómo sería el comportamiento del indicador una vez implementado?
- ¿Realmente va a tener utilidad?

No se debe olvidar que el sentido fundamental de los indicadores es permitir el seguimiento y medición del desempeño energético. Si se construye un indicador basado en estimaciones groseras en lugar de mediciones, quizá no sea un gran aporte. Lo mismo ocurre si el indicador resulta tener un comportamiento errático. En estos casos, el resultado final suele ser que no se da importancia al indicador o incluso deja de seguirse.

Otro punto a considerar es la cantidad de indicadores a utilizar. No es aconsejable comenzar un PGEE manejando una cantidad demasiado grande de indicadores, sobre todo si los recursos para monitoreo son escasos.


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

En el marco de la implementación del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE) de la Alcaldía Municipal de Yopal, se recomienda establecer Indicadores de Desempeño Energético (IDEs) que permitan realizar el seguimiento, control y evaluación continua del comportamiento energético de la entidad.

De acuerdo con los lineamientos de la norma ISO 50001:2018 e ISO 50006, los indicadores deben estar asociados a los usos significativos de la energía identificados en la auditoría energética, principalmente los sistemas de aire acondicionado, iluminación e infraestructura tecnológica, los cuales representan la mayor participación en el consumo energético del edificio.

La implementación de estos indicadores permitirá:

- Monitorear el consumo energético institucional.
- Evaluar la eficiencia de los sistemas consumidores de energía.
- Verificar el cumplimiento de metas de ahorro energético.
- Identificar desviaciones o incrementos anormales en el consumo.
- Medir el impacto de las acciones de mejora implementadas.
- Fortalecer la toma de decisiones y la mejora continua del desempeño energético.

Asimismo, se recomienda que los indicadores sean revisados y actualizados periódicamente cuando se presenten cambios relevantes en la operación del edificio, ampliaciones, modificaciones en los horarios de funcionamiento, incorporación de nuevos equipos o variaciones en la ocupación de las instalaciones.

Con base en las características operativas de la entidad y los resultados de la auditoría energética realizada, se proponen los siguientes indicadores como los más adecuados para el PGEE de la Alcaldía de Yopal:

- ✓ **Indicador de consumo global – Consumo total de energía eléctrica (kWh/mes)**

Este indicador permite conocer el consumo total de energía eléctrica de la entidad en un periodo mensual. Constituye el principal indicador de seguimiento energético, ya que refleja el comportamiento general del edificio y permite identificar variaciones en el consumo.

- ✓ **Indicador de intensidad energética – Consumo energético por área construida (kWh/m²)**

Relaciona el consumo total de energía con el área construida del edificio. Permite evaluar la eficiencia energética de la infraestructura y comparar el desempeño entre periodos o edificaciones similares.

- ✓ **Indicador de ocupación – Consumo energético por funcionario (kWh/persona)**

Relaciona el consumo energético con el número de funcionarios. Permite analizar la eficiencia energética en función del recurso humano y la ocupación del edificio.

- ✓ **Indicador de operación – Consumo energético por usuario atendido (kWh/usuario)**


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Mide el consumo de energía en relación con el número de usuarios o ciudadanos atendidos. Permite evaluar la eficiencia del servicio público desde una perspectiva energética.

- ✓ **Indicador de climatización – Participación del sistema de aire acondicionado (%)**

Indica el porcentaje del consumo total de energía asociado a los sistemas de aire acondicionado. Permite identificar el impacto de la climatización dentro del consumo global y priorizar acciones de mejora.

- ✓ **Indicador de iluminación – Participación del sistema de iluminación (%)**

Representa la proporción del consumo energético atribuida a los sistemas de iluminación. Facilita la identificación de oportunidades de eficiencia mediante tecnologías y controles más eficientes.

- ✓ **Indicador de calidad de energía – Factor de potencia promedio (-)**

Evalúa la eficiencia del uso de la energía eléctrica. Un valor bajo indica pérdidas energéticas y posibles sobrecostos por penalizaciones, por lo que su seguimiento es fundamental.

- ✓ **Indicador de calidad de energía – Distorsión armónica total (THD %)**

Mide la calidad de la señal eléctrica. Valores elevados pueden afectar el funcionamiento de los equipos y reducir su vida útil, por lo que es un indicador clave de calidad energética.

- ✓ **Indicador ambiental – Emisiones asociadas al consumo eléctrico (Ton $CO_2$e/año)**

Cuantifica las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al consumo eléctrico. Permite evaluar el impacto ambiental del edificio y su contribución al cambio climático.

- ✓ **Indicador de desempeño energético – Índice de ahorro energético (%)**

Mide el porcentaje de ahorro energético respecto a una línea base. Permite evaluar la efectividad de las medidas implementadas dentro del PGEE y su mejora en el tiempo.


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

## 7. PLANIFICACIÓN

La etapa de planificación tiene por objetivo final el diseño de objetivos y el establecimiento de metas e indicadores que permitan de manera posterior hacer el monitoreo a su cumplimiento, todo ello alineado con una política energética.

### 7.1. Política energética

Actualmente, la alcaldía de Yopal no cuenta con una política energética. Según la Guía de Implementación del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE) de la UPME, dicha política puede ser establecida de manera autónoma por la entidad. Para su formulación, se recomienda considerar los siguientes compromisos:

- Garantizar la mejora continua del desempeño energético institucional mediante la implementación de estrategias de seguimiento, control y optimización del consumo de energía.
- Promover el uso racional y eficiente de la energía a través de la adopción de medidas técnicas, operativas y administrativas que contribuyan a la reducción de consumos y costos energéticos en las instalaciones de la entidad.
- Fortalecer la cultura de eficiencia energética mediante procesos permanentes de capacitación, sensibilización y promoción de buenas prácticas dirigidas a funcionarios, contratistas, visitantes y demás usuarios de las instalaciones.
- Fomentar la incorporación y aprovechamiento de fuentes no convencionales de energía renovable, en concordancia con las capacidades técnicas, económicas y operativas de la entidad.
- Contribuir a la mitigación del cambio climático mediante la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), alineándose con las políticas nacionales de sostenibilidad, transición energética y descarbonización.
- Priorizar la adquisición de equipos, tecnologías, bienes y servicios con criterios de eficiencia energética, sostenibilidad y desempeño ambiental durante los procesos de contratación y compras institucionales.
- Garantizar el cumplimiento de la normativa legal vigente y demás requisitos aplicables relacionados con la gestión energética, eficiencia energética, seguridad eléctrica y sostenibilidad ambiental.
- Establecer mecanismos de monitoreo, medición y evaluación del desempeño energético que permitan verificar el cumplimiento de metas, indicadores y acciones definidas en el Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE).


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

- Promover la participación y el compromiso de todas las dependencias de la entidad en la implementación y mejora continua del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE).

### 7.2. Cumplimiento de normativa

Todas las acciones, estrategias y medidas contempladas dentro del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE) de la Alcaldía Municipal de Yopal se desarrollarán en cumplimiento de la normatividad nacional vigente aplicable en materia de eficiencia energética, uso racional y eficiente de la energía, seguridad eléctrica, sostenibilidad ambiental y contratación pública.

En particular, el PGEE se fundamentará en los lineamientos establecidos en la Ley 697 de 2001 sobre Uso Racional y Eficiente de la Energía (URE), la Ley 1715 de 2014 y la Ley 2099 de 2021 relacionadas con transición energética y Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), así como en los requisitos técnicos definidos en el RETIE, RETILAP, NTC 2050 y demás reglamentaciones aplicables al sector eléctrico y energético.

De igual manera, la entidad tendrá en cuenta los principios de mejora continua establecidos en la norma ISO ISO 50001:2018 para la gestión de la energía, promoviendo el seguimiento permanente del desempeño energético y el cumplimiento de los requisitos legales y organizacionales asociados al PGEE.

En este sentido, se recomienda mantener actualizado un registro de requisitos legales, normas técnicas, reglamentos y demás disposiciones aplicables al sistema de gestión energética de la entidad, garantizando su consulta, evaluación y aplicación dentro de los procesos de planificación, operación, seguimiento y toma de decisiones institucionales.

Dicho registro deberá revisarse y actualizarse periódicamente, especialmente cuando se presenten modificaciones normativas, cambios regulatorios o nuevas disposiciones relacionadas con eficiencia energética, sostenibilidad y gestión ambiental.

### 7.3. Objetivos y metas energéticas

#### 7.3.1. Objetivo general

Reducir el consumo de energía eléctrica del edificio en un **15% respecto a la línea base energética definida en la auditoría energética**, en cumplimiento de la Resolución 016 de la UPME, mediante la implementación de medidas de eficiencia energética identificadas en el presente documento.


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

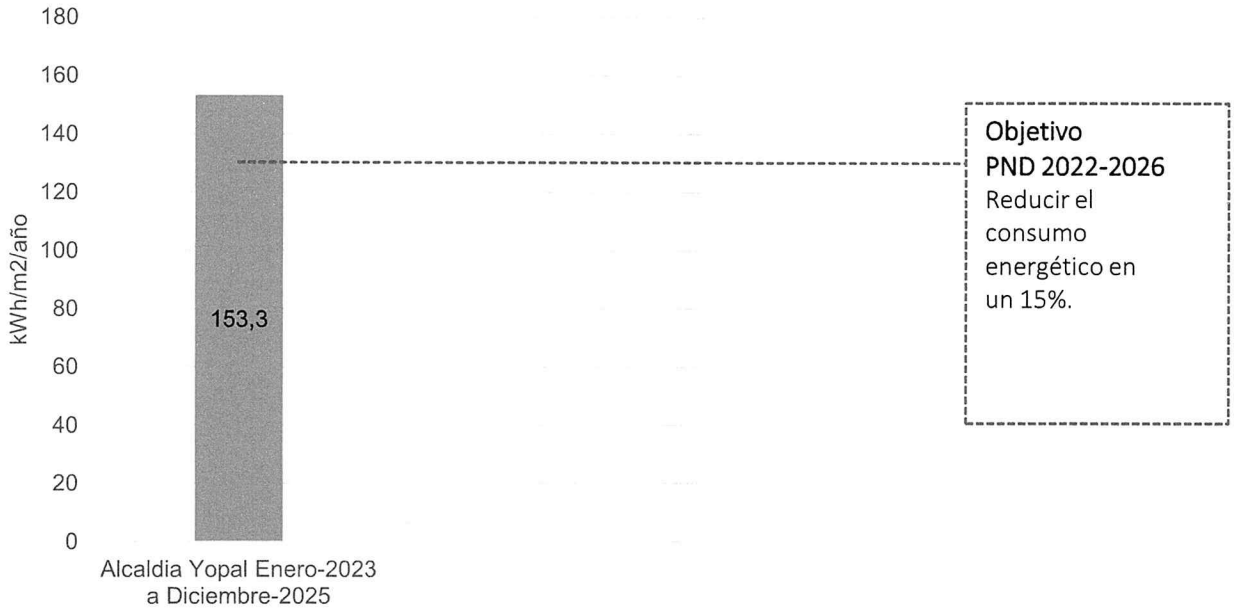



Ilustración 18 - Comparación del consumo anual del edificio según otros datos en el mismo clima.

### 7.3.2. Objetivos específicos y metas

En alineación con el objetivo de reducción del 15% del consumo energético definido para la entidad, se establecen los siguientes objetivos específicos y metas, estructurados en función de los principales usos significativos de energía identificados en la auditoría energética.

Estas metas se encuentran alineadas con las medidas de eficiencia energética propuestas en el Capítulo 5.1.2, y su implementación permitirá intervenir los sistemas con mayor impacto en el consumo del edificio, garantizando una mejora progresiva y medible del desempeño energético.


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Tabla 19 – Objetivos y metas energéticas del PGEE

| Objetivo | Meta | Medios necesarios | Responsable | Plazo | Método de verificación del desempeño | Método de verificación del resultado |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Reducir el consumo energético del sistema de iluminación** | Disminuir el consumo energético del sistema de iluminación como contribución a la meta global del 15% | Sustitución de luminarias, instalación de sensores y sistemas de control | Servicios Generales / Mantenimiento | Corto - Mediano plazo | Seguimiento de consumo eléctrico en iluminación (kWh) | Comparación con línea base energética |
| **Optimizar el consumo en sistemas de climatización** | Mejorar la eficiencia operativa del sistema de climatización como parte de la reducción del 15% del consumo energético | Implementación de sistemas eficientes (VRF, control horario, mantenimiento) | Mantenimiento / Contratación | Mediano plazo | Monitoreo del consumo en climatización | Reducción porcentual frente a línea base |
| **Reducir consumos asociados a equipos y tomas eléctricas** | Disminuir consumos energéticos en periodos de inactividad como aporte a la meta global de reducción del 15% | Implementación de controles horarios y buenas prácticas operativas | TI / Administrativa | Corto plazo | Seguimiento de consumo en circuitos de tomas | Variación del consumo mensual |
| **Fortalecer la cultura organizacional en eficiencia energética** | Promover el uso racional de la energía en el personal | Campañas de sensibilización y comunicación interna | Talento Humano / Comunicaciones | Continuo | Registro de campañas ejecutadas | Evaluación de cambios en consumo energético |
| **Implementar seguimiento del desempeño energético** | Evaluar periódicamente el cumplimiento de la meta del 15% | Sistema de monitoreo y análisis de consumo | Gestión energética | Continuo | Análisis mensual de consumo energético | Comparación con línea base y meta establecida |


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

El cumplimiento de los objetivos específicos definidos permitirá contribuir progresivamente al logro de la meta global de reducción del 15% del consumo energético. El seguimiento se realizará mediante la comparación periódica del consumo real frente a la línea base energética establecida en la auditoría, garantizando así la trazabilidad y verificación de los resultados obtenidos.

De manera general, puede decirse que los objetivos deberán cumplir con los criterios SMART, es decir:

- Ser específicos (S)
- Medibles (M)
- Acotados en el espacio (A)
- Alcanzables (R)
- Acotados en el tiempo (T)

Se recomienda comenzar con objetivos muy razonables, fáciles y rápidos de lograr, con el fin de mantener motivada a la organización.

Para el establecimiento de los objetivos, la entidad deberá tener en cuenta varios aspectos.

### 7.4. Comunicación interna y externa

Las actividades de comunicación interna y externa relacionadas con el uso eficiente de la energía son fundamentales para promover la participación de los funcionarios y proyectar los resultados del PGEE hacia la comunidad.

En el caso de la Alcaldía de Yopal, se cuenta con diferentes canales institucionales de comunicación, como la página web oficial, redes sociales, carteleras internas y medios digitales, los cuales pueden ser utilizados para la difusión de estrategias, avances y resultados en materia de eficiencia energética.

Tabla 20 – Plan de comunicación para el uso eficiente de la energía

| Campaña | Tipo | Público objetivo | Contenido | Medio | Periodicidad |
|---|---|---|---|---|---|
| **Política energética** | Interna | Funcionarios | Lineamientos y compromisos institucionales | Correo institucional, inducciones | Ingreso / anual |
| **Objetivos y metas** | Interna | Funcionarios | Metas energéticas y avances | Carteleras, intranet | Anual |
| **Plan energético** | Interna | Funcionarios | Estrategias y acciones del PGEE | Carteleras, reuniones internas | Anual |


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Acciones implementadas** | Interna | Funcionarios | Resultados y avances del PGEE | Boletín interno, correo | Semestral |
| **Uso eficiente de iluminación** | Interna | Funcionarios | Buenas prácticas de uso | Señalización, mensajes digitales | Trimestral |
| **Uso eficiente del aire acondicionado** | Interna | Funcionarios | Recomendaciones de operación | Carteles en oficinas, intranet | Trimestral |
| **Buenas prácticas en ofimática** | Interna | Funcionarios | Apagado de equipos y ahorro energético | Correos, capacitaciones | Semestral |
| **Sensibilización ambiental** | Mixta | Funcionarios y ciudadanía | Relación entre energía y cambio climático | Página web, redes sociales | Anual |
| **Resultados y ahorros alcanzados** | Externa | Ciudadanía | Indicadores de ahorro energético e impacto ambiental | Página web, redes sociales | Anual |

Se puede distinguir entre:

- Campañas básicas, orientadas a que todo funcionario o contratista conozca, al menos, la política energética, los objetivos y metas establecidas, el plan energético y las acciones emprendidas.
- Campañas específicas, orientadas a enfrentar problemáticas concretas, como uso de la iluminación, apagado de computadores o conducción eficiente.

No se ha de olvidar la disposición de un mecanismo para recibir retroalimentación, usualmente a través de un buzón de sugerencias o concursos de ideas.

### 7.5. Procedimientos e instructivos

En todo sistema de gestión es importante documentar las actividades que deben realizarse para mantenerlo operativo. El PGEE no debiera ser una excepción, por lo que es conveniente que se redacten procedimientos e instructivos sobre aquellas tareas específicas que así lo exijan.

En aquellas entidades que disponen de un sistema de gestión en funcionamiento (habitualmente un sistema de gestión de la calidad), se recomienda seguir los lineamientos descritos en el procedimiento "Elaboración de procedimientos", o equivalente. La intención final de los procedimientos e instructivos es facilitar la operación del PGEE, de manera que las personas que tienen que realizar tareas vinculadas al


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Plan tengan un documento de referencia que indique qué hacer, cómo y cuándo hacerlo, quién es el responsable de la tarea y, en la medida de lo posible, un gráfico explicativo o una tabla.

### 7.6. Financiación de proyectos

Tal y como queda indicado en el punto 3.1.6 "Financiación de proyectos de eficiencia energética", se debe mantener un registro de los mecanismos de financiación empleados en los proyectos de mejora del desempeño energético que se van ejecutando. En paralelo, se ha de prestar atención a las diferentes alternativas que las entidades públicas pueden tomar en consideración en cada momento para financiar los proyectos. En este sentido, se muestra a continuación una serie de tablas descriptivas relativas a las diferentes opciones identificadas a la fecha:

**Recursos Propios**

| | |
|---|---|
| **Aplica a:** | Cualquier entidad pública |
| **Descripción:** | Se pueden utilizar recursos propios considerando los proyectos de mejora en la fase de formulación del presupuesto de la entidad.<br>De acuerdo al programa de gobierno y con base a los planes correspondientes, se concretan los programas a ejecutar y se determinan las metas a obtener en cada programa.<br>Los responsables de la entidad precisarán los objetivos y volúmenes de trabajo, necesidad de recursos humanos, materiales y financieros, además, localizarán en el tiempo sus actividades a través de un cronograma. |
| **Barreras:** | Limitaciones presupuestarias.<br>Ausencia de compromiso explícito en materia de uso racional de la energía en el programa de gobierno. |
| **Recomendaciones:** | Respaldar la coherencia del proyecto con el programa de gobierno. Estructurar los proyectos por fases, de manera que puedan ser ejecutados razonablemente en el periodo de aplicación del presupuesto.<br>Destacar los beneficios del proyecto (reducción de gastos de funcionamiento en posteriores anualidades para ser destinados a otros usos) |


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE)**

| | |
|---|---|
| **Aplica a:** | Actores públicos y privados |
| **Descripción:** | Fondo creado mediante el artículo 10 de la Ley 1715 de 2014 para financiar inversiones en eficiencia energética y FNCE. Tiene como fuente principal $0.40 por cada kWh transado en el Mercado de Energía Mayorista – MEM, lo cual representa alrededor de $ 28.0000 millones al año.<br>El FENOGE puede financiar principalmente:<br>• Planes, programas o proyectos destinados a la implementación de medidas de gestión eficiente de la energía, dirigidos, entre otros, a los sectores público, comercial, de servicios, de transporte, industrial, y sector residencial estratos 1, 2 y 3.<br>• Planes, programas o proyectos destinados a la implementación de soluciones de generación, cogeneración o autogeneración, basados en Fuentes No Convencionales de Energía, dirigidos a los sectores público, comercial, de servicios, industrial, y sector residencial estratos 1, 2 y 3. |
| **Barreras:** | El Fondo debería tener la posibilidad de capturar recursos de diversas fuentes. No obstante, se debe aclarar el marco legal para hacer efectiva esta opción. |
| **Recomendaciones:** | Justificar muy bien el proyecto a financiar, dando el contexto que corresponda y relevando los impactos en los diversos niveles, incluidos los sociales y los ambientales. |
| **Información adicional:** | Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (FENOGE) https://www.minenergia.gov.co/fenoge |


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**Fondo de Compensación Ambiental**

| | |
|---|---|
| **Aplica a:** | Las 15 Corporaciones de menor presupuesto total vigente, incluyendo las 7 Corporaciones de Desarrollo Sostenible (CDA, Corpoamazonia, Corpomojana, Corpourabá, Coralina, Codechocó, Cormacarena) |
| **Descripción:** | Los recursos del Fondo de Compensación Ambiental se destinan a la financiación de gastos de funcionamiento, de inversión y del servicio de la deuda de las Corporaciones beneficiarias. Se financiarán solicitudes de funcionamiento siempre y cuando exista déficit en la cuenta de gastos de personal, en la cuenta de gastos generales o en la cuenta de transferencias. |
| **Barreras:** | Para el FCA es prioritario apoyar a las Corporaciones en el cubrimiento de sus necesidades fundamentales.<br>Requiere esfuerzo de preparación y seguimiento del proyecto. |
| **Recomendaciones:** | Revisar la metodología del FCA<br>Formular adecuadamente el proyecto: destacar la coherencia con el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan de Gestión Ambiental Regional y el Plan de Acción de la Corporación, describir claramente la problemática y, en la medida de lo posible, aportar antecedentes exitosos relacionados con el proyecto en la Corporación. |
| **Información adicional:** | Guía Metodológica del Fondo de Compensación Ambiental http://www.minambiente.gov.co/images/planeacion-y-seguimiento/pdf/Fondo_De_Compensaci%C3%B3n_Ambiental_-FCA/guia-metodologica.pdf |



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

| | |
|---|---|
| | **Fondo Nacional Ambiental** |
| **Aplica a:** | Proyectos presentados por las entidades que hacen parte del Sistema Nacional Ambiental (SINA) |
| **Descripción:** | A través de este fondo se financian actividades, estudios, investigaciones, planes, programas y proyectos, de utilidad pública e interés social, encaminados al fortalecimiento de la gestión ambiental; la preservación, conservación, protección, mejoramiento y recuperación del medio ambiente; y al manejo adecuado de los recursos naturales renovables y de desarrollo sostenible |
| **Barreras:** | Los proyectos deben estar enmarcados en las prioridades establecidas en el Plan de Gestión Regional y el Plan de Acción de las Corporaciones Autónomas Regionales.<br>Criterio de ingreso per cápita de las poblaciones beneficiarias. |
| **Recomendaciones:** | |
| **Información adicional:** | http://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/54-planeacion-y-seguimiento/planeacion-y-seguimiento-articulos/544-plantilla-areas-planeacion-y-seguimiento-30 |



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

| | |
|---|---|
| | **Cooperación Internacional** |
| **Aplica a:** | Entidades públicas de los diferentes niveles (nacional, departamental y municipal) |
| **Descripción:** | La Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD) es proporcionada por organismos oficiales (incluidos gobiernos estatales y locales, o por sus organismos ejecutivos) y se administra con el principal objetivo de promover el desarrollo y el bienestar económico de los países en desarrollo. |
| **Barreras:** | |
| **Recomendaciones:** | A través del Manual de Acceso a la Cooperación Internacional (en proceso de actualización) se orienta a los usuarios de los servicios que presta APC-Colombia sobre las posibilidades existentes para acceder a la Cooperación Internacional de la Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD), en sus diferentes líneas o programas, de acuerdo con los criterios y procedimientos de las fuentes cooperantes. Conforme el Decreto 4152 de 2011 y la Directiva Presidencial 02 de 2012, APC-Colombia deberá estar informada de todas las actividades que impliquen la gestión de cooperación internacional con los cooperantes, los países socios y los diferentes actores de oferta y demanda de cooperación de Colombia, con el fin de que pueda coordinar, priorizar y canalizar las iniciativas, así como acompañar la formulación, presentación, negociación y seguimiento de planes, programas, proyectos y actividades de cooperación internacional. |
| **Información adicional:** | https://www.apccolombia.gov.co/ |



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**Banca Comercial (deuda o leasing)**

| | |
|---|---|
| **Aplica a:** | Cualquier entidad pública |
| **Descripción:** | Oferta de recursos económicos, por parte de la banca comercial, a tasas y condiciones vigentes del mercado. |
| **Barreras:** | Cupo de endeudamiento, de acuerdo a la legislación vigente |
| **Recomendaciones:** | |
| **Información adicional:** | Manual de Operaciones de Crédito Público (Departamento Nacional de Planeación) |

**Modelo ESCO**

| | |
|---|---|
| **Aplica a:** | Cualquier entidad pública |
| **Descripción:** | Una empresa especializada en ejecución de proyectos de eficiencia energética, lo desarrolla, financia, instala y mantiene, asumiendo gran parte de los riesgos del mismo. La empresa (ESCO) recibe en pago los ahorros generados por el proyecto (total o parcialmente) |
| **Barreras:** | Típicamente, periodos de contrato superiores al periodo de gobierno. |
| **Recomendaciones:** | Valorar proyectos ESCO de periodo de retorno muy rápido |
| **Información adicional:** | http://www.upme.gov.co/eventos/ure_2011/carlos_antonio_alvarez.pdf |

**Conversión a servicios**

| | |
|---|---|
| **Aplica a:** | Cualquier entidad pública |
| **Descripción:** | Convertir un suministro de energía convencional (electricidad, gas) dedicado a generar agua caliente de calefacción o agua helada para aire acondicionado en equipos propios (calderas, enfriadoras), por un suministro directo de agua caliente o agua helada generada por los equipos (renovados y más eficientes) del proveedor de energía. |
| **Barreras:** | Falta de experiencia por parte de los proveedores de energía. |
| **Recomendaciones:** | Valorar con las compañías proveedoras de energía la posibilidad de entregar un servicio de energía alternativo (agua caliente, agua helada) en sustitución del consumo de energía convencional (electricidad, gas) |
| **Información adicional:** | Caso de Distrito Térmico de Medellín |



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

## 8. IMPLEMENTACIÓN

Una vez se han identificado todos los aspectos descritos en la fase de diagnóstico y se han dispuesto las bases del Plan de acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, corresponde poner efectivamente en marcha el PGEE, con la vista puesta en la mejora del desempeño energético de la entidad.

### 8.1. Buenas Prácticas

La aplicación de buenas prácticas puede suponer importantes ahorros energéticos. Estas recomendaciones permiten ahorrar energía y mejorar el confort ambiental interior del edificio de la **Alcaldía de Yopal**, mediante un uso racional de la energía.

A continuación, se presentan las acciones que se han identificado con mayor frecuencia. Las acciones específicas para la sede hacen parte del informe de auditoría energética y se pueden revisar en el anexo correspondiente.

#### 8.1.1. Mejoras operacionales

##### 8.1.1.1. Sensibilización en el uso de equipos varios y ofimáticos

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

Para fomentar buenas prácticas de ahorro energético en el lugar de trabajo, se propone una campaña de sensibilización con los siguientes aspectos clave:

1. **Sensibilización en el uso de equipos varios**

Dentro del consumo de equipos varios hay sobreconsumos derivados de su uso en periodos de desocupación y de las llamadas "cargas vampiro", que corresponden al consumo en modo reposo.
Para reducir este consumo, se recomienda sensibilizar a los usuarios sobre la desconexión de equipos no esenciales, como pantallas informativas, impresoras, entre otros, durante los periodos de desocupación (noches y fines de semana). También puede asignarse al personal operativo (mantenimiento, aseo o vigilancia) la responsabilidad de desconectar estos equipos de manera conjunta.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

La estrategia puede basarse en el inventario de equipos levantado en la auditoría energética, definiendo horarios de operación y estableciendo un protocolo claro para el uso y desconexión, con responsables asignados.

**2. Apagado automático pantallas en equipos ofimáticos:**

Los equipos ofimáticos cuentan con opciones de ahorro energético mediante modos de apagado, suspensión e hibernación, que logran hasta un 15% de ahorro en torres y un 7% en portátiles y equipos "todo en uno". Se recomienda:

- ✓ Apagado de pantalla: después de 5 minutos sin actividad.
- ✓ Suspensión del equipo: después de 10 minutos o menos.

Sensibilizar a los usuarios sobre la correcta configuración de estas opciones contribuye significativamente a la reducción del consumo energético.

### 8.1.1.2. Buenas prácticas en uso de temperatura en cuarto de servidores

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

Según ASHRAE TC9.9 "Data Center Power Equipment Thermal Guidelines and Best Practices", las condiciones recomendadas en zonas de servidores o UPS son entre 18 y 27°C, con una humedad relativa del 60%, y las condiciones permitidas alcanzan los 32°C con una humedad relativa del 80%.

| Class[a] | Equipment Environmental Specifications for Air Cooling | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Product Operations[b,c] | | | | | Product Power Off[c,d] | |
| | Dry-Bulb Temperature[e,g] °C | Humidity Range, Non-Condensing[h,i,k,l] | Maximum Dew Point[k] °C | Maximum Elevation[e,j,m] m | Maximum Temperature Change[f] in an Hour (°C) | Dry-Bulb Temperature °C | Relative Humidity[k] % |
| **Recommended** (Suitable for all 4 classes) | | | | | | | |
| A1 to A4 | 18 to 27 | -9°C DP to 15°C DP and 60% RH | | | | | |
| **Allowable** | | | | | | | |
| A1 | 15 to 32 | -12°C DP & 8% RH to 17°C DP and 80% RH[k] | 17 | 3050 | 5/20 | 5 to 45 | 8 to 80 |

Ilustración 19 - Especificaciones de aire acondicionado para data centers y salas de servidores

Cada °C en que se reduzca la temperatura de operación del aire acondicionado incrementa considerablemente el consumo eléctrico. Por consiguiente, se recomienda que en los cuartos eléctricos



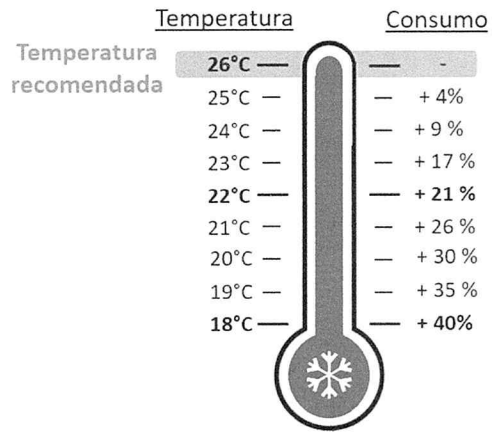
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

y de racks se implementen temperaturas cercanas al límite superior del rango, alrededor de 26°C. Esta temperatura está 1°C por debajo del rango recomendable y 6°C del rango permitido.

Actualmente, las temperaturas de operación en estos espacios pueden encontrarse entre 18°C y 24°C. Se sugiere ajustarlas gradualmente hacia 26°C, previa validación con el equipo de sistemas, modificando la temperatura de suministro, con el fin de minimizar el consumo energético sin comprometer la operación.

#### 8.1.1.3. Sensibilización para el uso de temperaturas de AA

**Descripción de la medida de eficiencia energética**




**Oficinas, corredores y salas de reunión**

El 100% de los espacios de ocupación continua cuentan con aire acondicionado, los cuales son operados con temperaturas que generan mayores consumos. Según la zona climática, el confort de ASHRAE 55 y recomendaciones de los fabricantes, se pueden estipular temperaturas de operación optimizadas que disminuyan los consumos energéticos quedándose dentro de los rangos de confort. Para el proyecto, se recomienda operar **con temperaturas superiores a 26°C.**

En el gráfico de la izquierda se muestra cuanto más consume un equipo de aire acondicionado en un caso típico en clima cálido húmedo solicitando una temperatura inferior.

Así, una persona solicitando 22°C en lugar de 26°C genera sobreconsumos estimados del 21%.

**Aumentar las temperaturas de manejo de los equipos de aire acondicionado es una estrategia esencial para ahorrar de manera sencilla energía, quedándose dentro de los rangos de confort.**



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

### 8.1.1.4. Implementación de ventiladores para optimizar el uso de aire acondicionado.

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

De acuerdo con estándares de confort, los ventiladores pueden mejorar la sensación térmica en 2-3°C. Estos dispositivos consumen menos energía que los sistemas de aire acondicionado (alrededor de 20 veces menos), lo que los convierte en una alternativa eficiente, incluso cuando se utilizan simultáneamente con los sistemas de climatización. Esto permite establecer temperaturas de operación más eficientes en los sistemas de aire acondicionado, por ejemplo, entre 26°C y 28°C, lo que se traduce en ahorros significativos de energía.



Ilustración 20 - Uso de ventiladores en oficinas para optimizar las temperaturas del aire acondicionado - Fuente: mytek.com

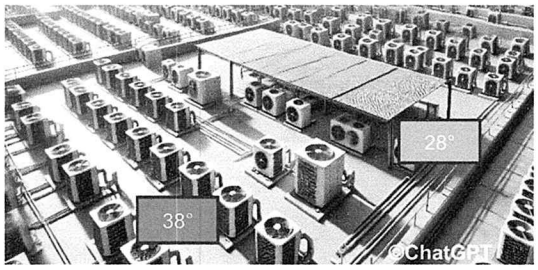
Por medio de esta estrategia, se propone la implementación de ventiladores en las zonas climatizadas del edificio de la **Alcaldía de Yopal**, como complemento al sistema de aire acondicionado, priorizando espacios de ocupación continua como oficinas y áreas administrativas.

Se recomienda realizar una implementación gradual, acompañada de ajustes en los setpoints de los sistemas de climatización, manteniendo temperaturas entre 26°C y 27°C cuando se utilicen ventiladores, con el fin de mejorar la aceptabilidad térmica de los usuarios.

### 8.1.1.5. Implementación de cubierta en unidades exteriores de aire acondicionado

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

Las unidades exteriores del sistema de aire acondicionado están expuestas a la radiación solar directa, lo que aumenta su temperatura de funcionamiento y reduce su eficiencia. En el caso de la ciudad de Yopal, donde se presentan condiciones de clima cálido con altas temperaturas y elevada radiación






auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

solar durante gran parte del año, esta exposición prolongada en cubiertas y terrazas incrementa aún más la temperatura de operación de los equipos.

Estudios indican que la exposición directa al sol disminuye la capacidad de enfriamiento y aumenta el consumo de energía. Por lo tanto, se recomienda instalar cubiertas para cada equipo de aire acondicionado y unidad manejadora, con el fin de protegerlos de la radiación solar directa.
La imagen de referencia muestra unidades exteriores de aire acondicionado protegidas mediante cubiertas. Se recomienda que estas estructuras permitan la ventilación adecuada de los equipos y, de ser posible, se diseñen con materiales que reduzcan la transferencia de calor, con el fin de minimizar las ganancias térmicas por conducción.

#### 8.1.1.6. Instalación de brazos hidráulicos para cierre automático de puertas

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

La instalación de brazos hidráulicos (también conocidos como cierrapuertas automáticos) en puertas de espacios climatizados es una medida simple pero muy efectiva para mejorar la eficiencia energética de los sistemas de aire acondicionado. Su función principal es asegurar que las puertas se cierren automáticamente después de ser abiertas, evitando que queden abiertas por descuido o mal uso.
Cuando una puerta de un espacio con aire acondicionado queda abierta durante más tiempo del necesario, el aire frío escapa al exterior y el aire caliente del ambiente entra. Este intercambio térmico obliga al sistema de climatización a trabajar más intensamente para mantener la temperatura de confort, lo que se traduce en mayor consumo energético y desgaste del equipo.
En el caso de la Alcaldía de Yopal, donde las condiciones climáticas presentan altas temperaturas durante gran parte del año, este tipo de pérdidas térmicas tiene un impacto significativo en el consumo energético asociado a la climatización.

Con un brazo hidráulico instalado, la puerta se cierra de forma controlada cada vez que alguien entra o sale. Esto minimiza las pérdidas de aire frío, reduce la entrada de aire caliente y mantiene la estabilidad térmica del ambiente. Esta acción repetida a lo largo del día tiene un impacto considerable en edificaciones con alto tránsito de personas, como oficinas y áreas de atención al público.

Desde el punto de vista energético, este control contribuye a:



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

- Reducir el tiempo de operación del aire acondicionado.
- Disminuir la carga térmica del sistema.
- Ahorrar energía eléctrica, especialmente en zonas de uso frecuente.

Además, mejora el confort interior y puede contribuir a prolongar la vida útil de los equipos de climatización al evitar sobreesfuerzos innecesarios.

#### 8.1.1.7. Instalación de burletes en puertas

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

La función principal es sellar los pequeños huecos que suelen quedar entre la puerta y su marco, evitando así la entrada de aire caliente desde el exterior y la salida del aire frío del interior.

Este sellado reduce las infiltraciones de aire no deseado, lo cual tiene un impacto directo en el desempeño del sistema de climatización. Al mantener el ambiente interior mejor aislado, el aire acondicionado necesita trabajar menos para alcanzar y mantener la temperatura deseada.

En el caso de la Alcaldía de Yopal, donde predominan condiciones de clima cálido, el control de infiltraciones resulta especialmente relevante, ya que contribuye a reducir la carga térmica generada por el ingreso de aire caliente del exterior.

Además del ahorro energético, los burletes también contribuyen al confort térmico. Al evitar corrientes de aire y fluctuaciones bruscas de temperatura cerca de las puertas, el ambiente interior se mantiene más estable y confortable.

En el mercado existen diferentes tipos de burletes, como los de goma, silicona o felpa, que se adaptan a distintos tipos de puertas y niveles de uso. Muchos de ellos son autoadhesivos, lo que facilita una instalación rápida y sin necesidad de herramientas especializadas.

### 8.1.2. Medidas de eficiencia energética de carácter pasivo

#### 8.1.2.1. Implementación de protecciones solares exteriores: Voladizos y lamas.

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

Las lamas actúan como elementos de protección solar o aislamiento, ayudando a reducir la entrada de calor y luz proveniente del sol, lo que a su vez disminuye la carga térmica en el interior del edificio,



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

contribuyendo a mantener una temperatura interna más estable y fresca y, por lo tanto, a reducir el consumo energético. Se debe considerar la orientación del edificio, ya que las fachadas con mayor exposición a la radiación solar directa se beneficiarán en mayor medida de este tipo de soluciones. Se pueden instalar de forma horizontal o vertical, fabricadas en madera, aluminio o materiales con baja conductividad térmica.

Esta estrategia consiste en instalar elementos de protección solar pasiva en las fachadas con mayor exposición al sol, para reducir las ganancias térmicas por radiación directa. En el caso de la Alcaldía de Yopal, se recomienda priorizar intervenciones en fachadas expuestas a radiación solar directa durante las horas de mayor incidencia, especialmente en orientaciones oriente y occidente. En este sentido, pueden emplearse voladizos horizontales o lamas verticales u orientables según las condiciones específicas de cada fachada.

Estas soluciones arquitectónicas bloquean la radiación solar directa sobre ventanas y muros, disminuyendo la carga térmica interior y reduciendo el consumo energético asociado al aire acondicionado, sin afectar la iluminación natural ni el confort visual. Además, mejoran el desempeño térmico del edificio y contribuyen a su sostenibilidad.

#### 8.1.2.2. Instalación de películas de control solar en ventanería

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

La instalación de películas de control solar en los vidrios es una estrategia efectiva para reducir la entrada de calor, especialmente en edificaciones con grandes superficies acristaladas. Estas películas bloquean parte de la radiación solar, disminuyendo el aumento de temperatura en los espacios interiores.

Al reducir la ganancia térmica a través de las ventanas, se disminuye la necesidad de uso del aire acondicionado, lo que permite reducir el consumo de energía eléctrica y mejorar el confort térmico al interior del edificio.

#### 8.1.2.3. Implementación de pintura atérmica en cubiertas del edificio

**Descripción de la medida de eficiencia energética**



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

La radiación solar directa es una de las principales fuentes de ganancia de calor en los edificios y, en consecuencia, incrementa el consumo de aire acondicionado, especialmente a través de las cubiertas.

Existen dos factores clave para reducir las ganancias de calor en cubiertas:

- **Aislamiento térmico de la cubierta**: En el que los materiales que componen la cubierta deben ofrecer resistencia al paso del calor.
- **Índice de reflectividad de la cubierta**: La capa exterior de la cubierta puede absorber o reflejar fácilmente la radiación solar incidente. Los colores oscuros absorben el calor con mayor facilidad, mientras que los colores claros lo reflejan más eficientemente.

Para mitigar estos efectos, se recomienda la aplicación de pintura atérmica o de alta reflectividad en las cubiertas, la cual permite reducir la absorción de calor y disminuir la transferencia térmica hacia el interior del edificio.

Esta solución contribuye a mantener temperaturas interiores más bajas, reduciendo la carga del sistema de climatización y el consumo de energía. Se recomienda su aplicación en cubiertas expuestas directamente al sol, evitando aquellas que cuenten con paneles fotovoltaicos u otros sistemas que ya cumplen una función similar.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

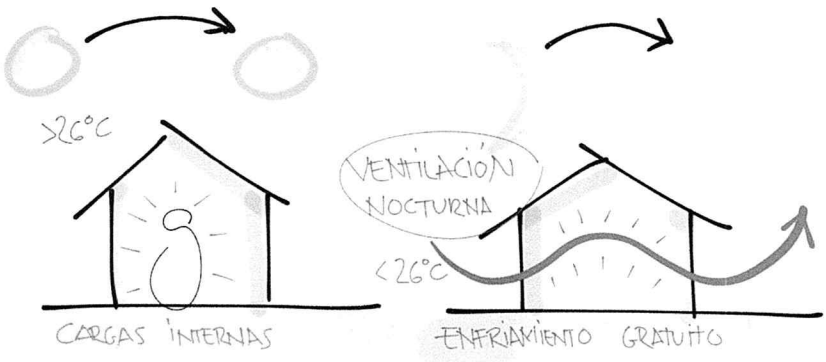
### 8.1.2.4. Uso de ventilación natural en las noches

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

El edificio presenta acumulación de calor durante las horas nocturnas, mientras que las temperaturas exteriores en este periodo suelen ser inferiores. Durante los fines de semana, al permanecer los espacios cerrados, se incrementa esta acumulación, lo que genera que al inicio de la jornada laboral los ambientes estén más calientes y se requiera un mayor esfuerzo de los sistemas de aire acondicionado.

Se propone implementar ventilación natural durante las noches y fines de semana, con el fin de reducir la temperatura interior antes de la jornada laboral. Esta estrategia permite disminuir la carga térmica inicial del edificio, reduciendo el consumo de energía de los sistemas de climatización y mejorando el confort de los ocupantes.

Esta solución representa una forma de enfriamiento pasivo sin consumo energético. No obstante, requiere considerar aspectos como la seguridad y el control de ingreso de insectos, por lo que se recomienda el uso de elementos como mallas en ventanas.




### 8.1.2.5. Instalación de cielo raso y aislamiento térmico en muros y cubierta en áreas de uso intensivo de aire acondicionado.

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

En Colombia, las cubiertas son los elementos con mayor exposición a las ganancias térmicas, lo que incrementa la carga térmica y el consumo de aire acondicionado, especialmente en los últimos pisos.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Durante la visita técnica, se identificaron áreas donde el cielo raso presenta deterioro o discontinuidades, lo que facilita la transmisión de calor desde la cubierta y afecta el desempeño de los sistemas de climatización.

Para mitigar esta situación, se recomienda:

- Reparación o reposición de cielo raso existente, garantizando su continuidad.
- Aplicación de aislamiento térmico en muros y cubierta (si aplica).

Estas acciones permitirán reducir las ganancias térmicas y mejorar la eficiencia energética del edificio.

### 8.1.3. Reconversión tecnológica de equipos

#### 8.1.3.1. Mejora de la calidad de la energía eléctrica

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

Se propone una intervención del sistema eléctrico de la edificación que incluya balanceo de cargas, corrección del factor de potencia y mitigación de armónicos, con el fin de mejorar el desempeño energético y la confiabilidad de los equipos.

El balanceo de cargas permite reducir pérdidas y evitar sobrecalentamientos en el sistema. La corrección del factor de potencia, mediante bancos de condensadores, disminuye el consumo de energía reactiva, mientras que la mitigación de armónicos, a través de filtros, mejora la estabilidad del sistema y protege los equipos.

En conjunto, estas acciones permiten reducir pérdidas eléctricas, evitar penalizaciones y optimizar el funcionamiento de la infraestructura eléctrica.

#### 8.1.3.2. Sistemas de medición y monitoreo de los principales tableros

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

Se propone la instalación de un sistema de monitoreo energético de las principales variables (Tensión, Corriente y Potencia) que permita medir y registrar el consumo eléctrico de los principales tableros o circuitos de la edificación (iluminación, climatización, enchufes, etc.), con el objetivo de identificar ineficiencias, comportamientos anómalos y establecer indicadores de desempeño energético.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Este sistema puede estar compuesto por medidores multiparámetro con comunicación (MODBUS o WiFi), gateways de consolidación de datos y una plataforma web o SCADA para visualización. El monitoreo puede realizarse a nivel de tablero principal, tableros secundarios, o cargas específicas (como aires acondicionados o iluminación), según el nivel de detalle deseado.

#### 8.1.3.3. Instalación de Sistema Fotovoltaico conectado a la Red

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

Se cuenta actualmente con un sistema fotovoltaico instalado que abastece parcialmente algunas cargas específicas de la edificación, como los cuartos de racks. En este sentido, se propone evaluar la posibilidad de optimizar o ampliar la capacidad instalada, con el fin de incrementar el aprovechamiento de la energía solar y reducir la dependencia de la red eléctrica.

Para ello, se deberá analizar la disponibilidad de áreas adicionales en cubierta u otras superficies, así como la capacidad del sistema existente, considerando aspectos técnicos como la conexión al sistema de medición bidireccional, protecciones eléctricas y cumplimiento de la normativa RETIE.

**Iluminación**

#### 8.1.3.4. Reducción de densidad de potencia de iluminación (W/m²)

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

En edificaciones existentes es común encontrar densidades de potencia de iluminación superiores a las recomendadas por normativas como RETILAP y ASHRAE 90.1, lo que genera sobreconsumo energético.

Por lo tanto, se propone optimizar el sistema de iluminación mediante el uso de luminarias LED de alta eficiencia y una adecuada distribución, con el fin de alcanzar densidades de potencia iguales o inferiores a 4,75 W/m².

Esta medida permite reducir el consumo eléctrico y la carga térmica interna, mejorando el confort térmico y la eficiencia del sistema de climatización.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

### 8.1.3.5. Reducción de densidad de potencia de iluminación (W/m²) con sistema de Dimerización

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

En edificaciones existentes con iluminación fluorescente, mixta o modernizada mediante sustitución 1:1 a tecnología LED, es frecuente que la densidad de potencia instalada exceda los límites establecidos por RETILAP y normas como ASHRAE 90.1; por ello, se propone un rediseño del sistema de iluminación que reduzca la densidad de potencia a 4.75 W/m² o menos, mediante luminarias LED de alta eficiencia y distribución optimizada, complementado con un sistema de **dimerización controlado por sensores de luz natural**, lo que permite ajustar automáticamente la intensidad según la disponibilidad de iluminación exterior, logrando así una reducción adicional del consumo energético y de la carga térmica interna, con impacto positivo en el confort térmico y en la eficiencia del sistema de climatización.

### 8.1.3.6. Implementación de sensores de presencia y sensores luz día

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

En el marco de las estrategias orientadas a la optimización del consumo energético en sistemas de iluminación, se propone la implementación de sensores de presencia y de luz día tipo On/Off como medida complementaria para garantizar el apagado automático de luminarias en condiciones de desocupación o cuando exista suficiente iluminación natural.

Actualmente, se han identificado falencias o ausencia de estos sistemas, lo que representa una oportunidad de mejora significativa en términos de eficiencia operativa y ahorro energético.

La implementación y/o reactivación de los sensores debe considerar las características de cada espacio, así como una adecuada configuración de los dispositivos, con base en buenas prácticas de operación y desempeño.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

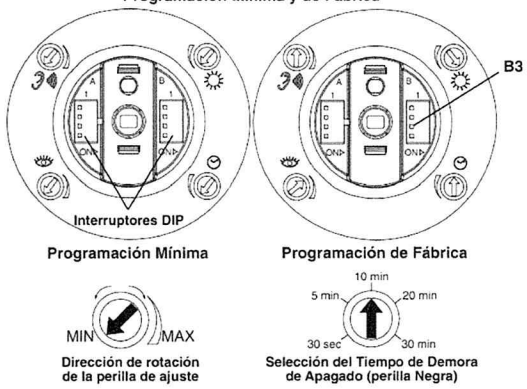
**PROGRAMACION**

**Programación de fábrica:**
Ajuste la perilla de programación como "recomienda el manual de programación" **(ver Tabla 3 y Figura 1)**.
Todos los interruptores en la posición de apagado **(ver Tabla 4)**.

**TABLA 3 : AJUSTE DE LA PERILLA DE PROGRAMACION**

| Color de la Perilla | Símbolo | Función | Programación de la Perilla | Programación de Fábrica |
|---|---|---|---|---|
| Verde | | Programa el rango ultrasónico | Programación de Rango<br>Izq. Total = min. (APAGADO)<br>Der. Total = máx. | 50 % |
| Rojo | | Programa el rango infrarrojo | Programación de Rango<br>Izq. Total = min. (APAGADO)<br>Der. Total = máx. | 75 % |
| Negro | | Tiempo de Demora de Apagado | Izq. Total = min. (30 sec.)<br>Der. Total = máx. (30 min.) | 50 %<br>(10 min) |
| Azul | | Anulación de Luz de Ambiente (Sólo conductor Gris) | Izq. Total = min. Luces permanecen (APAGADAS)<br>Der.Total = Luces siempre ENCENDIDAS (ninguna luz de ambiente la anula)<br>Rango: 100-3000 LUX | 100 % |

**Figura 1**
**Programación Mínima y de Fábrica**







Dirección de rotación de la perilla de ajuste




Selección del Tiempo de Demora de Apagado (perilla Negra)

## Parámetros de configuración recomendados:

- **Perilla (ultrasónica):** Ajusta la sensibilidad al movimiento. Este sensor detecta únicamente movimientos corporales dinámicos. Se recomienda configurarlo al mínimo en oficinas para evitar encendidos innecesarios, y ajustarlo con mayor sensibilidad en áreas de circulación, donde el movimiento es constante.
- **Perilla (infrarroja pasiva – PIR):** Detecta cambios térmicos producidos por la presencia humana, incluso sin movimiento. Este sensor es clave para mantener encendidas las luminarias durante la ocupación real del espacio. Su rango debe ser calibrado de acuerdo con la zona de cobertura requerida.
- **Perilla (tiempo de apagado):** Define el lapso de espera antes de apagar la iluminación una vez que se detecta la ausencia de personas. Se recomienda establecer un tiempo mínimo (por ejemplo, 30 segundos), a fin de maximizar los periodos de apagado sin comprometer el confort de los usuarios.
- **Perilla (nivel de luz ambiental):** Permite regular el encendido de las luminarias en función de la cantidad de luz natural disponible. Se sugiere una calibración equivalente a **500 lux**, que corresponde a una apertura aproximada del **16%**, alineado con los niveles de iluminación recomendados para tareas generales en oficinas.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

#### 8.1.3.7. Instalación de sistema centralizado de control horario para circuitos de iluminación

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

Se propone la implementación de un sistema centralizado de control horario On/Off para los circuitos de iluminación general del edificio, con el objetivo de automatizar el encendido y apagado de las luminarias según los horarios laborales establecidos.

Esta estrategia está dirigida principalmente a zonas con patrones de uso regulares, como pasillos, escaleras, oficinas administrativas y áreas comunes.

El sistema se instalará en los tableros eléctricos que controlan los circuitos de iluminación, sin requerir intervención en las luminarias individuales. Esto permite una solución de fácil implementación que evita consumos innecesarios por uso fuera de horario o por olvido en el apagado.

La programación horaria podrá ajustarse según las necesidades operativas de cada espacio y complementarse con otras estrategias, como sensores de presencia o de luz natural en zonas de ocupación variable.

**Climatización**

#### 8.1.3.8. Instalación de sistema centralizado de control horario para equipos de aire acondicionado

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

Se plantea la implementación de un sistema de control horario automatizado para los equipos de aire acondicionado del edificio, que permita programar su encendido y apagado según los horarios operativos establecidos, evitando su funcionamiento innecesario durante periodos de inactividad, como noches, fines de semana y feriados.

El sistema se instalará en los tableros eléctricos que alimentan los equipos de climatización, ya sea de forma individual o por grupos. De este modo, se asegura el control del suministro eléctrico fuera del horario laboral, garantizando que los equipos operen únicamente cuando sea requerido.

Esta estrategia permite reducir el consumo energético asociado a la climatización, disminuir el desgaste de los equipos y generar ahorros en la factura eléctrica.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

### 8.1.3.9. Retrofit de sistema de aire acondicionad Mini-split a sistema centralizado

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

Esta estrategia consiste en reemplazar los sistemas individuales de aire acondicionado tipo mini-split por un sistema centralizado de climatización.

La centralización puede realizarse mediante un sistema tradicional con chiller y unidades manejadoras de aire, o mediante un sistema VRF (Flujo de Refrigerante Variable), el cual ofrece mayor flexibilidad y eficiencia en la gestión térmica.

Los sistemas VRF permiten controlar la temperatura por zonas de manera independiente y ajustarse a la demanda real de ocupación, lo que reduce el consumo energético frente a múltiples equipos tipo mini-split operando de forma aislada.

La implementación de un sistema centralizado mejora la distribución del aire, optimiza el desempeño energético y permite un control más preciso de la temperatura en el edificio. Asimismo, reduce la sobrecarga y los consumos ineficientes asociados a equipos individuales, mejorando el confort térmico.

Para este edificio, se propone priorizar la implementación de un sistema tipo VRF, debido a su adaptabilidad a las condiciones existentes y sus menores requerimientos de intervención en infraestructura.

### 8.1.3.10. Renovación de aire acondicionados ineficientes por equipos clase

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

De acuerdo con el inventario de equipos y la revisión de fichas técnicas, se identificaron equipos de aire acondicionado con bajos niveles de eficiencia energética.

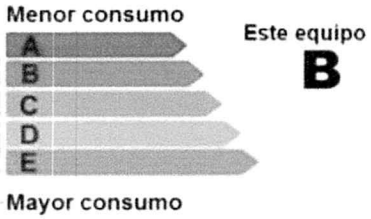
La capacidad térmica (BTU o toneladas) debe seleccionarse en función del área a climatizar, garantizando un dimensionamiento adecuado. Se recomienda que los equipos cuenten con funciones básicas como temporizador de encendido/apagado, control remoto, modos de operación eficientes ("Sleep" o "Eco") y filtros lavables. Asimismo, se debe evitar la instalación de condensadores en zonas con exposición directa al sol o con ventilación deficiente. Los equipos seleccionados deben contar con mínimo 1 año de garantía del equipo y 5 años para el compresor.



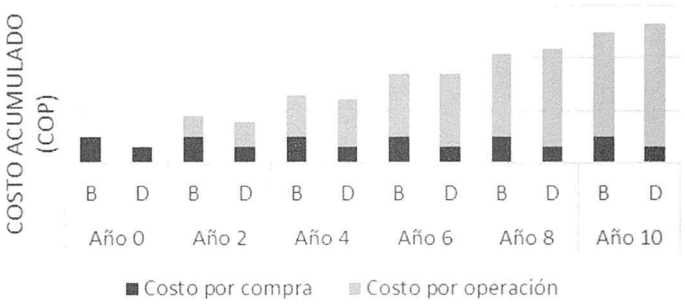
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Se realizó un análisis del impacto ambiental y económico asociado a la selección de equipos según su etiquetado energético. Las conclusiones del análisis fueron las siguientes:

- Desde el punto de vista **económico**, resulta más favorable implementar equipos con **etiqueta C**.
- Desde el punto de vista **ambiental**, la mejor opción es **etiqueta A**, aunque su disponibilidad en el mercado es limitada.
- **Se recomienda la implementación de equipos con etiqueta B,** como equilibrio entre eficiencia energética y viabilidad económica.




La gráfica compara el costo acumulado de adquisición y operación de equipos con etiquetas B y D, conforme al reglamento de etiquetado en Colombia.




Se observa que, a partir del año 6, los equipos con menor eficiencia (etiqueta D) generan mayores costos acumulados. Este comportamiento se acentúa cuando los equipos operan a temperaturas inferiores a las recomendadas (26 °C), incrementando el consumo energético.

## Equipos Varios

### 8.1.3.11. Instalación de sistema centralizado de control horario para tomas normales

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

Se propone la implementación de un sistema de control horario tipo On/Off para gestionar automáticamente el encendido y apagado de las tomas eléctricas convencionales del edificio. Esta medida busca reducir el consumo energético asociado a equipos conectados en periodos no operativos, como noches, fines de semana y tiempos de desocupación.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Entre los equipos comúnmente conectados a estas tomas se encuentran cargadores, impresoras, cafeteras y otros dispositivos auxiliares que, aun sin estar en uso, continúan consumiendo energía en modo de espera (standby).

El sistema se instalará en los tableros eléctricos que alimentan los circuitos de tomas seleccionados, permitiendo programar su desconexión automática fuera del horario laboral. La programación podrá ajustarse según las necesidades operativas y se recomienda incorporar un bypass manual para casos excepcionales que requieran suministro fuera del horario establecido.

**Ofimática**

#### 8.1.3.12. Transición de equipos de torre a equipos portátiles

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

Actualmente, el edificio presenta una alta proporción de equipos ofimáticos tipo torre, los cuales, en general, tienen un mayor consumo energético frente a equipos portátiles.

Se propone evaluar la transición progresiva hacia equipos portátiles, priorizando su implementación en futuros procesos de renovación tecnológica. No obstante, se recomienda que los equipos actuales continúen en operación hasta cumplir su vida útil, siempre que mantengan condiciones adecuadas de funcionamiento y desempeño.

**Ascensores**

#### 8.1.3.13. Transición de equipos de torre a equipos portátiles

**Descripción de la medida de eficiencia energética**

En caso de que el edificio cuente con sistemas de transporte vertical, se recomienda evaluar su estado y eficiencia energética. Los ascensores modernos incorporan tecnologías que permiten reducir la demanda energética hasta en un 30%.

Se sugiere considerar, en futuros procesos de renovación, la implementación de sistemas con regeneración de energía, tecnología gearless e iluminación eficiente.

**Bombas**

Implementación de variadores de velocidad para motores de bombas hidráulicas

**Descripción de la medida de eficiencia energética**



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Se propone la implementación de variadores de velocidad (VSD, por sus siglas en inglés) en los motores que accionan las bombas hidráulicas del edificio, con el objetivo de optimizar su operación y reducir el consumo energético asociado al bombeo de agua.
Esta medida permite ajustar la velocidad de los motores en función de la demanda real del sistema, evitando la operación continua a plena carga cuando no es necesario.

Los variadores se instalan entre el sistema de control y el motor, permitiendo una regulación más precisa del caudal y la presión. Esto mejora la eficiencia operativa y reduce el desgaste de los equipos, siendo especialmente útil en sistemas donde la demanda varía durante el día.
Adicionalmente, el uso de VSD contribuye a prolongar la vida útil de los motores, reducir costos de mantenimiento y disminuir picos de demanda eléctrica. Se recomienda complementar su implementación con una adecuada calibración de parámetros y capacitación básica al personal de mantenimiento.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

### 8.2. Compras públicas sostenibles

Los procesos de contratación de la Alcaldía de Yopal deben incorporar criterios de sostenibilidad, incluyendo aspectos relacionados con el uso eficiente de la energía, la reducción de impactos ambientales y la promoción de prácticas responsables en la adquisición de bienes y servicios.
En el marco del PGEE, se busca que los procesos de compra integren criterios de eficiencia energética en la selección de equipos y tecnologías, promoviendo la adquisición de soluciones con mejor desempeño energético a lo largo de su vida útil.

En Colombia, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con apoyo del Centro Nacional de Producción Más Limpia, ha desarrollado la Guía de Compras Públicas Sostenibles, la cual constituye una referencia para la inclusión de criterios ambientales en la contratación estatal.

En este sentido, se recomienda priorizar criterios de eficiencia energética en la adquisición de los siguientes tipos de equipos y suministros:

- Equipos de iluminación (tecnología LED, alta eficiencia)
- Equipos de climatización (aires acondicionados con etiquetado eficiente)
- Equipos de cómputo y periféricos
- Equipos eléctricos en general
- Vehículos y combustibles (cuando aplique)

Las fichas de sostenibilidad y los lineamientos técnicos asociados deben ser considerados como referencia para estructurar los procesos contractuales, alineándose con normativas como el RETIQ y el Sello Ambiental Colombiano.

### 8.3. Mejoras operacionales

Tal y como se ha indicado en el apartado dedicado a "Buenas prácticas", no todas las medidas de mejora del desempeño energético requieren inversiones significativas. Existen acciones de carácter operacional que, mediante ajustes en la forma de uso de los sistemas, permiten generar ahorros energéticos sin necesidad de intervención tecnológica compleja.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

En este sentido, se destacan acciones orientadas al mejoramiento de la operación del edificio, tales como la correcta programación de horarios de funcionamiento, el uso adecuado de los sistemas de climatización, el control de equipos en periodos de inactividad y la implementación de rutinas de apagado. Adicionalmente, se pueden implementar acciones relacionadas con el mantenimiento y la optimización de la infraestructura existente, las cuales contribuyen a mejorar el desempeño energético del edificio sin requerir necesariamente la sustitución de equipos. Estas incluyen la verificación de condiciones de operación, ajustes de setpoint en sistemas de aire acondicionado y control de infiltraciones (por ejemplo, cierre de ventanas durante operación de AC).

Estas medidas corresponden principalmente a las identificadas en la auditoría energética como oportunidades de tipo "blando", las cuales presentan un alto potencial de ahorro con baja o nula inversión, y deben ser priorizadas en las primeras fases de implementación del PGEE.

Como referencia técnica, también se pueden considerar lineamientos establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 6112 – Etiquetas Ambientales Tipo I (Sello Ambiental Colombiano – SAC), la cual establece criterios para el diseño y operación de edificaciones sostenibles, incluyendo aspectos relacionados con el uso eficiente de la energía.

### 8.4. Sensibilización y capacitación

En el apartado 3.2.2 se tratan los temas de sensibilización y capacitación en la fase de diagnóstico. Desde el punto de vista de la fase de implementación, se proponen acciones de comunicación, capacitación y acompañamiento al personal, orientadas al cumplimiento de los objetivos del PGEE.
En este sentido, resulta conveniente recurrir a las dinámicas de inducción (para nuevos empleados) y reinducción anual (para todo el personal), incorporando contenidos relacionados con la gestión eficiente de la energía, tales como la política energética, los objetivos y metas, así como las principales acciones implementadas en la entidad.

Adicionalmente, se podrán desarrollar campañas específicas dirigidas a los usuarios del edificio, enfocadas en el uso eficiente de la energía, tales como:

- Uso adecuado del aire acondicionado
- Apagado de equipos y reducción de consumos en modo reposo
- Uso racional de la iluminación



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Estas campañas podrán ser gestionadas a través de las áreas de talento humano o comunicaciones, integrando la eficiencia energética dentro de las estrategias de comunicación interna.

En cuanto a la capacitación, se debe considerar que en muchas ocasiones los procesos formativos se configuran a demanda. Por ello, es importante mantener un enfoque proactivo que permita identificar necesidades relacionadas con el uso eficiente de la energía y dar respuesta a las mismas mediante acciones de formación.

### 8.5. Mejoras organizacionales

En el apartado 4.6 "Financiación de proyectos" se presentan las diferentes alternativas de financiación identificadas para la implementación de proyectos de eficiencia energética en la Alcaldía Municipal de Yopal, junto con sus principales características, requisitos y posibles mecanismos de acceso. A partir de esta información, la entidad podrá analizar las condiciones técnicas, administrativas y financieras necesarias para acceder a dichas fuentes, incluyendo la posible articulación con sus instrumentos de planificación institucional y el ajuste de los procesos de programación presupuestal.

No obstante, la implementación efectiva de las medidas de eficiencia energética puede verse influenciada por diversos factores organizacionales que actúan como limitantes, entre los cuales se destacan:

- ✓ La ausencia de una priorización explícita del uso eficiente de la energía dentro de la planeación estratégica y la gestión institucional.
- ✓ La limitada disponibilidad de recursos no económicos, especialmente en términos de tiempo, capacidad operativa y personal técnico cualificado para la formulación, ejecución y seguimiento de proyectos energéticos.
- ✓ Las dificultades asociadas a la gestión, aprobación y ejecución de recursos destinados a iniciativas de eficiencia energética dentro de los procesos administrativos y presupuestales de la entidad.

En este contexto, se considera necesario fortalecer la estructura organizacional relacionada con la gestión energética, con el fin de facilitar la implementación del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE). Esto implica promover la asignación clara de responsabilidades, la consolidación de mecanismos de seguimiento y control, y la articulación efectiva entre las diferentes dependencias de la entidad, garantizando así una gestión más eficiente, coordinada y orientada a la mejora continua del desempeño energético.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

## 9. Seguimiento y Monitoreo

El Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE), para mantenerse vigente y operativo a lo largo del tiempo, debe ser sometido a un proceso continuo de seguimiento y monitoreo.

Esta etapa abarca tanto aspectos estratégicos como operativos, permitiendo evaluar el desempeño energético del edificio, especialmente en los sistemas identificados como usos significativos de la energía, tales como aire acondicionado, iluminación e infraestructura tecnológica.

El seguimiento del PGEE se realizará a partir de tres componentes principales: la revisión del plan en su conjunto, el análisis de los Indicadores de Desempeño Energético (IDEs) y el seguimiento a los planes de acción definidos. Estos elementos permiten verificar el cumplimiento de las metas establecidas y la efectividad de las medidas implementadas.

### 9.1. Revisión del PGEE por la dirección

Con una periodicidad anual, la dirección de la entidad deberá realizar la revisión integral del PGEE, evaluando su estructura, implementación y resultados, con el fin de asegurar su adecuación y eficacia en la gestión energética.

Esta revisión deberá considerar, como mínimo:

- El comportamiento del consumo energético en relación con la línea base definida.
- El cumplimiento de los objetivos y metas energéticas establecidas.
- El desempeño de los Indicadores de Desempeño Energético (IDEs).
- El avance y resultados de los planes de acción implementados.

Con base en esta evaluación, la dirección podrá tomar decisiones orientadas a mantener, ajustar o redefinir las estrategias del PGEE, incluyendo la incorporación de nuevas acciones de mejora.

Las reuniones de revisión deberán ser documentadas mediante actas que incluyan la fecha, los participantes, los temas tratados y las decisiones adoptadas, garantizando la trazabilidad del proceso.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Adicionalmente, se recomienda que el seguimiento evolucione hacia herramientas que faciliten la recopilación, consolidación y análisis de la información energética, incorporando metodologías de medición y verificación que permitan evaluar de forma precisa los ahorros generados.

| *Seguimiento del PGEE de Alcaldía Yopal* | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.1 Revisión anual del PGEE por la dirección | | | | | | |
| Fecha | Participantes | Rubros del PGEE | Se conserva | Se modifica | Modificaciones (si aplica) | Justificación |
| | | Normatividad | ☐ | ☐ | | |
| | | Metodología | ☐ | ☐ | | |
| | | Gestión administrativa | ☐ | ☐ | | |
| | | Gestión de personal | ☐ | ☐ | | |
| | | Gestión operativa | ☐ | ☐ | | |
| | | Política energética | ☐ | ☐ | | |
| | | Cumplimiento de normativa | ☐ | ☐ | | |
| | | Objetivos y metas energéticas | ☐ | ☐ | | |
| | | Comunicación interna y externa | ☐ | ☐ | | |
| | | Procedimientos e instructivos | ☐ | ☐ | | |
| | | Financiación de proyectos | ☐ | ☐ | | |
| | | Buenas prácticas | ☐ | ☐ | | |
| | | Compras públicas sostenibles | ☐ | ☐ | | |
| | | Sensibilización y capacitación | ☐ | ☐ | | |
| | | Mejoras organizacionales | ☐ | ☐ | | |
| | | Revisión del PGEE por la dirección | ☐ | ☐ | | |
| | | Revisión de indicadores | ☐ | ☐ | | |
| | | Revisión de planes de acción | ☐ | ☐ | | |
| | | Mejoras operacionales | ☐ | ☐ | | |
| | | Medidas de eficiencia energética de carácter pasivo | ☐ | ☐ | | |
| | | Reconversión tecnológica de equipos | ☐ | ☐ | | |
| | | Otros... | ☐ | ☐ | | |
| Autorizado por: (Nombre y firma) | | | | | | |

Ilustración 21 - Acta para la revisión anual del PGEE por la dirección



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

### 9.2. Revisión de indicadores

La alta dirección de la Alcaldía Municipal de Yopal deberá realizar revisiones periódicas de los Indicadores de Desempeño Energético (IDEs) definidos dentro del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE), los cuales estarán asociados principalmente al consumo de energía eléctrica del edificio, así como a variables operativas relevantes tales como la ocupación, los horarios de funcionamiento y el uso de los equipos consumidores de energía.

De conformidad con los lineamientos de la norma ISO ISO 50001:2018 e ISO 50006, los indicadores deberán mantenerse actualizados y ser representativos de las condiciones reales de operación de la entidad. Por tanto, cuando se presenten modificaciones en la infraestructura, ampliaciones, cambios operativos, incorporación de nuevos equipos o variaciones significativas en los patrones de consumo energético, los IDEs y la línea base energética deberán ser revisados y, de ser necesario, ajustados.

Asimismo, las decisiones relacionadas con la gestión energética, implementación de medidas de mejora y evaluación del desempeño deberán estar sustentadas en información técnica confiable, obtenida a través del sistema de medición y verificación (M&V), garantizando la trazabilidad, confiabilidad y documentación de los resultados. La información derivada del proceso de seguimiento energético deberá conservarse como soporte para la toma de decisiones, la evaluación de metas y el proceso de mejora continua del PGEE.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

| *Seguimiento del PGEE de Alcaldía Yopal* | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.2 Revisión anual de los IDEs por la dirección | | | | | | | |
| ha | Participantes | Grupo | Unidad | Se mantiene | Se modifica | Modificaciones | Aplica para: (Indicar N° de sede) | Justificación |
| | | Iluminación | (kWh/m²) | ☐ | ☐ | | | |
| | | Aire Acondicionado | (kWh/m².mes) | ☐ | ☐ | | | |
| | | Ofimáticos | (kWh/pers.mes) | ☐ | ☐ | | | |
| | | Servidores y UPS | (kWh/m²) | ☐ | ☐ | | | |
| | | Equipos varios | (kWh/m²) | ☐ | ☐ | | | |

| Autorizado por: (Nombre y firma) |
|---|

Ilustración 22 - Formato de acta para la revisión anual de los IDEs por la dirección



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

### 9.3. Revisión de planes de acción

Los planes de acción establecidos dentro del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE) de la Alcaldía Municipal de Yopal deberán ser objeto de seguimiento y revisión periódica, con el fin de evaluar su grado de implementación, nivel de cumplimiento y resultados obtenidos en términos de mejora del desempeño energético y ahorro de energía.

Cada una de las acciones definidas deberá ser analizada de manera individual, verificando su efectividad frente a los objetivos propuestos. En los casos en los que no se alcancen los resultados esperados, será necesario identificar las causas asociadas a su bajo desempeño y establecer acciones correctivas o de mejora que permitan redireccionar su implementación.

De acuerdo con los principios de mejora continúa establecidos en la norma ISO ISO 50001:2018, el proceso de evaluación de los planes de acción debe integrarse al sistema de gestión energética, garantizando la toma de decisiones basada en evidencias y resultados verificables.

Adicionalmente, se recomienda consolidar un registro sistemático de lecciones aprendidas derivadas de la implementación de los planes de acción, con el propósito de fortalecer la gestión energética institucional, mejorar la eficacia de las intervenciones futuras y optimizar la formulación de nuevos planes de mejora dentro del PGEE.

**Propósito del Formato:**
Registrar los resultados, análisis y decisiones de la alta dirección sobre el desempeño energético y la eficacia del Sistema de Gestión de la Energía (EnMS), con el fin de asegurar la mejora continua.

**Instrucciones de uso:**
1. Registrar la fecha de la revisión por la dirección.
2. Indicar los temas e indicadores energéticos analizados.
3. Resumir el análisis del desempeño energético y del EnMS.
4. Registrar las decisiones tomadas y acciones definidas.
5. Asignar responsables y fechas de seguimiento.

| | Fecha de revisión | Tema revisado | Resumen del análisis | Indicadores EnPIs evaluados | Desempeño del EnMS | Decisiones tomadas | Acciones definidas | Responsable | Fecha de seguimiento | Estado | Entradas consideradas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 15/03/2026 | Consumo energético | Se revisó el desempeño energético mensual y su comparación con la línea base | Consumo kWh/m², consumo total kWh | Mejora del 3% frente a línea base | Mantener estrategia actual | Continuar seguimiento del consumo energético y evaluar oportunidades de mejora | Gerencia | 15/06/2026 | En seguimiento | EnPIs, línea base, datos operacionales |
| 2 | 15/03/2026 | Desempeño energético y modelo | Se evaluó el modelo de regresión (HDD + ocupación) y desviaciones frente al consumo real | Consumo esperado vs real (kWh/m²), CV(RMSE), R² | Desviacion del +2% respecto al modelo esperado | Ajustar modelo energético y validar variables | Revisar variables independientes y recalibrar modelo | Responsable de energía | 15/05/2026 | Pendiente | Modelo energético, auditoría interna, datos climáticos |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

**Ejemplo de diligenciamiento:**
Las filas incluidas en la tabla anterior muestran un ejemplo de cómo registrar la información.

Ilustración 23 - Formato para la revisión anual de los planes de acción por la dirección



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

Se suscribe a los 07 días del mes de mayo de 2026

**María Catalina Bohórquez Ramírez**
Directora De Consultoría

**Andrés Julián Meneses**
Líder Auditor

**Mayra Liliana Rodríguez Cabulo**
R/L Consorcio Energético Yopal-2025



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

# PLAN DE GESTIÓN EFICIENTE DE ENERGÍA - PGEE

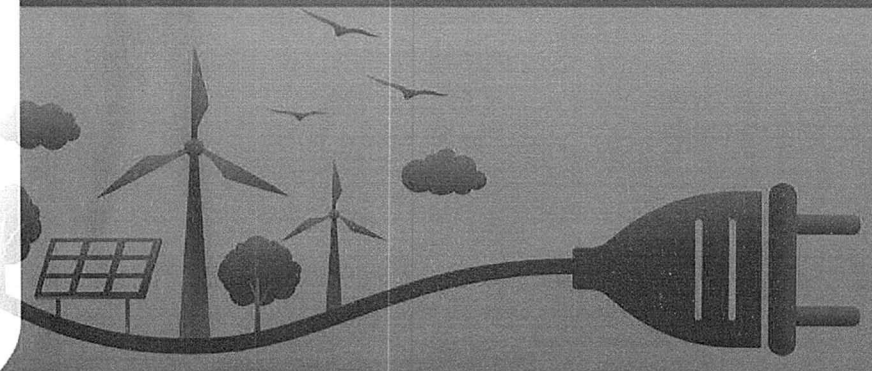
Alcaldía Municipal
de Yopal

YOPAL

CONSULTEC
DEL LLANO

CEY
2025

CONSORCIO ENERGÉTICO YOPAL 2025



# AUDITORIA ENERGÉTICA PALACIO MUNICIPAL DE YOPAL

# RESUMEN PGEE

"REALIZAR EL DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA, EN LA SEDE ADMINISTRATIVA PRINCIPAL, Y PROPONER ALTERNATIVAS DE USO RACIONAL Y EFICIENTE PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE LA ALCALDÍA DE YOPAL."



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

# 1. Resumen del auditoria

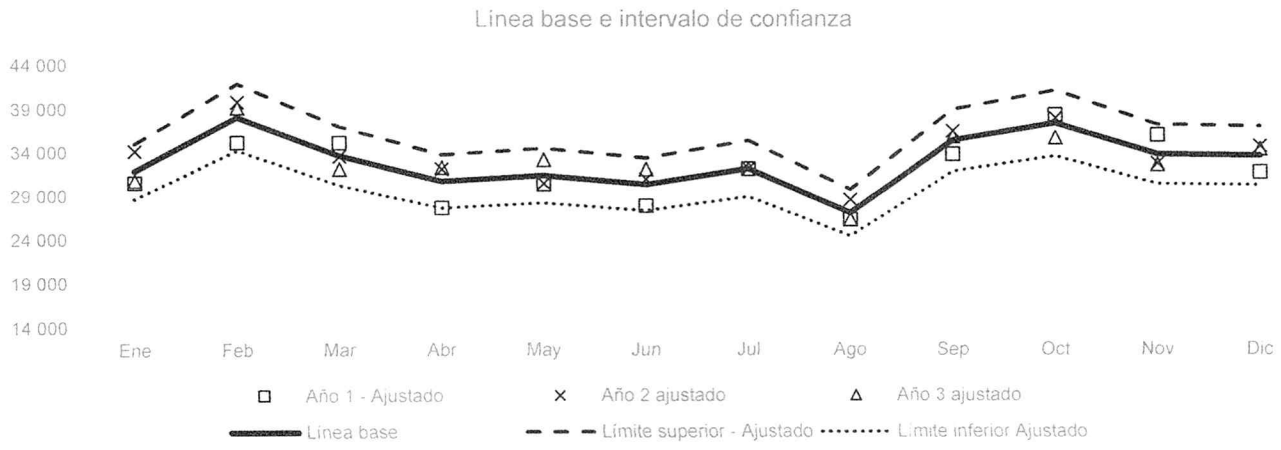
El presente documento constituye el anexo de diagnóstico energético del Plan de Gestión Eficiente de la Energía (PGEE) de la Alcaldía de Yopal, elaborado en cumplimiento del artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, modificado por el artículo 237 de la Ley 2294 de 2023, y desarrollado metodológicamente por la Resolución 016 de 2024 de la UPME.

**Diagnóstico del edificio**

La primera etapa de la auditoría consistió en caracterizar el edificio en su conjunto e identificar sus brechas de eficiencia energética. A partir del levantamiento de datos y la modelización del consumo, se estableció la Línea Base Energética (LBEn) del inmueble, expresada en kWh/m²/año, indicador clave recomendado para el seguimiento y verificación del desempeño energético en el tiempo.

Potencial de ahorro.

| Mes | Año 1 [kWh] | Año 2 [kWh] | Año 3 [kWh] | Línea base [kWh] |
|---|---|---|---|---|
| Enero | 30 581 | 34 192 | 30 828 | 31 867 |
| Febrero | 35 223 | 39 880 | 39 212 | 38 105 |
| Marzo | 35 191 | 33 619 | 32 175 | 33 662 |
| Abril | 27 720 | 32 175 | 32 340 | 30 745 |
| Mayo | 30 445 | 30 555 | 33 213 | 31 405 |
| Junio | 27 940 | 31 024 | 32 120 | 30 361 |
| Julio | 32 175 | 32 212 | 32 175 | 32 187 |
| Agosto | 26 279 | 28 627 | 26 326 | 27 077 |
| Septiembre | 33 851 | 36 487 | 35 885 | 35 408 |
| Octubre | 38 346 | 37 998 | 35 749 | 37 364 |
| Noviembre | 36 038 | 32 780 | 32 646 | 33 821 |
| Diciembre | 31 772 | 34 749 | 34 409 | 33 643 |
| **Promedio** | **32 130** | **33 692** | **33 090** | **32 970** |
| **kWh/m²/año** | | | | **153.3** |

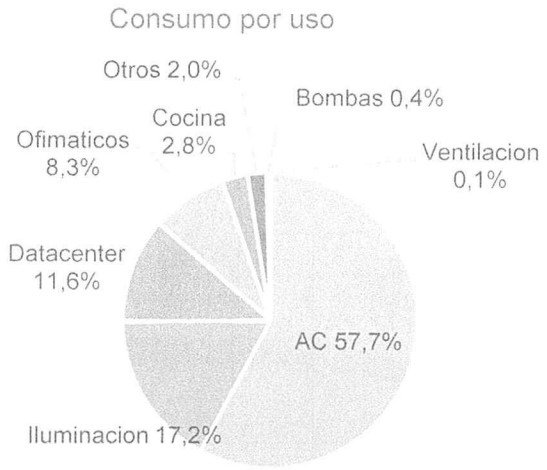





auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

El desglose del consumo anual revela que el sistema de aire acondicionado representa el mayor vector de consumo con un 57,5% del total (231.407 kWh), seguido por la iluminación de oficinas con un 13,9% (56.056 kWh) y el rack de datacenter con un 11,6% (46.726 kWh). Estos tres usos concentran más del 83% del consumo total del edificio, lo que orienta de manera clara las prioridades de intervención.

| Nombre | Uso | Total [kWh] | kWh/m²/an | % |
|---|---|---|---|---|
| AC | AC | 231,407 | 91 | 57.5% |
| Iluminación - Oficina | Iluminación | 56,056 | 22 | 13.9% |
| Rack datacenter | Datacenter | 46,726 | 18 | 11.6% |
| Ofimáticos | Ofimáticos | 27,492 | 11 | 6.8% |
| Cocina gas | Cocina | 11,322 | 4 | 2.8% |
| Equipos varios | Otros | 8,168 | 3 | 2.0% |
| Iluminación - Pasillos | laminación | 7,060 | 3 | 1.8% |
| Ofimáticos | Ofimáticos | 5,862 | 2 | 1.5% |
| Iluminación - Exterior | laminación | 4,271 | 2 | 1.1% |
| Iluminación - LT | laminación | 1,683 | 1 | 0.4% |
| Bombas sumergibles | Bombas | 1,000 | 0 | 0.2% |
| Bombas suministro | Bombas | 644 | 0 | 0.2% |
| VM baños | Ventilación | 274 | 0 | 0.1% |
| Iluminación - Baños | laminación | 235 | 0 | 0.1% |



Desglose energético

### Objetivo de ahorro obligatorio

En cumplimiento de la Resolución 016 de la UPME, la entidad tiene la obligación de implementar, en el año siguiente a la realización de la auditoría energética, estrategias que permitan alcanzar un ahorro mínimo del **15% en el consumo de energía eléctrica** respecto a la línea base energética definida en el presente documento. A partir del segundo año, deberán establecerse metas sostenibles conforme a lo definido en el PGEE.

### Medidas de conservación de energía identificadas

Esta etapa de diagnóstico e identificación de medidas de ahorro es primordial para mejorar el desempeño energético del edificio de forma estructurada y verificable. En total, se identificaron **13 Medidas de Conservación de Energía (ECM)**, que abarcan desde acciones sin inversión (CAPEX cero) hasta intervenciones con mayor requerimiento de capital. Las medidas han sido agrupadas en tres escenarios de implementación progresiva, definidos según su nivel de inversión, tiempo de retorno simple y complejidad de ejecución.

Resumen técnico y económico de medidas de conservación de energía (ECM)

| # | Medidas de ahorro energético | Cuantidad* | CAPEX [COP] | OPEX [COP] | Ahorro de energía [kWh/año] | Ahorro de energía [%] | Reducción de carbono [TeCO2/año] | Ahorro de carbono [%] | Amortización simple [año] | Impl. Escenario del año | Esc 1 | Esc 2 | Esc 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Eliminación de protecciones solares en ventanas del edificio antiguo (court interior) | / | - | - | 952,884 | 0.3% | 1 | 0.3% | - | 1 | x | x | x |
| 2 | Optimización de la densidad de iluminación en oficinas (futura renovación) | / | - | - | 1,563,350 | 0.5% | 2 | 0.5% | - | 1 | x | x | x |
| 3 | Política de cierre de ventanas con AC en funcionamiento | / | - | - | 3,937,320 | 1.2% | 5 | 1.2% | - | 1 | x | x | x |
| 4 | Ventilación natural nocturna | / | - | - | 3,937,320 | 1.2% | 5 | 1.2% | - | 1 | x | x | x |
| 5 | Procedimiento de apagado del aire acondicionado | / | - | - | 13,780,621 | 4.2% | 16 | 4.0% | - | 1 | x | x | |
| 6 | Sensores de presencia en locales técnicos | 9 sensores de presencia | 750,000 | - | 429,484 | 0.1% | 1 | 0.1% | 1 | 2 | | x | x |
| 7 | Instalación de cortina de aire en acceso posterior | 1 cortina de aire | 1,500,000 | - | 1,133,948 | 0.3% | 1 | 0.3% | 1 | 2 | | x | x |
| 8 | Control horario para aire acondicionado (edificio nuevo) | 2 actuadores de 63 A | 1,800,000 | - | 7,157,745 | 2.2% | 8 | 2.1% | - | 2 | | x | x |
| 9 | Sistema centralizado de control horario para tomas eléctricas (edificio nuevo) | 2 actuadores de 100 A | 1,974,900 | - | 2,537,062 | 0.8% | 3 | 0.7% | - | 2 | | x | x |
| 10 | Sensores de presencia en pasillos exteriores | 16 sensores | 3,500,000 | - | 2,361,492 | 0.7% | 3 | 0.7% | 1 | 3 | | | x |
| 11 | Eliminación de films solares innecesarios | / | 6,000,000 | - | 2,384,433 | 0.7% | 3 | 0.7% | 2 | 3 | | | x |
| 12 | Control horario centralizado para aire acondicionado (edificio antiguo) | / | 7,200,000 | - | 12,528,856 | 3.8% | 15 | 3.7% | - | 3 | | | x |
| 13 | Instalación de ventiladores de techo | 70 ventiladores | 42,000,000 | - | 17,191,718 | 5.3% | 20 | 5.0% | 2 | 3 | | | x |

* Detalle en fichas de las medidas.

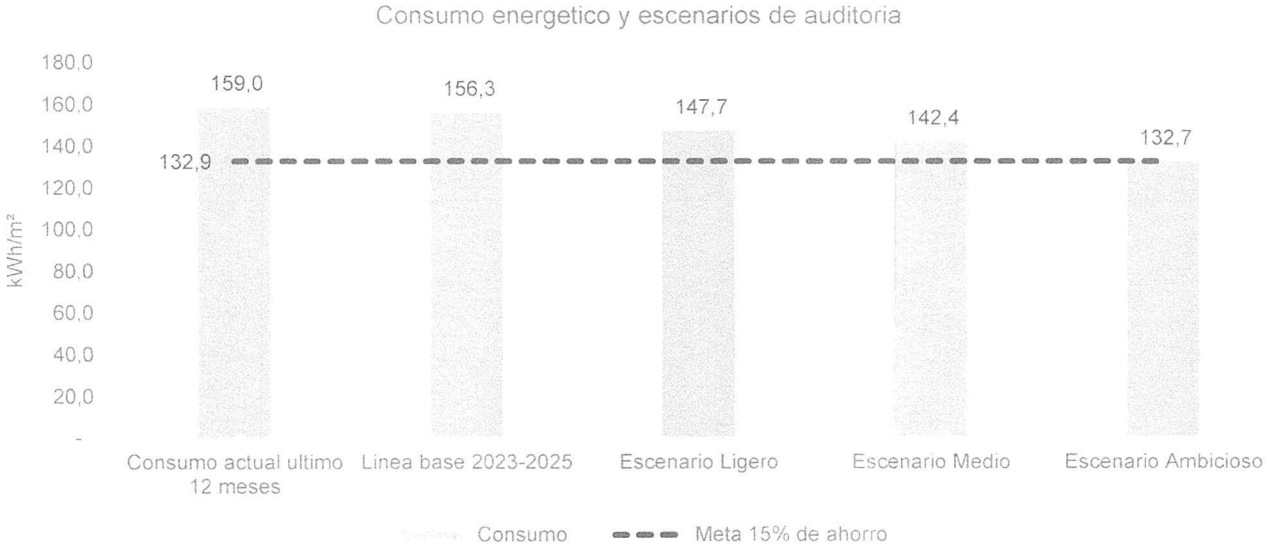
El **Escenario 1 — Ligero** agrupa exclusivamente medidas sin CAPEX, centradas en cambios de hábitos, procedimientos operativos y ajustes de configuración. Entre ellas destacan el procedimiento de apagado del aire acondicionado fuera del horario laboral (4,2% de ahorro), la política de cierre de ventanas con AC en funcionamiento (1,2%) y la ventilación natural nocturna (1,2%). Este escenario permite obtener una reducción del consumo de aproximadamente **6%** de forma inmediata, sin requerir ninguna inversión, convirtiéndolo en la estrategia prioritaria a corto plazo.

El **Escenario 2 — Medio** incorpora, en adición a las medidas del escenario anterior, inversiones moderadas orientadas a la automatización y el control: control horario para el aire acondicionado del edificio nuevo, sistema centralizado de gestión de tomas eléctricas, sensores de presencia en locales técnicos e instalación de cortina de aire en el acceso posterior. La combinación de estos dos escenarios permite alcanzar una reducción del consumo de hasta **11%**, con una inversión total contenida y tiempos de retorno cortos.

El **Escenario 3 — Ambicioso** integra la totalidad de las 13 medidas identificadas, incluyendo la instalación de ventiladores de techo, la eliminación de films solares innecesarios, sensores de presencia en pasillos exteriores y el control horario centralizado del aire acondicionado en el edificio antiguo. Este escenario permite alcanzar la meta reglamentaria de **15% de reducción** en consumo energético y emisiones de $CO_2$, con un beneficio máximo a largo plazo tanto en términos económicos como ambientales.

**Recomendación**

El análisis comparativo de los tres escenarios demuestra que existe un potencial significativo y progresivo de mejora del desempeño energético del edificio. Se recomienda adoptar un **enfoque de implementación por etapas**, iniciando de manera inmediata con las medidas de costo cero del Escenario 1, que generan ahorros visibles desde el primer año y sientan las bases de una cultura de gestión eficiente de la energía al interior de la entidad. Posteriormente, la entidad deberá avanzar hacia los escenarios de mayor inversión, priorizando las medidas con mejor relación costo-beneficio, hasta alcanzar y superar el umbral del 15% exigido por la normativa.




El seguimiento del desempeño energético deberá realizarse de forma continua a través del indicador **kWh/m²/año**, con reporte anual a la UPME conforme a los formatos y plazos establecidos por la entidad, garantizando así la trazabilidad de los ahorros obtenidos y el cumplimiento sostenido de los objetivos del PGEE.



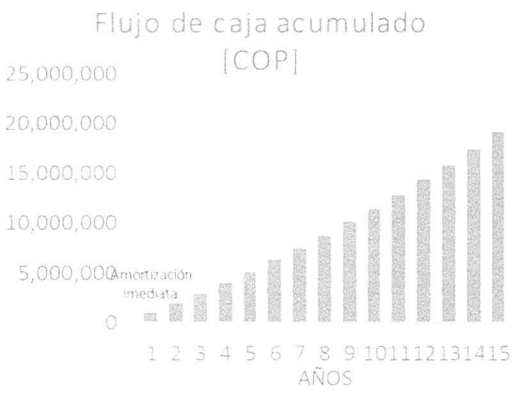
auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

# 2. Fichas detalladas de las medidas

**ECM #1** **Eliminación de protecciones solares en ventanas del edificio antiguo (court interior)**

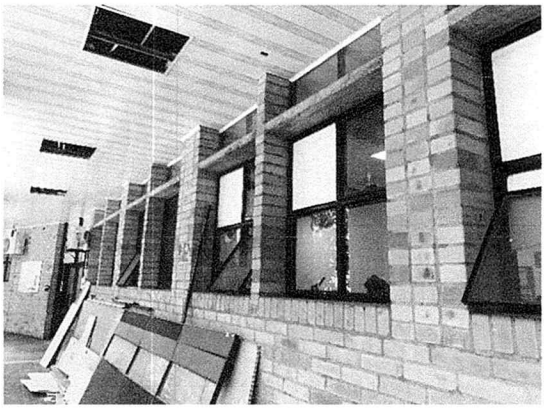
| | | |
|---|---|---|
| Ahorro de energía | **1 (0.28%)** | MWh/año |
| Reducción de CO2 | **0 (0.28%)** | Teq CO2/año |
| Ahorro de costos | **952 884 (0.29%)** | COP/año |
| CAPEX | 0 | COP |
| OPEX | 0 | COP/año |
| Amortización simple | 0 | años |
| Esperanza de vida | 30 | años |

| | |
|---|---|
| Edificio | Edificio antiguo |
| Tipo de ECM | Modificación |
| Uso de energía | Iluminacion - Oficina |
| Interesado | Interno |



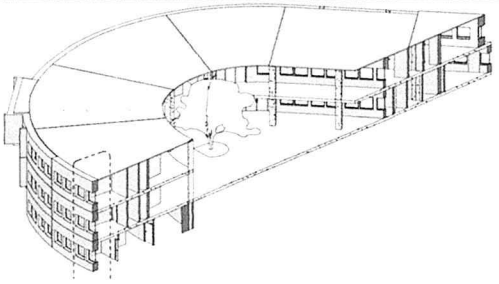

## Situación actual

Las oficinas orientadas hacia el patio interior reciben iluminación natural indirecta (reflejos desde fachadas y pasillos). Sin embargo, la presencia de films solares y protecciones interiores limita significativamente la entrada de luz natural, generando una dependencia elevada de iluminación artificial durante el día.



## Mejora propuesta

Retirar todos los elementos de protección solar (films y cortinas) en estas ventanas, en las zonas sin impacto solar directo. Esta acción permitirá maximizar el aporte de luz natural disponible sin generar sobrecalentamiento.



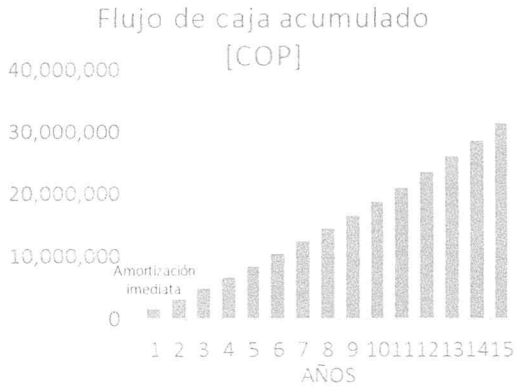


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**ECM #2** **Optimización de la densidad de iluminación en oficinas (futura renovación)**

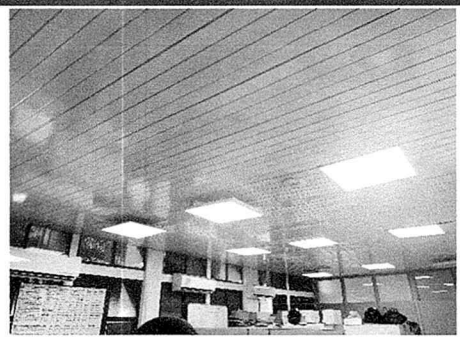
| | | |
|---|---|---|
| Ahorro de energía | **2 (0.46%)** | MWh/año |
| Reducción de CO2 | **0 (0.46%)** | Teq CO2/año |
| Ahorro de costos | **1 563 350 (0.48%)** | COP/año |
| CAPEX | 0 | COP |
| OPEX | 0 | COP/año |
| Amortización simple | 0 | años |
| Esperanza de vida | 30 | años |

| | |
|---|---|
| Edificio | Edificio antiguo |
| Tipo de ECM | Nueva instalación |
| Uso de energía | Iluminacion - Oficina |
| Interesado | Proveedor |




## Situación actual

La densidad de iluminación actual es de 6.4 W/m², superior a estándares de eficiencia actuales. La renovación del techo en el piso 2 implicará el desmontaje completo del sistema de iluminación existente.



## Mejora propuesta

Aprovechar la renovación para rediseñar el sistema de iluminación, apuntando a una densidad máxima de 5.5 W/m² mediante luminarias LED eficientes y mejor distribución. Complementar esta medida con el retiro de films solares en zonas sin exposición directa para maximizar luz natural.

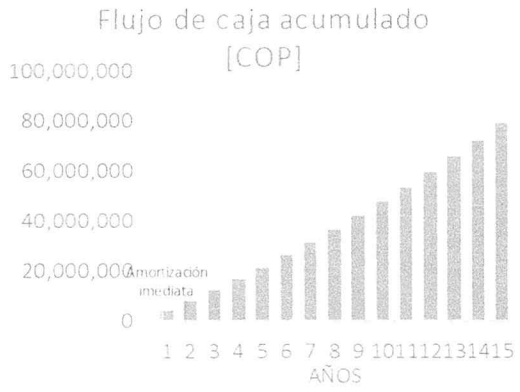


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**ECM #3** **Política de cierre de ventanas con AC en funcionamiento**

| | | |
|---|---|---|
| Ahorro de energía | **5 (1.15%)** | MWh/año |
| Reducción de CO2 | **1 (1.17%)** | Teq CO2/año |
| Ahorro de costos | **3 937 320 (1.2%)** | COP/año |
| CAPEX | 0 | COP |
| OPEX | 0 | COP/año |
| Amortización simple | 0 | años |
| Esperanza de vida | 30 | años |

| | |
|---|---|
| Edificio | Oficinas |
| Tipo de ECM | Sensibilización |
| Uso de energía | AC |
| Interesado | Interno |




## Situación actual

Se observaron ventanas abiertas mientras el aire acondicionado estaba en operación, generando pérdidas térmicas importantes y aumento del consumo energético.



## Mejora propuesta

Implementar una política clara de operación que obligue al cierre de ventanas cuando el aire acondicionado esté encendido, especialmente durante las horas más calurosas del día.

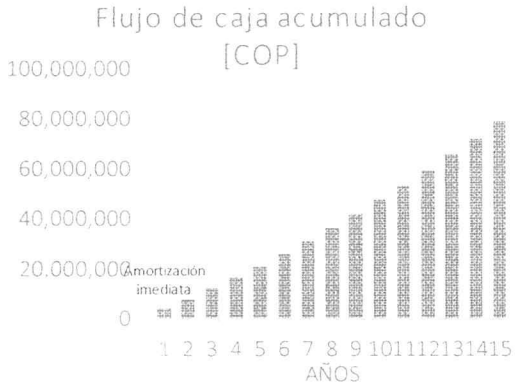


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**ECM #4** **Ventilación natural nocturna**

| | | |
|---|---|---|
| Ahorro de energía | **5 (1.15%)** | MWh/año |
| Reducción de CO2 | **1 (1.17%)** | Teq CO2/año |
| Ahorro de costos | **3 937 320 (1.2%)** | COP/año |
| CAPEX | 0 | COP |
| OPEX | 0 | COP/año |
| Amortización simple | 0 | años |
| Esperanza de vida | 30 | años |

| | |
|---|---|
| Edificio | Oficinas |
| Tipo de ECM | Sensibilización |
| Uso de energía | AC |
| Interesado | Interno |




## Situación actual

Las temperaturas exteriores descienden significativamente durante la noche, pero este potencial de enfriamiento pasivo no se aprovecha.

## Mejora propuesta

Implementar una estrategia de ventilación nocturna mediante la apertura controlada de ventanas en zonas seguras (patio interior, niveles superiores), permitiendo enfriar naturalmente los espacios antes del inicio de la jornada.

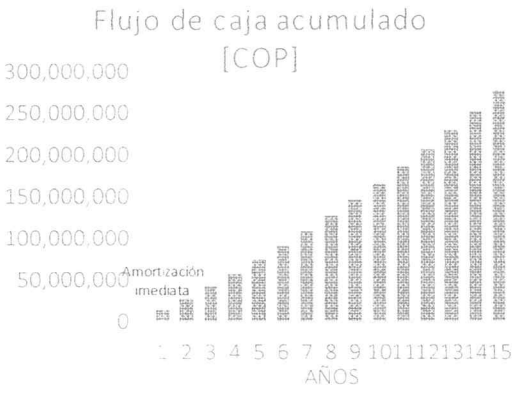


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**ECM #5** **Procedimiento de apagado del aire acondicionado**

| | | |
|---|---|---|
| Ahorro de energía | **16 (4.03%)** | MWh/año |
| Reducción de CO2 | **3 (4.09%)** | Teq CO2/año |
| Ahorro de costos | **13 780 621 (4.21%)** | COP/año |
| CAPEX | 0 | COP |
| OPEX | 0 | COP/año |
| Amortización simple | 0 | años |
| Esperanza de vida | 30 | años |

| | |
|---|---|
| Edificio | Todo el edificio |
| Tipo de ECM | Sensibilización |
| Uso de energía | AC |
| Interesado | Interno |




## Situación actual

En oficinas con control manual, las unidades de aire acondicionado suelen permanecer encendidas durante la noche debido a la falta de responsabilidad asignada o control operativo.

## Mejora propuesta

Implementar un procedimiento operativo claro asignando al personal de seguridad la verificación y apagado sistemático de los equipos de aire acondicionado al final de la jornada laboral.

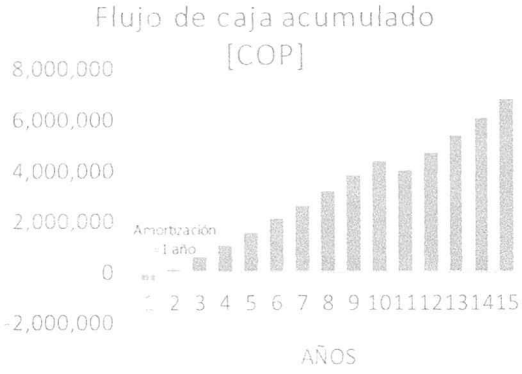


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**ECM #6** **Sensores de presencia en locales técnicos**

| | | |
|---|---|---|
| Ahorro de energía | **1 (0,13%)** | MWh/año |
| Reducción de CO2 | **0 (0,13%)** | Teq CO2/año |
| Ahorro de costos | **429 484 (0,13%)** | COP/año |
| CAPEX | 750,000 | COP |
| OPEX | 0 | COP/año |
| Amortización simple | 1 | años |
| Esperanza de vida | 10 | años |

| | |
|---|---|
| Edificio | Locales tecnicos |
| Tipo de ECM | Nueva instalación |
| Uso de energía | Iluminacion - LT |
| Interesado | Proveedor |



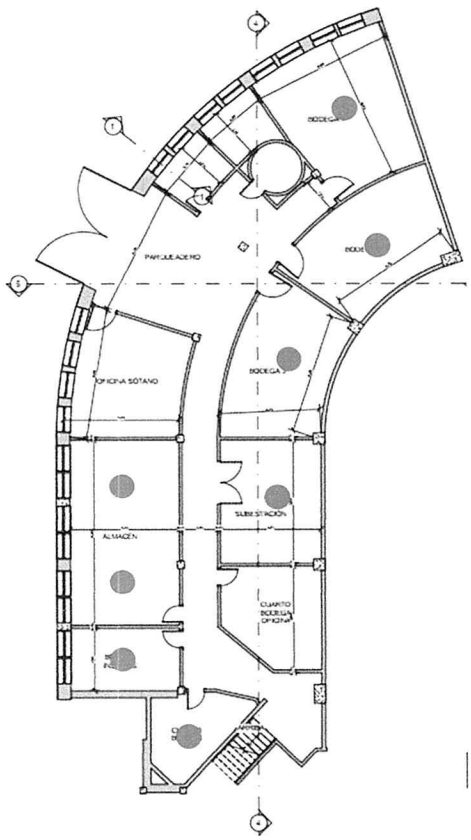

## Situación actual



La iluminación en locales técnicos es controlada manualmente y frecuentemente queda encendida incluso cuando no hay ocupación.

## Mejora propuesta

Instalar sensores de presencia para automatizar el encendido y apagado de la iluminación en función de la ocupación real.




## Resumen de supuestos

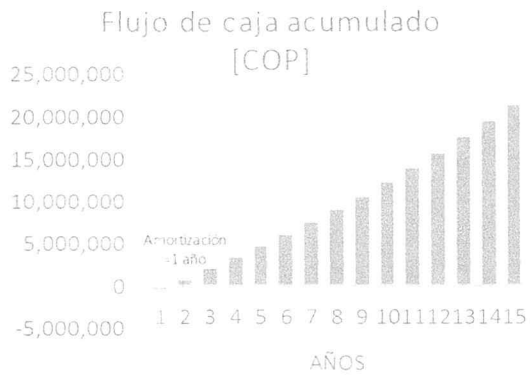
9 sensores de presencia



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**ECM #7** **Instalación de cortina de aire en acceso posterior**

| | | |
|---|---|---|
| Ahorro de energía | **1 (0,33%)** | MWh/año |
| Reducción de CO2 | **0 (0,34%)** | Teq CO2/año |
| Ahorro de costos | **1 143 078 (0,35%)** | COP/año |
| CAPEX | 1,500,000 | COP |
| OPEX | 0 | COP/año |
| Amortización simple | 1 | años |
| Esperanza de vida | 15 | años |




| | |
|---|---|
| Edificio | Edificio nuevo |
| Tipo de ECM | Nueva instalación |
| Uso de energía | AC |
| Interesado | Proveedor |

## Situación actual

La puerta trasera presenta aperturas frecuentes y prolongadas por operación manual, generando pérdidas importantes de aire frío hacia el exterior y aumento de carga térmica.



## Mejora propuesta

Instalar una cortina de aire en la puerta para crear una barrera térmica que limite las infiltraciones, manteniendo la funcionalidad del acceso.



## Resumen de supuestos

1 cortina de aire de 300 W

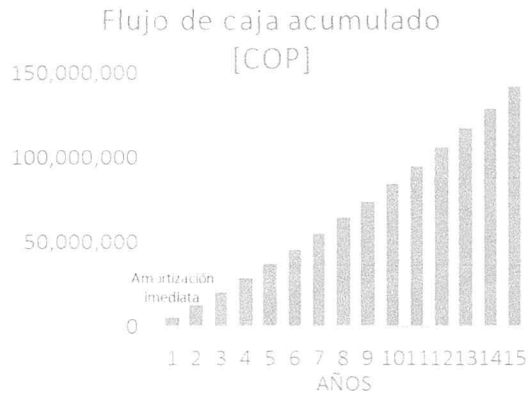


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**ECM #8** **Control horario para aire acondicionado (edificio nuevo)**

| | | |
|---|---|---|
| Ahorro de energía | **8 (2,09%)** | MWh/año |
| Reducción de CO2 | **1 (2,12%)** | Teq CO2/año |
| Ahorro de costos | **7 157 745 (2,19%)** | COP/año |
| CAPEX | 1,800,000 | COP |
| OPEX | 0 | COP/año |
| Amortización simple | 0 | años |
| Esperanza de vida | 15 | años |

| | |
|---|---|
| Edificio | Edificio nuevo |
| Tipo de ECM | Nueva instalación |
| Uso de energía | AC |
| Interesado | Proveedor |




## Situación actual

Mediciones eléctricas indican una carga base de aproximadamente 10% en tableros de aire acondicionado fuera de horario laboral, reflejando uso ineficiente o falta de control.



## Mejora propuesta

Implementar un sistema centralizado de control horario en los tableros de aire acondicionado ya segregados para apagar automáticamente los equipos fuera de horario.

## Resumen de supuestos

2 actuadores de 63 A (TAA 1P - TAA 2P)

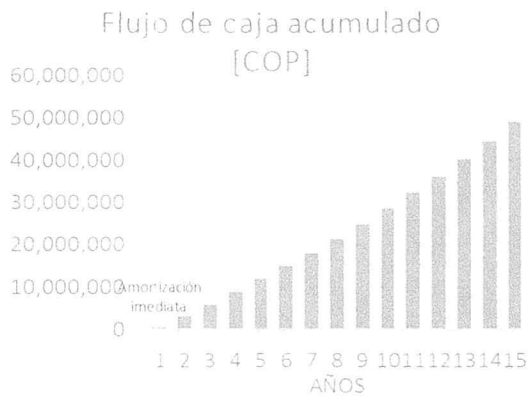


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**ECM #9** **Sistema centralizado de control horario para tomas eléctricas (edificio nuevo)**

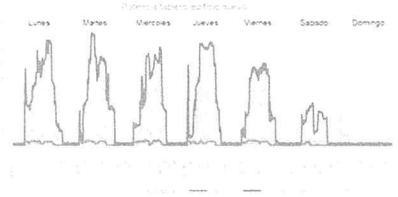
| | | |
|---|---|---|
| Ahorro de energía | **3 (0,74%)** | MWh/año |
| Reducción de CO2 | **1 (0,75%)** | Teq CO2/año |
| Ahorro de costos | **2 537 062 (0,77%)** | COP/año |
| CAPEX | 1,974,900 | COP |
| OPEX | 0 | COP/año |
| Amortización simple | 0 | años |
| Esperanza de vida | 15 | años |

| | |
|---|---|
| Edificio | Edificio nuevo |
| Tipo de ECM | Nueva instalación |
| Uso de energía | Equipos varios |
| Interesado | Proveedor |




## Situación actual

Las mediciones eléctricas muestran una carga base de aproximadamente 5º durante noches y fines de semana, lo que indica la presencia de consumos innecesarios (equipos en standby, cargadores, pequeños equipos no desconectados).




## Mejora propuesta

Instalar un sistema centralizado de control horario que permita cortar automáticamente la alimentación de las tomas normales fuera del horario laboral, en los tableros ya segregados del edificio nuevo.

## Resumen de supuestos

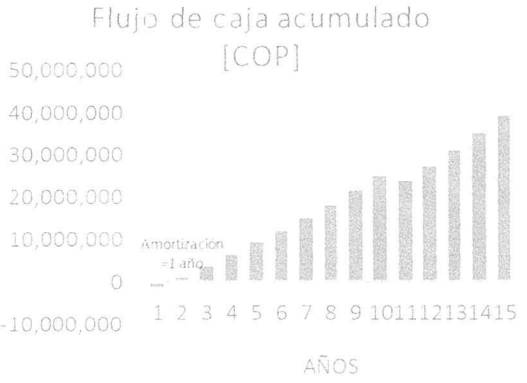
2 actuadores de 100 A (TN 1P - TN 2P)



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

## CM #10 Sensores de presencia en pasillos exteriores

| | | |
|---|---|---|
| Ahorro de energía | **3 (0,69%)** | MWh/año |
| Reducción de CO2 | **0 (0,7%)** | Teq CO2/año |
| Ahorro de costos | **2 361 492 (0,72%)** | COP/año |
| CAPEX | 3,500,000 | COP |
| OPEX | 0 | COP/año |
| Amortización simple | 1 | años |
| Esperanza de vida | 10 | años |




| | |
|---|---|
| Edificio | Exterior |
| Tipo de ECM | Nueva instalación |
| Uso de energía | Iluminacion - Exterior |
| Interesado | Proveedor |

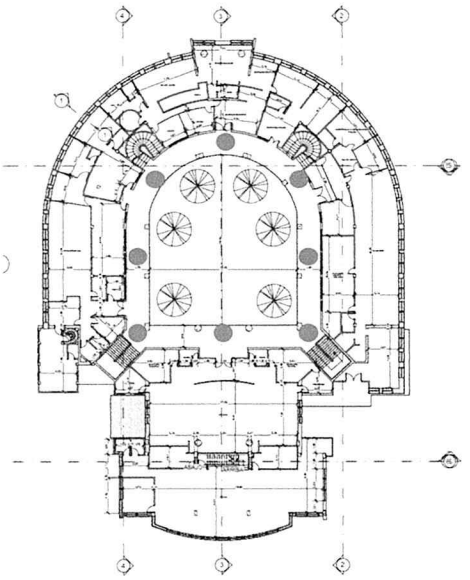
### Situación actual

La iluminación exterior opera con un horario fijo (6pm a 6am), independientemente del nivel real de ocupación, que es bajo durante gran parte de ese periodo.



### Mejora propuesta

Instalar sensores de presencia que permitan activar la iluminación únicamente cuando haya tránsito, manteniendo un nivel mínimo de seguridad si es necesario (modo dimming).



### Resumen de supuestos

16 sensores de presencia exterior a instalar en el pasillo exterior (8 en cada piso)

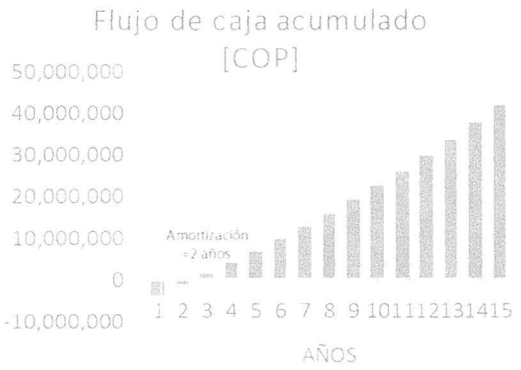


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**ECM #11** **Eliminación de films solares innecesarios**

| | | |
|---|---|---|
| Ahorro de energía | **3 (0.7%)** | MWh/año |
| Reducción de CO2 | **0 (0.71%)** | Teq CO2/año |
| Ahorro de costos | **2 384 433 (0.73%)** | COP/año |
| CAPEX | 6,000,000 | COP |
| OPEX | 0 | COP/año |
| Amortización simple | 2 | años |
| Esperanza de vida | 30 | años |

| | |
|---|---|
| Edificio | Oficinas |
| Tipo de ECM | Modificación |
| Uso de energía | Iluminacion - Oficina |
| Interesado | Interno |




## Situación actual

Existen múltiples oficinas sin exposición solar directa que cuentan con films solares, lo que reduce innecesariamente la entrada de luz natural.



## Mejora propuesta

Retirar los films solares en zonas sin impacto solar directo, manteniéndolos únicamente donde sean necesarios para control térmico.

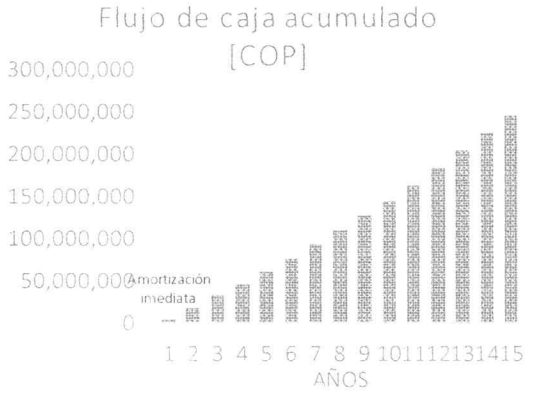


auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

**ECM #12** **Control horario centralizado para aire acondicionado (edificio antiguo)**

| | | |
|---|---|---|
| Ahorro de energía | **15 (3,71%)** | MWh/año |
| Reducción de CO2 | **3 (3,76%)** | Teq CO2/año |
| Ahorro de costos | **12 687 352 (3,88%)** | COP/año |
| CAPEX | 7,200,000 | COP |
| OPEX | 0 | COP/año |
| Amortización simple | 0 | años |
| Esperanza de vida | 15 | años |

| | |
|---|---|
| Edificio | Edificio antiguo |
| Tipo de ECM | Nueva instalación |
| Uso de energía | AC |
| Interesado | Proveedor |




## Situación actual

Equipos de aire acondicionado operan de forma manual y frecuentemente quedan encendidos fuera del horario laboral. Además, los tableros eléctricos no están segregados por uso, dificultando su control.

## Mejora propuesta

Reconfigurar la instalación eléctrica para separar los circuitos de aire acondicionado y posteriormente implementar un sistema centralizado de control horario que apague automáticamente los equipos fuera de horario.

## Resumen de supuestos

Estimacion de 8 tableros despues de la renovacion electrica.



auditoriaenergetica2025@gmail.com
3208045738
Carrera 19 # 6-55Yopal Casanare

# **Anexo 8** Certificado de Calibración de equipo

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

ISO/IEC 17025:2017
16 - LAC- 021

**Número de Certificado:** SEI260366

| | | | |
|---|---|---|---|
| **CLIENTE:©** | DENKEN S.A.S. | | |
| **DIRECCIÓN:©** | CARRERA 19 # 85-49 - BOGOTÁ D.C. | | |
| **EQUIPO CALIBRADO:** | ANALIZADOR DE CALIDAD ENERGÍA ELÉCTRICA TRIFÁSICO | | |
| **FABRICANTE:** | UNI-T | **FECHA DE CALIBRACIÓN:** | 05 marzo 2026 |
| **MODELO:** | UT285-C | **FECHA DE EXPEDICIÓN:** | 06 marzo 2026 |
| **NÚMERO SERIE:** | C230366347 | **NÚMERO DE CONTROL:** | M26978 |
| **MÉTODO DE CALIBRACIÓN:** | 'Euramet CG-15/V 3.0 Guidelines on the Calibration of Digital Multimeters', emitido en febrero de 2015 y 'Calibración de pinzas amperimétricas', LAB-P10 V01, 2019-06-30. | | |
| **TEMPERATURA:** | 18 º C a 26 ºC | **TIPO DE DATO:** | FOUND-LEFT |
| **HUMEDAD RELATIVA:** | (35 a 70) %RH | **TOTAL PÁGINAS:** | 5 |

Los resultados contenidos en este Certificado corresponden solo al instrumento bajo prueba y se refieren al momento y condiciones en que se realizan las mediciones, el Laboratorio de Calibración de SEI SISTEMAS E INSTRUMENTACION S.A. no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos calibrados. Es responsabilidad del usuario establecer la fecha de una nueva calibración para este instrumento.

La calibración se realizó en las instalaciones permanentes del laboratorio ubicadas en la Calle 86A # 49D-03 en Bogotá D.C. Este Certificado no podrá ser reproducido total o parcialmente excepto cuando se haya obtenido previamente aprobación escrita por parte de SEI SISTEMAS E INSTRUMENTACION S.A..

El tipo de dato que puede contener este Certificado debe ser interpretado asi:
AS-FOUND: Los datos de la Calibración corresponden a la unidad bajo prueba antes de reparación y/o ajuste.
AS-LEFT**: Los datos de la Calibración corresponden a la unidad bajo prueba después de reparación y/o ajuste.
FOUND-LEFT : Los datos de la Calibración corresponden a la unidad bajo prueba sin ningún tipo de reparación y/o ajuste.
**: El laboratorio cuenta con previa autorización del cliente en el momento de realizar ajuste.
©: Información suministrada por el cliente.

Las mediciones que se identifican al final de cada línea como "Pasa" o "No pasa" corresponden a la aplicación de una regla de decisión binaria con zona de seguridad. "Pasa" indica conformidad cuando el resultado, considerando la incertidumbre, no excede el límite de error especificado (mínimo y/o máximo); "No pasa" indica no conformidad cuando lo excede. La evaluación se realiza conforme a la guía ILAC-G8:09/2019.
Las pruebas marcadas con "*" al final de la línea no están cubiertas por el alcance de la acreditación.
Las pruebas de funcionamiento con resultados de tipo "Cumple" - "No cumple", no se hallan cubiertas por el alcance de acreditación, al igual que aquellas mediciones donde no se presenta un valor de incertidumbre.

La incertidumbre expandida, se calculada a partir de la incertidumbre estándar combinada y multiplicada por un factor de cobertura k, que proporciona un nivel de confianza aproximado del 95 % y no menor a este valor. La evaluación y expresión de la incertidumbre se realizan conforme a los criterios establecidos en ILAC P14:09/2020.

Elabora:
JUAN MARTÍNEZ
Metrólogo

Autorizado por:
LUIS JORDAN
Director Técnico

LUIS ALBERTO JORDAN RODRIGUEZ

Firmado digitalmente por LUIS ALBERTO JORDAN RODRIGUEZ
Fecha: 2026.03.06 11:21:49 -05'00'



Calle 86a #49d-03 Bogotá D.C. +57(601)6449797 3195091636 centrodeservicios@sei-sa.com

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**Número de Certificado:** SEI260366

ISO/IEC 17025:2017
16 - LAC- 021

## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

| Función / Rango | Valor referencia | Valor leído | Error | Límite de Error Mínimo | Límite de Error Máximo | Incertidumbre expandida | Factor cobertura | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Prueba de encendido** | | Cumple | | | | | | |
| **Prueba de operación** | | Cumple | | | | | | |
| **Prueba de baterías, indicador propio** | | Cumple | | | | | | |
| **Prueba de pantalla** | | Cumple | | | | | | |
| **Prueba de seguridad** | | Cumple | | | | | | |
| **Prueba de controles** | | Cumple | | | | | | |
| **Marcación e identificación** | | Cumple | | | | | | |
| **MEDICIÓN DE TENSIÓN C.A.** | | | | | | | | |
| **INTERVALO 1000 V** | | | | | | | | |
| **CANAL A/L1** | | | | | | | | |
| | 100.0 V, 50 Hz | 100 V | 0.00 V | 95 V | 106 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 100.0 V, 60 Hz | 100 V | 0.00 V | 95 V | 106 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 V, 50 Hz | 498 V | -2.00 V | 493 V | 508 V | 7.2e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 V, 60 Hz | 497 V | -3.00 V | 493 V | 508 V | 5.8e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 V, 50 Hz | 897 V | -3.00 V | 891 V | 910 V | 6.1e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 V, 60 Hz | 896 V | -4.00 V | 891 V | 910 V | 6.1e-001 V | 2.0 | Pasa |
| **CANAL B/L2** | | | | | | | | |
| | 100.0 V, 50 Hz | 100 V | 0.00 V | 95 V | 106 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 100.0 V, 60 Hz | 100 V | 0.00 V | 95 V | 106 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 V, 50 Hz | 499 V | -1.00 V | 493 V | 508 V | 5.8e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 V, 60 Hz | 499 V | -1.00 V | 493 V | 508 V | 5.8e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 V, 50 Hz | 899 V | -1.00 V | 891 V | 910 V | 6.1e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 V, 60 Hz | 899 V | -1.00 V | 891 V | 910 V | 6.1e-001 V | 2.0 | Pasa |
| **CANAL C/L3** | | | | | | | | |
| | 100.0 V, 50 Hz | 100 V | 0.00 V | 95 V | 106 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 100.0 V, 60 Hz | 100 V | 0.00 V | 95 V | 106 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 V, 50 Hz | 498 V | -2.00 V | 493 V | 508 V | 5.8e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 V, 60 Hz | 498 V | -2.00 V | 493 V | 508 V | 5.8e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 V, 50 Hz | 899 V | -1.00 V | 891 V | 910 V | 6.1e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 V, 60 Hz | 899 V | -1.00 V | 891 V | 910 V | 6.1e-001 V | 2.0 | Pasa |
| **CANAL N** | | | | | | | | |
| | 100.0 V, 50 Hz | 100 V | 0.00 V | 95 V | 106 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 100.0 V, 60 Hz | 100 V | 0.00 V | 95 V | 106 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 V, 50 Hz | 499 V | -1.00 V | 493 V | 508 V | 5.8e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 V, 60 Hz | 499 V | -1.00 V | 493 V | 508 V | 5.8e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 V, 50 Hz | 900 V | 0.00 V | 891 V | 910 V | 6.1e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 V, 60 Hz | 900 V | 0.00 V | 891 V | 910 V | 6.1e-001 V | 2.0 | Pasa |
| **MEDICIÓN DE TENSIÓN C.C.** | | | | | | | | |
| **INTERVALO 1000 V** | | | | | | | | |
| **CANAL A/L1** | | | | | | | | |
| | -100.0 V | -100 V | 0.00 V | -106 V | -94 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |



Calle 86a #49d-03 Bogotá D.C. +57(601)6449797 3195091636 centrodeservicios@sei-sa.com

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**Número de Certificado:** SEI260366

ISO/IEC 17025:2017
16 - LAC- 021

## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

| Función / Rango | Valor referencia | Valor leído | Error | Límite de Error Mínimo | Límite de Error Máximo | Incertidumbre expandida | Factor cobertura | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0.0 V | 0 V | 0.00 V | -5 V | 5 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 100.0 V | 100 V | 0.00 V | 94 V | 106 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 V | 497 V | -3.00 V | 490 V | 510 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 V | 895 V | -5.00 V | 886 V | 914 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | -900.0 V | -896 V | 4.00 V | -914 V | -886 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| **CANAL B/L2** | | | | | | | | |
| | -100.0 V | -101 V | -1.00 V | -106 V | -94 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 0.0 V | -0 V | 0.00 V | -5 V | 5 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 100.0 V | 100 V | 0.00 V | 94 V | 106 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 V | 499 V | -1.00 V | 490 V | 510 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 V | 898 V | -2.00 V | 886 V | 914 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | -900.0 V | -899 V | 1.00 V | -914 V | -886 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| **CANAL C/L3** | | | | | | | | |
| | -100.0 V | -100 V | 0.00 V | -106 V | -94 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 0.0 V | 0 V | 0.00 V | -5 V | 5 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 100.0 V | 100 V | 0.00 V | 94 V | 106 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 V | 498 V | -2.00 V | 490 V | 510 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 V | 897 V | -3.00 V | 886 V | 914 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | -900.0 V | -898 V | 2.00 V | -914 V | -886 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| **CANAL N** | | | | | | | | |
| | -100.0 V | -100 V | 0.00 V | -106 V | -94 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 0.0 V | 0 V | 0.00 V | -5 V | 5 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 100.0 V | 100 V | 0.00 V | 94 V | 106 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 V | 499 V | -1.00 V | 490 V | 510 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 V | 898 V | -2.00 V | 886 V | 914 V | 5.7e-001 V | 2.0 | Pasa |
| | -900.0 V | -899 V | 1.00 V | -914 V | -886 V | 7.1e-001 V | 2.0 | Pasa |
| **MEDICIÓN DE CORRIENTE** | | | | | | | | |
| **CANAL A/L1** | | | | | | | | |
| **INTERVALO 1000 A** | | | | | | | | |
| **La pinza utlizada en este canal es:** | | | | | | | | |
| **UNI-T,068B,50120223 L1** | | | | | | | | |
| | 100.0 A, 50 Hz | 100 A | 0.00 A | 95 A | 105 A | 6.6e-001 A | 2.0 | Pasa |
| | 300.0 A, 50 Hz | 301 A | 1.0 A | 291 A | 309 A | 1.6e+000 A | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 A, 50 Hz | 503 A | 3.0 A | 487 A | 513 A | 2.5e+000 A | 2.0 | Pasa |
| | 700.0 A, 50 Hz | 705 A | 5.0 A | 683 A | 717 A | 3.5e+000 A | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 A, 50 Hz | 908 A | 8.0 A | 879 A | 921 A | 4.4e+000 A | 2.0 | Pasa |
| **CANAL B/L2** | | | | | | | | |
| **INTERVALO 1000 A** | | | | | | | | |



Calle 86a #49d-03 Bogotá D.C. +57(601)6449797 3195091636 centrodeservicios@sei-sa.com

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**Número de Certificado:** SEI260366

ISO/IEC 17025:2017
16 - LAC- 021

## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

| Función / Rango | Valor referencia | Valor leído | Error | Límite de Error Mínimo | Límite de Error Máximo | Incertidumbre expandida | Factor cobertura | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **La pinza utlizada en este canal es:** | | | | | | | | |
| **UNI-T,068B,50120223 L2** | | | | | | | | |
| | 100.0 A, 50 Hz | 100 A | 0.00 A | 95 A | 105 A | 6.6e-001 A | 2.0 | Pasa |
| | 300.0 A, 50 Hz | 301 A | 1.0 A | 291 A | 309 A | 1.6e+000 A | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 A, 50 Hz | 502 A | 2.0 A | 487 A | 513 A | 2.5e+000 A | 2.0 | Pasa |
| | 700.0 A, 50 Hz | 704 A | 4.0 A | 683 A | 717 A | 3.5e+000 A | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 A, 50 Hz | 905 A | 5.0 A | 879 A | 921 A | 4.4e+000 A | 2.0 | Pasa |
| **CANAL C/L3** | | | | | | | | |
| **INTERVALO 1000 A** | | | | | | | | |
| **La pinza utlizada en este canal es:** | | | | | | | | |
| **UNI-T,068B,50120223 L3** | | | | | | | | |
| | 100.0 A, 50 Hz | 100 A | 0.00 A | 95 A | 105 A | 6.6e-001 A | 2.0 | Pasa |
| | 300.0 A, 50 Hz | 301 A | 1.0 A | 291 A | 309 A | 1.6e+000 A | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 A, 50 Hz | 502 A | 2.0 A | 487 A | 513 A | 2.5e+000 A | 2.0 | Pasa |
| | 700.0 A, 50 Hz | 704 A | 4.0 A | 683 A | 717 A | 3.5e+000 A | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 A, 50 Hz | 907 A | 7.0 A | 879 A | 921 A | 4.4e+000 A | 2.0 | Pasa |
| **CANAL N** | | | | | | | | |
| **INTERVALO 1000 A** | | | | | | | | |
| **La pinza utlizada en este canal es:** | | | | | | | | |
| **UNI-T,068B,50120223 N** | | | | | | | | |
| | 100.0 A, 50 Hz | 100 A | 0.00 A | 95 A | 105 A | 6.6e-001 A | 2.0 | Pasa |
| | 300.0 A, 50 Hz | 302 A | 2.0 A | 291 A | 309 A | 1.6e+000 A | 2.0 | Pasa |
| | 500.0 A, 50 Hz | 505 A | 5.0 A | 487 A | 513 A | 2.5e+000 A | 2.0 | Pasa |
| | 700.0 A, 50 Hz | 708 A | 8.0 A | 683 A | 717 A | 3.5e+000 A | 2.0 | Pasa |
| | 900.0 A, 50 Hz | 912 A | 12.0 A | 879 A | 921 A | 4.4e+000 A | 2.0 | Pasa |

**OBSERVACIONES:**

La columna 'Error' se calcula como (Valor leído - Valor de la referencia)

**TRAZABILIDAD METRÓLOGICA:**

SEI SISTEMA E INSTRUMETACIÓN S.A, establece la trazabilidad metrólogica al Sistema Internacional de Unidades (SI), de acuerdo a los requisitos establecidos en la Politica de ILAC sobre la Trazabilidad Metrologica de los Resultados de Medición ILAC P10:07/2020.



Calle 86a #49d-03 Bogotá D.C. +57(601)6449797 3195091636 centrodeservicios@sei-sa.com

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**Número de Certificado:** SEI260366

ISO/IEC 17025:2017
16 - LAC- 021

## PATRONES USADOS EN LA CALIBRACIÓN

| Descripción | Número de serie | Fecha de Calibración | Calibrado por laboratorio | Certificado de Calibración |
|---|---|---|---|---|
| Bobina multiplicadora Fluke 5500A/COIL | 20082241 | 2016-02-19 | Fluke Park Lab. | 1D12390 |
| CALIBRADOR MULTIFUNCIÓN FLUKE 5520A | 9720013 | 2024-03-05 | ESSCO | 3046880 |

***** FIN DEL CERTIFICADO *****



Calle 86a #49d-03 Bogotá D.C. +57(601)6449797 3195091636 centrodeservicios@sei-sa.com

CEPREI

# Environmental Management System Certificate

(Original)

This is to certify that

## ACREL CO., LTD.

Unified Social Credit Identifier: 91310000751864205N

Registration Address: NO.253, YULV ROAD, JIADING DISTRICT, SHANGHAI, CHINA

Has implemented and maintains an Environmental Management System in compliance with

**GB/T 24001-2016/ISO 14001:2015**

The Environmental Management System is applicable to:

**DESIGN, DEVELOPMENT AND AFTER-SALES SERVICING OF ELECTRICAL METERS, MEASUREMENT AND CONTROL DEVICES; DESIGN AND DEVELOPMENT OF APPLICATION SOFTWARE; INTEGRATION OF THE POWER METERING MANAGEMENT SYSTEM AND POWER DISTRIBUTION AND TRANSFORMATION SUPERVISION SYSTEM**

Involved site (s) and relevant activities

| Address | Main Activities |
|---|---|
| NO.253, YULV ROAD, JIADING DISTRICT, SHANGHAI, CHINA | DESIGN, DEVELOPMENT AND AFTER-SALES SERVICING OF ELECTRICAL METERS, MEASUREMENT AND CONTROL DEVICES; DESIGN AND DEVELOPMENT OF APPLICATION SOFTWARE; INTEGRATION OF THE POWER METERING MANAGEMENT SYSTEM AND POWER DISTRIBUTION AND TRANSFORMATION SUPERVISION SYSTEM |

Continuing validity of this certificate depends on reception regular surveillance audit and qualified, please scan the QR code to get the related validity.

Registration Number: 01223E20764R4M

Issue Date: October 10, 2023

Expiry Date: October 09, 2026

Note: The information of this certificate may be verified by visiting Official CNCA Website (www.cnca.gov.cn).

The Certification Body is Accredited by China National Accreditation Service for Conformity Assessment.

No. 76 West of Zhucun Avenue, Zhucun, Zengcheng District, Guangzhou, 511370 P.R.C

Zhao Guoxiang
General Manager
**CEPREI CERTIFICATION BODY**

MEMBER OF MULTILATERAL RECOGNITION ARRANGEMENT IAF

CNAS 中国认可 国际互认 管理体系 MANAGEMENT SYSTEM CNAS C012-M

CEPREI

# Quality Management System Certificate

(Original)
This is to certify that

## ACREL CO., LTD.

Unified Social Credit Identifier: 91310000751864205N

Registration Address: NO.253, YULV ROAD, JIADING DISTRICT, SHANGHAI, CHINA

Has implemented and maintains a Quality Management System in compliance with

**GB/T 19001-2016/ISO 9001:2015**

The Quality Management System is applicable to:

**DESIGN, DEVELOPMENT AND AFTER-SALES SERVICING OF ELECTRICAL METERS, MEASUREMENT AND CONTROL DEVICES; DESIGN AND DEVELOPMENT OF APPLICATION SOFTWARE; INTEGRATION OF THE POWER METERING MANAGEMENT SYSTEM AND POWER DISTRIBUTION AND TRANSFORMATION SUPERVISION SYSTEM**

Involved site (s) and relevant activities

| Address | Main Activities |
|---|---|
| NO.253,YULV ROAD, JIADING DISTRICT, SHANGHAI, CHINA | DESIGN, DEVELOPMENT AND AFTER-SALES SERVICING OF ELECTRICAL METERS, MEASUREMENT AND CONTROL DEVICES; DESIGN AND DEVELOPMENT OF APPLICATION SOFTWARE; INTEGRATION OF THE POWER METERING MANAGEMENT SYSTEM AND POWER DISTRIBUTION AND TRANSFORMATION SUPERVISION SYSTEM |

Continuing validity of this certificate depends on reception regular surveillance audit and qualified, please scan the QR code to get the related validity.

Registration Number: 01223Q30758R5M
Issue Date: October 10, 2023
Expiry Date: October 09, 2026

Note: Further clarifications regarding the scope of this certificate and the applicability of ISO 9001:2015 requirements may be obtained by consulting the organization

The information of this certificate may be verified by visiting Official CNCA Website (www.cnca.gov.cn).

The Certification Body is Accredited by China National Accreditation Service for Conformity Assessment.

No. 76 West of Zhucun Avenue, Zhucun, Zengcheng District, Guangzhou, 511370 P.R.C

Zhao Guoxiang
General Manager
**CEPREI CERTIFICATION BODY**

MEMBER OF MULTILATERAL RECOGNITION ARRANGEMENT IAF

CNAS 中国认可 国际互认 管理体系 MANAGEMENT SYSTEM CNAS C012-M

ICG
INTERCERT GLOBAL

# Certificate of Conformity

No.: PD/0177/2023

| | |
|---|---|
| Applicant: | Acrel Co., Ltd. |
| Name, address: | No.253, Yulv Road, Jiading, Shanghai, China |
| Manufacturer: | Jiangsu Acrel Electrical Manufacturing. Co., Ltd. |
| Name, address: | No.5, Dongmeng Road, Nanzha, Jiangyin, Jiangsu, China |
| Product: | Power Meter |
| Type/Models: | Please see annex |
| Tested Standard(s): | EN 61010-1:2010+A1:2019, EN IEC 61326-1:2021, EN IEC 61000-3-2:2019+A1:2021, EN 61000-3-3:2013+A1:2019+A2:2021 |

The product conforms to the requirements of (see Tested Standards) which is harmonised with Low Voltage Directive: 2014/35/EU and Electromagnetic Compatibility Directive: 2014/30/EU.

The assessment of conformity was based on:

- evaluation of the technical documentation of the product as mentioned above

- results contained in test report no.: 18250SC10016701, 18250EC10026701

Validity period: from 28/Sep/2023 to 27/Sep/2028

This certificate applies only to product samples with the same characteristics and complying with the above-mentioned requirements as the samples submitted for assessment.

This certificate has been issued in accordance with voluntary certification programme DPCW-01 (type 1a by EN ISO/IEC 17067).

Chief Executive Officer: Ben XU

.....

INTERCERT GLOBAL ICG INTERCERT GLOBAL SP. Z O. O.

Warsaw, 28/Sep/2023

Intercertglobal sp.z o.o. Krucza 16/22, 00-526 Warsaw, Poland

Tel.:+48 780 142 399 Email: sekretariat@intercertglobal.com

Annex to No. PD/0177/2023

Models:

ADW210;ADW300;ADW300W;ADW300-HJ;ADW310-HJ;

ADW200;ADW220;

ADW210-D10-1S;ADW210-D10-2S;ADW210-D10-3S;ADW210-D10-4S;

ADW210-D16-1S;ADW210-D16-2S;ADW210-D16-3S;ADW210-D16-4S;

ADW210-D24-1S;ADW210-D24-2S;ADW210-D24-3S;ADW210-D24-4S;

ADW210-D36-1S;ADW210-D36-2S;ADW210-D36-3S;ADW210-D36-4S;

ADW200-D10-1S;ADW200-D10-2S;ADW200-D10-3S;ADW200-D10-4S;

ADW200-D16-1S;ADW200-D16-2S;ADW200-D16-3S;ADW200-D16-4S;

ADW200-D24-1S;ADW200-D24-2S;ADW200-D24-3S;ADW200-D24-4S;

ADW200-D36-1S;ADW200-D36-2S;ADW200-D36-3S;ADW200-D36-4S;

ADW220-D10-1S;ADW220-D10-2S;ADW220-D10-3S;ADW220-D10-4S;

ADW220-D16-1S;ADW220-D16-2S;ADW220-D16-3S;ADW220-D16-4S;

ADW220-D24-1S;ADW220-D24-2S;ADW220-D24-3S;ADW220-D24-4S;

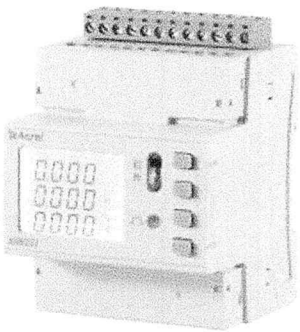
ADW220-D36-1S;ADW220-D36-2S;ADW220-D36-3S;ADW220-D36-4S;

Description:

Measuring Voltage input:3x57.7/100V:3x100V:3x220/380V:3x380V:3x230/400V:3x400V:3x380/660V:3x660V:3x400/690V:3x690V:

Measuring Current input:3x5(6)A;3x20(100)A;3x80(400)A;3x120(600)A

# ADW2XX series Multi-loop meter



The product is a rail type multi-loop power meter,including MCU module and power module, including metering module,current module and voltage input module.

## Functions

| Function | Description |
|---|---|
| LCD display | 8 digits |
| Measurement of Energy | kWh (positive and negative) |
| | kvarh (positive and negative) |
| | A, B, C phase positive kWh |
| Electrical parameters | U、I、P、Q、S、PF、Hz |
| Harmonic | 2-31ST Voltage and current harmonic |
| Key programming | 4 keys to communication and set parameters |
| After-current | 1-channel |
| LED alarm | over-voltage、over-current、phase interrupt、DI |
| Data | Maximum demanded kWh and time happened |
| SOE | 200 |

## Electrical Performance

| | | |
|---|---|---|
| Input | Frequency | 45 ~ 65Hz |
| | Nominal current | 3 x 220V/380V |
| | consumption | ≤ 0.5VA |
| | current | 5A、100A |
| | Communication | RS485、Modbus-RTU |
| | Baud rate | 1200 ~ 38400 |
| Accuracy | current | class 0.5 |
| | Active power | class 1 |
| | Reactive power | class 2 |

## Auxiliary functions

| | |
|---|---|
| (MK) | 12 DI+4 DO |
| (MTL) | 12 channels of temperature,4 channels of after-current |
| (AWT100-2G) | 2G |
| (AWT100-4G) | 4G |
| (AWT100-NB) | NB-IoT |
| (AWT100-LoRa) | LoRa |
| (AWT100-LW) | LoRaWAN |

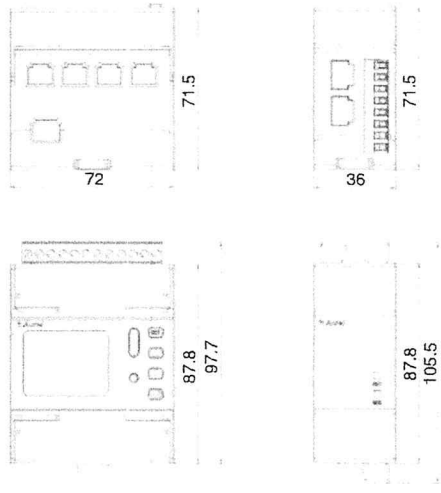
## Modular parameter

| | | |
|---|---|---|
| MK | DI | 12 channels |
| | DO | 4 channels |
| MTL | Temperature measurement | -20 ~ 100℃ |
| | After-current | 10 ~ 3000mA |
| | Accuracy | ± 2℃、Class 1 |

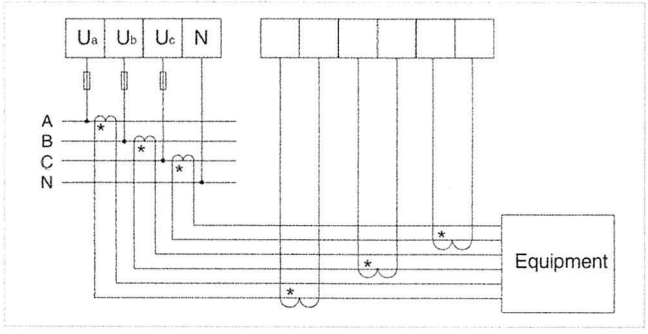
## Working Environment

| | | |
|---|---|---|
| Temperature | Working | -25℃~55℃ |
| | Storing | -40℃~70℃ |
| Humidity | ≤95%(No condensation) | |
| Altitude | <2000m | |

## Dimensions drawings

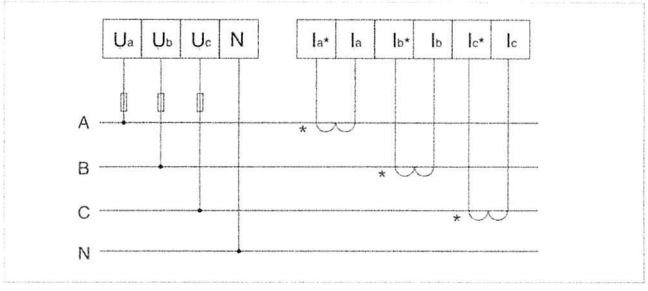


## Wiring and installing



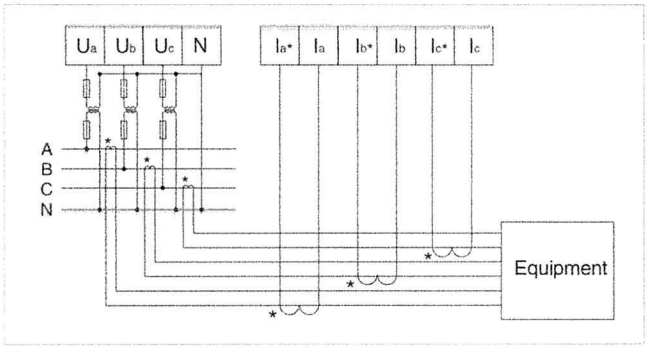

Three-phase four-wire

Voltage access via PT



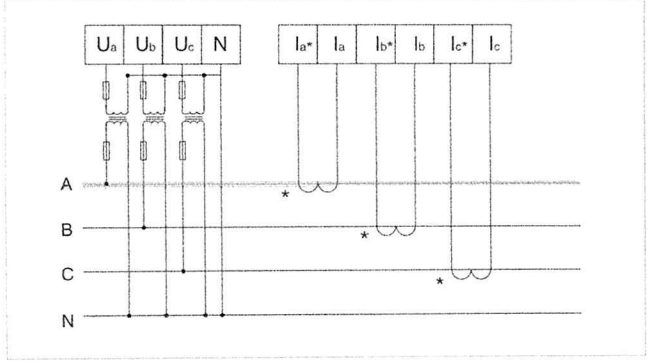

Three-phase four-wire

Voltage access via PT、ct



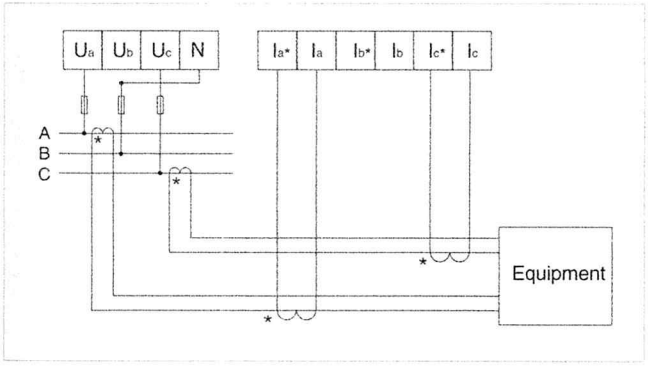

Three-phase three-wire

Voltage access via ct



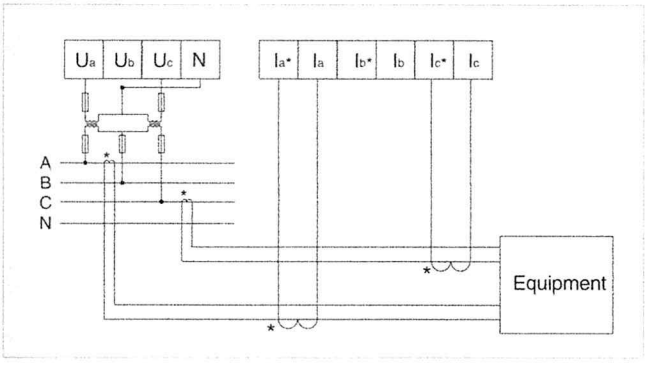

Three-phase four-wire

Voltage access via ct




Three-phase four-wire

Voltage access via PT、ct



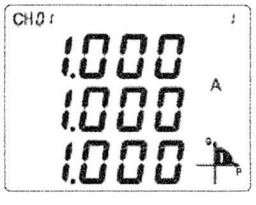

Three-phase three-wire

Voltage access via PT、ct

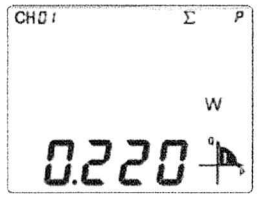
## Display examples



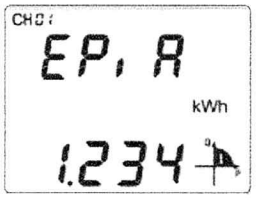

■ Voltage




■ Current




■ Power




■ Energy

# MODELO
# LX-1330B

# LUXÓMETRO DIGITAL




El LX-1330B es un medidor de iluminancia con amplio rango de medición muchas buenas características. Es ampliamente utilizado en muchas áreas, tales como la construcción, la inspección, transporte, arquitectura, jardinería, etc.

## CARACTERÍSTICAS

- Retención de datos.
- Muestra en Lux y FC con solo pulsar un botón.
- Gama de medición: 0 ~ 200 LUX, 2.000 LUX, 20,000 LUX, 200,000 LUX / 0.01 FC ~ 2,0000 FC.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

| MODELO | LX-1330B |
|---|---|
| Pantalla | Pantalla LCD de 3-1/2 dígitos de 18 mm |
| Rango | 0-200/ 2,000/ 20,000/ 200,000 LUX |
| Precisión | ± 3% de la lectura ± 10 dígitos (0-20,000 LUX)<br>± 5% de la lectura ± 10 dígitos (más de 20,000 LUX) |
| Luxómetro | 0.1 Lux |
| Repetibilidad | ± 2% |
| Características de temperatura | ± 0.1%/ ± 0.1 °C |
| Temperatura de funcionamiento | 32 - 104 °F (0 – 40 °C) |
| Frecuencia de muestreo | 2 – 3 veces por segundo |
| Dimensiones | 149x71x41 mm |

ARMOTEC
TECNOLOGÍAS QUE SATISFACEN

Francisco de Toledo 165, Santiago de Surco - Lima - Perú
Telf: 01-2743414 Anexo 104
Cel: 990297533 / 977622648 / 998348873
Correo: ventas@armotec.pe - www.armotec.pe

Higielectronix
Higiene Industrial - Salud ocupacional

# REMISION No.55478

| EMPRESA | | | DENKEN S.A.S. | TSC | 84214 |
|---|---|---|---|---|---|
| NIT | | | PERSONA ENCARGADA | DIRECCION | TELEFONO / FAX |
| 900797751-8 | | | MONICA DEL PILAR ACEVEDO VILLAMARÍN | CR 19 85 49 | 318 6027228 |
| TIPO SERVICIO | GARANTIA ☐ | CALIBRACIÓN [X] | EQUIPO NUEVO ☐ | VERIFICACIÓN ☐ | OBSEQUIO ☐ |
| FECHA | | NO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN /INFORME DE MANTENIMIENTO Y/O VERIFICACIÓN | ORDEN DE COMPRA | FACTURA NO. | VÍA |
| 2025-03-11 | | HX-CC-LX-39909 | MAIL | ELECTRÓNICA | PERSONAL |

| ÍTEM | CNT | SERIAL NO. | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | S952785 | LUXOMETRO DT METER LX1330B<br>INCLUYE: EQUIPO, SONDA,BLINDAJE, TAPA SONDA, COCA Y CERTIFICADO. |

HEIDY ALONSO

Entrego

Recibí de conformidad



**BOGOTÁ**
Calle 25 No. 59C-61
Barrio Carvajal
(601) 7450275 - Ext. 101
contacto@higielectronix.com
www.higielectronix.com

**MEDELLÍN**
Calle 48B No. 78A-37 - Of. 401
Edificio San Pablo
(604) 5802111 - 3205617857
info@higielectronix.com
www.higielectronix.com

icontec ISO 9001 SC-CER333414
CERTIFIED I Net MANAGEMENT SYSTEM

# *CERTIFICADO DE CALIBRACION*



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN HIGIELECTRONIX SAS. - Calibration Laboratory**

**DATOS DEL CLIENTE - Information Customer**

| | |
|---|---|
| NUMERO DE CERTIFICADO - Certificate number: | HX-CC-LX-39909 |
| NUMERO ORDEN SERVICIO - Service Order Number: | HX-L-29231 |
| NOMBRE - Name: | DENKEN S.A.S. |
| DIRECCION - Address: | CR 22 # 81 - 26 BOGOTA |

**DATOS DEL INSTRUMENTO A CALIBRAR - Information Instrument to calibrate**

| | |
|---|---|
| TIPO DE INSTRUMENTO - Type or instrument: | LUXÓMETRO |
| FABRICANTE - Manufacturer: | DR METER |
| NUMERO DE SERIE - Serial Number: | S952785 |
| MODELO - Model: | LX1330B |
| INVENTARIO/CODIGO - Inventory/Code: | NO IDENTIFICADO |
| RESOLUCIÓN - Resolution: | 0-200 (lux) = 0,1 (lux) – 200-2000 (lux) = 1 (lux) – 2000-20000 (lux) = 10 (lux) |

**CONDICIONES AMBIENTALES - Enviromental conditions**

Las condiciones ambiéntales se refieren al sitio y al momento de la calibración del instrumento.

| | |
|---|---|
| **Temperatura en °C** | 20,6 |
| **Humedad Relativa en %** | 50,5 |

FECHA DE RECEPCION - Date of Receipt: 2025-02-28

FECHA DE CALIBRACION - Calibration Date: 2025-03-07

LUGAR DE CALIBRACIÓN - place of Calibration: LABORATORIO HIGIELECTRONIX SAS

**PROCEDIMIENTO / METODO UTILIZADO - procedure / Method Used**

Para llevar a cabo la calibración del instrumento, se utilizó una bombilla de referencia tipo Iluminante A y un luxometro de referencia según lo estipulado en la norma BS-667: 2005 para la calibración de Luxometros "Illuminance meters - Requirements and test methods". Los datos del fabricante del instrumento sometido a prueba y procedimiento para calibración de luxometros acorde a documento "Special Publication 250-37: NIST Measurement services: Photometric Calibrations" de NIST "National Institute of Standards and Technology".

**PATRONES UTILIZADOS - Standard Used**

Luxometro de referencia: RADIOMETRO DELTA OHM

Bombilla patrón: GE MODELO FEL-1000

Las mediciones realizadas son trazables al sistema internacional de unidades segúnb se evidencia en los certificados referidos anteriormente.

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN - Uncertainty of Measurement.**

La incertidumbre combinada que se reporta es una función del valor a medir según documento ICGM 100:2008 GUM 1995 con ligeras correcciones Guia para la expresión de incertidumbre en las mediciones y para ello se ha tenido en cuenta factores como la desviación estándar, división de escala , la incertidumbre de la bombilla, incertidumbre ddel patron luxometro.La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estandar de medición multiplicada por el factor de cobertura K=2 y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized Signatures

| | | | |
|---|---|---|---|
| ***Calibró:*** | *JONATHAN OTALORA* | **Aprobó:** | *ING. DIANA SANTAMARIA* |
| ***Calibrated by*** | ***Metrologo*** | **Approved by:** | ***Coordinador De Calidad y Laboratorio*** |

ONAC ACREDITADO ISO/IEC 17025:2017 15-LAC-647 CALIBRACION HX SN: S952785 CERTIFICADO No. HX-CC-LX-39909 2026-03-07

Fecha de Emisión - date Issued 2025-03-10

Este certificado de calibracion no podra ser reproducido parcialmente sin autorización escrita del laboratorio que lo emite, los resultados, consignados en este certificado se refieren unicamente al objeto sometido a calibración, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones, el laboratorio no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los objetos calibrados o de este certificado.

*This certificate of calibration could not be reproduced partially without written authorization of the issuing laboratory; the result of this certificate is for the object of calibration, at the conditions in which the measurements were made, the Laboratory does not take responsibility from the inadequate use of the calibrated objects or this certificate*

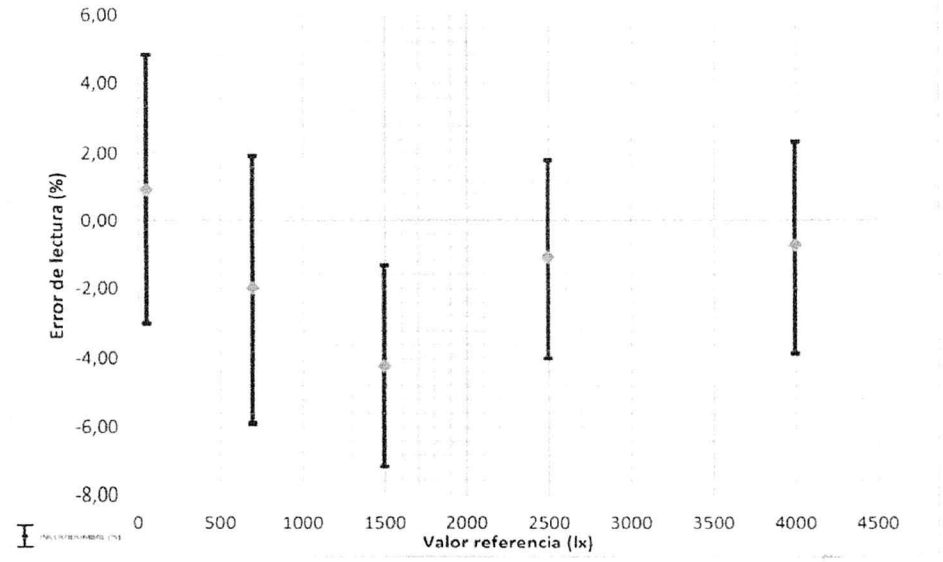
# *CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN*

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN HIGIELECTRONIX SAS. - Calibration Laboratory

## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN. - Results of the calibration

| Resultado | Valor referencia (lx) | Valor leído (lx) | Error | | Incertidumbre expandida | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Lectura (lx) | Porcentual (%) | lx | % |
| Punto 1 | 3997 | 3967 | -30 | -0,8 | 51 | 3,1 |
| Punto 2 | 2494 | 2467 | -27 | -1,1 | 16 | 2,9 |
| Punto 3 | 1496,3 | 1433,0 | -63,3 | -4,2 | 7,7 | 2,9 |
| Punto 4 | 695,5 | 681,7 | -13,8 | -2,0 | 4,0 | 3,9 |
| Punto 5 | 50,04 | 50,5 | 0,5 | 0,9 | 1,3 | 3,9 |
| Punto Cero | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | --- | --- |

**RESULTADOS GRAFICO**




## OBSERVACIONES - Comments

1- El usuario, con base en el historial del equipo, es el que debe definir el programa de calibracion. El presente certificado solo ampara las mediciones reportadas en el momento, condiciones ambientales y de uso en que se realizo esta calibración. La validez de los resultados contenidos en este certificado depende tanto de las caracteristicas del elemento certificado como de las practicas de su manejo y uso

2. El certificado sin las firmas autorizadas no tiene validez.

*F-GL06-03*
*Version 6*

*-Fin del Certificado-*

ISO/IEC 17025:2017 15-LAC-047 CALIBRACIÓN SN: SUS 784 CERTIFICADO No. HX-CC-LX-39909 2025-01-07

Higielectronix
Higiene Industrial - Salud ocupacional

# REMISION No.55478

| EMPRESA | | | DENKEN S.A.S. | TSC | 84214 |
|---|---|---|---|---|---|
| NIT | | | PERSONA ENCARGADA | DIRECCION | TELEFONO / FAX |
| 900797751-8 | | | MONICA DEL PILAR ACEVEDO VILLAMARÍN | CR 19 85 49 | 318 6027228 |
| TIPO SERVICIO | GARANTIA ☐ | CALIBRACIÓN [X] | EQUIPO NUEVO ☐ | VERIFICACIÓN ☐ | OBSEQUIO ☐ |
| FECHA | | NO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN /INFORME DE MANTENIMIENTO Y/O VERIFICACIÓN | ORDEN DE COMPRA | FACTURA NO. | VÍA |
| 2025-03-11 | | HX-CC-LX-39909 | MAIL | ELECTRÓNICA | PERSONAL |

| ÍTEM | CNT | SERIAL NO. | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | S952785 | LUXOMETRO DT METER LX1330B<br>INCLUYE: EQUIPO, SONDA,BLINDAJE, TAPA SONDA, COCA Y CERTIFICADO. |

HEIDY ALONSO

Entrego

Recibí de conformidad



**BOGOTÁ**
Calle 25 No. 59C-61
Barrio Carvajal
(601) 7450275 - Ext. 101
contacto@higielectronix.com
www.higielectronix.com

**MEDELLÍN**
Calle 48B No. 78A-37 - Of. 401
Edificio San Pablo
(604) 5802111 - 3205617857
info@higielectronix.com
www.higielectronix.com

icontec ISO 9001 SC-CER333414
CERTIFIED I Net MANAGEMENT SYSTEM

# CERTIFICADO DE CALIBRACION



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN HIGIELECTRONIX SAS. - Calibration Laboratory**

**DATOS DEL CLIENTE - Information Customer**

| | |
|---|---|
| NUMERO DE CERTIFICADO - Certificate number: | HX-CC-LX-39909 |
| NUMERO ORDEN SERVICIO - Service Order Number: | HX-L-29231 |
| NOMBRE - Name: | DENKEN S.A.S. |
| DIRECCION - Address: | CR 22 # 81 - 26 BOGOTÁ |

**DATOS DEL INSTRUMENTO A CALIBRAR - Information Instrument to calibrate**

| | |
|---|---|
| TIPO DE INSTRUMENTO - Type or instrument: | LUXÓMETRO |
| FABRICANTE - Manufacturer: | DR METER |
| NUMERO DE SERIE - Serial Number: | S952785 |
| MODELO - Model: | LX1330B |
| INVENTARIO/CODIGO - Inventory/Code: | NO IDENTIFICADO |
| RESOLUCION - Resolution: | 0-200 (lux) = 0.1 (lux) – 200-2000 (lux) = 1 (lux) – 2000-20000 (lux) = 10 (lux) |

**CONDICIONES AMBIENTALES - Enviromental conditions**

Las condiciones ambiéntales se refieren al sitio y al momento de la calibración del instrumento.

| | |
|---|---|
| **Temperatura en °C** | 20,6 |
| **Humedad Relativa en %** | 50,5 |

FECHA DE RECEPCION - Date of Receipt: 2025-02-28

FECHA DE CALIBRACION - Calibration Date: 2025-03-07

LUGAR DE CALIBRACIÓN - place of Calibration: LABORATORIO HIGIELECTRONIX SAS

**PROCEDIMIENTO / METODO UTILIZADO - procedure / Method Used**

Para llevar a cabo la calibración del instrumento, se utilizó una bombilla de referencia tipo Iluminante A y un luxometro de referencia según lo estipulado en la norma BS-667: 2005 para la calibración de Luxometros "Illuminance meters - Requirements and test methods". Los datos del fabricante del instrumento sometido a prueba y procedimiento para calibración de luxometros acorde a documento "Special Publication 250-37: NIST Measurement services: Photometric Calibrations" de NIST "National Institute of Standards and Technology".

**PATRONES UTILIZADOS - Standard Used**

Luxometro de referencia: RADIOMETRO DELTA OHM

Bombilla patrón: GE MODELO FEL-1000

Las mediciones realizadas son trazables al sistema internacional de unidades segúnb se evidencia en los certificados referidos anteriormente.

**INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN - Uncertainty of Measurement.**

La incertidumbre combinada que se reporta es una función del valor a medir según documento JCGM 100:2008 GUM 1995 con ligeras correcciones Guía para la expresión de incertidumbre en las mediciones y para ello se ha tenido en cuenta factores como la desviación estándar, división de escala , la incertidumbre de la bombilla, incertidumbre ddel patron luxometro.La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estandar de medición multiplicada por el factor de cobertura K=2 y la probabilidad de cobertura,la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

**FIRMAS AUTORIZADAS**

Authorized Signatures

| | | | |
|---|---|---|---|
| ***Calibró:*** | *JONATHAN OTALORA* | **Aprobó:** | *ING. DIANA SANTAMARIA* |
| ***Calibrated by*** | ***Metrologo*** | **Approved by:** | ***Coordinador De Calidad y Laboratorio*** |

ONAC ACREDITADO ISO/IEC 17025:2017 15-LAC-047 CALIBRACION HX SN: S952785 CERTIFICADO No. HX-CC-LX-39909 **2026-03-07**

Fecha de Emisión - date Issued 2025-03-10

Este certificado de calibracion no podra ser reproducido parcialmente sin autorización escrita del laboratorio que lo emite, los resultados, consignados en este certificado se refieren unicamente al objeto sometido a calibración, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones, el laboratorio no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los objetos calibrados o de este certificado.

*This certificate of calibration could not be reproduced partially without written authorization of the issuing laboratory; the result of this certificate is for the object of calibration, at the conditions in which the measurements were made, the Laboratory does not take responsibility from the inadequate use of the calibrated objects or this certificate*

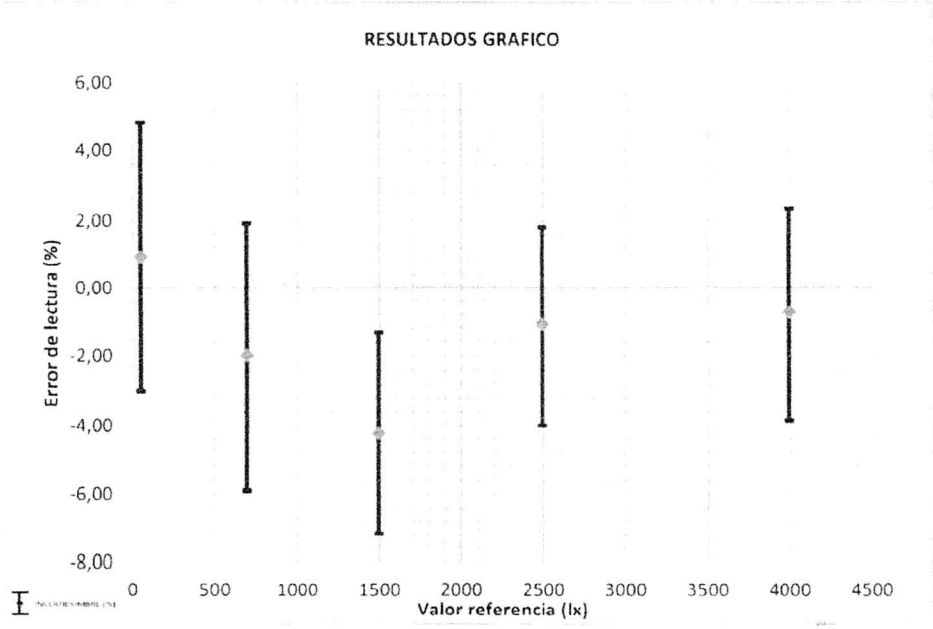
# *CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN*

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN HIGIELECTRONIX SAS. - Calibration Laboratory

## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN. - Results of the calibration

| Resultado | Valor referencia (lx) | Valor leído (lx) | Error | | Incertidumbre expandida | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Lectura (lx) | Porcentual (%) | lx | % |
| Punto 1 | 3997 | 3967 | -30 | -0,8 | 51 | 3,1 |
| Punto 2 | 2494 | 2467 | -27 | -1,1 | 16 | 2,9 |
| Punto 3 | 1496,3 | 1433,0 | -63,3 | -4,2 | 7,7 | 2,9 |
| Punto 4 | 695,5 | 681,7 | -13,8 | -2,0 | 4,0 | 3,9 |
| Punto 5 | 50,04 | 50,5 | 0,5 | 0,9 | 1,3 | 3,9 |
| Punto Cero | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | --- | --- |

**RESULTADOS GRAFICO**




## OBSERVACIONES - Comments

1- El usuario, con base en el historial del equipo, es el que debe definir el programa de calibración. El presente certificado solo ampara las mediciones reportadas en el momento, condiciones ambientales y de uso en que se realizo esta calibración. La validez de los resultados contenidos en este certificado depende tanto de las caracteristicas del elemento certificado como de las practicas de su manejo y uso

2. El certificado sin las firmas autorizadas no tiene validez.



*-Fin del Certificado-*

ISO/IEC 17025:2017 15-LAC-047 CALIBRACIÓN SN: SIN 78h CERTIFICADO No. HX-CC-LX-39909 2025-01-07